

Título del entregable: Estudio de prospectiva y rediseño para instalaciones agro solares con el cultivo en suelo.



Fecha contractual de entrega:	15 de marzo de 2023
Fecha real de entrega:	15 de marzo de 2023
Autor(es):	GRUPO OPERTATIVO AGROVOLTAICA
Participantes:	GRUPO OPERTATIVO AGROVOLTAICA
Paquete de trabajo que contribuye al entregable:	WP 5: Estudio de sostenibilidad (económica, social y ambiental) para la implantación de agrovoltaica en España.
Versión:	1.0

TABLA DE REVISIONES		
Versión del documento	Fecha	Secciones modificadas - detalles
1.0		Version 1.0

Proyecto cofinanciado en un 80% por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) y en un 20% por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, dentro de las ayudas a la ejecución de proyectos innovadores de interés general (por parte de grupos operativos supraautonómicos, AEI-Agri) en el marco del Programa Nacional de Desarrollo Rural (PNDR). Montante total de la ayuda **409.420,30 €**.

El Organismo responsable del contenido es el Grupo Operativo y todos los socios (CYLSOLAR, CEOE Ávila, APEA, CICYTEX, AGENEX, ITACYL, LA UNIÓ y como entidad subcontratada CIDAUT)

La Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Formación Agroalimentaria (DGDRIFA) es la autoridad de gestión encargada de la aplicación de la ayuda FEADER y nacional correspondiente



ÍNDICE

- 1- Resumen 3
- 2- Introducción..... 3
- 3- Resultados 4
- 3.1. DAFO 4
- DAFO GENERAL SECTOR AGROVOLTAICO 5
- DAFO MODELO AGROVOLTAICO CASTILLA Y LEÓN..... 8
- DAFO MODELO AGROVOLTAICO EXTREMADURA 10
- DAFO MODELO AGROVOLTAICO COMUNIDAD VALENCIANA..... 11
- 3.2. Estudio de prospectiva. 12

1- Resumen

El presente estudio tiene como finalidad la identificación temprana de aquellos aspectos que pueden tener un gran impacto social, tecnológico y económico en el futuro, en relación al desarrollo de proyectos Agrovoltaicos en las regiones de Castilla y León, Extremadura y Comunidad Valenciana, aprovechando la experiencia adquirida a lo largo del proyecto GO AGROVOLTAICA. En el estudio se han tenido en cuenta las últimas estadísticas publicadas de REE de 2022 y las previsiones del Plan Nacional de Energía y Clima en relación a la potencia fotovoltaica instalada.

2- Introducción

El objetivo a largo plazo que guía el Plan Nacional de Energía y Clima (PNIEC) es convertir a España en un país neutro en carbono en 2050. En esa dirección, el objetivo del Plan a medio plazo es lograr una disminución de emisiones de, al menos, el 20% respecto a 1990 en el año 2030. Según la previsión realizada por el Plan, las medidas contempladas en el mismo permitirán alcanzar un nivel de reducción de emisiones del 23%. Los sectores difusos (residencial, transporte, agricultura, residuos, gases fluorados e industria no sujeta al comercio de emisiones) contribuyen a ese objetivo con una mitigación en 2030 del 39% con respecto a los niveles del año 2005, mientras que los sectores sujetos al comercio de derechos de emisión lo hacen con una disminución del 61% con respecto a 2005.

Dado que tres de cada cuatro toneladas de gases de efecto invernadero se originan en el sistema energético, su descarbonización es la piedra angular sobre la que desarrollar la transición energética y la descarbonización de la economía, si bien el PNIEC también dedica una gran atención y medidas para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero del resto de sectores. El Plan prevé para el año 2030 una potencia total instalada en el sector eléctrico de 161 GW de los que 50 GW serán energía eólica; 39 GW solar fotovoltaica; 27 GW ciclos combinados de gas; 16 GW hidráulica; 9,5 GW bombeo; 7 GW solar termoeléctrica; y 3 GW nuclear, así como capacidades menores de otras tecnologías.

Analizando por otro lado los datos de 2022 publicados por REE, que cifraban en casi 19 GW la potencia derivada de energía fotovoltaica instalada en España, es más que previsible el importante aumento de la superficie ocupada por Plantas fotovoltaicas por todo el territorio nacional, en las que será necesario integrar y ofrecer soluciones y aprovechamientos agrovoltaicos.

3- Resultados

3.1. DAFO

El análisis DAFO es una técnica indispensable para analizar y poner de relieve la situación actual de un sector como es el Agrovoltaico, y poder tomar las decisiones estratégicas adecuadas.

