MÁSTER EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA SOSTENIBILIDAD

ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD DE LA IMPLANTACIÓN DE PLANTAS DE PLACAS FOTOVOLTAICAS EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE ARAGÓN

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

XAVIER ARNAU CASTEL
CURSO: 2024-2025
ISST, UPC
Tutor: Boris Lazzarini

Agradecer a todas aquellas personas que han colaborado en este proyecto por dedicar parte de su tiempo a que este se haya realizado. En especial a mi tutor Boris Lazzarini y a todas aquellas personas que han sido entrevistadas.

Quiero hacer especial mención a mi abuelo, que fue un referente para mí y estaría muy orgulloso de ver que su querido pueblo (Peralta de la Sal), ha sido objeto del último trabajo académico de su nieto. Él tuvo que abandonar muy pronto los estudios debido a la pobreza que se vivía en esa época en las zonas rurales, es por ello por lo que siempre me insistía que era muy importante darle valor a la oportunidad que tenía yo al poder estudiar. Gracias a su pasión por el campo y la naturaleza, me dedico al mundo de la sostenibilidad. Por esto y mucho más, le dedico este pequeño espacio en este trabajo.

Resum

El desenvolupament de l'energia solar a Espanya és ja una realitat, gràcies a les mesures que s'estan impulsant per combatre el canvi climàtic i a les condicions òptimes de radiació solar que hi ha en el país. En el treball es fa especial èmfasi a com una central fotovoltaica pot afectar a aquells municipis de menys de 500 habitants que es troben en un espai rural i que viu els afectes del despoblament rural. Per tal de poder acotar les dades i poder fer un plantejament més pràctic, l'estudi es farà en els municipis de Sanui i Alins i Peralta i Calassanç. La hipòtesi del treball es si la implantació de plantes de plaques fotovoltaiques pot afectar negativament a escala local, és per això que es comprovarà quins impactes generen aquestes infraestructures en els àmbits ambiental, social i econòmic.

A través de la recopilació de dades sobre plaques fotovoltaiques, despoblament rural i micropobles, la comprovació de plans o iniciatives de desenvolupament local, l'estudi de dos casos pràctics de PFV, entrevistes a agents del territori i la simulació d'un nou projecte de PFV, s'han pogut extreure un conjunt de conclusions. La zona d'estudi és un clar exemple de municipis amb una població envellida, falta de serveis bàsics i que el seu model econòmic està basat en l'agricultura, factors els quals es poden veure agreujats pel desenvolupament de centres fotovoltaics, ja que aquests provoquen un rebuig en la població de la zona, una degradació del territori i amenaça l'economia del municipi. Tot i això, hi ha impactes positius com la creació de nous llocs de treball de persones amb estudis superiors i ser un negoci molt rentable al mitjà i llarg termini.

Paraules clau: *Plaques fotovoltaiques, despoblament rural, micropobles, territori, sostenibilitat.*

Resumen

El desarrollo de la energía solar en España es ya una realidad, gracias a las medidas que se están impulsando para combatir el cambio climático y las condiciones óptimas de radiación solar existentes en el país. En el trabajo se hace especial énfasis en cómo una central fotovoltaica puede afectar a aquellos municipios de menos de 500 habitantes que se encuentran en un espacio rural y que vive los afectos del despoblamiento rural. Para poder acotar los datos y poder hacer un planteamiento más práctico, el estudio se realizará en los municipios de Azanuy-Alins y Peralta de Calasanz. La hipótesis del trabajo es si la implantación de plantas de placas fotovoltaicas puede afectar negativamente a escala local, por lo que se comprobará qué impactos generan estas infraestructuras en los ámbitos ambiental, social y económico.

A través de la recopilación de datos sobre placas fotovoltaicas, despoblamiento rural y micropueblos, la comprobación de planes o iniciativas de desarrollo local, el estudio de dos casos prácticos de PFV, entrevistas a agentes del territorio y la simulación de un nuevo proyecto de PFV, se ha podido extraer un conjunto de conclusiones. La zona de estudio es un claro ejemplo de municipios con una población envejecida, falta de servicios básicos y cuyo modelo económico está basado en la agricultura, factores que se pueden ver agravados por el desarrollo de centros fotovoltaicos, ya que éstos provocan un rechazo a la población de la zona, una degradación del territorio y amenaza la economía del municipio. Sin embargo, existen impactos positivos como la creación de nuevos puestos de trabajo de personas con estudios superiores y ser un negocio muy rentable a medio y largo plazo.

Palabras clave: *Placas fotovoltaicas, despoblamiento rural, micropueblos, territorio, sostenibilidad.*

Abstract

The development of solar energy in Spain is already a reality, thanks to the measures that are being promoted to combat climate change and the optimal conditions of solar radiation existing in the country. The project makes special emphasis on how a photovoltaic plant can affect those municipalities with less than 500 inhabitants that are in a rural area and that are affected by rural depopulation. In order to narrow down the data and make a more practical approach, the study will be carried out in the municipalities of Azanuy-Alins and Peralta de Calasanz. The hypothesis of the work is whether the implementation of photovoltaic panel plants can have a negative impact on a local scale, so it will be verified what impacts these infrastructures generate in the environmental, social and economic spheres.

Through the collection of data on photovoltaic panels, rural depopulation and micro-villages, the verification of local development plans or initiatives, the study of two practical cases of PV, interviews with agents in the territory and the simulation of a new PV project, a set of conclusions have been drawn. The study area is a clear example of municipalities with an ageing population, a lack of basic services and whose economic model is based on agriculture, factors that can be aggravated by the development of photovoltaic centres, since these cause a rejection by the population of the area, a degradation of the territory and threaten the economy of the municipality. However, there are positive impacts such as the creation of new jobs for people with higher education and being a very profitable business in the medium and long term.

Keywords: *Photovoltaic panels, rural depopulation, micro-villages, territory, sustainability.*

Índice

Acrónimos **7**

1. Introducción **8**

1.1. Hipótesis 10

1.2. Objetivos 10

1.3. Métodos y técnicas 10

2. Marco Teórico-Estado del Arte **11**

2.1. Plantas de placas fotovoltaicas 12

2.1.1. Tecnología y eficiencia energética 12

2.1.2. Desarrollo a escala nacional 13

2.1.3. Impacto ambiental y paisajístico 15

2.1.4. Legislación vigente 16

2.1.5. Inversión e economía 18

2.2. Desarrollo sostenible en áreas rurales 19

2.3. Micropueblos 20

3. Aproximación al área de estudio: los municipios de Azanuy-Alins y de Peralta de Calasanz **24**

3.1. Algunos datos generales de los municipios de estudio en el contexto comarcal 24

3.1.1. Territorio y Medio Ambiente 25

3.1.2. Sociedad 26

3.1.3. Economía 27

3.2. Análisis de datos de la geografía de la población 27

4. Proyectos de desarrollo local y áreas rurales en la provincia de Huesca **30**

4.1. Objetivos y destinatarios 30

4.2. Retos 31

5. Estudio de los dos parques fotovoltaicos desarrollados dentro de la zona de estudio **32**

5.1. Parque fotovoltaico La Palomera 32

5.2. Parque fotovoltaico EIDER SOLAR 34

5.2.1. Cálculo del ROI 37

6. Estudio de la percepción social **40**

7. Desarrollo de una nueva PFV **42**

8. Análisis de la sostenibilidad e implicaciones éticas **44**

8.1. Análisis de sostenibilidad 44

8.2. Implicaciones éticas 47

8.3. Relación con los objetivos de desarrollo sostenible 47
9. Conclusiones 49
10. Bibliografía y otras referencias 51
11. Anexo 56
Anexo A. Entrevistas con distintos agentes del territorio 56
Anexo B. Cartografía de interés 62

Índice de Figuras

Figura 1. Mapa de la radiación solar en Europa 8
Figura 2. Triangulo de la sostenibilidad 11
Figura 3. Representación del funcionamiento del efecto fotovoltaico 12
Figura 4. Estructura de una placa fotovoltaica 13
Figura 5. Mapa de la radiación solar y potencial de energía solar en España 13
Figura 6. Superficie de huertos solares en España por provincias 14
Figura 7. Mapa de la producción y demanda energética por comunidad autónoma de España 14
Figura 8. Planta solar Turroneros de Xixona (Comunidad Valenciana) 16
Figura 9. Resumen de la legislación vigente sobre sistemas fotovoltaicos 18
Figura 10. Mapa de distribución de micropueblos de Aragón y Cataluña 22
Figura 11. Mapa de la distribución de los núcleos urbanos de la zona de estudio 24
Figura 12. Calasanz 25
Figura 13. Barranco de Gabasa 25
Figura 14. Salinas de Peralta de la Sal 26
Figura 15. Plano de la PFV La Palomera 32
Figura 16. Estado del proyecto PFV La Palomera en mayo de 2024 33
Figura 17. Mapa de localización del PFV EIDER SOLAR 35
Figura 18. Nueva zona para el desarrollo de una PFV en Peralta de Calasanz 42
Figura 19. Mapa de elevaciones de la zona de estudio y la nueva PFV 43
Figura 20. Ortofoto de la zona de estudio 62
Figura 21. Mapa de los núcleos urbanos de la zona de estudio 62
Figura 22. Modelo de Elevaciones de la zona de estudio 63
Figura 23. Mapa Topográfico de la zona de estudio 63

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Evolución histórica de las poblaciones de Peralta de Calasanz y Azanuy-Alins (1900-2024) 28
Gráfico 2. Evolución de las poblaciones de Azanuy-Alins y Peralta de Calasanz (2014-2024) 28
Gráfico 3. Pirámide poblacional de la zona de estudio (2022) 29
Gráfico 4. Pirámide poblacional de la zona de estudio (2012) 29

Índice de Tablas

Tabla 1. Matriz de la sostenibilidad proporcionada por la UPC 44
Tabla 2. Análisis del desarrollo del TFM 45
Tabla 3. Análisis de la ejecución del proyecto 46
Tabla 4. Análisis de los riegos y limitaciones 47

Acrónimos

DUP	Declaración de Utilidad Pública
CAPEX	Gasto de capital o inversión inicial (*capital expenditure* en inglés)
CIE	Certificado de Instalación Eléctrica
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
IGN	Instituto Geográfico Nacional
INE	Instituto Nacional Estadístico
LER	Land Equivalent Ratio
MTD	Memoria Técnica de Diseño
MWh	Mega Watt Hora
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OPEX	Costos operativos
PFV	Planta Fotovoltaica
REBT	Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión
ROI	Retorno de Inversión
UE	Unión Europa
UPC	Universitat Politècnica de Barcelona

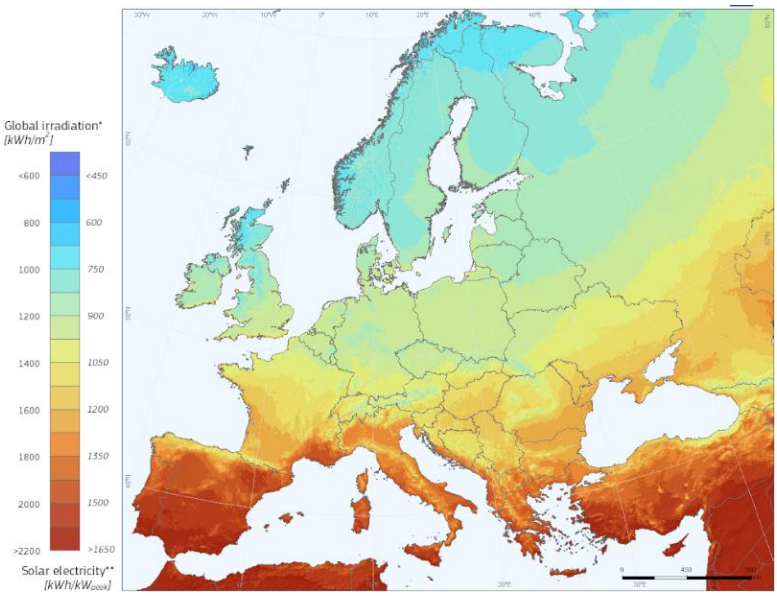
1. Introducción

Este trabajo partirá con el objetivo principal de hacer un estudio del desarrollo de plantas fotovoltaicas en espacios rurales, relacionando temas como el despoblamiento rural, impactos ambientales y los retos de sostenibilidad que implican cambios radicales en el territorio.

La energía fotovoltaica tiene su origen en la capacidad del silicio de transformar la luz solar en electricidad, un fenómeno descubierto en el siglo XIX. No obstante, el desarrollo de las placas fotovoltaicas comenzó a ganar relevancia a mediados del siglo XX, impulsado por la necesidad de fuentes de energía renovables y sostenibles (Ojeda 2018). Con el avance de la investigación y la reducción de costes de producción, la energía fotovoltaica ha experimentado una notable evolución, alcanzando altos niveles de eficiencia y escalabilidad, especialmente en países con altos niveles de radiación solar como podría ser España. Este progreso ha permitido que las placas fotovoltaicas se conviertan en una alternativa competitiva frente a las fuentes de energía convencionales, impulsando su integración en diversos sectores y fomentando su implementación a gran escala.

España, con su ubicación geográfica privilegiada y un promedio de más de 2.500 horas de sol anuales, se ha consolidado como uno de los países europeos con mayor potencial para la generación de energía solar, con regiones como Andalucía, Extremadura y Castilla-La Mancha destacándose por su alta densidad de plantas fotovoltaicas (Unión Europea 2012). En las últimas décadas, la instalación de plantas fotovoltaicas ha experimentado un crecimiento exponencial, respaldado por políticas públicas y avances tecnológicos. Sin embargo, a pesar de este avance, el país aún enfrenta desafíos relacionados con la optimización de la red eléctrica, la gestión del almacenamiento energético y la superación de barreras burocráticas que limitan un despliegue aún mayor de esta tecnología.

Figura 1. Mapa de la radiación solar en Europa



Fuente: (Unión Europea 2012)

La implementación de plantas fotovoltaicas desempeña un papel crucial en la lucha contra el cambio climático, al proporcionar una fuente de energía limpia y sostenible que reduce significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero. A diferencia de los combustibles fósiles, las plantas fotovoltaicas generan electricidad sin liberar dióxido de carbono ni otros contaminantes al ambiente. Además, contribuyen a la transición energética, diversificando la matriz energética y reduciendo la dependencia de recursos no renovables (Masip, Roca, y Tudel 2011).

Esta transformación no solo ayuda a cumplir los compromisos internacionales en materia de sostenibilidad, como los establecidos en el Acuerdo de París, sino que también promueve la creación de empleos verdes y fortalece la resiliencia energética del país. Así, el desarrollo de estas infraestructuras se convierte en una herramienta clave para abordar los desafíos ambientales y garantizar un futuro más sostenible.

Por otra parte, el despoblamiento de áreas rurales es un concepto del que se ha hablado bastante en las últimas décadas y que veremos más adelante en el trabajo, como va muy relacionado con la extensión de la energía fotovoltaica en el país. Este fenómeno migratorio se ha debido a que la población prefiere vivir en zonas más urbanizadas como ciudades, ya que tienen una mayor cantidad de servicios y oportunidades de trabajo. Por otra parte, los negocios de la agricultura y la ganadería cada vez tienen menos peso en la economía del país (PWC, 2019) y las nuevas generaciones han perdido el interés en este tipo de trabajo, ya que tienen una baja remuneración y son muy exigentes a nivel físico.

Debido a la situación provocada por la pandemia de la Covid-19 han surgido nuevas dinámicas de población (González, López-Gay, Recaño, & Rowe, 2022). Muchas empresas han optado por que sus trabajadores continúen con sus tareas en casa a través del teletrabajo, dando la oportunidad a la población a trasladarse a segundas residencias.

Los municipios elegidos para hacer el estudio son el de Azanuy-Alins y el de Peralta de Calasanz, que se encuentran en la provincia de Huesca y tienen una población de 183 y 215 habitantes respectivamente (Padrón Municipal, INE 2024). El primer municipio es formado por dos micropueblos que son Azanuy y Alins del Monte, y el segundo municipio está formado por cuatro pueblos que son Peralta de la Sal, Calasanz, Gabasa y Cuatrocorz.

El área de estudio ha sido seleccionada por los siguientes motivos:

- Vínculo familiar con los municipios. Al ser una persona que ha frecuentado el área de estudio, me hace partir de una base de conocimiento lo suficientemente grande del territorio como para desarrollar el trabajo.
- Cumplen con la descripción de micropueblo (población menor de 500 habitantes) situado en una zona rural.
- Gran potencial de atraer población gracias a su extensa superficie y los distintos lugares de interés.
- Ser una zona óptima para el desarrollo de centrales fotovoltaicas debido a su orografía, altos niveles de radiación solar y los bajos costes del suelo.

1.1. Hipótesis

Las consecuencias de la implantación de plantas de placas fotovoltaicas son negativas a escala local.

1.2. Objetivos

- Comprender qué elementos son necesarios para el correcto desarrollo de una planta de placas fotovoltaicas y comprobar si el área de estudio consta de ellos.
- Comprender las características generales de los municipios de estudio.
- Investigar sobre los flujos demográficos de los municipios de Azanuy-Alins y Peralta de Calasanz.
- Conocer en profundidad los detalles de los proyectos La Palomera y EIDER SOLAR.
- Conocer la visión de la población del territorio sobre las dinámicas actuales
- Explorar la posibilidad de una nueva planta de placas fotovoltaicas en el área de estudio.
- Observar los municipios de estudio desde un punto de vista profesional.

1.3. Métodos y técnicas

En este proyecto se utilizarán diferentes métodos y técnicas para poder completar con éxito todos aquellos apartados que se han expuesto en el índice, poder afirmar o desmentir la hipótesis planteada y cumplir con los objetivos.

En primer lugar, se realizará una búsqueda de información en portales web, artículos, revistas científicas o libros académicos sobre materia especializada en el desarrollo de plantas fotovoltaicas, flujos poblacionales y el despoblamiento de áreas rurales.

Por otra parte, se realizará un análisis demográfico de la población de los municipios a través de datos del INE. Seguidamente, se realizará un trabajo de campo que constará de varias entrevistas a distintos agentes del territorio, los cuales tendrán conocimientos sobre la situación actual de los municipios y sobre los efectos que pueden tener el desarrollo de nuevas infraestructuras en el territorio.

Finalmente, a través de bases cartográficas y la ayuda de SIG, se realizará la exploración de una nueva zona de implementación de planta de placas fotovoltaicas dentro de la zona de estudio, además de complementar distintos apartados del trabajo.

2. Marco Teórico-Estado del Arte

La palabra sostenibilidad es muy usada en la actualidad para demostrar que aquel plan o proyecto que se está realizando es respetuoso con el medio ambiente, pero este uso no es del todo correcto.

Este concepto de originó como consecuencia de la creciente preocupación por los impactos negativos que estaban provocando la actividad humana sobre el planeta y la sociedad. El punto de inicio fue en 1987, con la publicación del informe Nuestro Futuro Común, realizado durante la Comisión Brundtland de las Naciones Unidas. En este documento se definió el desarrollo sostenible como aquel que satisface las necesidades de la sociedad sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas. Esta definición marcó las bases para crear un enfoque de desarrollo capaz de integrar la preservación ambiental, el progreso social y el crecimiento económico (Naciones Unidas 1987).

Por otro lado, aparece el concepto del triángulo de la sostenibilidad, también conocido como las tres dimensiones de la sostenibilidad, visualiza esta integración en tres pilares fundamentales: el medio ambiente, la sociedad y la economía. Cada uno de estos pilares representa un ámbito esencial que debe ser equilibrado para lograr un desarrollo sostenible (Pohoryles 2007).

Figura 2. Triangulo de la sostenibilidad

Fuente: (Girosalut 2024)

Esta visión triangular resalta que la sostenibilidad no puede lograrse atendiendo únicamente a uno de los pilares, ya que están interconectados y son interdependientes. Aplicando esta idea a la temática del trabajo, es importante conocer los elementos tecnológicos y los recursos económicos necesarios para desarrollar una central fotovoltaica, pero estos carecen de sentido sino se tiene en cuenta el contexto ambiental, social y económico del lugar en el que se quiere implantar. Es por ello por lo que en este proyecto se busca integrar todo lo relacionado con las placas fotovoltaicas, junto con las dinámicas actuales del territorio.

2.1. Plantas de placas fotovoltaicas

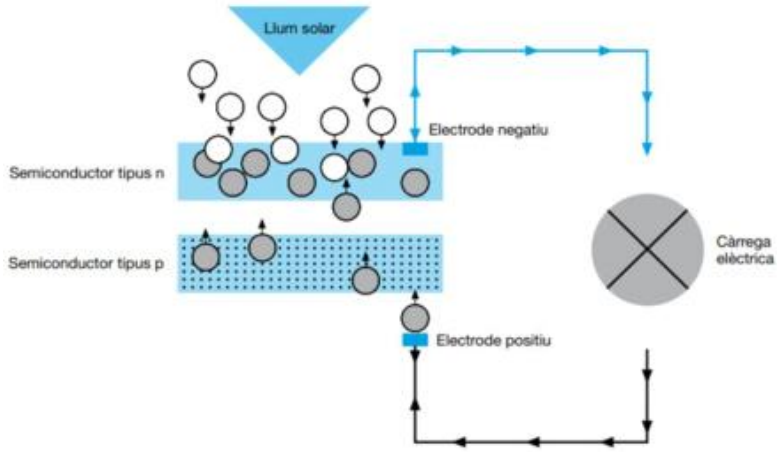
2.1.1. Tecnología y eficiencia energética

El nacimiento de las placas solares se inicia con el descubrimiento del efecto fotovoltaico por parte de Edmond Becquerel en 1839, que permite convertir la luz en electricidad mediante la unión de semiconductores (unión P-N). No fue hasta 35 años más tarde que Willoughby Smith descubrió el efecto de fotoconductividad en el selenio, y en 1876 los investigadores William Grylls Adams y Richard Evans Day descubrieron su capacidad de generar electricidad al exponerse a la luz. Posteriormente, Charles Fritts construyó la primera célula solar en 1883 utilizando selenio y una capa de oro, con una eficiencia inicial del 1% (Ojeda 2018).

Otro avance fundamental fue el descubrimiento del efecto fotoeléctrico por Heinrich Hertz en 1887, explicado teóricamente por Albert Einstein en 1905. Sin embargo, no fue hasta los años 50 que el silicio se identificó como un material más eficiente que el selenio, dando lugar a la invención de una placa fotovoltaica de silicio con una eficiencia del 6%, gracias a Gerald Pearson, Daryl Chapin y Calvin Fuller en los laboratorios Bell en 1954. Este descubrimiento sentó las bases para el desarrollo moderno de las células solares, marcando un hito en la historia de las energías renovables (Ojeda 2018).

Las placas fotovoltaicas transforman la radiación solar en electricidad a través del fenómeno conocido como efecto fotovoltaico. Este efecto se produce en materiales semiconductores, como el silicio, que reaccionan cuando los fotones de la luz solar impactan con sus electrones. Si la energía del fotón supera un cierto umbral (energía de valencia), el electrón se desprende de su átomo, generando cargas eléctricas que pueden ser recogidas y transportadas por un campo eléctrico generado por la unión P-N del material semiconductor. Este movimiento de cargas crea una corriente eléctrica continua que puede ser utilizada para alimentar dispositivos o inyectada en la red eléctrica después de convertirse en corriente alterna (Masip, Roca, y Tudel 2011).

Figura 3. Representación del funcionamiento del efecto fotovoltaico

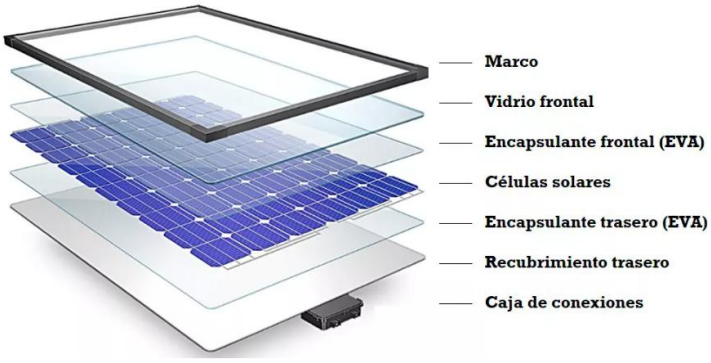


Fuente: (Masip, Roca, y Tudel 2011)

Cada placa fotovoltaica está compuesta por varias células solares conectadas, encapsuladas y protegidas por una estructura que garantiza su durabilidad. Las células más comunes están hechas de silicio cristalino, que pueden ser monocristalinas,

policristalinas o de capa fina, cada una con distintos niveles de eficiencia. La potencia de las placas varía según la radiación solar incidente y la temperatura, y la eficiencia puede optimizarse con tratamientos antireflexivos y un diseño adecuado de las conexiones eléctricas dentro de cada módulo (Masip, Roca, y Tudel 2011).

Figura 4. Estructura de una placa fotovoltaica

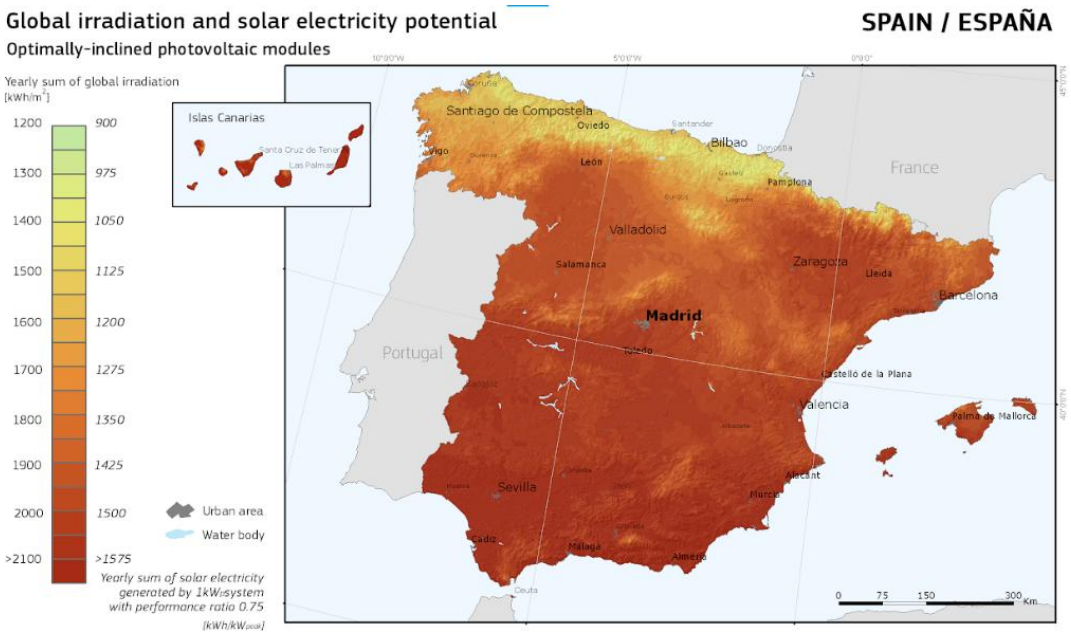


Fuente: (Mártil, 2023)

2.1.2. Desarrollo a escala nacional

El elemento básico para poder hacer un buen uso de las placas solares es tener muchas horas de sol. Tal y como se puede apreciar en la figura 5, prácticamente todo el territorio español consta de condiciones óptimas para explotar la energía solar, especialmente en el sur y en el noroeste de la península.

Figura 5. Mapa de la radiación solar y potencial de energía solar en España



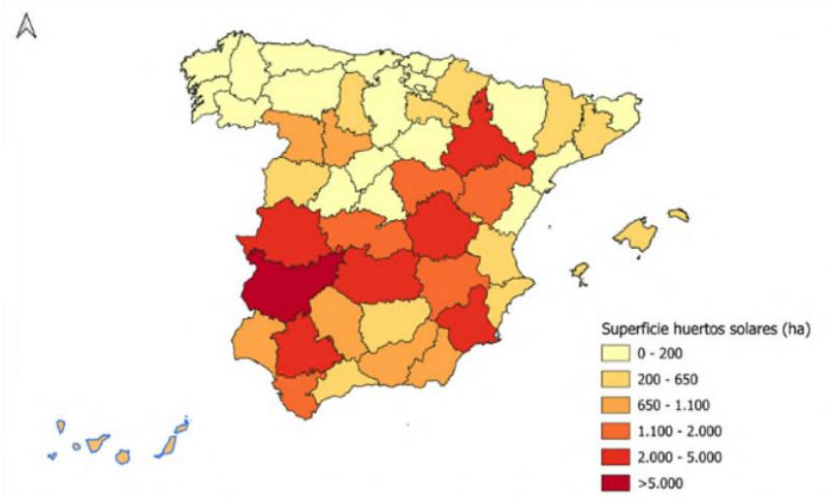
Fuente: (Unión Europea 2012)

Según los datos del Global Energy Monitor, el cuarto país del mundo con mayor capacidad de huertos solares es España, con una proyección de 97.277 MW, evidenciando el enorme potencial que tiene este recurso en el país. Por delante se encuentran países como China, Brasil y Estados Unidos, los cuales abarcan superficies

mucho más amplias y por lo tanto, es lógico que ocupen esas plazas (Global Energy Monitor 2024).

A pesar de que los niveles de radiación solar son muy altos en el país, no todas las provincias de han desarrollado de la misma manera. Las que constan de más hectáreas de huertos solares construidos son Badajoz, Zaragoza, Cáceres, Cuenca, Sevilla y Murcia.

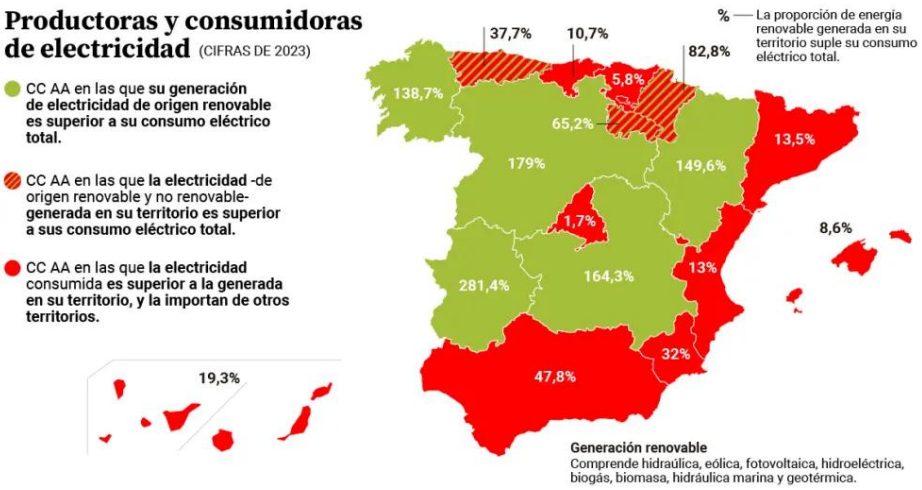
Figura 6. Superficie de huertos solares en España por provincias



Fuente: (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación 2024)

Esto se traduce en que hay comunidades autónomas que producen mucha más electricidad, principalmente de fuentes renovables, para que otras puedan consumir mucho más de lo que generan. Este desequilibrio va en aumento con el desarrollo de los parques fotovoltaicos y eólicos en aquellas comunidades con recursos y que hay una predisposición legal para que esta actividad se desarrolle. Todo este fenómeno ha provocado protestas por parte de la población de los territorios que se ven afectados (Pinar 2024).

Figura 7. Mapa de la producción y demanda energética por comunidad autónoma de España



Fuente: (Pinar 2024)

2.1.3. Impacto ambiental y paisajístico

Según Damon Turney el mayor impacto ambiental derivado del desarrollo de una central fotovoltaica sobre la fauna y flora es causado por la amplia superficie que ocupa, la cual quita espacio a las especies de la zona, además que las vallas que envuelven estas infraestructuras limitan la libertad de movimiento de los animales (Turney y Fthenakis 2011).

Para el correcto funcionamiento de las placas solares se requieren de unas condiciones que no son compatibles con los hábitats de la zona. En muchas ocasiones se requiere de no hacer crecer la vegetación de la zona en exceso, para que estas no interfieran en la actividad de las placas. Por otro lado, estos objetos fijos que no forman parte de un espacio natural convencional y generan unas sombras artificiales que afectan a los microclimas de la zona (Turney y Fthenakis 2011).

En lo que se refiere al uso de recursos hídricos, la producción, instalación y operación de paneles solares requiere una gran cantidad de agua, principalmente para refrigeración, procesos químicos, control de contaminación y limpieza. Durante la construcción de proyectos a gran escala (230-550 MW), se pueden usar hasta 1.500 millones de litros de agua para controlar el polvo, y 26 millones de litros anuales para lavar los paneles. Sin embargo, el impacto de la limpieza es mínimo, aumentando la eficiencia solo un 1%. A pesar de este consumo, es significativamente menor que el agua utilizada para enfriar plantas termoeléctricas de combustibles fósiles (Arango 2020)

El manejo de residuos de paneles solares plantea problemas ambientales importantes. Esos objetos están formados por distintos tipos de materiales como el teluro de cadmio que suele reciclarse de manera segura, aunque otros químicos tóxicos, como cadmio y plomo, permanecen en los paneles y dificultan el reciclaje. El vidrio, que constituye el 90% del panel, no puede reciclarse como vidrio flotado debido a las impurezas. (Arango 2020).

Actualmente, el reciclaje de paneles solares es limitado, con costos más altos que la fabricación de nuevos, lo que lleva a muchos paneles a vertederos. En 2016, la Agencia Internacional de Energía Renovable estimó que 250.000 toneladas métricas de paneles serían desechados, cifra que podría alcanzar las 78 millones de toneladas en 2050. Además, los vertederos representan un riesgo ambiental por la posible filtración de materiales tóxicos al suelo (Arango 2020)

Las iniciativas de reciclaje existen, como programas en Europa y esfuerzos de empresas como First Solar, pero son insuficientes y carecen de accesibilidad para muchos consumidores. Endurecer las regulaciones podría aumentar los costos de producción y, aunque impulsaría el reciclaje, también encarecería la energía solar, afectando su accesibilidad en países en desarrollo, que podrían recurrir a fuentes más contaminantes como el carbón y el petróleo (Arango 2020).

Figura 8. Planta solar Turroneros de Xixona (Comunidad Valenciana)

Fuente: (Valero 2024)

La figura 8 ejemplifica muy claramente los impactos ambientales y paisajísticos comentados anteriormente. Se puede apreciar fácilmente el contraste de colores entre la superficie construida y la vegetación de los alrededores, indicando la degradación del territorio y la modificación de la red trófica de la zona. Este tipo de infraestructuras amenaza la idea que se tenía hasta ahora de paisaje rural y hace replantearse como será el futuro de la agricultura.

Existe una alternativa llamada agrovoltaica, que consiste en combinar la generación de electricidad a través de energía solar y la producción agrícola en un mismo terreno. Los paneles solares no solo generan electricidad renovable, sino que pueden proteger los cultivos de la insolación excesiva, el granizo y reducir la evaporación del suelo, mejorando condiciones como la retención de humedad. La elección de los cultivos, la densidad y el uso de tecnologías avanzadas como paneles orientables controlados por sistemas inteligentes son clave para maximizar los beneficios. Este enfoque se evalúa con el índice LER, que mide la eficiencia combinada de la producción agrícola y energética, siendo viable cuando supera el valor de 1 (Nuevo modelo energético, s. f.).

Además de su contribución al cambio climático, la agrovoltaica permite un uso más eficiente del suelo y una diversificación económica para los agricultores. Ha demostrado ser útil en cultivos como viñedos, cereales, hortalizas y árboles frutales, con casos reales que evidencian mejoras en rendimientos agrícolas y energéticos (Nuevo modelo energético, s. f.).

2.1.4. Legislación vigente

La legislación actual sobre sistemas fotovoltaicos diferencia tres tipos de instalaciones, las cuales están sujetas a leyes distintas:

Sistemas Fotovoltaicos Autónomos (SFA): Son instalaciones que no están conectadas a la red eléctrica y, por tanto, no pueden interactuar con ésta. Estos sistemas

pueden incluir baterías o estar destinados al bombeo solar directo. Para estas instalaciones, es necesario que un electricista acreditado elabore una Memoria Técnica de Diseño (MTD) y la envíe, junto con el Certificado de Instalación Eléctrica (CIE), al organismo competente de la comunidad autónoma correspondiente. Esta regulación está establecida en el Real Decreto 842/2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT) (Soria 2021).

Centrales Fotovoltaicas (CFV): Son instalaciones de mayor envergadura destinadas exclusivamente a la inyección de energía eléctrica en la red. Estas centrales están sujetas a la Ley del Sector Eléctrico (Ley 24/2013) y al Real Decreto 1955/2000, que regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (Soria 2021).

La normativa aplicable para las centrales fotovoltaicas se diferencia mucho dependiendo de si la potencia de la instalación es superior a 100 kW o no. Para instalaciones de potencia igual o menor de 100 kW, la legislación se pude hacer en gran parte atendiendo únicamente a lo fijado en el RD 1699/2011, que regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia. (Soria 2021).

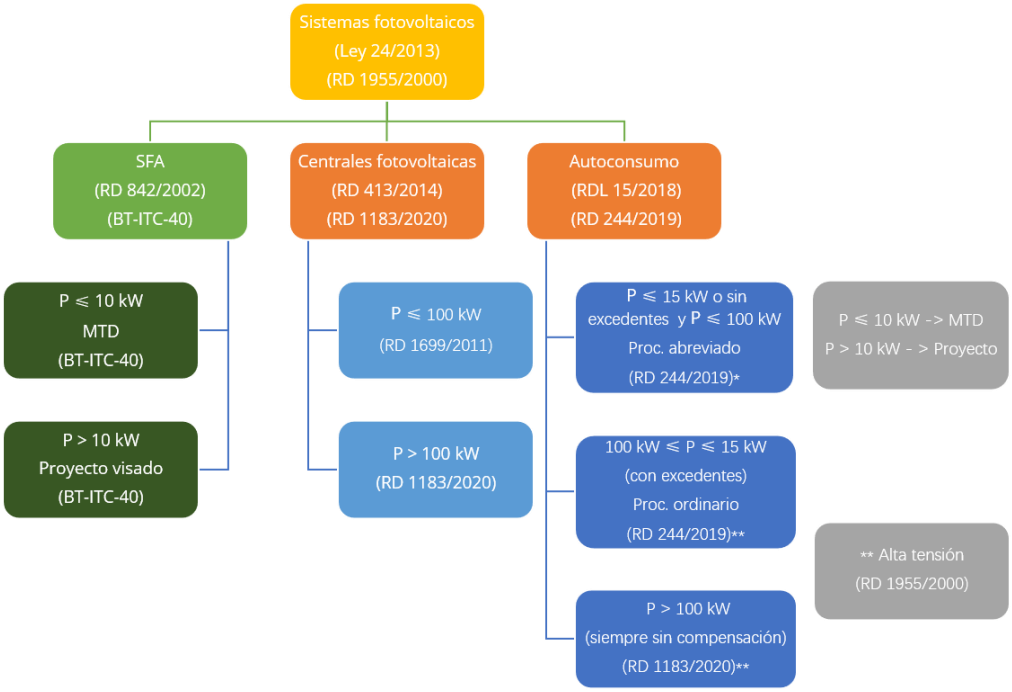
En cuanto a las centrales de más de 100 kW, las normas principales que rigen los PFV son:

- El RD 413/2014 que regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables.
- El RDL 23/2020 en el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- El RD 1183/2020 de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- La Circular 1/2021 de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología y condiciones del acceso y de la conexión a las redes de transporte y distribución de las instalaciones de producción de energía eléctrica.