Mediante un análisis del entorno externo y las características internas del sector, esta herramienta nos permitirá obtener una representación gráfica basada en los siguientes aspectos:

- **Debilidades:** Constituyen los aspectos limitadores de la capacidad de desarrollo del sector, debido a sus características internas.
- **Amenazas:** Son todos aquellos factores externos que pueden llegar a impedir la ejecución de una estrategia o poner en peligro la viabilidad del sector agrovoltaico.
- **Oportunidades:** Son cualesquiera factores ajenos al sector que favorecen su desarrollo o brindan la posibilidad de implantar mejoras.
- **Fortalezas:** Reúnen el conjunto de recursos internos, posiciones de poder y cualquier tipo de ventaja competitiva propia del sector agrovoltaico.

El análisis parte de un estudio general del sector agrovoltaico al que le siguen 3 análisis particulares de los diferentes modelos propuestos para las diferentes regiones participantes en el proyecto.

DAFO GENERAL SECTOR AGROVOLTAICO

<u>FORTALEZAS</u>	<u>DEBILIDADES</u>
<p>En el análisis general de fortalezas, se han detectado 3 categorías: Técnicas, medioambientales y socioeconómicas:</p> <p>Fortalezas técnicas</p> <ul style="list-style-type: none">• Maximización del uso de la tierra: Doble uso del suelo agrícola que permite un aumento del espacio cultivable al introducir actividad agrícola en terrenos de aprovechamiento fotovoltaico exclusivo.• Mejora del rendimiento de los paneles al estar el suelo más refrigerado con los cultivos en comparación con una situación inicial de suelos degradados. <p>Fortalezas medioambientales</p> <ul style="list-style-type: none">• Mejora el ahorro y conservación del agua: Se reduce el uso del agua por las sombras creadas. Además, esa sombra puede constituir un refugio para animales en el verano.• Permite la adaptación de cultivos frente al cambio climático y desastres naturales, por la protección frente a la intemperie que representan los paneles.• Mejora de la biodiversidad del suelo en aquellos sitios donde se realicen labores de mejora de suelos para introducir actividad agrícola.• Reduce o elimina el riesgo de erosión (especialmente si la pendiente es elevada).• Ayuda a proteger a la pequeña fauna que busca refugio bajo los paneles y estructuras. <p>Fortalezas socioeconómicas</p> <ul style="list-style-type: none">• Producción energética mucho más sostenible a nivel social (fijación población) y económico al estar unida a aprovechamientos agrarios tradicionales• Mejora de imagen de las empresas energéticas en la sociedad, sobre todo en zonas rurales, al respetarse la actividad agrícola, integrándola con la producción energética.	<p>En el análisis general de debilidades, se han detectado 3 categorías: Técnicas de proyectos agrovoltaicos intensivos, debilidades técnicas generales y medioambientales</p> <p>Debilidades técnicas de proyectos agrovoltaicos intensivos</p> <ul style="list-style-type: none">• Alto coste de la inversión. Mayor coste de las estructuras de la instalación fotovoltaica (estructuras elevadas para paneles o invernaderos fotovoltaicos), haciendo económicamente menos viable los proyectos energéticos.• Falta de estándar industrial en proyectos combinados intensivos debido a la novedad del concepto• Relacionado con punto anterior: Tecnología no madura, los que aplican estas técnicas son pioneros y cargan con muchos costes y riesgos• Menos eficiencia para el rendimiento de los cultivos y la producción de energía que en el caso de explotar una cosa u otra de manera exclusiva• Reducción del espacio cultivable total. <p>Debilidades técnicas generales en modelos agrovoltaicos no intensivos.</p> <ul style="list-style-type: none">• Dificultad de adaptación de las plantas fotovoltaicas existentes para la agrovoltaica (separación de los paneles insuficiente, estructuras bajas, falta de capa vegetal por las obras, elección de los tipos de cultivos más adaptables...).• Riesgos de accidentes y averías por daños a los paneles por parte de la actividad agraria (riesgo de incendios, rotura de cables).• Menor margen para el aprovechamiento agrario en el diseño de las plantas fotovoltaicas concebidas sólo para el aprovechamiento energético.• Alto coste de preparación de los terrenos fotovoltaicos degradados para introducir actividad agrícola en aquellas explotaciones donde las obras de instalación de la planta fotovoltaica y otros factores han acabado con el suelo fértil existente

- Diversificación y mejora de las rentas del agricultor: Al crearse nuevos modelos de negocio que aumentan el rendimiento económico del terreno.