Según la Ley21/2013, sobre Evaluación Ambiental, establece que las instalaciones que produzcan electricidad a partir de la energía solar que no esté ubicada en cubiertas o tejados y que ocupan más de 100 ha de superficie, debe someterse a una EIA ordinaria (BOE 2013). Esto posiblemente es debido a que mayor cantidad de terreno utilizado, mayor impacto ambiental se le va a asociar.

Sistemas de Fotovoltaicos de Autoconsumo (SFCA): Incluyen instalaciones que, además de suministrar energía para el autoconsumo, pueden inyectar el excedente en la red. Estas instalaciones se regulan por el Real decreto 244/2019, que establece las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. Este decreto distingue entre autoconsumo sin excedentes, en el que se instalan equipos que impiden la inyección de energía sobrante en la red, y autoconsumo con excedentes, que permite la compensación simplificada por la energía excedentaria inyectada (Soria 2021).

Figura 9. Resumen de la legislación vigente sobre sistemas fotovoltaicos



Fuente: (Soria 2021)

2.1.5. Inversión e economía

El factor económico es de vital importancia, ya que las empresas promotoras han de hacer un estudio previo de si les va a resultar rentable a largo plazo el negocio. Los costes asociados a este tipo de proyecto son:

- Terreno

Para desarrollar el proyecto es necesario comprar una parcela de grandes dimensiones, preferentemente clasificadas como suelo no urbanizable, ya que su coste va a ser mucho menor al del suelo urbano. El precio por m^2 de las parcelas puede oscilar entre los 0,25€/m^2 y los 4€/m^2 (Terrenos.es 2025). Los terrenos de menor coste suelen encontrarse en las zonas más despobladas del país.

- Fase de construcción

Los costes de esta fase son los más elevados del proyecto, aunque estos pueden ser muy variables dependiendo de las dimensiones de la PFV. En primer lugar, hay que tener en cuenta todos los materiales necesarios para hacer una planta fotovoltaica como son placas solares, inversores, cableado a la red eléctrica, vallas, etc. Por otro lado, hay que tener en cuenta todos los costes previos a la propia construcción como son la redacción de documentos ambientales, servicios de supervisión ambiental y arqueológica, controles de calidad de agua superficial, plantación de vegetación y otros costes variables.

- Fase de explotación

Una vez preparada toda la infraestructura, los próximos costes son muy menores en comparación a la inversión inicial. Durante esta fase se va a requerir de hacer un

mantenimiento constante de las placas fotovoltaicas, inspeccionar y reparar el vallado, controlar la calidad de agua superficial, gestión de la avifauna de los alrededores, etc.

- Factores económicos adicionales
    - Degradación de los paneles: se estima que la producción de las placas decrece alrededor de un 0,27% cada año (PV magazine 2021).
    - Precio de la energía: el valor de la electricidad es variable y puede estar sujeto a eventos macroeconómicos o geopolíticos.
    - Costo financiero: si se financió parte de la inversión, de debería incluir el costo de los intereses.

Por otro lado, la mayoría de las subvenciones o ayudas relacionadas con las plantas fotovoltaicas van asociadas a las instalaciones de autoconsumo, aunque existe el Programa de Energías Renovables Innovadoras, que va a distribuir un total de 250 millones de euros a aquellos proyectos que incrementen la capacidad de potencia renovable y almacenamiento de España. Estas ayudas forman parte del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia para la ejecución de los fondos Next Generation EU (IDAE 2024).

En el apartado 5.2.1. se realizará el cálculo del ROI de un ejemplo real de una planta de placas fotovoltaicas, donde se podrá concluir si estas inversiones son rentables con el paso del tiempo.

2.2. Desarrollo sostenible en áreas rurales

El desarrollo sostenible en áreas rurales debe ser una de las bases para cambiar las actuales dinámicas demográficas. Tal y como se refleja en el informe de los ODS escrito por Naciones Unidas, este proceso debe estar fundamentado en diferentes aspectos económicos, culturales, sociales o ambientales (Naciones Unidas 2023).

Una de las problemáticas más importantes de las áreas rurales es el despoblamiento de los núcleos urbanos, el envejecimiento de la población y la falta de servicios, resaltando la importancia de atraer población a los municipios. Es por eso que se han de desarrollar estrategias sostenibles que sean capaces de repoblar los pueblos con el paso de los años.

Los principales factores para poder garantizar el mantenimiento de unos mínimos de la población de pueblos de 1000 o menos habitantes, serían el turismo rural, las segundas residencias y la existencia de recursos concretos ligados al territorio (Recaño Valverde 2017). Es esencial que los municipios sean capaces de potenciar estas dinámicas y de esta forma, poder garantizar un desarrollo a largo plazo.

El apartado social posiblemente es el más complicado de enmarcar debido a la gran cantidad de factores incluidos en ellos. Los micropueblos y en general las zonas rurales, son espacios en los que la población suele ser más envejecida que en espacios urbanos con altas densidades de población (Monreal Bosch, Valle Gómez, y Serda Ferrer 2009). Por lo tanto, es un tipo de población con dificultades para poder aumentar la natalidad y requiere población migrante en edad de tener hijos para revertir la situación.

La integración de la población extranjera, específicamente la inmigración internacional, se puede caracterizar por conflictos de características racistas o sexistas, debido a los

mensajes que se inculcan a la población a través de los medios de comunicación, en cambio, la población que emigró en el pasado o inmigrantes de características culturales similares a las del territorio, tienen una bienvenida mucho más sencilla (Gretter 2017).

Hasta que la población inmigrante se consiga adaptar a una nueva sociedad, tendrá que pasar un cierto tiempo, provocando un retraso en las tendencias demográficas y económicas. Esto significa que no se pueden esperar resultados o impactos destacables en la población a un corto plazo.

Las áreas rurales en las que se encuentran los micropueblos, son espacios con una mala accesibilidad, dificultando así la comunicación entre poblaciones. Esta problemática puede generar una sensación de aislamiento no sólo en la población autóctona del municipio, sino en los inmigrantes que han vivido en zonas más pobladas en el pasado (Morén Alegret y Mendoza Pérez 2021).

La economía suele ser uno de los factores a tener en cuenta frente a movimientos sociales o migratorios. No es una casualidad que, en etapas de recesión económica, los micropueblos hayan sido especialmente vulnerables a la pérdida de la población, que se marcha a espacios urbanos más grandes en busca de nuevos puestos de trabajo. Tendencias de este tipo provocan un desarraigo con el territorio, ya sea con el mismo medio como con la cultura del sitio (Madrazo Miranda 2005).

Las costumbres y tradiciones son elementos que se traspasan entre generaciones, pero si la población está especialmente envejecida y la tasa de natalidad es muy baja, lo más probable es que se pierdan características sociales de gran interés. Por lo tanto, este fenómeno no favorece a la preservación de la cultura local y ha provocado una revalorización de lo tradicional (Madrazo Miranda 2005).

Los paisajes naturales que caracterizan a las diferentes áreas rurales del país deben ser preservados y promocionados, puesto que son espacios únicos y con un alto potencial para atraer turismo. Siguiendo con la misma idea, la preservación de estos espacios ha de ser una obligación, ya sea a través de la concienciación de la ciudadanía o de la planificación territorial promovida por el estado (Mangano 2007).

Como ya se ha mencionado anteriormente, el turismo rural debe ser uno de los fundamentos en los que trabajar para poder revitalizar la población y generar interés a personas emprendedoras y grandes empresas para que quieran invertir dinero en el territorio.

Este proceso puede realizarse desde dos perspectivas como son el marketing y el place branding. El primero se basa en promocionar los elementos físicos o tangibles del territorio, sean arquitectónicos o ambientales; en cambio, el segundo se basa en la experiencia de consumo, el cual promociona aquellos elementos intangibles (Kavaratzis 2004). Por tanto, los ayuntamientos y diputaciones deberían hacer un estudio de qué elementos de interés disponen y cómo quieren enseñarlos al público.

2.3. Micropueblos

Todos aquellos municipios de menos de 500 habitantes son considerados micropueblos, aunque aquellos que tengan 1000 habitantes distribuidos en diferentes pueblos y que ninguno de ellos superen los 500 habitantes, también serán incluidos dentro de la

categoría de micropueblo. También existe la posibilidad de que sean municipios de 1000 habitantes que están perdiendo población de forma continuada durante 5 años. Por otra parte, si un pueblo supera alguno de estos umbrales durante más de 3 años seguidos, ya no formará parte de la categoría de micropueblo (Associació de Micropobles de Catalunya 2019). Los municipios que forman parte de la zona de estudio cumplen con la definición de micropueblo que se ha comentado.

Para una mayor comprensión de la transformación de un territorio que ha sufrido eventos como la contraurbanización y el giro rural, es importante hacer una contextualización de los acontecimientos históricos pasados (Ilbery 1998). Por tanto, para entender mejor la situación y el territorio de estudio, se hará una pequeña contextualización territorial.

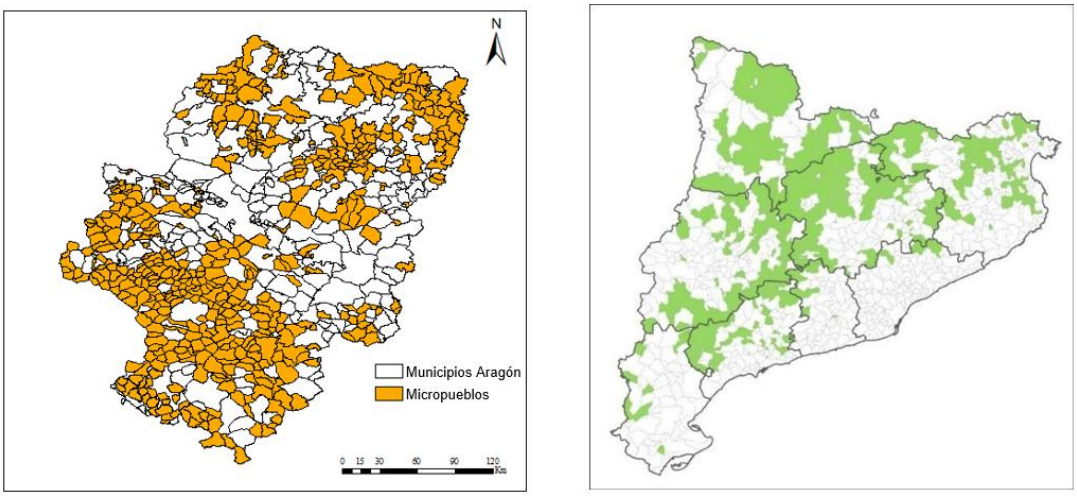
El espacio rural se ha considerado durante muchos años como sinónimo de espacio agrario y a finales del siglo XX todavía no se podía negar que en la mayoría de los casos esto fuera cierto. El proceso de urbanización ha sido clave en una gran variedad de países, pero en ocasiones todavía se dedica la mayor parte del territorio a actividades agrarias (García Ramón, Tulla i Pujal, y Valdovinos Perdices 1999).

En pleno éxodo rural provocado por las nuevas oportunidades de trabajo que las ciudades generaban a través de las industrias y la pérdida de valor de la agricultura y la ganadería, entre 1950 y 1991, los municipios de menos de un millar de habitantes perdieron hasta casi 2,5 millones de habitantes (Recaño Valverde 2017). Sin este flujo de población, ciudades tan importantes como Madrid o Barcelona no habrían logrado aglomerar a tanta población y lo mismo habría ocurrido con las capitales de provincia de regiones de interior (Recaño Valverde 2017).

En Cataluña la mayor parte de la población está concentrada en Barcelona, a su alrededor y en el resto de las capitales de provincia, en cambio, en los micropueblos sólo vive el 1,1% de la población. Sin embargo, en Cataluña hay 337 pueblos de menos de 500 habitantes, representando un 35% de los 947 municipios (Departament de Territori, Habitatge i Transició Ecològica 2019).

Por otra parte, en Aragón la mayor parte de la población está concentrada en Zaragoza, Huesca y Teruel, además de algunas ciudades de las distintas provincias. En esta comunidad autónoma la cantidad de micropueblos es muy superior que en Cataluña, de 733 municipios que hay en total, 544 son municipios de menos de 500 habitantes, es decir, el 75% de los municipios de Aragón son micropueblos. Este dato es una muestra más del ambiente rural del que se caracteriza.

Figura 10. Mapa de distribución de micropueblos de Aragón y Cataluña



Fuente: Elaboración propia a través de datos del INE y (Departament de Territori, Habitatge i Transició Ecològica 2019)

Los micropueblos suelen ser municipios ubicados en ambientes rurales, los cuales suelen tener una accesibilidad baja, además de grandes dificultades para expandirse debido a la orografía y a que el espacio de los alrededores es no urbanizable y está destinado a la agricultura y ganadería. Sin embargo, estos suelen constar de grandes superficies de terreno, siendo uno de los factores principales para que los municipios puedan tener la capacidad de reproducción y supervivencia (Gil Alonso y Bayona i Carrasco 2021).

Uno de los detalles a tener en cuenta de las áreas rurales es que son mayoritariamente territorios que en el pasado han estado llenos y habitados. Por lo tanto, no son espacios de nueva colonización, sino espacios que se han vaciado con el tiempo (Gómez Benito 2020).

Los municipios con baja densidad de población que están en tendencia decreciente, provocan en su población los sentimientos de distancia, lejanía, aislamiento y soledad. Todo un conjunto de elementos que se traducen en unas peores condiciones de vida, sobre todo cuando la población residual está envejecida (Gómez Benito 2020).

Una reflexión interesante es si realmente la solución del despoblamiento de áreas rurales implica mantener vivos a todos y cada uno de los pueblos. Esto nos lleva a plantear si es sostenible mantener todos los núcleos de población del país garantizando unas condiciones de vida idóneas para sus habitantes, lo que se traduce en el acceso a servicios, equipamientos y nivel de renta suficientes (Gómez Benito 2020). Por otra parte, debe tenerse en cuenta la viabilidad social del municipio, ya que éste debe tener el tamaño y la diversidad poblacional para satisfacer las necesidades relacionales básicas (Gómez Benito 2020).

La incógnita que se plantea es cuál debería ser la población mínima que debería tener un municipio para poder mantenerse socialmente vivo (Gómez Benito 2020). Una posible solución sería acelerar ciertos procesos espontáneos de distribución de la población, de esta forma los recursos públicos se concentrarían según una jerarquía de núcleos urbanos, reforzando las cabeceras comarcales y aquellos otros núcleos socialmente viables (Gómez Benito 2020)..

Una herramienta complementaria para combatir el despoblamiento rural podría ser identificar la vivienda como objeto de análisis. No es un factor secundario o una consecuencia de otros factores, sino un elemento muy relevante (Hernández-Ramírez, Cáceres-Feria, y Ruiz-Ballesteros 2022). La vivienda puede ser uno de los principales recursos para dar forma a una respuesta a la crisis rural hasta el punto de convertirse en un elemento central en el fortalecimiento de la resiliencia comunitaria (Hernández-Ramírez, Cáceres-Feria, y Ruiz-Ballesteros 2022).

3. Aproximación al área de estudio: los municipios de Azanuy-Alins y de Peralta de Calasanz

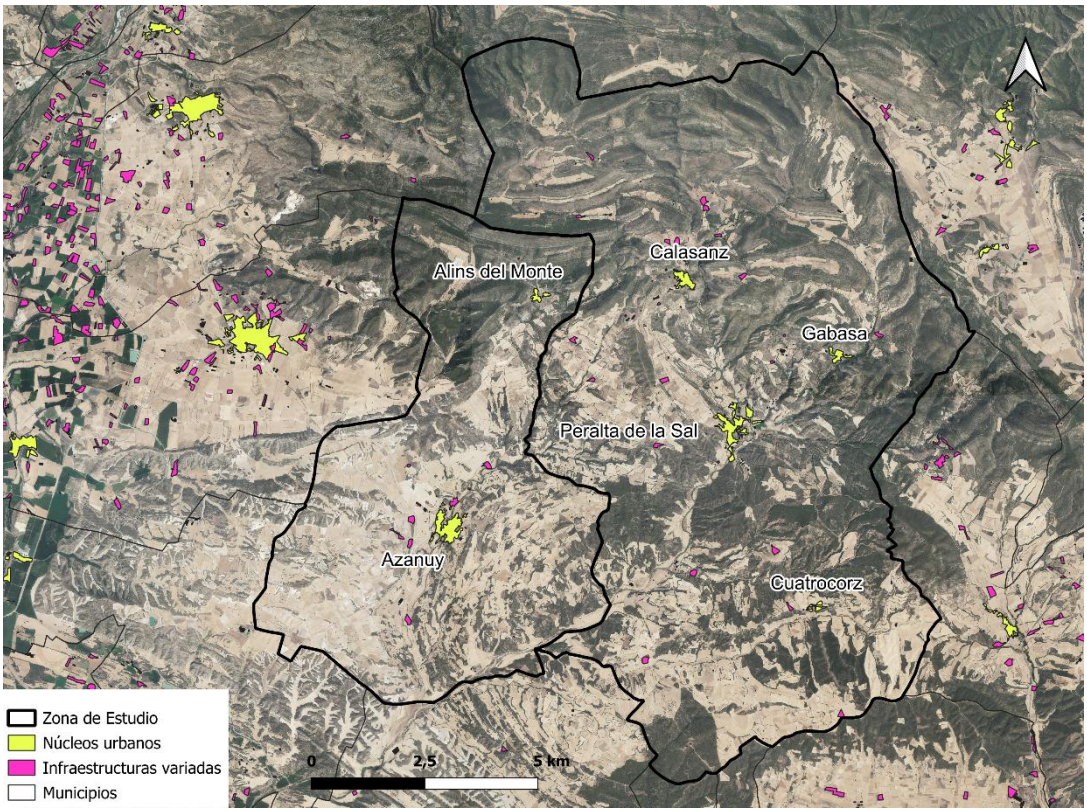
3.1. Algunos datos generales de los municipios de estudio en el contexto comarcal

Los municipios se encuentran localizados en el este de la provincia de Huesca, en Aragón, y dentro de la comarca de la Litera, que hace frontera con Cataluña. Algunos de sus municipios más cercanos son Graus, Benabarre, Alcampell, entre otros.

El municipio de Azanuy-Alins es el conjunto de 2 pueblos, que son Azanuy y Alins del Monte. Su superficie es de 51 km^2 (INE 2024) y su ayuntamiento situado en Azanuy se encuentra a una altitud de 454 m, aunque el pueblo de Alins del Monte está a 664 m de altitud.

Por otro lado, Peralta de Calasanz es el conjunto de 4 pueblos, que son Peralta de la Sal, Calasanz, Gabasa y Cuatrocorz. Al ser una unión entre varios pueblos y que éstos están rodeados de grandes espacios agrícolas o forestales, su superficie es de 114,9 km^2 (INE 2024). El ayuntamiento de Peralta y Calasanz se encuentra a 523 m de altitud, pero el punto más alto del municipio es de 736 m. Por otra parte, una peculiaridad del territorio es el paso del Río Sosa, afluente del río Cinca.

Figura 11. Mapa de la distribución de los núcleos urbanos de la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia

Para dar una mayor contextualización de la zona de estudio, es necesario conocer de que elementos de interés se pueden encontrar en ella.