Debilidades medioambientales

- Particularidades edafoclimáticas condicionan mucho el modelo agrovoltaico, no siendo siempre posible un aprovechamiento agrícola óptimo (clima adverso, suelos degradados, etc.)

OPORTUNIDADES

En el análisis general de oportunidades se han detectado 3 categorías: Técnicas, socioeconómicas y medioambientales.

Oportunidades técnicas

- Existe ya una compatibilidad demostrada de las plantas fotovoltaicas existentes con varios cultivos agrícolas y ganaderos, que ya ha sido demostrado en España: Ganadería ovina, cultivo de leñosas y aprovechamiento apícola, entre otros.
- Gran variedad de instalaciones fotovoltaicas en España con numerosas plantas y diversidad de superficies y diseños, lo que permite abordar la agrovoltaica con diferentes aprovechamientos.
- La integración de los modelos Agrovoltaicos dentro de las operaciones y mantenimiento de las plantas fotovoltaicas, puede mejorar su gestión y potenciar los resultados económicos obtenidos

Oportunidades socioeconómicas

- Permite mejorar la imagen de las energías renovables en el mundo rural, mejorando así la aceptación social de las instalaciones fotovoltaicas.
- Permite una mejor fijación de población en el medio rural que en el caso de las explotaciones fotovoltaicas puras.
- El paradigma agrovoltaico alienta el surgimiento de nuevos servicios asociados y un nuevo mercado para empresas de ingeniería y grandes explotaciones fotovoltaicas: Asistencias técnicas a la implantación de cultivos, diseño inicial de la planta agrovoltaica, estudio de cultivos compatibles, etc.

Oportunidades medioambientales

- Se puede dar una importante reducción neta de las emisiones de CO2 por la generación de energías

AMENAZAS

En el análisis general de amenazas al modelo agrovoltaico, se han detectado 2 categorías: Socioeconómicas y de naturaleza legal y administrativa:

Amenazas socioeconómicas

- Poca aceptación por parte de los agricultores, que ven a la actividad fotovoltaica como un competidor que les roba tierras de uso agrario.
- Oposición de las organizaciones agrarias, por las mismas razones que el punto anterior.
- Desconocimiento mutuo por parte de los sectores agrario y energético de las ventajas de la convivencia de ambas actividades, tendiendo a magnificar los inconvenientes (riesgo de incendios, rotura de cables).
- Desconocimiento por parte de los consumidores: Duda sobre la salubridad de los productos agrícolas y ganaderos destinados a consumo, cultivados en un parque fotovoltaico o criados en él.
- Riesgo de greenwashing. El modelo agrovoltaico no puede ser un lavado de cara para la implantación masiva de plantas solares en territorio rural/agrario, sino que debería surgir desde el respeto y desde la alianza de intereses comunes.

Amenazas legales y de tipo administrativo

- Ausencia de normativa reguladora en España para la agrovoltaica, teniendo muchos reglamentos aplicables naturaleza restrictiva con respecto al aprovechamiento agrario de las plantas fotovoltaicas.
- Aprovechamientos agrarios sin acceso a ayudas PAC, al no estar reconocida legalmente la actividad agrovoltaica, perdiendo así atractivo la parte agrícola del modelo.

renovables y la introducción de modelos de explotación agraria extensivos y respetuosos con el medio (ganadería ovina, apicultura, etc.)

- Barreras administrativas a la hora de conseguir un punto de conexión para el vertido a red de la generación de energía, lo que frena el atractivo de la parte fotovoltaica del modelo.
- Los cambios normativos y regulatorios en las explotaciones fotovoltaicas existentes en los últimos 10 años han creado mucha incertidumbre en España, lo que genera desconfianza en los inversores.