3.1.1. Territorio y Medio Ambiente

La zona de estudio se encuentra en la zona del Prepirineo aragonés, dando lugar a un paisaje natural caracterizado por las montañas, bosques y campos de cultivo, además del río Sosa que cruza el municipio.

Los pueblos de Calasanz, Alins del Monte y Gabasa posiblemente son los de mayor interés en este apartado. Los dos primeros están situados sobre una colina, dando la oportunidad de tener miradores en los que disfrutar del paisaje natural del territorio desde un punto elevado.

Figura 12. Calasanz

Fuente: Elaboración propia

En cambio, Gabasa está situado en un barranco, donde se ha generado un interesante espacio de biodiversidad gracias al paso del río Sosa, además se puede ver la formación de saltos de agua y de un pequeño estanque.

Figura 13. Barranco de Gabasa

Fuente: (Ayuntamiento de Peralta de Calasanz 2024)

La accesibilidad a los municipios no es de gran calidad porque prácticamente sólo se puede acceder a ellos en vehículo privado, ya que la oferta de transporte público es mínima. Por otra parte, el sistema viario se caracteriza por un bajo mantenimiento (las

carreteras de acceso tienen un pavimento irregular que dificulta la velocidad vial), especialmente por acceder al municipio de Cuatrocorz, la sinuosidad y la baja conexión a vías principales.

A 1km de Peralta de la Sal se encuentra uno de los elementos más característicos del territorio que son unas salinas, una forma geológica poco común y que puede ser de gran interés turístico. Éstas existen hace más de 2000 años y fueron fundadas por romanos (Blanco 2021). Estuvieron en funcionamiento hasta el año 2000 y no fue hasta 2019 que la empresa SALPURA cedió gratuitamente durante 30 años lo que se conoce como la finca Salinar al Ayuntamiento de Peralta de Calasanz (Diputación de Huesca 2019).

Figura 14. Salinas de Peralta de la Sal

Fuente: Elaboración propia

Otra zona de interés es la cercana playa fósil de la era terciaria, a poco más de un kilómetro de Peralta, donde podremos contemplar las huellas de un ave marina, así como las marcas de las ondas que produjo el oleaje. Esta es una roca vertical de la era Terciaria donde se pueden observar las ondulaciones producidas por el oleaje en la ribera del antiguo lago del Oligoceno (Wikiloc 2024) (CasaPlana, 2022).

A unos 600 m de Calasanz, hay un pozo de hielo (en aragonés "pozo de chelo") muy bien conservado. La utilidad del pozo de hielo era la obtención de hielo para el transporte y el mantenimiento de alimentos, así como para la elaboración de helados y refrescos. También se usaba en la medicina como medio para calmar el dolor, atenuar inflamaciones o detener hemorragias (Ayuntamiento de Peralta de Calasanz 2024c).

3.1.2. Sociedad

La calidad de vida del municipio es baja, ya que existe una oferta de trabajo muy limitada, una gran falta de servicios y equipamientos básicos. Solamente el pueblo de Azanuy consta de una tienda de alimentación, aunque existe un servicio de furgonetas que se encarga de distribuir los alimentos más esenciales al resto de pueblos.

El principal interés de la zona de estudio está basado en que es el lugar de nacimiento de San José de Calasanz, quien fue una persona de gran importancia en la historia como fundador de las Escuelas Pía. Ésta es una organización educativa y religiosa de alcance internacional, con una historia de varios siglos y una distribución geográfica por los cinco continentes.

Fue fundada en 1597 en Roma para responder a la necesidad de escolarizar a los niños/as que no tenían acceso a la escuela, en aquella época el 80% de los niños/as

vivían en la calle y no podían prepararse para el futuro. La organización ha ido evolucionando y creciendo en todo el mundo, dando lugar a que en 2004 hubiera Escuelas Pía en 33 países diferentes, siendo España el país con la mayor cantidad de centros educativos con 471 (Lezáun 2010).

En Peralta de la Sal encontramos el templo parroquial dedicado a Nuestra Señora de la Asunción donde se conserva la pila bautismal de San José de Calasanz. Además, existe una plaza con un monumento en el que se ve representado el Santo.

El Santuario de San José de Calasanz recibe una importante afluencia de personas a lo largo del año, ya que es un lugar de reunión entre todos aquellos que veneran al Santo, además de todas aquellas personas que vienen a visitar el convento gracias al renombre que tiene entre todas las personas conectadas a la red de las Escuelas Pía. Tal y como me confirmó un trabajador del centro, durante el año vienen varios grupos de personas a visitar el Santuario, principalmente éstos provienen de la plataforma Itaka que pertenece a la estructura de las Escuelas Pía. Ésta se dedica a organizar colonias o casales de verano para toda aquella gente que quiera venir (Itaka Escolapios 2024). Por otra parte, cualquier persona puede alojarse en el convento, ya que existe una parte que hace la función de hostal, un servicio muy útil para poder atraer turismo al municipio.

A unos 3 km de distancia de Peralta de la Sal encontramos el Castillo de la Mora, de origen musulmán, situado a 772 m de altitud. Actualmente, se conserva una de las torres y es una figura del paisaje muy reconocible (Ayuntamiento de Peralta de Calasanz 2024).

3.1.3. Economía

El motor principal de la comarca de La Litera es la agricultura y la ganadería. En el territorio se trabaja el cultivo de secano, donde destaca el cultivo de olivares, almendros y cereal. En lo que se refiere a la ganadería, destacan las granjas de conejos, cerdos y cabras.

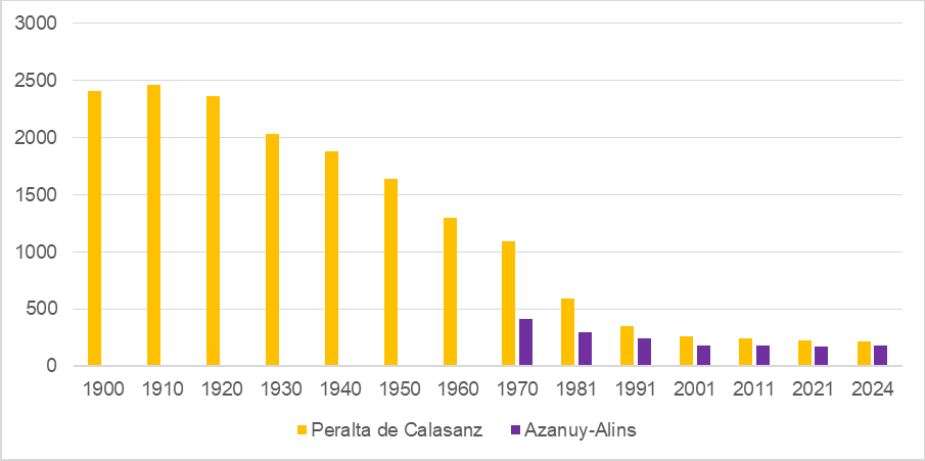
Otro sector económico de Peralta de Calasanz ha sido el de la extracción y comercialización de la sal, aunque actualmente ya no se extrae. En el municipio todavía queda una empresa especializada en procesarla en diferentes tipos de sal y su distribución llamada PerSal, la cual tiene uno de sus almacenes en las afueras de Peralta de la Sal y otro en Binéfar, como me confirmaron desde la empresa, la extracción ya no se realiza en el municipio desde hace años, actualmente lo extraen de otras salinas.

La concesión de las salinas al ayuntamiento es una gran oportunidad económica, debido al gran potencial turístico y cultural. economía del municipio.

3.2. Análisis de datos de la geografía de la población

En este apartado se realizará un análisis de un conjunto de datos sobre la geografía de la población de Azanuy-Alins y Peralta de Calasanz.

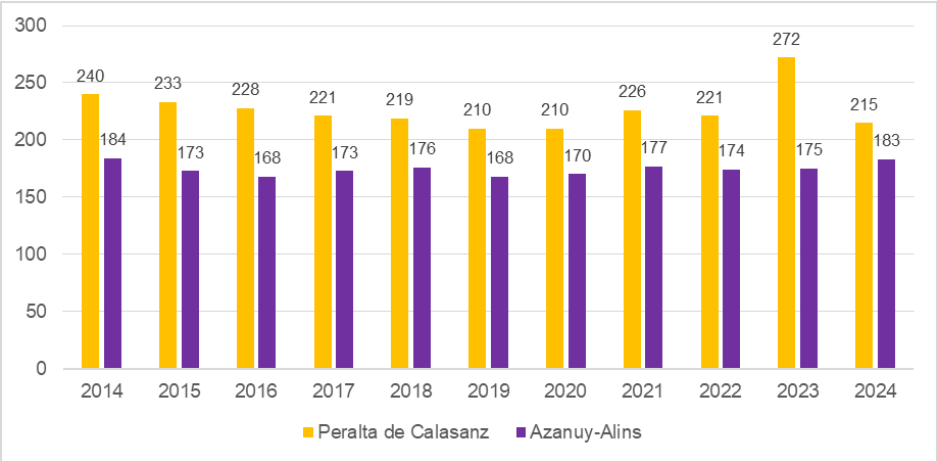
Gráfico 1. Evolución histórica de las poblaciones de Peralta de Calasanz y Azanuy-Alins (1900-2024)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE (Padrón Continuo)

La población de Peralta de Calasanz ha sufrido un gran descenso en comparación con los inicios del siglo XX, donde la población oscilaba alrededor de los 2400 habitantes. Durante el transcurso del siglo se ve la tendencia decreciente del municipio y no ha sido hasta principios del siglo XXI que este descenso se ha frenado. Desafortunadamente no hay prácticamente datos históricos del municipio de Azanuy-Alins, aunque se puede intuir que la tendencia poblacional es muy parecida a la de su municipio vecino (INE 2024).

Gráfico 2. Evolución de las poblaciones de Azanuy-Alins y Peralta de Calasanz (2014-2024)

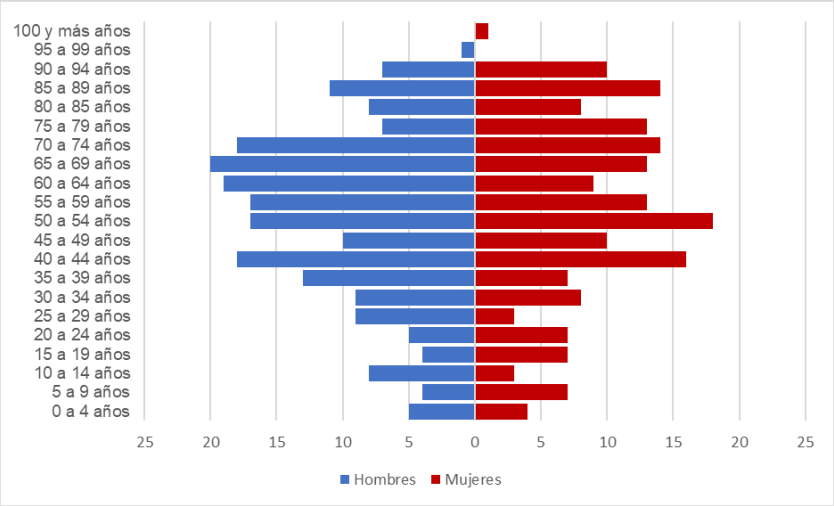


Fuente: Elaboración propia a través de datos del INE (Padrón Continuo)

Si hacemos un análisis más concreto de los últimos 10 años, se aprecia una cierta estabilización de la población en el caso de Azanuy-Alins y una tendencia regresiva en el caso de Peralta de Calasanz. Este último, sufrió un crecimiento anómalo en el año 2023, el cual según la administración local fue provocado por la integración de varias familias provenientes de Ucrania, que tuvieron que abandonar su país debido a la guerra que se está viviendo entre su país y Rusia. A pesar de los esfuerzos del ayuntamiento por integrar esta población y dar todas las facilidades posibles para que se quedarán en el municipio, estas finalmente decidieron marchar en el año 2024, evidenciando así la tendencia demográfica decreciente (INE 2024).

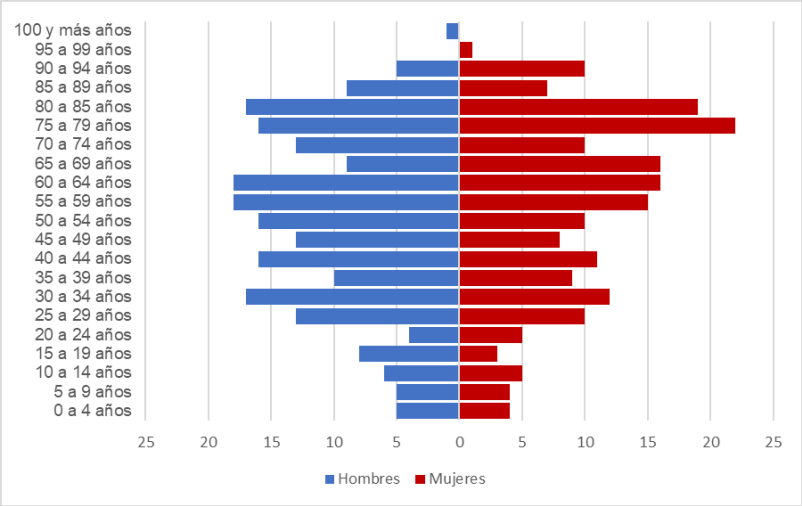
Seguidamente, se analizará la pirámide de población de la población total de los dos municipios, haciendo una comparación entre los datos de 2012 y las de 2022.

Gráfico 3. Pirámide poblacional de la zona de estudio (2022)



Fuente: Elaboración propia a través de datos del INE (Padrón Continuo)

Gráfico 4. Pirámide poblacional de la zona de estudio (2012)



Fuente: Elaboración propia a través de datos del INE (Padrón Continuo)

Ambas pirámides se encuentran en un estado de regresión destacable, ya que la población joven es muy inferior a la adulta, aunque se aprecia un mayor envejecimiento en la pirámide de 2012. Por otra parte, una diferencia que se puede apreciar es la de un pequeño refuerzo de población en la franja de edad de entre 40 a 45 años en 2022.

Otra diferencia es la pérdida de habitantes en las franjas superiores a las de 70 años con el paso de los 10 años, aunque esto parece ser más por una pérdida de la población de edad más avanzada que por un rejuvenecimiento del municipio, puesto que no hay cambios diferenciales en los menores de edad o de población en edad activa. Principalmente, la información que se extrae de estos datos es la imposibilidad de la población actual para poder tener una capacidad de reproducción suficiente para mantener a la población durante las próximas décadas, resaltando el reto demográfico al que se van a enfrentar en el futuro.

4. Proyectos de desarrollo local y áreas rurales en la provincia de Huesca

4.1. Objetivos y destinatarios

La provincia de Huesca no consta de grandes recursos económicos ni de población comparados con otras provincias, por lo que la planificación de desarrollo local no es demasiado extensa. Las diferentes localidades se centran en realizar acciones a una escala más local, en vez de pensar en acciones en global. Actualmente, existe el Programa de Cooperación Económica de Obras y Servicios que se basa en repartir subvenciones entre todos los municipios de Huesca (excepto la capital), con el objetivo de dar un impulso económico a los municipios para que ellos decidan en qué es mejor invertirlo. Normalmente, las inversiones van enfocadas al otorgar los mínimos obligatorios y mejorar los servicios de competencia municipal (Diputación Provincial de Huesca 2025).

Afortunadamente, existen algunas iniciativas centradas en aspectos sociales, ambientales y económicos dentro de la provincia, que tienen bastante variedad de objetivos:

- La preservación de la población y combatir el despoblamiento rural.
- Mejorar la calidad de vida de la población.
- Una mejor integración de la cultura en los distintos habitantes de los municipios.
- Fomentar una oferta de puestos de trabajo más amplia para poder asegurarse de que la población local tenga oportunidades dentro del territorio y no se vean obligados a marcharse.
- Promocionar los espacios naturales más importantes de la provincia, a fin de dar a conocer estos lugares tanto a la población local como a la de otras provincias o comunidades autónomas.

La primera de las iniciativas es la de Fem Llitera, la cual tiene como objetivo gestionar proyectos de desarrollo sostenible que frenen la despoblación y mejoren las condiciones de vida de los habitantes de la zona oriental de Huesca. Participan en numerosos proyectos relacionados principalmente en aspectos sociales y culturales, como la colaboración en Conectando lo Importante centrado en conectar a las personas de edad avanzada con sus familiares a través de la herramienta Maximiliana, la cual es un dispositivo que permite realizar llamadas y videollamadas sencillamente. Por otro lado, realizan sesiones terapéuticas con música destinadas a aquellas personas con trastornos que les impiden socializar de forma adecuada (Fem Llitera 2024).

Siguiendo en el mismo ámbito, PerCorda es una iniciativa que también intenta hacer progresos en el ámbito social, esta vez a través de la música. Participan en dos proyectos principalmente que son RuralizArte, donde intentan hacer llegar la música a poblaciones que no tienen acceso a oferta cultural, y Hacer(C)Arte que consiste en terminar la brecha que existe entre colectivos en riesgo de exclusión social en el ámbito artístico y social (PerCorda 2024).

Cambiando de temática, la Asociación de Empresarios de la Litera ha promovido un proyecto llamado Conocenos que sirve para dar a conocer a los jóvenes las oportunidades laborales que les puede ofrecer el territorio. Se busca que los jóvenes

tengan la oportunidad de recibir una formación profesional y romper con la monotonía de siempre estudiar una carrera al terminar el bachillerato. Por otra parte, animan a los estudiantes a formarse como profesionales y a nivel personal marchando a otras localidades, pero que recuerden del potencial que puede tener La Litera en su futuro (Somos Litera Radio 2022).

Finalmente, la provincia de Huesca dispone de un gran paisaje natural gracias a la orografía del territorio y a la poca urbanización. El portal web Huesca La Magia se encarga de dar a conocer los lugares naturales y culturales más destacados del territorio, dando la oportunidad a los usuarios de conocer espacios singulares y al mismo tiempo, es una gran herramienta de promoción para muchos municipios (Huesca La Magia 2024).

En conclusión, existen suficientes proyectos e iniciativas para conseguir que nuestro ámbito de estudio, juntamente con el resto del territorio, se pueda desarrollar de forma sostenible teniendo en cuenta criterios sociales, económicos y ambientales.

4.2. Retos

Partiendo de la base de que sin personas es imposible desarrollar actividades tanto culturales como económicas, la provincia de Huesca tiene una gran problemática. Esto se debe a que tiene una población en un estado de envejecimiento bastante importante como ya se ha visto en el apartado de análisis de datos. Uno de los principales retos es intentar revertir esta dinámica de envejecimiento e intentar atraer o mantener población joven, con la posibilidad de poder desempeñar puestos de trabajo y aumentar la tasa de natalidad.

Tal y como puede verse en el visor de planeamiento urbanístico de Aragón (Instituto Cartográfico de Aragón 2025), existe una escasez de planes sobre planificación territorial y desarrollo local en la provincia, incluso dentro de la zona de estudio no hay ningún tipo de plan. Sin una planificación desarrollada entre los distintos agentes del territorio, será muy complicado poder trazar una línea de trabajo óptima para el adecuado desarrollo de Huesca.

La calidad de vida de la población debe mejorar lo máximo posible para poder atraer a población, además de mantener la actual. En un territorio caracterizado por la agricultura y los campos de cultivo, hay que poner en valor este mundo laboral y dar a conocer el resto de las oportunidades laborales.