DAFO MODELO AGROVOLTAICO CASTILLA Y LEÓN

<p>FORTALEZAS</p> <p>En el análisis de fortalezas de Castilla y León, se han detectado 2 categorías: Técnicas y medioambientales.</p> <p>Fortalezas técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Doble uso del suelo agrícola que aumenta el espacio cultivable en el caso de introducir actividad agrícola en terrenos fotovoltaicos • Nuevos modelos de negocio que aumentan el rendimiento económico del terreno antes dedicado a un solo uso • Mejora del rendimiento de los paneles al estar el suelo más refrigerado con los cultivos. <p>Fortalezas medioambientales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se reduce el uso del agua por las sombras creadas. Además, esa sombra puede constituir un refugio para animales en el verano. • Permite la adaptación de cultivos frente al cambio climático y desastres naturales, por la protección frente a la intemperie que representan los paneles. • Mejora de la biodiversidad del suelo en aquellos sitios donde se realicen labores de mejora de suelos para introducir actividad agrícola, en los casos de plantas fotovoltaicas donde se introduzca actividad agrícola o ganadera. 	<p>DEBILIDADES</p> <p>En el análisis de debilidades en Castilla y León, se han detectado 3 categorías: Técnicas de proyectos agrovoltaicos intensivos, no intensivos y debilidades socio-económicas.</p> <p>Debilidades técnicas de proyectos agrovoltaicos intensivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alto coste de la inversión. Mayor coste de las estructuras de la instalación fotovoltaica (estructuras elevadas para paneles o invernaderos fotovoltaicos), haciendo económicamente menos viable los proyectos energéticos. • Reducción del espacio cultivable. <p>Debilidades técnicas en modelos agrovoltaicos no intensivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de más evidencia de los resultados del modelo: Falta conocimiento sobre el comportamiento de los cultivos ante la existencia de sombras. • Alto coste de preparación de los terrenos fotovoltaicos degradados para introducir actividad agrícola en aquellas explotaciones donde la instalación ha acabado con el suelo fértil existente (caso de plantas fotovoltaicas donde se introduzca actividad agrícola o ganadera) • Dificultad de adaptación de las plantas fotovoltaicas existentes para la agrovoltaica, ya que hay que tener en cuenta la separación de los paneles, altura de las estructuras, calidad del suelo, selección de los tipos de cultivos. <p>Debilidades socioeconómicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Naturaleza de los contratos de arrendamiento, muchas veces propietario no es lo mismo que agricultor.
<p>OPORTUNIDADES</p> <p>En el análisis de oportunidades hecho desde Castilla y León, se han detectado 3 categorías: Técnicas, socioeconómicas y medioambientales.</p>	<p>AMENAZAS</p> <p>En el análisis de amenazas al modelo agrovoltaico en Castilla y León, se han detectado 2 categorías: Socioeconómicas y de naturaleza legal y administrativa:</p>

Oportunidades técnicas

- Posibilidad de integración de actividades agrícolas en instalaciones fotovoltaicas ya existentes.
- El modelo agrovoltaico se adapta a diferentes tipos de uso, tanto agrarios como ganaderos.
- La diversidad de modelos agrovoltaicos es muy amplia y adaptable a cada circunstancia, según clima, suelo, cultivo, instalaciones, etc. El desarrollo tecnológico de la agricultura y la producción de energía fotovoltaica es tal, que será posible encontrar soluciones para todos los casos.

Oportunidades socioeconómicas

- Permite fijar población en el medio rural que en el caso de las explotaciones fotovoltaicas puras.
- El paradigma agrovoltaico alienta el surgimiento de nuevos servicios asociados y un nuevo mercado para empresas de ingeniería y grandes explotaciones fotovoltaicas: Asistencias técnicas a la implantación de cultivos, diseño inicial de la planta agrovoltaica, estudio de cultivos compatibles, etc.

Oportunidades medioambientales

- Se puede dar una importante reducción neta de las emisiones de CO₂ al generarse de manera simultánea energías renovables e introduciéndose de modelos de explotación agraria extensivos y respetuosos con el medio (ganadería ovina, apicultura, etc.). La agrovoltaica tiene potencial como sumidero de carbono.

Amenazas socioeconómicas

- Desconocimiento mutuo por parte de los sectores agrario y energético de las ventajas de la convivencia de ambas actividades, tendiendo a magnificar los inconvenientes (riesgo de incendios, rotura de cables).
- Desconocimiento por parte de los consumidores: Duda sobre la salubridad de los productos agrícolas y ganaderos destinados a consumo, cultivados en un parque fotovoltaico o criados en él.
- Falta de aceptación por parte de los agricultores, que ven a la actividad fotovoltaica como un competidor que les roba tierras de uso agrario.

Amenazas legales y de tipo administrativo

- Barreras administrativas a la hora de conseguir un punto de conexión para el vertido a red de la generación de energía, lo que frena el atractivo de la parte fotovoltaica del modelo.
- Los cambios normativos y regulatorios en las explotaciones fotovoltaicas existentes en los últimos 10 años han creado mucha incertidumbre en España, lo que genera desconfianza en los inversores.
- Atomización del suelo rústico, que aún está dividido en parcelas muy pequeñas en algunas zonas.
- Falta legislación específica sobre agrovoltaica lo cual crea una inseguridad jurídica. Afectaría a:
 - Declaración de impacto ambiental
 - Precio de venta a red respecto a una fotovoltaica tradicional
 - Pagos asociados a la PAC