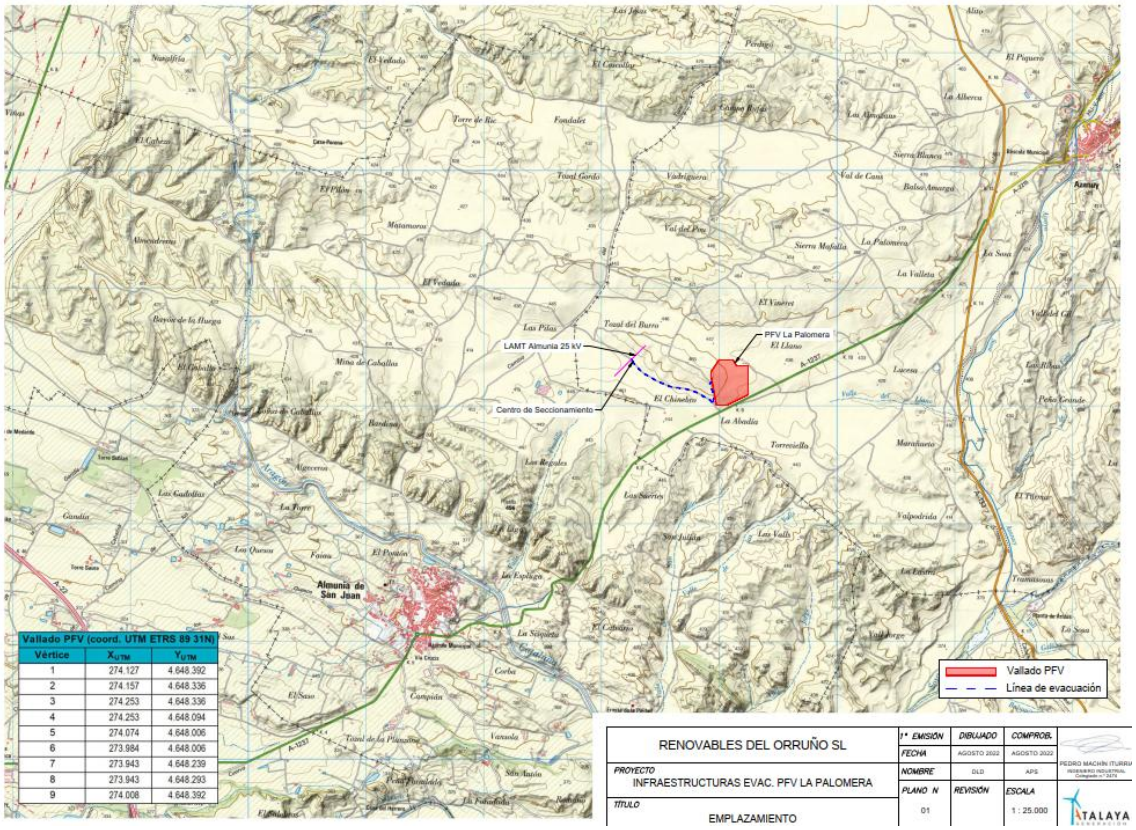
La pandemia de la Covid-19 ha generado grandes impactos en la sociedad y el territorio, pero ha promocionado el fenómeno del teletrabajo, el cual da la oportunidad de poder trabajar a distancia y así poder establecerse en municipios rurales, aunque el principal reto de este fenómeno será ver si las áreas rurales están realmente preparadas en el ámbito de la conectividad a internet.

5. Estudio de los dos parques fotovoltaicos desarrollados dentro de la zona de estudio

5.1. Parque fotovoltaico La Palomera

La Planta Fotovoltaica La Palomera, promovida por Renovables del Orruño, S.L., abarca una superficie de 9,76 ha y tiene un perímetro vallado de 1,22 km. La empresa promotora consiguió la Autorización Administrativa Previa y de construcción para el proyecto en agosto de 2021, aunque debido a unos desacuerdos con los propietarios de los terrenos donde se quería construir la PFV, no fue hasta mayo de 2022 que se inició la solicitud de Declaración de Unidad Pública (DUP).

Figura 15. Plano de la PFV La Palomera



Fuente: (Atalaya 2022)

Este tipo de infraestructuras requieren de construir una línea subterránea para poderse conectar con la red en muchos casos, esto implica tener que atravesar terrenos tanto públicos como privados. Para poder desarrollar esta parte del proyecto es obligatorio cumplir con el artículo 161 del Real Decreto 1955/2000. Por otro lado, las DUP requieren de detallar con precisión todos aquellos bienes afectados, tanto en la fase construcción como en la de explotación.

Tras un largo proceso administrativo, la promotora consigue que su proyecto sea aprobado y emite su primer informe de la fase de construcción en octubre de 2023. Según el informe presentado en mayo de 2024, el proyecto aún se encuentra en fase de construcción y como se puede apreciar en la figura 16, aún falta gran parte de la instalación.

Figura 16. Estado del proyecto PFV La Palomera en mayo de 2024

Fuente: (Renovables del Orruño, S.L. 2024)

En cuanto a las características del parque fotovoltaico, constará de una capacidad instalada de 3 MW nominales y 3,6 MWp. Para poder alcanzar la potencia comentada, se va procederá a la instalación de los siguientes elementos:

- 9.744 módulos fotovoltaicos de 370 Wp montados sobre 116 seguidores.
- 15 cajas de seccionamiento y protección.
- 1 inversor de 3.000 kW y 1 transformador de 3.000 kW.
- Energía evacuada a través de una línea subterránea de media tensión de 25 kV hacia un punto de conexión con LAMT Almunia 25 kV.

Este proyecto en concreto no consta de una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), aun así, se han aplicado medidas para preservar lo mejor posible el territorio:

- Delimitación mediante balizamiento
    - Instalación del vallado perimetral para evitar la dispersión de residuos.
    - Supervisión para garantizar que las obras se limiten a las áreas aprobadas.
- Protección de la calidad del aire
    - Se controlaron las emisiones de polvo durante los trabajos.
    - Uso de una cuba de agua para humedecer caminos en caso necesario.
- Conservación del suelo
    - La tierra vegetal se almacena en caballones para su reutilización.
    - En zonas sensibles, como áreas de plantaciones, no se han realizado movimientos de tierra.
- Protección de la vegetación
    - Los seguidores y viales se instalan sobre terrenos agrícolas, minimizando daños.

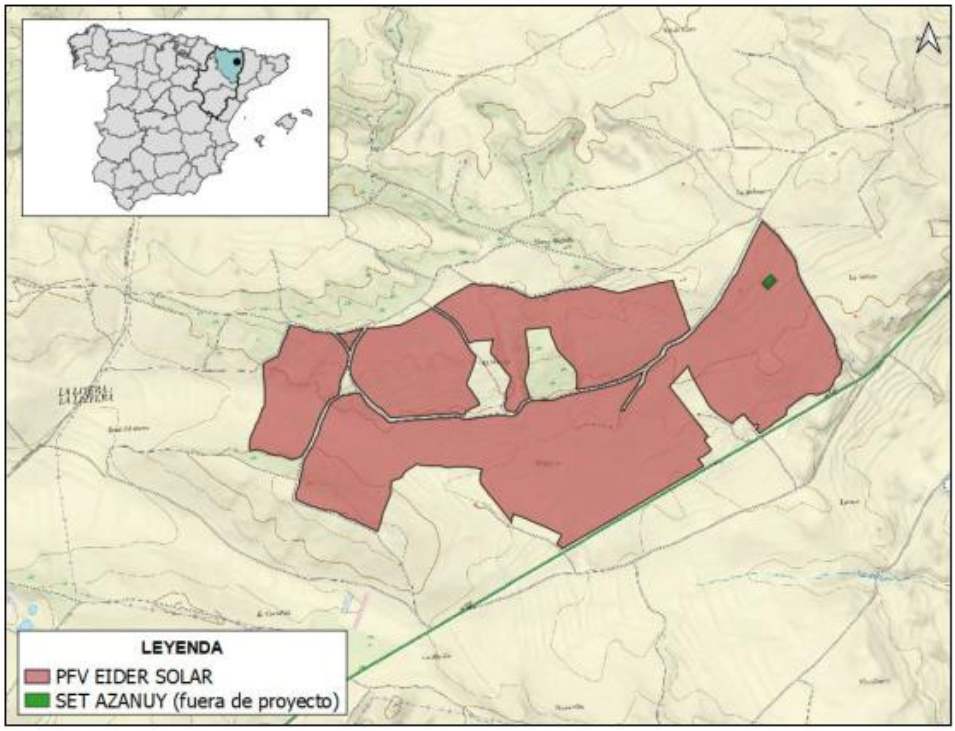
    - Maquinaria limitada a los viales habilitados.
- Protección de la fauna
    - Instalación de vallado cinegético con espacio de 20 cm para facilitar el paso de fauna.
    - Avistamiento de aves como cigüeñas y cornejas, sin identificar impactos negativos.
- Gestión de residuos
    - Instalación de un punto limpio para residuos peligrosos y bidones herméticos.
    - Contenedores específicos para residuos inertes.
- Protección del paisaje
    - Impactos visuales temporales debido a movimientos de tierra y maquinaria.
    - Plantación planificada de especies arbustivas en los perímetros sur, este y oeste para integrar la instalación en el entorno.
- Prevención de incendios forestales
    - Maquinaria equipada con extintores.
    - Control para evitar acumulación de materiales combustibles.
- Protección del patrimonio arqueológico
    - El área se considera libre de restos arqueológicos según la Dirección General de Cultura y Patrimonio. No obstante, se establecen medidas preventivas en caso de hallazgos.

En resumen, es una instalación que cumple con toda la legislación necesaria y que aún está en fase de construcción. Las consideraciones ambientales que se comentan son correctas, aunque hasta la finalización de proyecto no se podrá evaluar con exactitud el alcance de los impactos de la infraestructura.

5.2. Parque fotovoltaico EIDER SOLAR

Este proyecto tiene el nombre de PFV EIDER SOLAR, ha sido promovido por EIDER SOLAR S.L., y se encuentra del dentro del término municipal de Azanuy-Alins. La instalación dispondrá de una potencia instalada de 49,984 MW, repartidos en una superficie vallada de 111,48 hectáreas. Los elementos clave de la planta comprenden 85.200 módulos bifaciales de 650 Wp fotovoltaicos instalados en seguidores de un eje norte-sur, 142 inversores y 12 centros de transformación. La planta estará conectada a la red eléctrica a través de la subestación SET AZANUY 30/66 kV.

Figura 17. Mapa de localización del PFV EIDER SOLAR



Fuente: (TAUW 2024)

Al tratarse de una infraestructura mucho mayor que La Palomera y de una superficie mayor a 100 ha, es obligatorio por parte del promotor realizar una EIA (BOE 2013). Según este mismo documento, se estima que la planta producirá aproximadamente 112.521 MWh anuales durante su vida útil de 30 años, consiguiendo evitar las emisiones de hasta 49.000 toneladas de CO_2 al año, si se comparara con una central de gas de ciclo combinado.

Este proyecto se enmarca en un entorno normativo propicio para el avance de las energías renovables conforme a la Ley 24/2013 del Sector Eléctrico y la Ley 7/2021 de Cambio Climático y Transición Energética junto al Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030. Asimismo, ha obtenido los permisos pertinentes para la distribución de la energía producida garantizando así su viabilidad técnica y económica.

Dentro del EIA se nombran un conjunto de medidas preventivas y compensatorias para minimizar la degradación del territorio. Sin la redacción de un EIA no va a ser posible conseguir la Declaración de Impacto Ambiental y la autorización administrativa para llevar a cabo el proyecto. Las medidas más destacadas recogidas en el documento son:

Fase de construcción

- Gestión de residuos:
    - Implementación de puntos de recogida y almacenamiento temporal para residuos peligrosos y no peligrosos.
    - Contratación de gestores autorizados para el transporte y tratamiento de residuos.
- Control de emisiones (polvo y gases):
    - Humectación de caminos y áreas de trabajo para evitar la dispersión de polvo.

    - Limitación de la velocidad de vehículos en las zonas de obra.
    - Mantenimiento adecuado de maquinaria para minimizar emisiones.
- Protección de suelos y aguas:
    - Instalación de sistemas de drenaje y zanjas para evitar escorrentías y contaminación de aguas superficiales.
    - Uso de medidas de contención para derrames accidentales, como bandejas de retención para aceites y combustibles.
    - Planificación cuidadosa de movimientos de tierra para evitar erosión.
- Preservación de la biodiversidad:
    - Realización de desbroces fuera de periodos sensibles para la fauna (como época de cría).
    - Reubicación de especies protegidas, si es necesario.
- Control de ruido y vibraciones:
    - Restricción de horarios de trabajo para minimizar molestias a la fauna y a la población.
    - Uso de maquinaria menos ruidosa y colocación de silenciadores en equipos clave.

Fase de Operación

- Mantenimiento de los paneles solares:
    - Limpieza de paneles con productos biodegradables no agresivos para el medio ambiente.
    - Implementación de buenas prácticas para la gestión de residuos generados durante las tareas de mantenimiento.
- Control de emisiones acústicas:
    - Mantenimiento regular de los sistemas eléctricos y mecánicos para evitar ruidos fuera de norma.
- Gestión de la fauna:
    - Supervisión periódica de las instalaciones para evitar colisiones de aves o molestias a especies vulnerables.

Fase de Desmantelamiento

- Restauración del terreno:
    - Retirada de todos los elementos de la instalación (paneles, cimentaciones, cables).
    - Reposición del suelo a sus condiciones originales o adecuadas para el uso agrícola o natural previo.
    - Gestión adecuada de residuos generados durante el desmantelamiento.
- Gestión de materiales reciclables:
    - Reciclaje de componentes como módulos solares, cables y estructuras metálicas.

Medidas compensatorias

- Reforestación y revegetación:
    - Plantación de especies autóctonas en áreas afectadas para compensar la pérdida de hábitats.
- Creación de corredores ecológicos:
    - Establecimiento de rutas para permitir el tránsito de fauna afectada por la fragmentación del hábitat.
- Contribución a proyectos de conservación:

    - Apoyo a iniciativas de conservación de especies protegidas en la zona de influencia.
- Adaptación de las instalaciones para la fauna:
    - Uso de vallados permeables para pequeños animales.
    - Colocación de posaderos o disuasores para aves cerca de las instalaciones.

Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)

- Monitoreo continuo de indicadores ambientales:
    - Seguimiento de calidad del aire, agua y ruido durante todas las fases del proyecto.
    - Revisión periódica de la biodiversidad y la afectación a especies sensibles.
- Supervisión de medidas correctoras:
    - Auditorías para evaluar la efectividad de las medidas implementadas.
    - Correcciones y ajustes según los resultados de los monitoreos.

Ciertamente, hay una gran cantidad de medidas sobre distintos aspectos del medio y realmente es de valorar el esfuerzo por minimizar los daños en la zona de explotación, pero al mismo tiempo, el hecho de tener que actuar en tantos ámbitos demuestra del potencial impacto que puede llegar a tener una infraestructura de estas dimensiones. Que se minimicen los impactos no significa que estos sean inexistentes, tal y como se ha comprobado en apartados anteriores del trabajo.

5.2.1. Cálculo del ROI

Los siguientes datos han sido extraídos del propio Estudio de Impacto Ambiental del PFV EIDER SOLAR y han sido complementados para un estudio más completo:

- Número de módulos fotovoltaicos: 85.200 unidades
- Producción energética anual estimada: 112.521 MWh
- Costo por módulo: 90 € por unidad (Efecto Solar 2025)
- Número de inversores: 142 unidades
- Precio de venta por MWh: 30,40 €/MWh (García-Ceca 2024)
- Costo de los inversores: 10.104,96 € por unidad (Eco-Termia 2025)
- Vida útil del proyecto: 30 años
- OPEX anual: Se asume 2% del CAPEX

Terreno

No hay datos en el documento del coste de la superficie adquirida por la promotora.

Fase de construcción

El documento especifica que el coste total de esta fase es de 85.083,73€ (TAUW 2024), a los cuáles hay que añadir los costes específicos de medidas ambientales:

    - Redacción de programas de vigilancia ambiental: 1.700 €.
    - Supervisión ambiental durante la construcción: 4.200 €.
    - Supervisión arqueológica: 4.000 €.
    - Control de calidad de agua superficial: 1.440 €.
    - Plantación de almendros y otros elementos de ocultación: 1.080 €.
    - Colocación de estacas y protectores en la revegetación: 300 €.

Si hacemos la suma, el valor total de esta fase es de 97.803,73€.

Fase de explotación

El coste total es de 97.978,50€ (TAUW 2024), a los cuáles hay que añadir los costes específicos de medidas ambientales:

- Mantenimiento de plantaciones: 2.200 €/año.
- Inspección y reparación de cerramientos: 900 €/año.
- Control de calidad de agua superficial: 1.440 €/año.
- Inspección y mantenimiento del programa de seguimiento de avifauna: 1.500 €/año.

Si hacemos la suma, el valor total de esta fase es de 104.018,5€

Medidas compensatorias

Siguiendo la misma idea de añadir costes específicos por medidas ambientales, en este proyecto se plantaron 25 almendros por un coste 7.080€.

Seguidamente, hay que hacer la suma de las distintas fases que da un total 208.902,23€. A este resultado, hay que sumar el valor de todos los materiales necesarios de una central fotovoltaica, como las placas solares, los seguidores solares, inversores, transformadores, infraestructura de conexión e infraestructura auxiliar. Algunos de los elementos comentados son difíciles de cuantificar, tanto la cantidad empleada como su valor, pero en el caso de las placas solares y los inversores se pueden conocer los modelos empleados y buscar su coste.

En primer lugar, para esta central se van a utilizar 85.200 módulos fotovoltaicos bifaciales, específicamente los TRINA SOLAR TSM-DEG21C.20 (TAUW 2024). Estos tienen un coste aproximado de 90€ por unidad (Efecto Solar 2025), es decir, el coste aproximado de la compra de placas solares va a ser de 7.668.000€.

En según lugar, para esta central se van a utilizar 142 inversores, específicamente el modelo SUNGROW SG350HX (TAUW 2024). Estos tienen un coste aproximado de 10.104,96€ (Eco-Termia 2025), es decir, el coste aproximado de la compra de inversores va a ser de 1.436.904,32€.

Recopilando todos los datos, el CAPEX asciende a 9.208.922,82€, a los cuáles habría que sumar el valor del terreno y todos los materiales que no se han podido identificar con exactitud.

Antes de conocer el valor del ROI, hay que calcular el OPEX anual que representa 0,02% de la inversión inicial (9.208.922,82€) y el beneficio neto anual:

- El resultado del OPEX anual es de 184.178,46€

$$OPEX = 9.208.922{,}82 \times 0{,}02 = 184.178{,}46€$$

- El beneficio neto anual lo obtenemos de multiplicar la producción energética anual (112.521 MWh) y el precio por MWh (30,40€), que da un resultado de 3.419.038,40€, y se le resta el OPEX anual. El resultado final es de 3.234.859,94€.

$$Beneficio\ neto\ anual = 112.521 \times 30{,}40 = 3.419.038{,}40€$$

$$Beneficio\ neto\ anual = 3.419.038{,}40 - 184.178{,}46 = 3.234.859{,}94€$$

Finalmente, para obtener el ROI anual y el ROI acumulado se realizarán los siguientes cálculos:

$$ROI\ anual\ (\%) = \left(\frac{Beneficio\ neto\ anual}{CAPEX}\right) \times 100$$

$$ROI\ anual\ (\%) = \left(\frac{3.234.859{,}94}{9.208.922{,}82}\right) \times 100 \approx 35{,}13\%$$

$$ROI\ acumulado\ (\%) = \left(\frac{Beneficio\ neto\ acumulado - CAPEX}{CAPEX}\right) \times 100$$

$$Beneficio\ neto\ acumulado = 3.234.859{,}94 \times 30 = 97.045.798{,}20€$$

$$ROI\ acumulado\ (\%) = \left(\frac{97.045.798{,}20 - 9.208.922{,}82}{9.208.922{,}82}\right) \times 100 \approx 953{,}7\%$$

Este resultado no refleja del todo la realidad porque faltan algunos elementos por incluir en el cálculo como el valor del terreno o materiales de la infraestructura, además hay que tener cuenta factores como la degradación de las placas, la variabilidad del valor de la energía o si el CAPEX ha sido financiado. El resultado final es de un ROI anual del 35,13%, que se traduce que en un plazo de 3 años se va a tener el retorno de la inversión inicial. Por otro lado, el ROI acumulado es de 953,7%, dando a entender que este negocio es muy rentable al medio y largo plazo.

6. Estudio de la percepción social

El presente análisis se basa en una serie de entrevistas (adjuntas en el Anexo A) realizadas a distintos actores locales de los municipios de Azanuy-Alins y Peralta de Calasanz. Los entrevistados/as incluyen un agente de la administración local y varios residentes, quienes compartieron sus percepciones sobre el despoblamiento rural, las necesidades de la comunidad y el impacto de la construcción de una central fotovoltaica dentro del término municipal. Este apartado tiene como objetivo sintetizar los resultados obtenidos y proporcionar una perspectiva integral sobre los desafíos y oportunidades identificados.

Uno de los puntos más destacados en todas las entrevistas es el impacto negativo del despoblamiento rural. Los residentes coinciden en que la falta de servicios básicos, como un centro de salud o tiendas de alimentación, complica la vida diaria y desincentiva la llegada de nuevas personas. Asimismo, la emigración de jóvenes hacia las ciudades en busca de mejores oportunidades laborales ha contribuido a un envejecimiento generalizado de la población. Uno de los entrevistados respondió lo siguiente cuando se le pregunto sobre esta temática:

El pueblo era completamente distinto. Se podía vivir únicamente de los negocios que había en el pueblo, ahora te tienes que ir a la ciudad para cualquier cosa. Es una pena que mucha gente decidiera abandonar el pueblo, pero era otra época y la gente se iba en busca de una vida mejor.

Desde la administración local, se reconoce la dificultad de revertir esta situación, aunque se valoran positivamente iniciativas como la mejora de las carreteras y la llegada del teletrabajo, especialmente tras la pandemia de la Covid-19, que ha permitido a algunas personas considerar un estilo de vida rural.

La construcción de una central fotovoltaica cerca del municipio generó opiniones divididas entre los entrevistados. Mientras que el agente de la administración local valora la inversión económica y las oportunidades que podría traer al municipio como la creación de empleos, los residentes expresan preocupación por el impacto paisajístico y la pérdida de identidad rural. Además, se percibe un descontento con el modelo de desarrollo en el que las zonas rurales asumen el costo de generar recursos para las ciudades sin recibir beneficios proporcionales. Una de las respuestas más destacadas al preguntarse sobre el desarrollo de una central fotovoltaica en el municipio fue la siguiente:

Hace un tiempo que me enteré de esto. No es algo en lo que piense todos los días, pero es cierto que me preocupa a largo plazo. Cada vez se ven más placas y molinos por los campos y montañas, en cambio en las ciudades no se lo ponen. Nuestro valor más importante es la naturaleza que nos rodea y si se dedican a poner estas cosas artificiales en nuestros campos, nos están destrozando una de las pocas cosas que tenemos. Nuestro monumento es el territorio y si nos lo cambian no nos podemos quejar. Me gustaría ver alguien de la ciudad que opina si le pusieran una placa solar en medio de uno de sus monumentos.

La agricultura, una actividad tradicional en la zona, enfrenta importantes desafíos. Los agricultores entrevistados mencionan que la burocracia excesiva y la competencia

desleal con productos importados están debilitando el sector. Además, la conversión de tierras agrícolas en espacios para energía renovable plantea un riesgo adicional para la sostenibilidad del campo. Un actual trabajador de la agricultura comentó lo siguiente:

Cada día es más complicado, me paso más tiempo haciendo papeles que trabajando. Entiendo que hay que llevar un registro de la actividad que hacemos, pero si esto impide que realice el trabajo con el que realmente me gano la vida, no tiene ningún sentido. Ojalá que esto cambie en un futuro, porque si no protegemos a los agricultores de nuestro país, esto va a ser un desastre.

Finalmente, una vez expuesta la opinión de los distintos entrevistados, estas son algunas de las acciones y necesidades que deben tenerse en cuenta para un desarrollo óptimo de la zona de estudio:

- **Fortalecer los servicios básicos**: Priorizar la creación de centros de salud, tiendas de alimentación y otras infraestructuras esenciales para mejorar la calidad de vida.
- **Fomentar la agricultura**: Implementar políticas que reduzcan la burocracia y ofrezcan apoyo financiero a los agricultores locales.
- **Gestión participativa de proyectos sostenibles**: Involucrar a la comunidad en la toma de decisiones sobre proyectos como la central fotovoltaica, para asegurar que sus necesidades y preocupaciones sean consideradas.
- **Promoción del teletrabajo**: Desarrollar las infraestructuras necesarias para que el teletrabajo se pueda desarrollar de manera óptima y así poder atraer a nuevos residentes.
- **Conservación del paisaje**: Diseñar regulaciones que protejan el entorno natural y mantengan la identidad rural del municipio.

7. Desarrollo de una nueva PFV

Actualmente no existen softwares públicos y datos suficientes como para desarrollar adecuadamente un proyecto de estas dimensiones de manera autónoma. Tras una búsqueda intensiva de información, no es posible adquirir los materiales necesarios de manera gratuita, además de que se requiere de personas formadas en el ámbito de la programación como para desarrollar la cartografía necesaria, tal y como se puede comprobar en el documento del proyecto de EIDER SOLAR. Aun así, este apartado quiere demostrar el potencial que puede tener la zona de estudio para seguir desarrollando parques de placas fotovoltaicas.

Este apartado va enfocado en demostrar la disponibilidad que hay en la zona de estudio para encontrar una superficie adecuada para el desarrollo de una central fotovoltaica. Los elementos que se han tenido en cuenta son los siguientes:

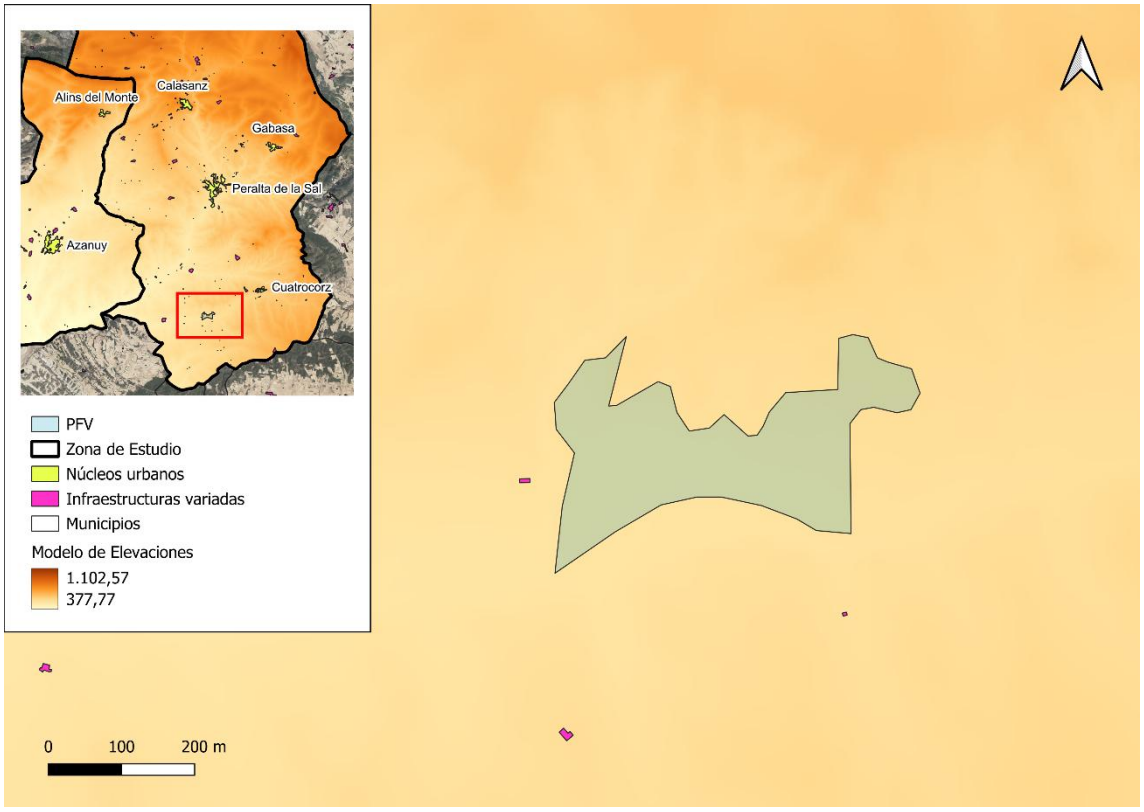
- La PFV ha de estar dentro del límite municipal de Peralta de Calasanz, ya que el municipio de Azanuy-Alins consta ya de dos proyectos en desarrollo.
- Ha de constar de una superficie máxima de 10 ha. La intención no es desarrollar un macroparque que implique un cambio radical en el territorio como el de EIDER SOLAR, sino parecerse más al de La Palomera.
- Toda la infraestructura se ha de desarrollar íntegramente en una zona de cultivo actual.
- La inclinación del terreno ha de ser baja para que no se tenga que allanar el terreno, evitando así que se haga una gran modificación del territorio.

Figura 18. Nueva zona para el desarrollo de una PFV en Peralta de Calasanz

Fuente: Elaboración propia

Consta de una superficie de 7,32 ha y puede albergar hasta 8.000 módulos fotovoltaicos. La zona sur del municipio es la óptima para el desarrollo de una nueva PFV debido a que la inclinación del territorio es baja (como se puede apreciar en la figura 19), es una superficie íntegramente dedicada al cultivo (en este caso el cereal) y es la zona con menor flujo de personas, un hecho que puede colaborar a reducir el malestar de la población. Para conocer más cartografía de la zona de estudio consultar el Anexo B.

Figura 19. Mapa de elevaciones de la zona de estudio y la nueva PFV



Fuente: Elaboración propia

8. Análisis de la sostenibilidad e implicaciones éticas

8.1. Análisis de sostenibilidad

Para llevar a cabo de manera adecuada el análisis de la sostenibilidad de este trabajo, se utilizará la matriz de sostenibilidad proporcionada por la UPC, que permite recoger los puntos de vista ambientales, económicos y sociales. Para un mejor entendimiento de cada una de las celdas, se adjunta a continuación una plantilla con el significado de cada una.

Tabla 1. Matriz de la sostenibilidad proporcionada por la UPC

	Desarrollo del TFM	Ejecución del proyecto	Riesgos y limitaciones
Punto de vista ambiental	Impacto ambiental: Representa el impacto producido en el medio ambiente durante la elaboración del TFM (consumo energético, uso de material, generación de residuos, etc.).	Impacto ambiental: representa el impacto ambiental que tendrá (o tendría) el proyecto propuesto durante toda su vida útil.	Riesgos y limitaciones ambientales: representa todas las eventualidades que pueden hacer que el impacto ambiental del proyecto sea más negativo de lo previsto en la memoria del proyecto.
Punto de vista económico	Coste económico: representa el consumo de recursos (materiales y humanos) durante todo el TFM y el coste de estos recursos	Plan de viabilidad básico: representa el plan de viabilidad del proyecto	Riesgos y limitaciones económicas: representa todas las eventualidades que pueden hacer que el proyecto tarde más de lo previsto en ser viable o quizás no llegue nunca a ser rentable, y las limitaciones que se tienen en las previsiones y cálculos efectuados.
Punto de vista social	Impacto personal: representa el impacto que ha tenido la realización del TFM en las personas que han trabajado en el mismo	Impacto social: representa el impacto que tendría la puesta en marcha del proyecto en los distintos colectivos que podrían estar relacionados directa o indirectamente.	Riesgos y limitaciones sociales: representa todas las eventualidades que pueden hacer que el proyecto tenga un impacto social más negativo en alguno de los colectivos relacionados y las limitaciones existentes en estas estimaciones.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Análisis del desarrollo del TFM

	Desarrollo del TFM
Punto de vista ambiental	El impacto ambiental del trabajo ha sido muy bajo debido a que no se ha requerido de hacer una gran cantidad de desplazamientos y la mayor parte del trabajo se ha podido desarrollar desde casa con la ayuda de un ordenador. Al tratarse de un estudio mayormente teórico no se ha necesitado de hacer uso de recursos materiales o algún tipo de tecnología que sea muy demandante a nivel energético. En todo momento el trabajo ha tenido en consideración el apartado ambiental debido al máster al cual va asociado. Por otro lado, la cuantificación de emisiones de CO_2 se va a basar en el uso del ordenador y del desplazamiento hacia la zona de estudio. En primer lugar, teniendo en cuenta que el trabajo es de 750 horas, pero alrededor de unas 15 horas han sido dedicadas al trabajo de campo. Por lo tanto, si se ha hecho un uso de 735 horas el ordenador portátil, que tiene un consumo aproximado de entre 30 W y 140 W a la hora (REPSOL 2025), que nos da un promedio de 85 Wh, hay que multiplicar las horas de uso por el consumo eléctrico. El cálculo es el siguiente: 735 x 85 = 62,48 kW. Teniendo en cuenta que el factor de emisión del mix eléctrico es de 0,26 kg de CO_2/kWh (Oficina Catalana del Canvi Climàtic 2024). El resultado final es 62,48 x 0,26 = 16,25 kg de CO_2. En cuanto al desplazamiento, el coche utilizado (no es posible acceder al municipio con transporte público) es un MG HS PHEV, que tiene un consumo de 0,54 l/100 km y unas emisiones de 0,014 kg de CO_2/km (MG Motor España 2025). El recorrido total fue de 450 km, multiplicado por el valor de emisiones que se ha comentado, se obtiene un resultado de 6,3 kg de CO_2. Al tratarse de un solo desplazamiento y que este se hizo por motivos familiares, no se va a tener en cuenta el desgaste del vehículo y su producción. Finalmente, el consumo total del de CO_2 del proyecto es de 22,55 kg de CO_2.
Punto de vista económico	Como no se ha tenido que hacer uso ni adquirir ningún material específico, los costes del trabajo se van a centrar exclusivamente en el valor de las horas trabajadas. Horas trabajadas: 750 h; Precio por hora trabajada según el convenio de prácticas de la UPC: 10€/hora. Total = 7.500€
Punto de vista social	El trabajo me ha permitido reflexionar sobre las distintas realidades que vivimos las personas y como un mismo proyecto, puede tener visiones muy distintas. Como profesional del sector de la sostenibilidad, me hace valorar lo importante que es tener en cuenta el apartado social en el desarrollo de proyectos, ya que todo aquello que realizamos tiene un impacto mayor o menor en las personas. En lo que se refiere a las reflexiones éticas, este trabajo pone en duda si realmente el modelo energético que queremos desarrollar en el planeta, invirtiendo en energías renovables, es realmente justo para todos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Análisis de la ejecución del proyecto

	Ejecución del proyecto
Punto de vista ambiental	La implantación de una nueva planta fotovoltaica significaría un paso más hacia adelante para completar una transición energética basada en las energías renovables, pero al mismo tiempo seguiría perpetuando la degradación de la zona rural. A pesar de que los dos proyectos estudiados aún no se han llevado a cabo hasta el final, se puede hacer una aproximación de lo que provocara en el territorio. En este caso, la fauna y flora del territorio sería la más perjudicada, ya que sus hábitats se verían afectados, limitando su libertad de movimiento y reduciendo su espacio para vivir. Por otro lado, el impacto paisajístico al no ser algo que se puede cuantificar es difícil de medir hasta qué punto es perjudicial, aunque se ha podido comprobar que realmente una PFV es capaz de modificar por completo lo que entendemos por paisaje rural.
Punto de vista económico	En el caso de estudio analizado se ha podido comprobar como el desarrollo de una central fotovoltaica es una infraestructura altamente rentable en el medio y largo plazo. Además, de crear nuevos puestos de trabajo relacionados con la economía verde. El punto negativo de este apartado va relacionado con la modificación del modelo económico actual de las zonas rurales, que está basado en la agricultura y la ganadería. Al perder suelo cultivable, se pierde un tejido empresarial del sector primario, que ya está en amenaza desde hace años.
Punto de vista social	Este tipo de proyectos se ha podido contrastar con la población de la zona que genera rechazo. A pesar de los beneficios que este puede aportar, la sociedad no lo percibe de esta manera. Es por eso que se ha propuesto una nueva zona de implantación de no grandes dimensiones y en un espacio con un muy bajo flujo de personas.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Análisis de los riegos y limitaciones

	Riesgos y limitaciones
Punto de vista ambiental	Las centrales fotovoltaicas de dimensiones reducidas no están obligadas a redactar una EIA, un hecho que puede provocar un riesgo añadido al territorio, aunque en el caso de La Palomera si que constaba de información y medidas contra los impactos ambientales. Las principales limitaciones del proyecto van enfocadas en la falta de acceso a ciertas informaciones, además del desconocimiento de donde provienen los materiales necesarios para desarrollar una PFV.
Punto de vista económico	El gran riesgo es que se dejase de invertir en energías renovables en un futuro por un cambio de tendencia geopolítica mundial o incluso por la aparición de alguna nueva tecnología. Estos proyectos requieren de una fuerte inversión inicial y que no se rentabiliza de inmediato.
Punto de vista social	A nivel social es difícil de imaginar un riesgo más allá de añadir presión al fenómeno de la despoblación en áreas rurales. En cuanto a las limitaciones, no son muchas ya que es un territorio con una baja densidad de población y por lo tanto es sencillo poder obtener una muestra representativa que refleje la realidad del municipio.

Fuente: Elaboración propia

8.2. Implicaciones éticas

La intención de este proyecto es mostrar realidades que son menos conocidas y poder darles voz. Es por eso por lo que la zona de estudio de este trabajo son dos pequeños municipios muy despoblados y que se encuentran en una gran situación de vulnerabilidad.

La crisis climática está provocando acelerar el proceso de transición energética hacia un modelo basado en las energías renovables y mucho más respetuoso con el medio ambiente. De esta manera, se están desarrollando nuevas realidades como los macroparques de plantas fotovoltaicas, que rompen por completo con lo que hasta ahora entendíamos por zona rural.

Este trabajo no solamente se centra en la tecnología o el potencial energético de las placas solares, sino que intenta unir todo un conjunto de fenómenos sociales que suceden a una escala local. El desarrollo sostenible ha de pasar por entender que todos los factores de una problemática están unidos en cierta manera, y que hacer omisión de alguno de ellos puede generar malestar en la sociedad.

Teniendo todo esto en cuenta, las implicaciones éticas del trabajo son positivas y buscan cumplir con los valores de equidad, igualdad social y preservación del medio ambiente.

8.3. Relación con los objetivos de desarrollo sostenible

El trabajo está principalmente vinculado al ODS 7, aunque también se pueden asociar los ODS 13 y 15 tal y como se puede ver a continuación:

ODS 7-Energia asequible y no contaminante

7.1. De aquí a 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos

El desarrollo de la energía renovable va a reducir los costes de producción de energía, lo que va a abrir la posibilidad de que las personas puedan tener electricidad en sus hogares de manera más asequible.

7.2. De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas

Las centrales fotovoltaicas aún tienen margen de expansión, por lo que van a seguir ganando importancia dentro del mix energético.

7.3. De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética

Las fuentes renovables como la energía solar aumentan la eficiencia energética en comparación a otros sistemas convencionales.