DAFO MODELO AGROVOLTAICO EXTREMADURA

<p>FORTALEZAS</p> <p>En el análisis de fortalezas de Extremadura, se han detectado 2 categorías: Técnicas y medioambientales.</p> <p>Fortalezas técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • La tipología de las plantas fotovoltaicas en Extremadura, ocupando grandes superficies permite la integración de la ganadería extensiva. • Mejora de la seguridad ante el riesgo de incendio en las propias instalaciones en veranos en un contexto de Clima Mediterráneo árido. • La ganadería se puede desarrollar casi en cualquier tipo de suelo y ambiente en territorio español. • La actividad ganadera es muy autosuficiente y no es dependiente de insumos externos como puede serlo cualquier actividad agraria: semillas, plantas, fertilizantes, plásticos, agua para riego, fitosanitarios... <p>Fortalezas medioambientales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Control generalizado de la biomasa herbácea de las instalaciones sin recurrir a herbicidas ni desbroce mecánico. • La actividad ganadera se puede convertir en una actividad mejoradora de suelo pudiendo convertir a este en un sumidero de CO₂. Lejos de lo que se obtiene con el laboreo agrícola continuado. 	<p>DEBILIDADES</p> <p>En el análisis de debilidades en Extremadura, se han detectado 2 categorías: Técnicas y de tipo legal y administrativo.</p> <p>Debilidades técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para el caso del aprovechamiento ganadero: Necesidad de inversión en instalaciones para manejo (cerramientos y puntos de agua). • Debido a la convivencia de las dos actividades: Restricciones técnicas para los agricultores y para la explotación del parque fotovoltaico, que añaden complejidad a la explotación. <p>Debilidades legales y de tipo administrativo</p> <ul style="list-style-type: none"> • El condicionado de las DIAs es muy restrictivo en cuanto a posible aprovechamiento ganadero y sólo se permite una carga ganadera que no permite un aprovechamiento económico pleno
<p>OPORTUNIDADES</p> <p>En el análisis de oportunidades hecho en Extremadura y pensando en el territorio regional, se ha detectado las siguientes oportunidades de tipo técnico:</p> <p>Oportunidades técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gran potencial de Extremadura con numerosas plantas fotovoltaicas (+ de 180 en funcionamiento), superficie ocupada (+ de 10.000 has) y variedad de superficies y diseños. • Potencial ganadero ovino de Extremadura (+ de 2.500.000 de ovejas) que ofrece una disponibilidad de ganado en prácticamente todas sus comarcas. 	<p>AMENAZAS</p> <p>En el análisis de amenazas al modelo agrovoltaico en Extremadura, se han detectado 2 categorías: Socioeconómicas y de naturaleza legal y administrativa</p> <p>Amenazas socioeconómicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de mano de obra, formación y escaso relevo generacional en la actividad ganadera. <p>Amenazas legales y de tipo administrativo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de normativa reguladora en Extremadura para la Agrovoltaica.

DAFO MODELO AGROVOLTAICO COMUNIDAD VALENCIANA

<p>FORTALEZAS</p> <p>En el análisis de fortalezas de la Comunidad Valenciana, se han detectado 2 categorías: Técnicas y medioambientales.</p> <p>Fortalezas técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Doble uso del suelo agrícola. • Potencial mejora del rendimiento de los paneles al estar el suelo mas refrigerado con los cultivos. <p>Fortalezas medioambientales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejora de la biodiversidad del suelo. • Reducción o eliminación del riesgo de erosión (especialmente si la pendiente es elevada). • La sombra que producen los paneles solares puede evitar la rápida pérdida de agua por evaporación en el estío. Además, esa sombra puede considerarse refugio para animales en el verano. • Protección a pequeña fauna. 	<p>DEBILIDADES</p> <p>En el análisis de debilidades de la Comunidad Valenciana, se han detectado 2 categorías: Técnicas y de tipo legal y administrativo.</p> <p>Debilidades técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de estudiar la mejor combinación cultivo/explotación fotovoltaica que maximice el beneficio tanto por separado como en conjunto. • Falta de conocimiento del comportamiento de los cultivos ante la existencia de sombras. Necesidad de un estudio en profundidad del cuadrinomio sombra-suelo-clima-cultivo. • Problemática en temas de seguridad (tractores/cableado) al compatibilizar ambos modelos de negocio. • Dificultad de adaptación de los huertos solares existentes para la agrovoltaica (separación de los paneles, estructuras bajas, falta de capa vegetal, tipos de cultivos más adaptables...). <p>Debilidades legales y de tipo administrativo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dificultad de conseguir puntos de conexión adecuados en los lugares de menor densidad agrícola.
<p>OPORTUNIDADES</p> <p>En el análisis de oportunidades hecho en la Comunidad Valenciana, se han detectado oportunidades de tipo técnico, socioeconómico y medioambiental:</p> <p>Oportunidades técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de implementación en instalaciones fotovoltaicas ya existentes. • Posibilidad de implantación de distintos aprovechamientos agrícolas y ganaderos. • Aumento del espacio cultivable respecto a una situación de planta fotovoltaica tradicional. <p>Oportunidades socioeconómicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diversificación y mejora de las rentas del agricultor: Al crearse nuevos modelos de negocio 	<p>AMENAZAS</p> <p>En el análisis de amenazas al modelo agrovoltaico en la Comunidad Valenciana, se han detectado 2 categorías: Socioeconómicas y de naturaleza legal y administrativa</p> <p>Amenazas socioeconómicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desconocimiento por parte de los sectores agrario y energético de las ventajas de la convivencia de ambas actividades. • Greenwashing. La actividad Agrovoltaica no puede ser un lavado de cara de la implantación de plantas solares en territorio rural/agrario sino surgir desde el respeto y desde la alianza de intereses comunes.

que aumentan el rendimiento económico del terreno.

- Fijación de población en el medio rural siempre y cuando sea una apuesta real y se cuente con la población y sus agricultores para la explotación del nuevo negocio agrario
- Surgimiento de nuevos servicios a y un nuevo mercado: Asistencias técnicas a la implantación de cultivos, diseño inicial de la planta agrovoltaica, estudio de cultivos compatibles, etc.

Oportunidades medioambientales

- Reducción de las emisiones de CO2 por la generación de energías renovables que pueden aumentarse si el cultivo es ecológico o se inserta en los parámetros de la agricultura regenerativa.

Amenazas legales y de tipo administrativo

- Ausencia de normativa específica, que añade incertidumbre y desincentiva la inversión.
- Atomización del suelo rustico/agrario en la huerta valenciana. Minifundios. La toma de decisiones se retrasa considerablemente y además se dificulta la rentabilidad de una explotación agrovoltaica.
- Ausencia de economías de escala por el pequeño tamaño de las explotaciones (atomización).

3.2. Estudio de prospectiva.

A través de este apartado se han intentado contestar, sobre las experiencias del desarrollo de nuestro proyecto, qué deben cumplir las instalaciones preexistentes para que haya una convivencia de ambos sectores. Por otro lado, en el caso de emprender proyectos solare nuevos, cómo se debe diseñar las mismas para que los cultivos agrícolas sean más rentables y qué tipos de cultivos son los más apropiados para ellas.

1- Prospectiva y rediseño de instalaciones agro-solares preexistentes.

En los tres territorios que forman parte de este proyecto, la agricultura ocupa un papel muy destacado, siendo un elemento que ha marcado la identidad regional, el paisaje, la personalidad de sus gentes, las tradiciones y los modos de vida. Según datos del INE para 2016, la superficie agrícola utilizada en CyL, Extremadura y Comunidad Valencia representa un 29,6% sobre el total de España, algo que nos puede dar idea de la relevancia de las zonas seleccionadas para realizar los proyectos piloto dentro del conjunto nacional.

En cuanto al sector ganadero es destacable la actividad desarrollada por la ganadería del ovino. Así, por ejemplo, en el año 2020, en Extremadura siguió aumentando el censo total de ovino, hasta situarse en las 3.810.655 cabezas a 1 de enero de 2020, representando un 23% del censo nacional, ocupando el primer puesto seguida de Castilla y León (17%), Castilla La Mancha (15,8%), Andalucía (14,6%), y Aragón (10,03%). Extremadura representa algo más del 13% del censo de hembras reproductoras de carne a nivel nacional, que corresponde más de 2 millones de cabezas. Esta cantidad es muy superior al del año 2019. Además, la región extremeña cuenta con 149.626 ovejas de aptitud lechera. El censo de corderos también registró una gran subida.

En lo que se refiere al sector fotovoltaico y su desarrollo en los últimos años, según datos del Observatorio de Sostenibilidad, entre los 3 territorios incluidos en el GO Agrovoltaica se aglutina al 36,9% del total de la

superficie ocupada por placas fotovoltaicas en España, destacando Extremadura que ha experimentado un gran desarrollo del sector fotovoltaico en los últimos años. No en vano, más de la mitad de la nueva potencia fotovoltaica instalada en España el pasado 2020 (2.633,20 MW, cierre provisional) se encuentra en Extremadura,

Todos estos datos contribuyen a reforzar la elección de los 3 territorios donde se han desarrollado los pilotos como una buena muestra para obtener datos extrapolables al resto del territorio español. Asimismo, consideramos que ofrece un enorme potencial de co-explotación de la actividad fotovoltaica con la actividad agrícola y ganadera, más allá de las necesidades de desbroce de las plantas, ya que generalmente el número de cabezas de ganado legalmente establecido sólo cubre esta necesidad y no contempla la posibilidad de una explotación económicamente viable de la actividad ganadera.

No obstante, no todas las explotaciones son adecuadas para una explotación agrovoltaica basada en la producción agrícola o la ganadería extensiva que busque rentabilizar al máximo estas actividades junto a una actividad fotovoltaica preexistente, para ello es necesario contar con una configuración del campo solar que permita realizar labores específicas y necesarias para la compatibilización con la actividad agraria como el correcto manejo del ganado, el parcelamiento de las explotaciones por secciones, posibles tratamientos y mejoras de la capa vegetal preexistente (con las necesidades de introducción de maquinaria que pueda existir) o cualquier otra necesidad de tipo agroganadero que pueda surgir de la nueva y reforzada actividad agrícola y ganadera en convivencia con la explotación fotovoltaica.

En base al párrafo anterior, habría que contemplar al menos los siguientes elementos del campo solar para considerar la correcta y rentable introducción de la agrovoltaica en plantas fotovoltaicas españolas:

- Distancia entre ejes: En el caso probable de hacer labores de mejora del terreno y para cualquier necesidad de introducción de maquinaria, hay que contemplar que la distancia mínima entre paneles sea de 6-7 metros.
- Inclinación del terreno: Una inclinación excesiva con presencia de fotovoltaica, normalmente implica un aprovechamiento máximo de las pendientes orientadas al sur, lo que no deja espacio suficiente entre ejes.
- Orientación del terreno: Relacionado con lo anterior, un terreno con una orientación favorables (sur) en un terreno muy inclinado, va en detrimento de la actividad agropecuaria en combinación con la fotovoltaica, ya que se tiende a maximizar la densidad de paneles, no dejando espacio suficiente entre ejes.
- Tipos de seguidores: Paneles con un seguidor este-oeste están pensados para maximizar la densidad de paneles por hectárea, sobretodo en campos solares con orientación favorable, por lo que no suelen estar en terrenos apropiados para la co-explotación agroganadera y fotovoltaica. Los seguidores multieje eran ideales, dejando una gran distancia entre paneles y pocas sombras, pero no son relevantes en el contexto tecnológico actual. Sin embargo, los paneles fijos sin seguidores, cuentan con la mayor distancia, son un modelo muy relevante actualmente, pero se suelen instalar en terrenos con poca inclinación.
- Movimientos de tierras y calidad del suelo: Hay que limitar la cantidad de tierra que se mueva en una planta, para evitar la pérdida de suelo fértil.

En base a todos los puntos anteriores, se podría estudiar la introducción de elementos de diseño del campo solar, que fomenten y permitan la agrovoltaica con o sin ganadería extensiva, limitando la instalación de plantas fotovoltaicas en terrenos con una inclinación acusada, para impedir movimientos de tierra y altas densidades de paneles que impidan que haya un mínimo de espacio para el desarrollo de la actividad agrícola y ganadera y labores asociadas (mejora del pastizal y del suelo fértil) y definiendo la distancia mínima entre paneles en aquéllos terrenos que si sean elegibles por su inclinación.

Este tipo de exigencias en cuanto a necesidades de una actividad agrovoltaica con o sin ganadería que sea capaz de maximizar las necesidades de las dos actividades (producción agraria y fotovoltaica) se podrían instrumentalizar a partir de leyes regionales que las exijan a partir de ahora, contribuyendo así a la introducción de una actividad fotovoltaica que no acabe con los recursos actualmente dedicados a ganadería y agricultura, más respetuosa con el medio y que mejore la imagen, actualmente algo deteriorada entre algunos agricultores, de las explotaciones fotovoltaicas que han ido extendiéndose por todo el territorio.

2- Prospectiva y rediseño de instalaciones agro-solares nuevas.

En base a la experiencia recogida en los pilotos, las opiniones recogidas de los expertos que han entrado en contacto con este G.O., las visitas realizadas a otras experiencias agrovoltaicas en suelo español (Picassent) y al trabajo de investigación e identificación de buenas prácticas realizado a lo largo de todo el periodo, se ha llegado a una serie de conclusiones sobre elementos de co-diseño de la agrovoltaica que afectan al campo solar y a elementos tecnológicos que permiten que tanto la producción agrícola como la fotovoltaica estén optimizadas.

Además, hemos podido diferenciar entre instalaciones agrovoltaicas en espacios abiertos (más similar al enfoque del GO) e instalaciones agrovoltaicas en invernaderos, con lo que cubrimos el espectro total de posibilidades de la agrovoltaica, más allá del enfoque limitado de los pilotos desarrollados.

Se ha considerado interesante realizar un estudio re prospectiva

Prospectiva: Co-diseño agrovoltaico de soluciones para instalaciones fotovoltaicas en suelo		
Problema a resolver	Solución en diseño de la instalación	Solución tecnológica
Sombreo y/o exposición solar que afecta al aprovechamiento agrario	<u>Diseño óptimo del campo solar:</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Distancia entre líneas de paneles. ▪ Distancia entre los paneles y el suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Seguidores multiteje ▪ Ajuste de la densidad de paneles. ▪ Paneles con dispositivos de selección del espectro solar
Pérdidas de producción eléctrica	<u>Planificación óptima:</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Evitar pérdidas por sombras de elementos ajenos a la planta solar. ▪ Minimización del sombreado entre líneas de paneles <u>Diseño óptimo del campo solar:</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Orientación sur e inclinación teniendo en cuenta la latitud de la planta. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistemas que aumenten la eficiencia por panel (seguidores multiteje) ▪ Tecnologías fotovoltaicas altamente eficientes (módulos fotovoltaicos bifaciales).
Aceptación social y afección al paisaje	<u>Diseño de la integración paisajística:</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Disposición de las líneas de paneles que sigan la forma natural del terreno ▪ Barreras exteriores naturales (setos) y estructuras de 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nuevos materiales para la colocación óptima de las estructuras fotovoltaica. Especialmente interesantes son aquellos materiales que bajen el precio actual de estas estructuras.

	<p>soporte de paneles de porte bajo.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso de áreas marginales y degradadas. ▪ Sistemas fácilmente retirables tras su vida útil. <p><u>Diseño óptimo del campo solar:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Inclinación de módulos, orientación y altura de paneles que reproduzcan la orografía circundante. <p><u>Nuevos modelos de negocio:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mayor rentabilidad por ha. (perspectiva del agricultor). ▪ Beneficios para la economía local y el empleo (turismo, actividades recreativas, etc.) 	
--	--	--

Prospectiva: co-diseño agrovoltaico de soluciones para instalaciones fotovoltaicas en edificaciones agrarias

Problema a resolver	Solución en diseño de la instalación	Solución tecnológica
Sombreo y/o exposición solar que afecta al aprovechamiento agrario	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diferentes distribuciones de los paneles para ajustar la distribución de la luz dentro de la instalación. ▪ Aumentar la altura total de la instalación. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistemas dinámicos (seguidores multieje, paneles con inclinación variable) ▪ Módulos fotovoltaicos semitransparentes (espaciando las placas y/o usando capas fotovoltaicas semitransparentes)
Pérdida de PAR (radiación fotosintéticamente activa)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso de capas coloreadas que permitan el paso de la PAR. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dispositivos fotovoltaicos con selección del espectro solar, mediante el enfoque selectivo de diferentes longitudes de onda en plantas y módulos. ▪ Tecnologías de concentrador solar luminiscente (LSC)
Pérdidas de producción eléctrica	<p><u>Diseño óptimo para generación de energía:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Intensidad energética máxima (patrón denso de distribución de paneles) que no produzca sombras entre paneles. ▪ Posicionamiento óptimo de los módulos (inclinación y orientación de los ángulos del techo del invernadero). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso de sistemas fotovoltaicos altamente eficientes (estructuras, seguidores) o de módulos fotovoltaicos altamente eficientes (módulos bifaciales)

<p>Problemas microclimáticos (condiciones de humedad y temperatura dentro de la edificación)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ventilación (a través de respiraderos naturales) ▪ Orientación (dirección del sol a lo largo del año) ▪ Localización de la instalación (clima) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistemas de calefacción, ventilación y sistemas HVAC altamente eficientes. ▪ Luz artificial.
<p>Aceptación social y afección al paisaje</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diseño para un mínimo impacto visual (integración de los invernaderos en el paisaje circundante y de los módulos en la estructura del invernadero) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elección adecuada de las tecnologías fotovoltaicas que permitan un impacto visual mínimo (tamaño, forma, color y textura).