ODS 13-Acción por el clima

13.3. Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana

La población de la zona de estudio demostró estar concienciada con la preservación del medio ambiente y ser capaz de detectar posibles amenazas.

ODS 15-Vida de ecosistemas terrestres

15.4. Para 2030, velar por la conservación de los ecosistemas montañosos, incluida su diversidad biológica, a fin de mejorar su capacidad de proporcionar beneficios esenciales para el desarrollo sostenible

A pesar del impacto ambiental que provocan las centrales fotovoltaicas en el territorio, se realizan estudios de impacto ambiental para minimizar al máximo sus efectos.

9. Conclusiones

Ante el contexto actual que se está viviendo en micropueblos de áreas rurales como los de Azanuy-Alins y Peralta de Calasanz, donde la densidad de población es tan baja y donde se está sufriendo un envejecimiento de la población constante, hace reflexionar si realmente usar estos municipios como fuentes de energía para las grandes ciudades es justo. En este trabajo, las conclusiones irán enfocadas en evaluar la magnitud de los impactos percibidos por los municipios donde se desarrollan plantas de placas fotovoltaicas.

Partiendo de este contexto, el principal objetivo del trabajo ha sido comprender si la zona de estudio se verá repercutida por la implantación de dos proyectos de plantas fotovoltaicas.

En primer lugar, se ha hecho una recopilación de información sobre el potencial de los centros fotovoltaicos dentro de España, para de esta manera comprender su funcionamiento, hasta qué punto se ha desarrollado esta tecnología en el país, posibles impactos ambientales, paisajísticos y económicos. Las principales ideas extraídas de este apartado es que la península Ibérica es un lugar idóneo para el desarrollo de la energía solar, gracias a los altos niveles de radiación solar y a una topografía que se puede adaptar a esta tecnología. Por otro lado, se ha podido comprender de la amenaza que representa para el medio este tipo de infraestructura y del valor paisajístico que hace perder al territorio. Aun así, los proyectos estudiados demuestran contener una gran cantidad de medidas preventivas para minimizar los daños al medio ambiente.

En segundo lugar, se ha podido contextualizar la realidad del despoblamiento rural de los micropueblos en área rurales de España. El reto demográfico que van a enfrentar estos territorios es muy grande y les urge atraer a nueva población, para que estas zonas puedan volver a generar riqueza y de esta manera restablecer los servicios básicos. Seguidamente, se ha podido conocer como los municipios de la zona de estudio cumplen con las problemáticas comentadas anteriormente y para ello, se ha estudiado que elementos de interés tiene este territorio para poder atraer turismo y que proyectos locales se están desarrollando. Se ha podido comprobar que son municipios con gran potencial, especialmente el de Peralta de Calasanz, gracias al flujo de personas promovido por el convento de San José de Calasanz y su paisaje prepirinenco.

En tercer lugar, se ha analizado en profundidad los dos proyectos de PFV de la zona de estudio. Esto ha servido para comprobar los desafíos ambientales que enfrentan estos proyectos y que medidas utilizan para reducir al máximo los impactos negativos. Además, se ha podido calcular el ROI de la PFV EIDER SOLAR, el cuál ha dado como resultado que este tipo de proyecto es una inversión muy rentable al medio y largo plazo.

En lo que se refiere a la parte práctica del proyecto, el estudio de la percepción social a través de distintas entrevistas a permitido conocer la visión de la población sobre distintas problemáticas. Los resultados han evidenciado el malestar de los entrevistados por la falta de servicios y habitantes en el municipio, su preocupación por el desarrollo de la agricultura en la actualidad y la visión crítica hacia el desarrollo de las centrales fotovoltaicas, siendo esta última vista muy negativamente por parte de la población y con cierto optimismo por parte de la administración local.

Por otro lado, se ha podido comprobar la falta de material cartográfico para poder replicar el desarrollo de una planta de placas fotovoltaicas. A pesar de ello, se ha podido representar una posible zona para el desarrollo de una central fotovoltaica en la zona sud del municipio de Peralta de Calasanz, ya que era la más llana y menos densa de población.

Como conclusión final, la hipótesis del trabajo se ha podido confirmar, pero con algunos matices. Es cierto que hay impactos negativos en el ámbito ambiental, ya que existe una degradación del terreno y de los hábitats de alrededor de la PFV, además del impacto paisajístico que provoca este tipo de infraestructura. En lo que se refiere al impacto social, se ha podido comprobar el rechazo por parte de la población de los municipios cercanos. Por último, el apartado económico es el que tiene dos puntos de vista, el primero hace referencia al impacto que provoca sobre el modelo económico de la zona, que en este caso es la agricultura, y el segundo se enfoca en la gran oportunidad económica que implica para los inversores este tipo de proyectos. Si nos centramos estrictamente en el contenido de la hipótesis, nos deberíamos quedar con el primer punto de vista porque es el que tiene un impacto a escala local, en cambio el segundo no repercute positivamente a la población de la zona.

En futuros trabajos y proyectos sería de gran interés seguir estudiando nuevas áreas de implementación de centrales fotovoltaicas en espacios rurales para seguir conociendo la percepción de la población y ver cómo se va modificando el territorio con el paso del tiempo. Por otro lado, poder hacer un estudio más profundo de hasta qué punto las energías renovables van a ser capaces de substituir las fuentes de energía convencionales, además de hacer un seguimiento de la evolución tecnológica de estas.

10. Bibliografía y otras referencias

(1) Arango, Silvio Sanchez. 2020. «La energía solar contamina más de lo que crees». Ecosiglos. 26 de mayo de 2020. https://ecosiglos.com/la-energia-solar-no-es-tan-verde-como-crees/.

(2) Associació de Micropobles de Catalunya. 2019. «Avantprojecte de llei de l'Estatut dels Micropobles.» Lleida.

(3) Atalaya. 2022. «Infraestructuras de Evacuación del Parque Fotovoltaico La Palomera». Zaragoza.

(4) Ayuntamiento de Peralta de Calasanz. 2024. «Barranco de Gabasa». 2024. https://www.peraltadecalasanz.es/barranco-de-gabasa.

(5) Ayuntamiento de Peralta de Calasanz. 2024. «Castillo de la Mora de Peralta de Sal». 2024. https://www.peraltadecalasanz.es/castillo-de-la-mora-de-peralta-de-sal.

(6) Ayuntamiento de Peralta de Calasanz. 2024. «Pozo de Hielo de Calasanz -». 2024. https://www.peraltadecalasanz.es/pozo-de-hielo-de-calasanz.

(7) Blanco, Sebastián Agudo. 2021. «"El Salinar" de Peralta de la Sal, el yacimiento de explotación de sal más antiguo de Aragón y uno de los más antiguos de la península. - La Litera información». 30 de marzo de 2021. https://laliterainformacion.com/el-salinar-de-peralta-de-la-sal-el-yacimiento-de-explotacion-de-sal-mas-antiguo-de-aragon-y-uno-de-los-mas-antiguos-de-la-peninsula/.

(8) BOE. 2013. «Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.» *BOE*.

(9) Departament de Territori, Habitatge i Transició Ecològica. 2019. «Micropobles». GenCat. 2019. http://territori.gencat.cat/ca/06_territori_i_urbanisme/observatori_territori/interdisciplinar/demografia/micropobles/.

(10) Diputación de Huesca. 2019. «La empresa SALPURA, el Ayuntamiento de Peralta de Calasanz y la Diputación de Huesca propician la recuperación de las salinas como motor de desarrollo social y turístico». 5 de marzo de 2019. https://www.dphuesca.es/-/la-empresa-salpura-el-ayuntamiento-de-%20peralta-de-calasanz-y-la-diputacion-de-huesca-propician-la-recuperacion-de-las-%20salinas-como-motor-de-desarrollo-.

(11) Diputación Provincial de Huesca. 2025. «Cooperación y Planes Provinciales». 2025. https://www.dphuesca.es/subvenciones-cooperacion-planes.

(12) Eco-Termia. 2025. «Sungrow SG350HX-V Inversor string trifásico de 350 kw, 12 MPPT Eco-termia.com». Eco-Termia.com. 2025. https://eco-termia.com/inversores-de-red-trifasicos/413-sungrow-sg350hx-v-inversor-string-

trifasico-de-350-kw-12-mppt.html?srsltid=AfmBOoojam-9RZWmKk6V8dSFPaa6lqrTRnSP0TlLi83B77AymFalXgby.

(13) Efecto Solar. 2025. «TRINA SOLAR TSM-DEG21C.20 VERTEX Series 650W SILVER F. TS4 1500V - 35mm». *Efecto Solar* (blog). 2025. https://efectosolar.es/tienda/paneles-solares/trina-solar-tsm-deg21c-20-650w-silver-f-ts4-1500v-35mm/.

(14) Fem Llitera. 2024. «Proyectos». Fem Llitera. 2024. https://femllitera.com/proyectos/.

(15) García Ramón, M. D., Antoni F. Tulla i Pujal, y Núria Valdovinos Perdices. 1999. *Geografía rural*. Sintesis. https://www.sintesis.com/libro/geografia-rural.

(16) García-Ceca, Celia. 2024. «La alta producción fotovoltaica de España abarata el precio de la luz francés». Energías Renovables, el periodismo de las energías limpias. La alta producción fotovoltaica de España abarata el precio de la luz francés. 3 de junio de 2024. https://www.energias-renovables.com/fotovoltaica/la-alta-produccion-fotovoltaica-de-espaa-abarata-20240603.

(17) Gil Alonso, Fernando, y Jordi Bayona i Carrasco. 2021. «La población rural tras la crisis y la poscrisis: Municipios regresivos, resilientes y dinámicos (Cataluña, España)». *Ager: Revista de estudios sobre despoblación y desarrollo rural = Journal of depopulation and rural development studies*, n.º 32, 119-55.

(18) Girosalut. 2024. «Los 3 Pilares del Desarrollo Sostenible». Girosalut. 1 de agosto de 2024. https://girosalut.org/los-3-pilares-del-desarrollo-sostenible/.

(19) Global Energy Monitor. 2024. «Global Solar Power Tracker». *Global Energy Monitor* (blog). 2024. https://globalenergymonitor.org/projects/global-solar-power-tracker/.

(20) Gómez Benito, Cristóbal. 2020. «La lucha contra la despoblación: ¿políticas transformadoras o de paliativos?» Funcas. 2020. https://www.funcas.es/articulos/la-lucha-contra-la-despoblacion-politicas-transformadoras-o-de-paliativos/.

(21) Gretter, Alessandro, Ingrid Machold, Andrea Membretti, y Thomas Dax. 2017. «Pathways of Immigration in the Alps and Carpathians: Social Innovation and the Creation of a Welcoming Culture». *Mountain Research and Development* 37 (4): 396-405. https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-17-00031.1.

(22) Hernández-Ramírez, Macarena, Rafael Cáceres-Feria, y Esteban Ruiz-Ballesteros. 2022. «Housing Tactics: Searching for Community Resilience in Depopulated Rural Contexts (Huertas, South West Spain)». *Sociologia Ruralis* 62 (1): 24-43. https://doi.org/10.1111/soru.12367.

(23) Huesca La Magia. 2024. «Huesca La Magia - Turismo Provincia de Huesca». 2024. https://web.huescalamagia.es/.

(24) IDAE. 2024. «Programa ENERGÍAS RENOVABLES INNOVADORAS | Idae». 2024. https://www.idae.es/ayudas-y-financiacion/programa-energias-renovables-innovadoras?utm_source=chatgpt.com.

(25) Ilbery, Brian. 1998. «The Geography of Rural Change». Routledge & CRC Press. 1998. https://www.routledge.com/The-Geography-of-Rural-Change/Ilbery/p/book/9780582277243.

(26) INE. 2024. «Padrón Continuo».

(27) Instituto Cartográfico de Aragón. 2025. «Visor SIUA». 2025. https://idearagon.aragon.es/visorSIUa/visor.

(28) Itaka Escolapios. 2024. «PERALTA DE LA SAL « Itaka-Escolapios». 2024. https://www.itakaescolapios.org/donde-estamos/spain/peralta-de-la-sal/.

(29) Kavaratzis, Michalis. 2004. «From City Marketing to City Branding: Towards a Theoretical Framework for Developing City Brands». *Place Branding* 1 (1): 58-73. https://doi.org/10.1057/palgrave.pb.5990005.

(30) Lezáun, Antonio. 2010. «Historia de la orden de las escuelas pías».

(31) Madrazo Miranda, María. 2005. «Algunas consideraciones en torno al significado de la tradición». 2005. https://www.researchgate.net/publication/26613107_Algunas_consideraciones_en_torno_al_significado_de_la_tradicion.

(32) Mangano, Stefania. 2007. «El turismo en los espacios naturales protegidos. Análisis de los objetos de consumo turístico y del comportamiento de los turistas en los parques naturales de Liguria». Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universitat de Girona. https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=7659.

(33) Mártil, Ignacio. 2023. «Estructura y peculiaridades de los paneles fotovoltaicos estándares». 15 de noviembre de 2023. https://material-electrico.cdecomunicacion.es/opinion/ignacio-martil/2023/11/15/estructura-y-peculiaridades-de-los-paneles-fotovoltaicos-estandares.

(34) Masip, Guillem, Joan Francesc Roca, y Marta Tudel. 2011. «Energia solar fotovoltaica. Col·lecció Quadern Pràctic Número 4», mayo.

(35) MG Motor España. 2025. «MG HS híbrido enchufable (PHEV)». MG Motor España. 2025. https://www.mgmotor.eu/es-ES/model/ehs.

(36) Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2024. «Extensión de los parques fotovoltaicos estándares».

(37) Monreal Bosch, Pilar, Arantza del Valle Gómez, y Bernat Serda Ferrer. 2009. «Los Grandes Olvidados: Las Personas Mayores en el Entorno Rural». *Psychosocial Intervention* 18 (3): 269-77.

(38) Morén Alegret, Ricard, y Cristòbal Mendoza Pérez. 2021. «Inmigración internacional y sostenibilidad en pueblos pequeños.: Retos y oportunidades económicas, ambientales y sociales en el Alt Empordà (Cataluña, España)». *Revista Internacional de Estudios Migratorios (RIEM)* 11 (2): 1-35.

(39) Naciones Unidas. 1987. «Nuestro futuro común». Brundtland.

(40) Naciones Unidas. 2023. «Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible».

(41) Nuevo modelo energético. s. f. «Agrovoltaica: Sumando agricultura y electricidad solar».

(42) Oficina Catalana del Canvi Climàtic. 2024. «Calculadora d'emissions de GEH». Canvi climàtic. 2024. http://canviclimatic.gencat.cat/ca/actua/calculadora_demissions/.

(43) Ojeda, Esteban. 2018. «Historia, Desarrollo y Actualidad de las Celdas Solares».

(44) PerCorda. 2024. «PerCorda | Música | Aragón». PerCorda. 2024. https://www.percorda.com.

(45) Pinar, Clara. 2024. «Las balanzas energéticas: menos de la mitad de las autonomías generan la mayoría de la electricidad verde que consume el resto». 11 de mayo de 2024. https://www.20minutos.es/noticia/5242896/0/las-balanzas-energeticas-mitad-las-autonomias-genera-gran-parte-electricidad-verde-que-consume-otra-mitad/.

(46) Pohoryles, Ronald J. 2007. «SUSTAINABLE DEVELOPMENT, INNOVATION AND DEMOCRACY: What Role for the Regions?» *Innovation: The European Journal of Social Science Research* 20 (3): 183-90. https://doi.org/10.1080/13511610701805971.

(47) PV magazine. 2021. «Científicos españoles calculan la tasa de degradación de los módulos fotovoltaicos en España y Portugal». pv magazine España. 20 de agosto de 2021. https://www.pv-magazine.es/2021/08/20/cientificos-espanoles-calculan-la-tasa-de-degradacion-de-los-modulos-fotovoltaicos-en-espana-y-portugal/.

(48) Recaño Valverde, Joaquín. 2017. «La sostenibilitat demogràfica de l'Espanya buida». *Perspectives demogràfiques*, n.º 7, 1-4.

(49) Renovables del Orruño, S.L. 2024. «Cuarto Informe Mensual en fase de construcción». Azanuy-Alins.

(50) REPSOL. 2025. «¿Cuánto consume realmente un ordenador?» REPSOL. 2025. https://www.repsol.es/particulares/asesoramiento-consumo/cuanto-consume-ordenador/.

(51) Somos Litera Radio, dir. 2022. «El "Conócenos" ya está de vuelta». Binéfar. https://www.somosliteraradio.com/la-iv-de-conocenos-ya-esta-aqui/.

(52) Soria, Alberto. 2021. «Legislación fotovoltaica en España (2021)». *Censolar* (blog). 10 de mayo de 2021. https://www.censolar.org/legislacion-fotovoltaica-2021/.

(53) TAUW. 2024. «Estudio de Impacto Ambiental-Proyecto de planta fotovoltaica PFV EIDER SOLAR. TM de Azanuy- Alins (Huesca)».

(54) Terrenos.es. 2025. «Venta de parcelas no urbanizables en España». 2025. https://terrenos.es/venta/no-urbanizable.

(55) Turney, Damon, y Vasilis Fthenakis. 2011. «Environmental Impacts from the Installation and Operation of Large-Scale Solar Power Plants». *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15 (6): 3261-70. https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.04.023.

(56) Unión Europea. 2012. «Photovoltaic Solar Electricity Potential in European Countries».

(57) Valero, Miguel Ángel. 2024. «Medio ambiente | Las macroplantas solares amenazan el interior rural valenciano - El Salto - País Valencià». 2024. https://www.elsaltodiario.com/medioambiente/macroplantas-solares-amenazan-interior-rural-valenciano.

(58) Wikiloc. 2024. «Peralta de la Sal, playa fósil y salinar». Wikiloc | Rutas del Mundo. 2024. https://es.wikiloc.com/rutas-senderismo/peralta-de-la-sal-playa-fosil-y-salinar-11022832.

11. Anexo

Anexo A. Entrevistas con distintos agentes del territorio

Entrevista a agente de la administración de Azanuy-Alins

Xavier Arnau: Desde el ayuntamiento, ¿qué medidas se están intentando implementar para atraer nueva población en el municipio?

Agente de la administración local: Hace muchos años que estamos trabajando en mejorar los servicios del pueblo, pero no es nada fácil ya que somos un municipio muy pequeño con muy poca población, entonces esto lo dificulta todo. Desde hace unos años que se abrió una tienda en el pueblo, un hecho que puede parecer insignificante, pero la mayoría de los pueblos de alrededor no tienen ningún tipo de comercio.

A: Durante los últimos diez años habéis conseguido mantener la población estable, ¿cómo los habéis conseguido?

B: Creo que ha sido de gran ayuda la mejora de las carreteras que conectan con el municipio y la aparición del teletrabajo. Aunque parezca mentira, la pandemia de la Covid-19 ha ayudado que los municipios de zonas rurales podamos atraer algunas personas jóvenes que se plantean una nueva manera de vivir.

Las personas ya no necesitan de desplazarse todos los días, entonces ya no requieren de vivir en grandes ciudades. Aquí les podemos ofrecer tranquilidad, viviendas más grandes y a un coste mucho más asequible.

A: ¿Cómo ves el futuro de la agricultura y la ganadería de la zona?

B: Siempre se va a necesitar de gente que cultive, porque necesitamos de alimentos para vivir, pero las condiciones de trabajo son duras y cada vez es más difícil poder ganarse la vida del campo. Posiblemente esta problemática se extiende a todo el país y nosotros como ayuntamiento no tenemos muchas herramientas con las que intervenir.

A: El año 2023 se aprobó el proyecto La Palomera y posteriormente EIDER SOLAR, ¿cómo llegó la noticia al ayuntamiento?

B: Realmente nosotros como administración no tenemos mucho poder en la toma de decisiones de estos proyectos, más allá de los permisos de obra. Has de tener en cuenta que las tierras en las que se van a construir no eran de nuestra propiedad, así que tampoco tuvimos mucho que decir.

A: ¿Puede aportar cosas positivas o negativas al municipio?

B: Sinceramente creo que es algo que vamos a saber con el paso del tiempo. Obviamente me gusta la idea de que se invierta dinero en el municipio y que lleguen nuevas industrias, pero desconozco hasta que punto nos puede aportar algo a nosotros directamente. La gente que ha de trabajar en estos sitios son gente cualificada y con estudios, ojalá que decidan venir a vivir al pueblo.

A: ¿Crees que es un impacto paisajístico considerable?

B: Si. Tenemos un paisaje muy singular que tenemos que preservar, de hecho, algunos vecinos me han comentado su malestar sobre este tema.

A: Ya que lo comentas, ¿cuál ha sido la visión de los vecinos?

B: Realmente muchos aún no sabrán de su existencia, pero los que trabajan en el campo y conocen mejor la zona, la verdad que no les ha hecho mucha ilusión. Son elementos muy nuevos y que rompen por completo la idea que tenemos de zona rural.

A: Si tuvieras la oportunidad, ¿qué cambiarias del pueblo?

B: Creo que el municipio tiene grandes oportunidades y se puede llegar a convertir en un gran lugar para vivir, pero para ello necesitamos gente joven. Personas con iniciativa, conocimiento y con una visión a largo plazo que pueda generar riqueza al municipio.

Entrevista a residente en Azanuy

Xavier Arnau: ¿Cuánto hace que vives aquí?

Residente: Toda la vida. Mis padres nacieron aquí y no tengo pensado mudarme.

A: ¿Nunca te planteaste ir a otro núcleo urbano?

B: La realidad es que no. Tenía trabajo y era feliz, no me hacía falta nada más.

A: ¿Cómo le explicarías a alguien que no conoce el pueblo, que tal es la vida aquí?

B: Pues muy tranquila y con un ambiente muy familiar. Todos nos conocemos y nos ayudamos entre nosotros.

A: ¿Qué servicio echas más de menos en el pueblo?

B: Un centro de salud más desarrollado. Es cierto que tenemos un médico que viene varios días por semana, pero cuando ya tienes una edad, requieres de ir al hospital más a menudo.

A: ¿Cuál es su trabajo?

B: Actualmente ya estoy jubilado, pero siempre he trabajado en mis tierras.

A: ¿Ves futuro a este tipo de trabajo?

B: No. Cada vez es más difícil vivir del campo. Solo hacen que ponernos problemas administrativos. La gente ya no valora el producto nacional, ni la calidad de los productos. Ahora viene todo de fuera y lo cobran más barato que aquí, no tiene ningún sentido.

A: ¿Cómo ha afectado el despoblamiento rural en su día a día?

B: El pueblo era completamente distinto. Se podía vivir únicamente de los negocios que había en el pueblo, ahora te tienes que ir a la ciudad para cualquier cosa. Es una pena que mucha gente decidiera abandonar el pueblo, pero era otra época y la gente se iba en busca de una vida mejor.

A: Cerca del pueblo se va a construir una central fotovoltaica, ¿qué opinión tienes al respecto?

B: Pues un poco lo que te he comentado antes, vivir del campo es muy difícil y la gente se vende las tierras por necesidad. A mí que pongan estas máquinas cerca no me hace mucha ilusión, yo lo que quiero ver es naturaleza, montañas y campos.

A: Si tuvieras la oportunidad, ¿qué cambiarias del pueblo?

B: Faltan servicios básicos. Así es muy complicado que la gente quiera vivir aquí.

Entrevista a residente en Azanuy con campos de cultivo en propiedad dentro del municipio

Xavier Arnau: ¿Cuánto hace que vives aquí?

Residente: Viví unos años en Binéfar cuando era pequeño, pero desde que trabajo vivo aquí.

A: ¿Nunca te planteaste ir a otro núcleo urbano desde que vives en Azanuy?

B: El día que me jubile quizás vuelvo a Binefar, pero aún quedan bastantes años para ello.

A: ¿Cómo le explicarías a alguien que no conoce el pueblo, que tal es la vida aquí?

B: Es una vida difícil. En el pueblo no hay prácticamente nada y esto dificulta el día a día. Aunque a su favor hay que decir que más tranquilo no se puede vivir.

A: ¿Qué servicio echas más de menos en el pueblo?

B: No te sabría decir uno que destaque muy por encima del resto, pero en general cualquier servicio básico sería bienvenido.

A: ¿Cuál es su trabajo?

B: Soy agricultor. Tengo campos con olivos y almendros.

A: ¿Ves futuro a este tipo de trabajo?

B: Cada día es más complicado, me paso más tiempo haciendo papeles que trabajando. Entiendo que hay que llevar un registro de la actividad que hacemos, pero si esto impide que realice el trabajo con el que realmente me gano la vida, no tiene ningún sentido. Ojalá que esto cambie en un futuro, porque si no protegemos a los agricultores de nuestro país, esto va a ser un desastre.

A: ¿Cómo ha afectado el despoblamiento rural en su día a día?

B: Pues un poco parecido a lo que te he comentado antes. Si cada día hay menos gente en el pueblo, es muy complicado poder mantener negocios abiertos aquí.

A: Cerca del pueblo se va a construir una central fotovoltaica, ¿qué opinión tienes al respecto?

B: Hace un tiempo que me enteré de esto. No es algo en lo que piense todos los días, pero es cierto que me preocupa a largo plazo. Cada vez se ven más placas y molinos por los campos y montañas, en cambio en las ciudades no se lo ponen. Nuestro valor más importante es la naturaleza que nos rodea y si se dedican a poner estas cosas artificiales en nuestros campos, nos están destrozando una de las pocas cosas que tenemos. Nuestro monumento es el territorio y si nos lo cambian no nos podemos quejar. Me gustaría ver alguien de la ciudad que opina si le pusieran una placa solar en medio de uno de sus monumentos.

A: ¿Crees que la gente de este pueblo o de municipios que estén viviendo estos cambios, piensan parecido a ti?

B: Estoy convencido de que sí. Las grandes ciudades seguro que consumen mucha más energía que nosotros en los pueblos. No veo justo que tengamos que producir alimentos y energía para ellos, sin recibir nada a cambio.

A: Si tuvieras la oportunidad, ¿qué cambiarias del pueblo?

B: Necesitamos más gente joven y algún atractivo turístico más.

Entrevista a residente en Peralta de la Sal

Xavier Arnau: ¿Cuánto hace que vives aquí?

Residente: Toda la vida.

A: ¿Nunca te planteaste ir a otro núcleo urbano?

B: De hecho, me estoy planteando irme a vivir a Barcelona.

A: ¿Cuál es el motivo?

B: Mi profesión no se puede desarrollar en el pueblo, así que me tocará buscarme la vida fuera.

A: ¿Cómo le explicarías a alguien que no conoce el pueblo, que tal es la vida aquí?

B: Es un ambiente muy familiar y tranquilo, además de poder tener una conexión muy directa con la naturaleza.

A: ¿Qué servicio echas más de menos en el pueblo?

B: Una tienda de alimentación, para poder comprar por lo menos las cosas más básicas.

A: ¿Cuál es su trabajo?

B: Ahora mismo estoy acabando un grado en Odontología.

A: ¿Cómo ha afectado el despoblamiento rural en tu día a día?

B: Bueno desde que nací hemos sido muy poquita gente en el pueblo, así que tampoco he vivido grandes cambios. Lo más destacado es que hace unos cuantos años había una tienda y ahora ya no.

A: En el municipio de Azanuy-Alins se va a construir una central fotovoltaica, ¿qué opinión tienes al respecto?

B: Es algo que veo a menudo cuando voy en coche, así que no me sorprende. Entiendo que cada vez hay que ser más conscientes del cambio climático y que hay que actuar para cambiar la situación actual, pero si te soy sincera no me acaba de agradar este tipo de proyectos. Rompen por completo el paisaje y destruyen todo lo que hay alrededor.

A: ¿Crees que la gente de este pueblo o de municipios que estén viviendo estos cambios, piensan parecido a ti?

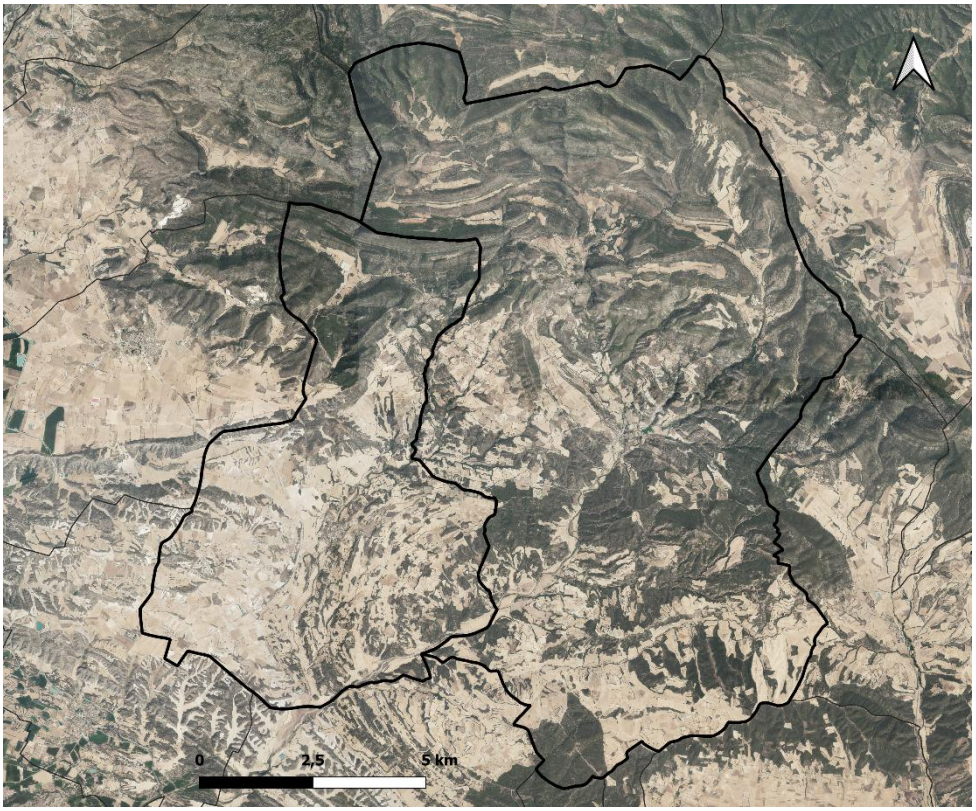
B: No es algo que se comente a menudo, seguramente la gente tenga una visión parecida a la mía, pero como es algo en lo que no podemos intervenir, pues tampoco le hacemos mucho caso.

A: Si tuvieras la oportunidad, ¿qué cambiarias del pueblo?

B: Necesitamos más tiendas y conseguir que se pueda vivir mínimamente de lo que hay en el pueblo, pero para ello se necesita más gente. Nadie va a abrir un negocio para perder dinero.

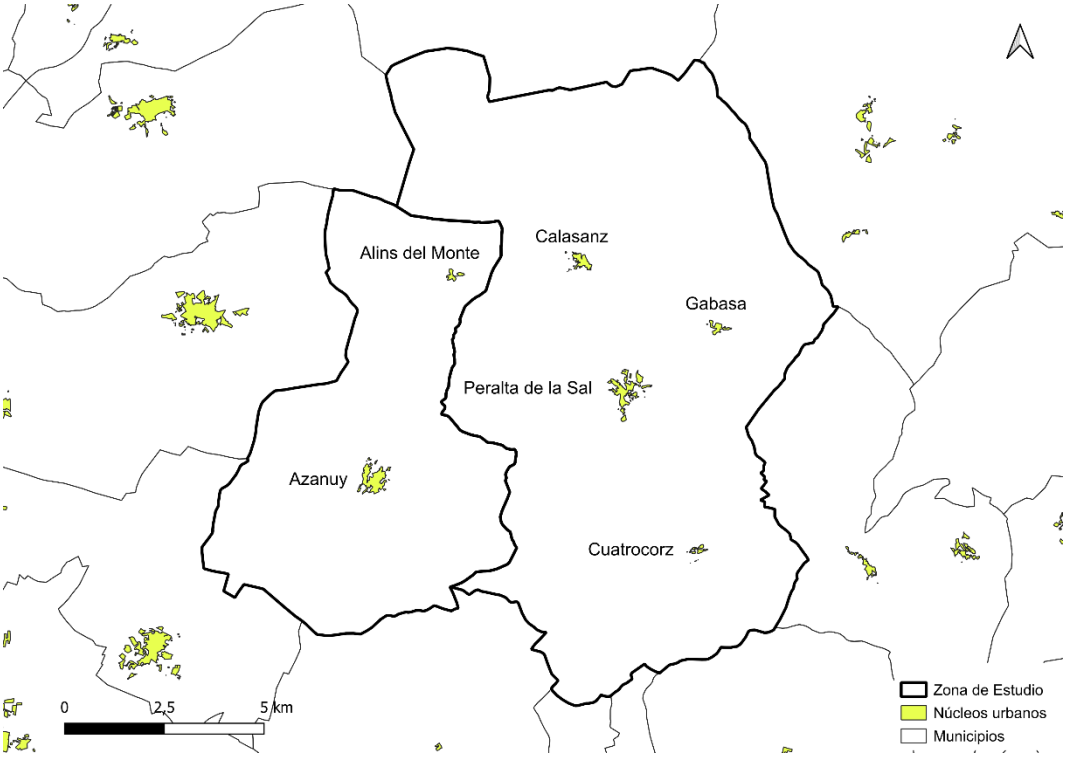
Anexo B. Cartografía de interés

Figura 20. Ortofoto de la zona de estudio



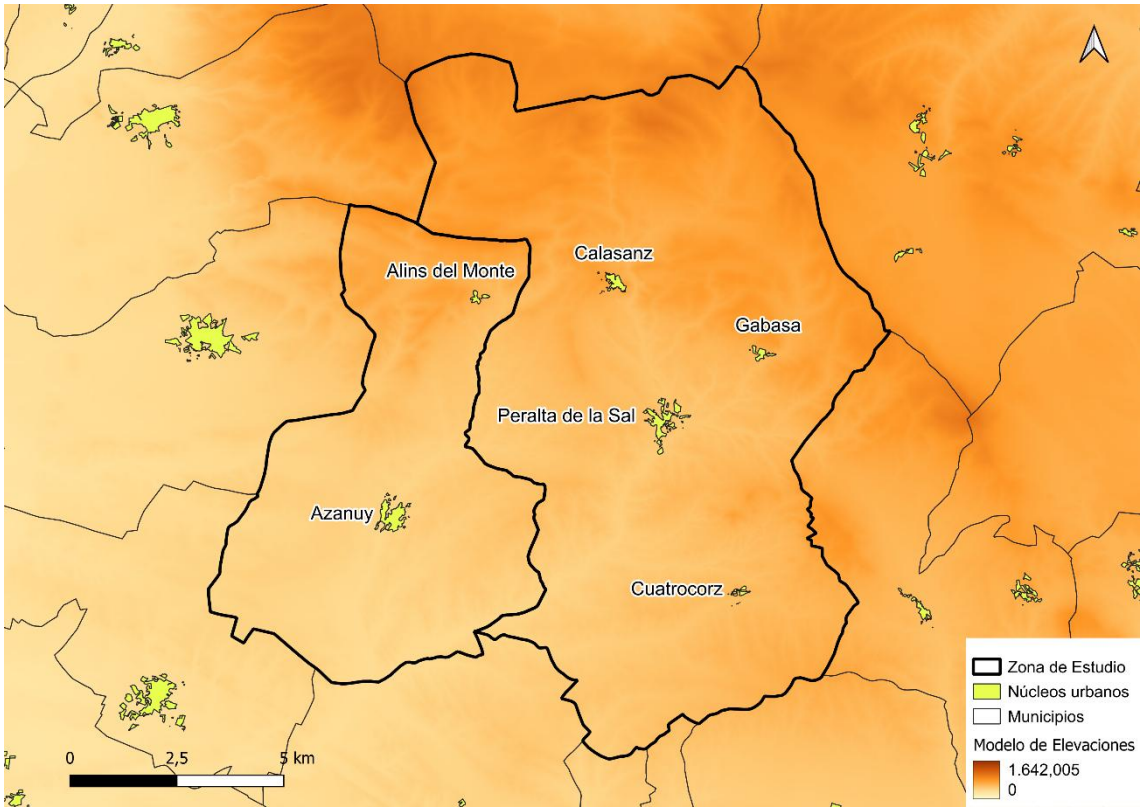
Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Mapa de los núcleos urbanos de la zona de estudio



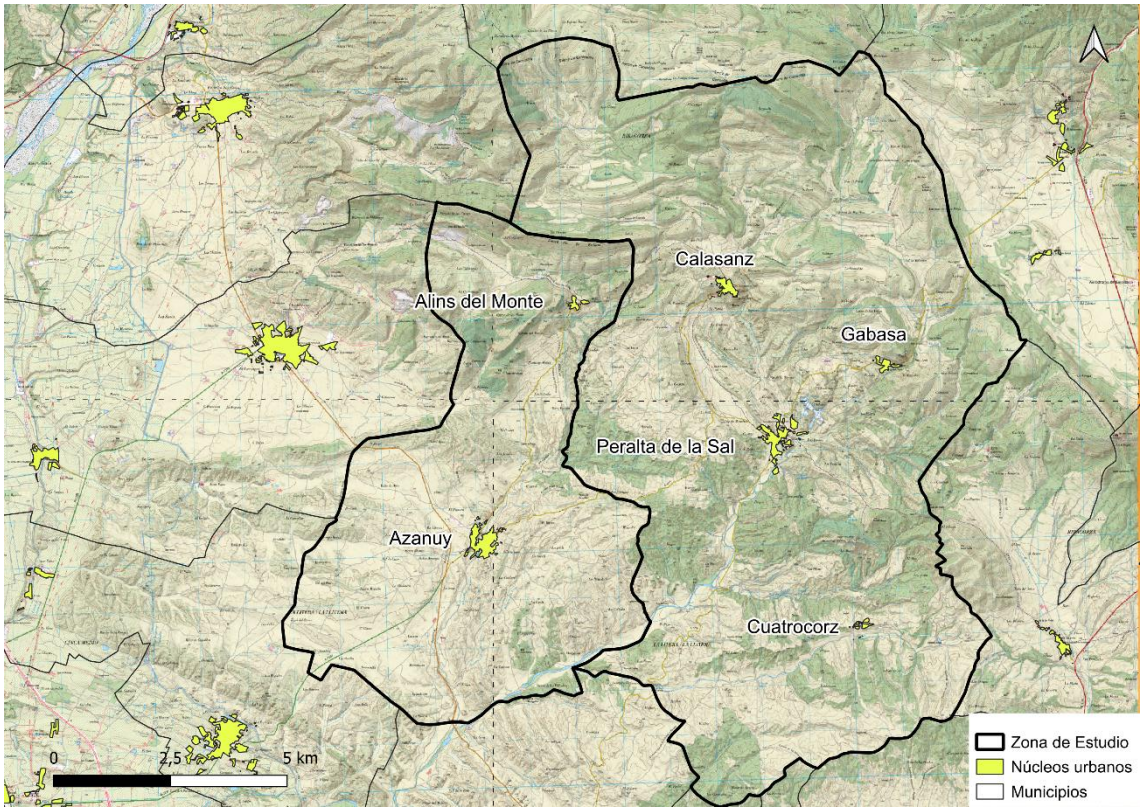
Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Modelo de Elevaciones de la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Mapa Topográfico de la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia