

---

# **Universidad de Valladolid**

**Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales**

**Trabajo de Fin de Master  
Máster en Administración de Empresas  
(MBA)**

**Diseño de un modelo de negocio que integre los paneles  
solares de segunda mano en empresas de instalación y  
comercialización**

Presentado por:

***Diana Lorena Fracica Corredor***

Tutelado por:

***Dra. Natalia Martín Cruz***

**Valladolid, 18 de 08 de 2024**

## **RESUMEN**

Respondiendo a las necesidades derivadas del denominado “cambio climático” que ha incrementado la demanda de consumo de los recursos naturales, entre ellos el suministro energético, la energía solar fotovoltaica se ha posicionado como una fuente primordial de energía y una alternativa cada vez más valorada por ciudadanos, gobernantes y empresas de todos los sectores económicos.

En este TFM se pretende diseñar y analizar el modelo de negocio de la instalación y comercialización de paneles solares de segunda mano, bajo el marco de la economía circular.

### **Palabras Clave**

Energía solar, paneles, energía fotovoltaica, economía circular, modelo de negocio.

# ÍNDICE

## 1 Tabla de contenido

ÍNDICE.....	3
2 INTRODUCCION.....	5
<b>2.1 OBJETIVOS DEL TFM</b> .....	6
<b>2.2 CONTEXTO DEL TFM</b> .....	6
3 ANÁLISIS PESTEL.....	7
3.1.1 FACTORES POLÍTICOS.....	8
3.1.2 FACTORES ECONÓMICOS.....	8
3.1.3 FACTORES SOCIALES.....	9
3.1.4 FACTORES TECNOLÓGICOS.....	10
3.1.5 FACTORES ECOLÓGICOS.....	10
3.1.6 FACTORES LEGALES.....	12
4 ANALISIS SECTORIAL.....	14
<b>4.1 EL MERCADO ENERGETICO</b> .....	14
4.1.1 EL MERCADO DE LA ENERGÍA ELECTRICA.....	16
4.1.2 EL MERCADO DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA.....	18
4.1.3 EL MERCADO DE PANELES SOLARES.....	23
<b>4.2 EL MERCADO DE PANELES SOLARES DE SEGUNDA MANO</b> .....	26
4.2.1 EL CICLO DE VIDA DE LOS PANELES SOLARES.....	26
4.2.2 RECICLAJE DE PANELES SOLARES.....	28
<b>4.3 CADENA DE SUMINISTRO ACTUAL DE PANELES SOLARES DE SEGUNDA MANO</b> .....	29
4.3.1 SITUACION ACTUAL DE PANELES SOLARES DE SEGUNDA MANO EN ESPAÑA.....	31
4.3.2 SELLOS DE CALIDAD.....	32
4.3.3 USO DE TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN.....	33
<b>4.4 ENTIDADES DE RECICLAJE DE PANELES SOLARES</b> .....	35
<b>4.5 EMPRESAS INSTALADORAS Y ALTERNATIVAS DE INSTALACIÓN</b> .....	37
5 MODELO CANVAS.....	40
<b>5.1 DESARROLLO DE NUEVO MODELO DE NEGOCIO</b> .....	40
5.1.1 SEGMENTO DEL MERCADO O SEGMENTO DE CLIENTES.....	41
5.1.2 PROPUESTA DE VALOR.....	44
5.1.3 CANALES DE COMUNICACIÓN.....	45
5.1.4 RELACIONES CON CLIENTES.....	46

5.1.5	FUENTES DE INGRESOS .....	47
5.1.6	RECURSOS CLAVE .....	48
5.1.7	ACTIVIDADES CLAVE .....	49
5.1.8	ASOCIACIONES CLAVE .....	49
5.1.9	ESTRUCTURA DE COSTES.....	50
<b>5.2</b>	<b>MODELO DE NEGOCIO PROPUESTO – LIENZO CANVAS .....</b>	<b>51</b>
6	ANÁLISIS ECONÓMICO .....	52
<b>6.1</b>	<b>INVERSIÓN INICIAL NECESARIA .....</b>	<b>52</b>
6.1.1	ACTIVO NO CORRIENTE (ACTIVO FIJO O INMOVILIZADO) .....	52
6.1.2	ACTIVO CORRIENTE .....	53
<b>6.2</b>	<b>INGRESOS .....</b>	<b>53</b>
<b>6.3</b>	<b>COSTES .....</b>	<b>54</b>
6.3.1	COSTES FIJOS.....	54
<b>6.4</b>	<b>PLAN FINANCIERO.....</b>	<b>56</b>
7	CONCLUSIONES .....	58
8	LIMITACIONES .....	59
9.	BIBLIOGRAFIA .....	60

## 2 INTRODUCCION

En el presente trabajo se realiza un estudio para el diseño del modelo de negocio de paneles solares de segunda mano, orientado a las empresas encargadas de la distribución e instalación de este producto. En este estudio, se valorarán los diferentes aspectos necesarios para la creación del modelo de negocio, desde una perspectiva holística para los paneles solares de segundo uso.

Este análisis toma como referencia cuatro proyectos de grado previos, realizados por antiguos alumnos de la Universidad de Valladolid, distribuidos en dos trabajos de fin de grado (TFG) y dos trabajos de fin de máster (TFM). Uno de los TFG estudió “La viabilidad de un sello de calidad para los paneles fotovoltaicos de segundo uso” [1] y en el siguiente analizaron “la rentabilidad de la reutilización de paneles solares en pequeñas plantas fotovoltaicas” [2]. En el caso del TFM, uno de ellos estudió “un plan de empresa para creación de una spin-off por parte del grupo de investigación optronlab” [3] y el siguiente analizó “un estudio de un modelo de negocio para la creación de una spin-off en el sector de paneles solares de segunda mano” [4].

En el presente TFM se avanza en el conocimiento del sector de la energía fotovoltaica, en concreto, se analizan los datos y decisiones necesarias para definir la estrategia de desarrollo del producto, permitiendo valorar el modelo de negocio y el análisis financiero orientado a los distribuidores identificados en el flujo de la cadena de suministro, comercializando los paneles solares usados e incluyéndolos dentro de su estrategia.

En adelante, este TFM será abordado con una estructura que proporciona una guía clara y lógica sobre la investigación académica realizada, que está orientada al análisis del modelo de negocio propuesto con el desarrollo de 5 apartados. En el primer apartado, se realiza un análisis PESTEL para identificar los factores del entorno estratégico externo del mercado, el segundo describe el contexto del mercado energético a través de un análisis sectorial. A continuación, se plantea el modelo de negocio a través de la herramienta de gestión empresarial Canvas que incluye las nueve dimensiones de las áreas principales de los negocios. Finalmente, se plantea el análisis económico que permita evaluar la viabilidad del modelo.

Finalmente, este documento plantea en sus dos últimos apartados, el análisis económico realizando una estimación de la aplicación del modelo y por último las conclusiones generales del TFM.

## **2.1 OBJETIVOS DEL TFM**

El objetivo general del TFM es el análisis de viabilidad de un modelo de negocio que incluya paneles solares de segunda mano, orientado específicamente a las empresas de instalación de paneles solares.

Para ello, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Análisis actual.
- Definición de la estrategia de desarrollo del producto para las empresas distribuidoras de paneles usados.
- Valoración económico-financiera de la compra e instalación de paneles solares de segunda mano.

## **2.2 CONTEXTO DEL TFM**

Tal como se mencionó en la introducción del presente TFM, este análisis toma como referencia cuatro trabajos de grado anteriormente presentados en la Universidad de Valladolid, sobre los cuales se basa el diseño del modelo de negocio que se analizará para las empresas de instalación de paneles solares en España. En ese sentido, se indica a continuación la estructura global de estos trabajos realizados y las investigaciones individuales que apoyan la base del análisis de este proyecto:

1. TFG-I-1880. El objetivo de este trabajo fue, el análisis de un sello de calidad para paneles solares de segundo uso, definiendo un procedimiento de evaluación propio ante la evaluación del sector de segunda mano y los estándares de calidad.
2. TFG-I-2021. Este trabajo analizó el estudio de la rentabilidad de la reutilización de paneles solares en pequeñas plantas fotovoltaicas.
3. TFM-E-175, El objetivo de este TFM fue la creación de una spin-off y el modelo financiero para la empresa Faetón.
4. TFM-E-174, En este trabajo de fin de máster se planteó la creación de una spin-off en el sector de paneles solares de segunda mano

Teniendo en cuenta las conclusiones de cada uno de los trabajos anteriormente mencionados e integrando los conceptos que ya se han analizado previamente

en el mercado de los paneles solares de segunda mano, es importante definir lo que significa “el modelo de negocio”.

Acerca de este concepto, son múltiples las definiciones que se pueden encontrar en la literatura, pero uno de los que recoge la definición de manera más detallada es la de Osterwalder, Pigneur y Tucci [5] quienes definen un modelo de negocio como “Una herramienta conceptual que contiene un conjunto de elementos y sus relaciones y que nos permite expresar la lógica de negocio de una empresa específica. Es la descripción del valor que una empresa ofrece a uno o varios segmentos de clientes y de la arquitectura de la empresa y su red de socios para crear, comercializar, y aportar este valor a la vez que genera un flujo rentable y sostenible de ingresos”. En este sentido, es importante valorar los 9 principales elementos de un modelo de negocio y que se encuentran claramente definidos en el modelo Canvas: el segmento de clientes, la propuesta de valor, los canales, las relaciones con los clientes, las fuentes de ingreso de la empresa, los recursos claves, las actividades clave, la estructura de costes y las alianzas claves para la compañía.

De acuerdo con una correcta definición de los elementos antes mencionados, es vital reconocer en ese análisis, el atractivo de mercado (en este caso en el mercado de los paneles solares de segundo uso) que aportaría el valor suficiente a las empresas para identificar un posicionamiento diferencial de los competidores. Tal como lo menciona Ricart, Joan E [5], “para persistir en estos resultados las organizaciones desarrollan recursos y capacidades difíciles de imitar como base para su sostenibilidad”.

Finalmente, el modelo de negocio tal como se ha explicado en este contexto, aporta una conexión vital entre la propuesta y la implementación de la estrategia y constituye la idea de explorar constantemente diferentes enfoques y perspectivas, como un ciclo de vida continuo dentro de la gestión de las empresas.

### **3 ANÁLISIS PESTEL**

Con el objetivo de realizar un análisis del entorno externo para poder plantear de manera adecuada un modelo de negocio que se adapte a las necesidades actuales del mercado, se utilizará el análisis PESTEL. PESTEL es un acrónimo de los factores: Políticos, Económicos, Sociales, Tecnológicos, Medio Ambientales y Legales que son catalogados como factores externos que por lo general están fuera del control de cualquier organización y que permiten evaluar la entrada de una nueva propuesta junto con las amenazas y oportunidades que derivan del contexto.

Son muchos los factores específicos de un país, región, ciudad o sector, por lo tanto, un análisis PESTEL se llevará a cabo en este proyecto específicamente para identificar cuáles son los factores más relevantes a tener en cuenta en la propuesta de valor del nuevo modelo de venta para los paneles solares de segunda mano y los posibles riesgos y oportunidades aprovechables dentro de la misma.

### 3.1.1 FACTORES POLÍTICOS

- ✓ **Regulaciones y Políticas Energéticas:** El gobierno español cuenta con políticas de apoyo al uso de energías renovables, incluyendo incentivos fiscales y subvenciones para instalaciones solares. Estas ayudas existen tanto a nivel estatal como regional con programas como el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) que fomentan la adopción de Energía Solar. Sin embargo, las regulaciones específicas para paneles solares de segunda mano pueden ser menos claras y necesitan aun ser desarrolladas.
- ✓ **Incentivos Gubernamentales:** Existen programas gubernamentales que promueven el uso de energía solar, pero puede que no estén diseñados específicamente para paneles solares de segunda mano. El apoyo adicional para el reacondicionamiento y reutilización podría mejorar la viabilidad de este mercado.
- ✓ **Estabilidad Política:** En los últimos años, los partidos políticos en España han expresado su apoyo a las energías renovables. La mayoría de los partidos políticos han apoyado la iniciativa de la UE aprobada en Bruselas en el año 2007 en la que se estableció que el 20% de la energía que se consume proceda de fuentes renovables y que sigue vigente con el Paquete de Energía y Cambio Climático 2013-2020 que se aprobó en 2008, según se confirma en la página del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico [23].  
En este sentido, el entorno político es positivo, pero hay que tener en cuenta que las ayudas pueden ser modificadas o retiradas en cualquier cambio a nivel político que así lo indique o que generen regulaciones nuevas que limiten la viabilidad de la comercialización.

### 3.1.2 FACTORES ECONÓMICOS

- ✓ **Subvenciones y Financiación:** Reforzando el concepto mencionado en los factores políticos de este análisis, la disponibilidad de financiamiento y subvenciones para energía solar en general es un factor económico clave. Con lo cual, la inclusión de paneles solares de segunda mano en estos programas podría incentivar su adopción en el mercado y principalmente en el consumo del usuario final de éste servicio.

- ✓ **Precios y fluctuaciones de mercado:** Una variable importante en el análisis de los factores económicos es el precio, debido a que los precios de las energías renovables no son tan propensos a las fluctuaciones del mercado como el petróleo o el gas natural. En el caso del petróleo por ejemplo y su gran escasez en el mercado mundial, ya se comienzan a utilizar las reservas con la repercusión en los precios del petróleo que esto conlleva. Caso diferente al que sucede con las energías renovables y paneles solares específicamente, teniendo en cuenta que no depende de un recurso natural propenso a la explotación finita.
- ✓ **Crecimiento del Mercado Solar:** De acuerdo a lo mencionado en el apartado “3.2 MERCADO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA” de éste documento, se evidencia que el mercado solar en España se encuentra en expansión, lo que favorece la demanda de soluciones más económicas y sostenibles. Esto incluye los paneles de segunda mano, para los cuales se espera el aumento de la inversión en sistemas de energía renovable produciendo como consecuencia miles de empleos en el país.

### 3.1.3 FACTORES SOCIALES

- ✓ **Conciencia Ambiental:** Existe una creciente tendencia hacia la conciencia y demanda por productos sostenibles y ecológicos. Muestra de ello, es la implementación de las prácticas y políticas de RSC en gran parte de los mercados de las diferentes industrias, que se han preocupado por impulsar los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) dentro de las estrategias integrales, impulsando las múltiples dimensiones de la responsabilidad social, con un enfoque importante en la sostenibilidad ambiental.  
En este sentido, los paneles solares de segunda mano pueden beneficiarse de esta tendencia al ser una opción más ecológica, en concreto, siendo un mercado orientado al ODS No.7 “Energía asequible y no contaminante” que tal como lo resalta las Naciones Unidas (UN), “para garantizar acceso universal a electricidad asequible en 2030, es necesario invertir en fuentes de energía limpia, como la solar, eólica y termal. Ampliar las infraestructuras y mejorar la tecnología para suministrar energía limpia en todos los países en desarrollo son objetivos cruciales que contribuyen tanto al desarrollo como al medioambiente” [24].
- ✓ **Educación y Aceptación del Público:** La percepción del público sobre la calidad y fiabilidad de los paneles solares de segunda mano podría influir en su aceptación. Existen actualmente, múltiples campañas educativas que pueden mejorar significativamente la percepción y aumentar la adopción de sistemas de éste tipo.
- ✓ **Demografía:** España, es actualmente un mercado diverso con un creciente número de consumidores, principalmente jóvenes y conscientes

del medio ambiente y su cuidado, lo que podría ser más receptivo a la compra de productos de segunda mano.

### 3.1.4 FACTORES TECNOLÓGICOS.

- ✓ **Avances en Reacondicionamiento:** La tecnología para reacondicionar y probar paneles solares de segunda mano está mejorando, aumentando la calidad y fiabilidad de estos productos cada vez más. Desde la óptica tecnológica en la fabricación de los paneles solares, el principal material objeto de reciclaje es el silicio, el cual representa más del 90% de los módulos fotovoltaicos. Con lo cual, ha sido el material que se “ha reducido de manera significativa y que, durante los últimos quince años ha disminuido desde alrededor de 16 g/W a aproximadamente 4 g/W, debido a una mayor eficiencia y a obleas más delgadas”. [25]

En este sentido, tanto el aumento de la eficiencia como el aumento de la producción (economías de escala) viene de la mano de una reducción considerable en cuanto al coste por vatio de cada unidad fotovoltaica. Adicionalmente, los principales factores de éxito que han permitido que la energía fotovoltaica se posicione a la cabeza de las renovables son:

- Grado de utilización del Silicio: Durante los últimos 15 años, la cantidad de Silicio utilizado en los paneles solares ha disminuido de 16 g/W a 4 g/W.
- Grado de amortización según zona la geográfica.
- Reducción del precio de los módulos fotovoltaicos: alrededor de un 34% en los últimos 38 años gracias a los continuos avances tecnológicos junto con una producción cada vez mayor.

### 3.1.5 FACTORES ECOLÓGICOS

- ✓ **Sostenibilidad y Reciclaje:** Los paneles solares tienen una vida útil larga, pero eventualmente necesitan ser reemplazados. La reventa y reutilización de paneles solares usados ayuda a reducir los residuos electrónicos y el impacto ambiental asociado con su eliminación.

En este sentido la energía solar es clave para los planes mundiales de reducción de la dependencia de combustibles fósiles, teniendo en cuenta que la vida útil de un panel solar suele ser de unos 25 años, esto quiere decir que a partir de esta década una inmensa cantidad de células van a comenzar a desecharse, provocando un enorme desafío, que es a la vez una inmensa oportunidad de negocio: el reciclaje de esos paneles.

“Actualmente en todo el mundo se generan más de 30.000 toneladas de residuos de paneles solares cada año, y se calcula que para 2035 esa

cantidad se amplíe al millón cada año, según datos de BloombergNEF citados por el Wall Street Journal.

Lo que parece un enorme problema es también una tremenda oportunidad económica: un estudio de la Agencia Internacional de la Energía Renovable de junio de 2016 estimaba que para 2050 los desechos de paneles solares alcanzarían los 78 millones de toneladas, con un valor económico de 15.000 millones de dólares (14.236 millones de euros, al cambio actual).” [30]

- ✓ **Regulación Medioambiental:** Políticas medioambientales estrictas en España y la UE apoyan prácticas sostenibles y pueden favorecer la adopción de paneles solares de segunda mano. La Unión Europea (UE) estableció en 2012 la responsabilidad por parte de los fabricantes de paneles solares efectuar la labor de reciclaje. Se regula de forma oficial bajo la Directiva 2012/19/UE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).

“A través del Real Decreto 110/2015, España apoya la iniciativa, obligando a reciclar los paneles solares una vez el periodo de vida útil haya finalizado por parte de los productores e importadores, del mismo modo que aplica la ley europea. Gracias a esta iniciativa, los miembros de la red se comprometen a crear un producto que sea sostenible en el procedimiento productivo, después de la compra y en la etapa de desmantelamiento. De hecho, la Comisión Europea anunció en 2012 la obligación de que el 80% de los residuos fotovoltaicos pudieran reutilizarse y reciclarse a partir de 2018” [22].

Por otra parte, la UNEF (Unión Española Fotovoltaica) ha desarrollado un documento relativo a las buenas prácticas sostenibles en la que se definen distintas medidas aplicables para reducir el impacto ambiental en cuanto a la fabricación y utilización de paneles solares, las cuales se muestran a continuación:

- *“La integración con el entorno, clave para la protección de la biodiversidad.* El eje centrado en el impacto de las instalaciones destaca la importancia de proteger la biodiversidad y las especies locales de los entornos en los que se pongan en marcha. Con este objetivo, el documento plantea, entre otros, un vallado adecuado de las instalaciones para evitar la fragmentación de los hábitats, así como la extensión de los estudios de seguimiento de avifauna.
- *Instalaciones fotovoltaicas como impulsoras de la economía local.* El eje de impacto local planteado en las recomendaciones de UNEF destaca la preferencia por la contratación de personal local,

por los suministradores locales y por la integración de colectivos con dificultades de inserción laboral.

- *Hacia la sostenibilidad total de los parques fotovoltaicos*. En materia de impacto global, el documento plantea el fomento de una I+D que maximice la sostenibilidad ambiental de las instalaciones priorizando la reducción del uso del suelo mediante el aumento de la energía generada por hectárea, entre otras medidas” [31].

### 3.1.6 FACTORES LEGALES.

- ✓ **Normativas de Seguridad y Calidad:** Es necesario cumplir con regulaciones de seguridad y calidad para paneles solares de segunda mano. Sin embargo, en el caso de los paneles solares de segunda mano, la falta de estándares claros puede ser un desafío, pero también una oportunidad para establecer normativas específicas.

En este sentido, las regulaciones iniciales para los paneles de segundo uso se extienden a las normativas del entorno nacional y europeo aplicables al uso de tecnologías renovables. Se destacan a continuación las más destacables dentro del marco normativo nacional (España):

- **Circular 1/2018:** Regulación de la garantía de origen de la energía eléctrica procedente de fuentes de energía renovables.
- **Real Decreto 413/2014:** Regulación en cuanto a la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables.
- **Real Decreto-ley 23/2020:** Utilización de fuentes de energías renovables como motor para la recuperación económica debido a la crisis sanitaria.
- **Ley 15/2012:** Armonización del sistema fiscal de forma que sea más eficiente y respetuoso con el medio ambiente.
- **Real Decreto-ley 15/2018:** Medidas en consonancia con la transición energética centrado en la des carbonización y descentralización de la producción.
- **Real Decreto 244/2019:** Condiciones técnicas, administrativas y económicas en relación al autoconsumo de energía eléctrica.

Por otro lado, y en el ámbito del marco normativo europeo, se encuentran las siguientes:

- **Regulación (EU) 2018/1999:** Base legislativa necesaria que garantice la consecución de los objetivos y metas de 2030 y a largo plazo de la Energía.

- **Regulación (EU) 2019/941:** Marco regulatorio en cuanto a la mejora de la seguridad respecto a la producción y utilización de energía eléctrica.
  - **Directiva (UE) 2018/2001:** Marco regulatorio en cuanto a promoción de utilización de energía procedente de fuentes renovables.
  - **Regulación (EU) 2019/943:** Marco regulatorio para garantizar el funcionamiento del mercado interior de la electricidad.
  - **Directiva (EU) 2019/944:** Directiva de acuerdo a la manera de abordar los obstáculos persistentes en relación al mercado interior de la electricidad.
  - **Directiva (EU) 2018/2002:** Estrategia energética europea con aplicación de políticas respecto al cambio climático y visión de futuro.
- ✓ **Certificación de producto:** Las leyes de protección al consumidor en España aseguran que los compradores de paneles solares de segunda mano reciban productos seguros y de calidad. De esta manera uno de los factores legales más importantes es la identificación de los esquemas de certificación bajo normas internacionales de referencia, a través de los laboratorios que actúan como entidades de certificación. A nivel de calidad, este tipo de sellos garantizan ante los clientes un producto certificado.

En el sector de los sellos de calidad, existen organismos nacionales e internacionales que regulan los aspectos legales en cuanto a la comercialización de paneles solares de segunda mano y su certificación de idoneidad. Se destacan principalmente ENAC y UNEF en el ámbito nacional e IEC, ISO y UNE en el ámbito internacional, sin olvidar también los laboratorios independientes, quienes son de ambos subsectores debido a que prestan un servicio de asesoramiento en cuanto a procesos de calidad y análisis del estado de los módulos fotovoltaicos.

En el ámbito nacional, a su vez organismos como ENAC reconoce entidades de certificación como:

- **IECEE:** el Sistema IEC para esquemas de evaluación de la conformidad para equipos y componentes electrotécnicos, es un sistema de certificación multilateral basado en las normas internacionales IEC. Sus miembros utilizan el principio de reconocimiento mutuo (aceptación recíproca) de los resultados de las pruebas para obtener certificación o aprobación a nivel nacional en todo el mundo.
- **IECRE:** El Sistema IEC de Certificación de Normas Relacionadas con Equipos para Uso en Aplicaciones de Energía Renovable

(IECRE) tiene como objetivo facilitar el comercio internacional de equipos y servicios para uso en los sectores de energía renovable manteniendo al mismo tiempo el nivel requerido de seguridad y rendimiento.

- **SRCC:** Solar Rating & Certification Corporation (ICC-SRCC) es un organismo de certificación externo acreditado por ISO/IEC 17065 que se especializa en productos de calefacción y refrigeración solar. Las certificaciones, calificaciones y listados de ICC-SRCC se aceptan en toda Norteamérica. Los estándares de consenso de ICC-SRCC están referenciados por programas de incentivos, regulaciones, legislación y códigos de construcción especificados. ICC-SRCC también proporciona listados de productos solares utilizados por muchos profesionales de cumplimiento de códigos.
- **Solar Keymark:** La Red Solar Keymark es el marco operativo en torno a Solar Keymark. Está formado por los operadores de Solar Keymark (organismos de certificación, laboratorios de pruebas e inspectores) y representantes de la industria. La Red Solar Keymark (SKN) decidió apoyar actividades relacionadas con el desarrollo y la promoción del esquema de certificación Solar Keymark y las normas relacionadas, creando el Fondo de Certificación Solar (SCF) en 2009.

En conclusión, de acuerdo con el análisis PESTEL desarrollado para la venta de paneles solares de segunda mano en España, revela un entorno favorable, con importantes oportunidades impulsadas por la conciencia ambiental, las políticas de energía renovable y las ventajas económicas. Sin embargo, existen desafíos relacionados con la regulación, la percepción del consumidor y la necesidad de avances tecnológicos. Abordar estos retos mediante cadenas de consumo claras, educación al consumidor y mejoras tecnológicas puede potenciar el crecimiento y la aceptación de este mercado.

#### **4 ANALISIS SECTORIAL – ESTUDIO DE LAS 5 FUERZAS DE PORTER**

A continuación, se realizará un análisis de las fuerzas de Porter que resultan relevantes para el diseño de la propuesta del modelo de negocio.

##### **4.1 COMPETENCIA EN EL MERCADO**

En este apartado se estudiará el mercado en el sector energético. Para esto se analizará el mercado energético en España, mencionando algunos competidores

importantes del sector y a continuación un breve resumen del mercado concreto de los paneles solares.

#### **4.1.1 EL MERCADO ENERGETICO**

En España, el sector energético es un pilar estratégico para la política exterior e interior del país, tal como se evidencia en la aportación al PIB del sector en su conjunto, sumando el 19,6% de acuerdo con el análisis realizado por “Noventa energía” en noviembre del 2023 [8]. Adicionalmente es un sector que genera empleo en diversas áreas, desde la producción de energía hasta la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías.

En este sentido, hay un movimiento importante que realizan las compañías productoras de energía diariamente, generando ofertas económicas para vender su electricidad mediante mercados mayoristas. Estas ofertas se cruzan con las demandas realizadas a su vez por los comercializadores, las distribuidoras y algunos grandes consumidores, creando una relación entre la oferta y la demanda, permitiendo obtener el precio de la electricidad bajo la supervisión del Ministerio de Economía y Competitividad, quien actúa como ente regulador y es quien vela por el funcionamiento del mercado.

Históricamente y como resultado de la oferta y la demanda del sector energético, particularmente en España y algunos otros países de Europa, hay una característica principal, que ha sido la escasez de los combustibles fósiles. Esta escasez ha tenido una implicación importante en la tasa de dependencia de las importaciones de energía en España, que además es superior a la media europea.

Según los últimos datos de Eurostat, la tasa de dependencia de las importaciones de energía en España fue de aproximadamente el 66,8% en 2022. Esto implica que el país importó más de dos tercios de la energía primaria consumida, mientras que solo el 31% provino de fuentes de energía nacionales. En el año 2020 y dado el impacto del COVID, hubo una tendencia a la baja de esta dependencia energética, sin embargo, a medida que retornó el mercado a la normalidad (2021 - 2022) volvió a subir esta tendencia, adaptándose nuevamente el modelo habitual pero ahora con un componente importante en la inclusión de energías renovables.

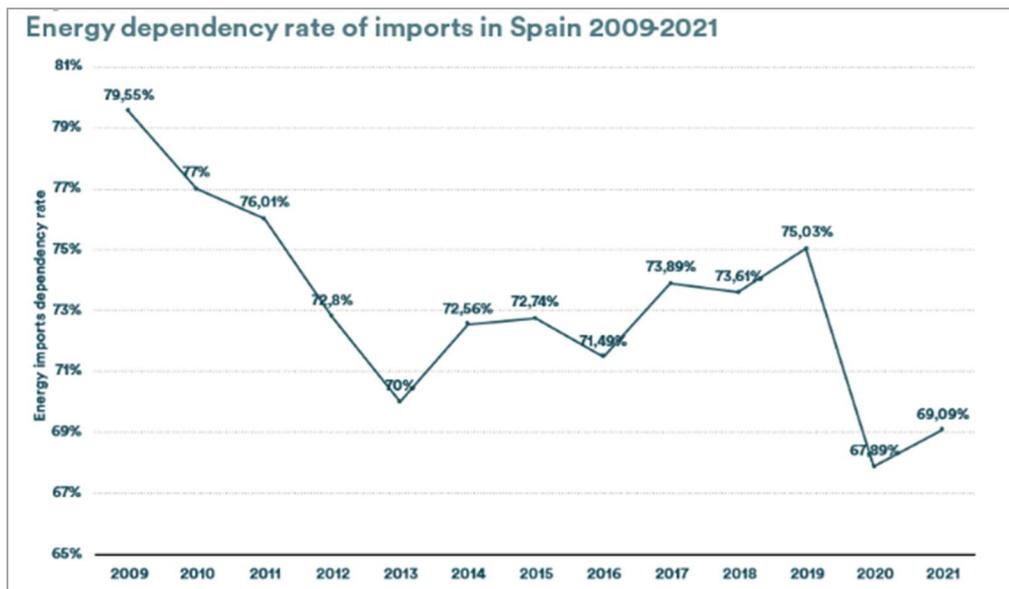


Ilustración 1 - Dependencia energética de España 2009-2021. Tomado de <https://www.norvento.com/blog/el-sector-energetico-en-espana/>

Dadas estas cifras, la diversificación de fuentes energéticas y la promoción de la producción nacional se convierten en aspectos importantes para reducir la dependencia de la energía externa. Teniendo en cuenta además que las políticas europeas han procurado aumentar la electrificación en el día a día del consumidor, con el aumento por ejemplo de la movilidad eléctrica, la electrificación de los procesos productivos, el aumento del almacenamiento y consumo tecnológico y aumentando cada vez más la necesidad de adaptación a nuevas formas de generación de energía para soportar toda esta nueva carga.

En términos generales, la alta producción de energía eléctrica en España continúa enfrentándose al problema de la dependencia del recurso. Todo ello acrecentado por una red de distribución insuficiente para la gran potencia pico que se augura para los próximos años. Una mejora en dicha red de distribución permitiría tener más disponibilidad inmediata de energía disponible presas con excedentes, adaptar los picos de producción y consumo para todo el país.

#### 4.1.1.1 EL MERCADO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

El mercado eléctrico español se hace público por primera vez en 1988 a través del sistema de asignación de costes e ingresos del sector en España. A partir de allí y hasta el año 1997 el sistema eléctrico español estuvo estructurado como un sistema regulador en el que el cual el Gobierno establecía el precio de la electricidad, que retribuía los costes totales incluidos a un conjunto de compañías eléctricas privadas, con excepción de “Endesa”, una compañía pública que fue

fundada con el objetivo de generar carbón nacional y que hasta ese momento suministraba casi un tercio del mercado.

En el año 1997, inició el proceso de “liberación” del sector eléctrico en España, debido a que Bruselas exigió introducir competencia en esta actividad económica estratégica que hasta ese momento había estado prácticamente intervenida por el Estado Español, dando lugar a la ley “54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico” que liberalizó el mercado eléctrico en este país. Posteriormente, esta ley tuvo diversas modificaciones *en virtud de la Ley 53/2002 de 30 de diciembre, de la Ley 24/2005 de 18 de noviembre y de la Ley 17/2007 de 4 de julio*. Años después, esta ley fue derogada mediante la nueva ley del Sector Eléctrico 24/2013 aprobada en diciembre de 2013 que, mantiene hasta la fecha la estructura básica del sector.

Durante este proceso de liberación eléctrico, España vivió cierta flexibilidad en el marco regulatorio permitiéndole un intercambio libre de energía eléctrica en un mercado que se encuentra sujeto a reglas competitivas dadas por el mismo sector y lo más importante, la elección libre del “suministrador” por parte de los consumidores finales.

En los años siguientes, más exactamente hacía el año 1998, el marco legal del ministerio de Industria determinaba cuánta y de qué tipo era la energía que se iba a consumir al año siguiente en el país. De la generación de este recurso se encargaban las compañías eléctricas, que por aquel entonces conformaban un grupo específico de empresas de generación, distribución y transporte. De acuerdo con la planificación de cada Gobierno de turno se iban determinando los precios de las tarifas denominadas “integrales”, y éstas a su vez recogían los costes de los tres subsectores eléctricos, con el objetivo de que percibieran la utilidad suficiente todos los participantes de la cadena de suministro.

Por aquella época, el mercado mayorista fue el líder y fue ese el momento en el que las empresas vendían y compraban la energía con unos precios bastante marginales. En este nuevo orden, muchas empresas aseguraban que este sistema de comercialización no les estaba permitiendo recuperar los costes fijos de las inversiones, con lo cual el Gobierno decidió incentivar a las empresas con los costes que se llamaron en su momento “Costes de transición a la competencia” con una inyección de casi un billón de las antiguas pesetas. Así entonces, las directrices comunitarias, empezaron a orientarse en dos factores principales: uno, la separación de las actividades en competencia (generación y comercialización) de las actividades reguladas (transporte y distribución) y dos, garantizar el acceso a las redes de transporte y distribución, para poder desarrollar un entorno de competencia en el sector. De esta manera, el objetivo fue mejorar tanto la calidad del servicio como la mejora en los servicios energéticos.

Esta separación entre las actividades de comercialización y distribución marcó en adelante, un hito importante en la forma en la que los consumidores se empezaron a relacionar con su compañía eléctrica y en el modo en que las empresas generadoras y comercializadoras vendían y compraban su energía.

Bajo este contexto, desde ya hace varios años, se ha generado un incremento significativo en la capacidad de elección del consumidor y una mayor transparencia en la fijación y elección de los precios, pues tal como lo señala BEATO BLANCO, Paulina. [7] “el consumidor debe estar informado de su posibilidad de cambiar de proveedor y debe ser capaz de comparar las distintas ofertas que ofrece el mercado”. No obstante, varios expertos coinciden en señalar que la liberación del sector no ha sido del todo completa aún, entre varias razones porque hay muy poca competencia en el mercado mayorista. Esto teniendo en cuenta que entre un grupo muy reducido de empresas manejan más del 80% de la energía de España que se cierra en el mercado todos los días y esas mismas empresas se integran verticalmente: tienen actividades de distribución y comercialización que concentran un área geográfica enorme.

#### **4.1.1.2 EL MERCADO DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA**

A pesar de los avances, el sector de la energía enfrenta desafíos como la dependencia histórica de los combustibles fósiles y la necesidad de modernizar la red eléctrica. Este desafío ha hecho que las energías renovables estén marcando el rumbo de los últimos años sobre el cambio energético del país. Los acuerdos firmados en la lucha contra el cambio climático, y el mantenimiento de una política energética común europea han demostrado ser una “cura” de acuerdo con los patrones de oferta y demanda en la generación y consumo. Sumado a estos cambios, hay retos importantes en la adaptación de las redes eléctricas, fundamentales para ligar generación y consumo, debiendo implementar nuevas soluciones que permitan aumentar la utilización de recurso renovable, canalizando esta generación renovable no gestionable hasta hace muy pocos años.

De acuerdo con el informe del año 2022 de la REE (Red Eléctrica Española) citado en el análisis realizado por “Noventa enerxía” en noviembre del 2023 [8], hay una producción de energía de más del 50% procedente de la energía eólica y un **24%** proveniente de la energía solar fotovoltaica.

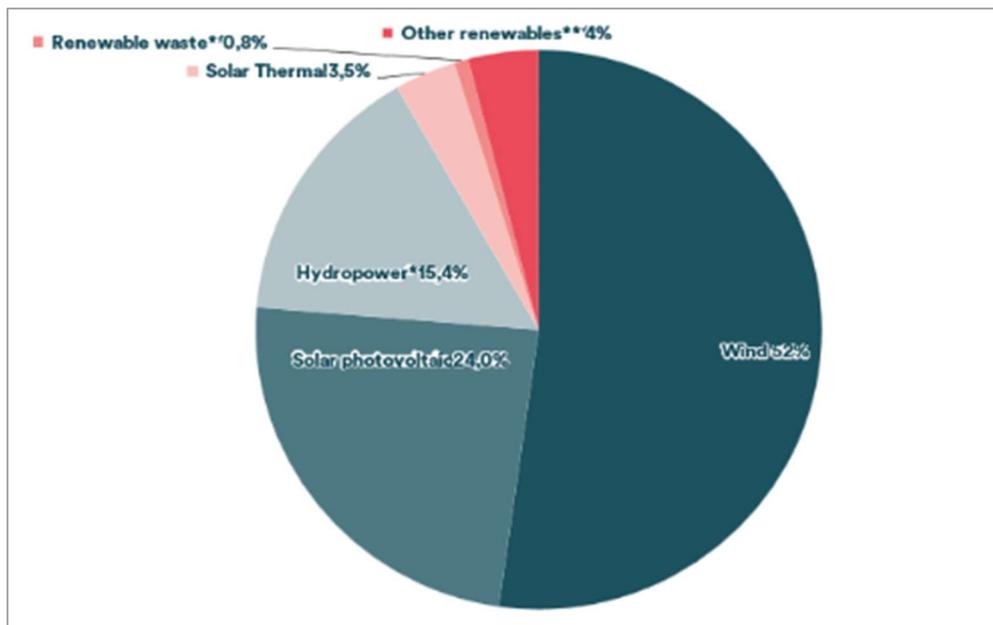


Ilustración 2 - Dependencia energética de España 2009-2021. Tomado de: <https://www.norvento.com/blog/el-sector-energetico-en-espana/>

Dicho lo anterior, la energía solar fotovoltaica, es una fuente de energía que produce electricidad con el componente más importante, es **renovable**. Con lo cual se obtiene directamente de la radiación solar mediante dispositivos semiconductores denominados células fotovoltaicas. Esta energía se utiliza principalmente para producir energía eléctrica a grandes escalas y actualmente se aplica en procesos industriales, comunidades de viviendas y comunidades que se encuentren aisladas de la red eléctrica común.

La energía solar fotovoltaica es una tecnología versátil, que está desempeñando un papel muy importante y primordial en la transición hacia un sistema energético mucho más limpio, ya que solo genera CO<sub>2</sub> en su proceso de fabricación, y más sostenible a nivel nacional y en consecuencia a nivel mundial. En este sentido, los sistemas solares fotovoltaicos vienen abriendo un camino importante en España, debido principalmente a un crecimiento en la potencia que se ha ido instalando por toda la península, lo que ha colocado al país en las primeras posiciones respecto al resto de países europeos en la en las energías renovables.

Ahora bien, al tratarse de una fuente de energía natural, presenta una serie de ventajas y desventajas respecto a su consumo y explotación entre las cuales podemos destacar las siguientes:

#### **Ventajas:**

- La materia prima procede del sol y es gratuita
- Es una energía limpia e inagotable

- Evita la dependencia de otras energías como el petróleo que son en un alto porcentaje muy contaminantes
- Es una energía silenciosa
- Esta energía puede aprovecharse directamente, o bien ser convertida en otras formas útiles como, por ejemplo, en electricidad.

### **Desventajas:**

- Es intermitente. Tiene periodos de máxima producción y otros de escasa o nula producción.
- Requiere sistemas de almacenamiento que están en actual desarrollo, pero que aún tienen un coste elevado.
- Elementos como las células solares requieren para su fabricación materias primas muy escasas como el telururo de cadmio (CdTe).
- Requiere mucho espacio. Actualmente, la media global aproximada está en 170 W/m<sup>2</sup>. Este valor es mucho más elevado que otros sistemas de generación de energía como la energía termo solar o la energía nuclear.

En consecuencia, aunque es una fuente “inagotable” de energía, ha supuesto retos importantes para ir mitigando una a una las posibles desventajas que puede suponer el uso y la explotación de la energía solar. Sin embargo, es importante mencionar, que, para uno de los puntos mencionados anteriormente, en el caso de España, hay una privilegiada climatología en comparación con otros países de Europa y se ha convertido en uno de los líderes mundiales en energías renovables. Según los datos de la REE (Red Eléctrica de España), la energía solar fotovoltaica tiene una participación actual (año 2024) del 21%, llegando casi a situarse en un lugar muy similar al de la energía eólica y superando por mucho a la energía hidráulica.

POTENCIA INSTALADA (%)   SISTEMA ELÉCTRICO: Nacional	
05/2024	
	May/24
Hidráulica	13,7
Turbinación bombeo	2,7
Nuclear	5,7
Carbón	1,8
Fuel + Gas	0,0
Motores diésel	0,6
Turbina de gas	0,9
Turbina de vapor	0,4
Ciclo combinado	21,0
Hidroeléctrica	0,0
Eólica	24,8
Solar fotovoltaica	21,0
Solar térmica	1,8
Otras renovables	0,9
Cogeneración	4,5
Residuos no renovables	0,3
Residuos renovables	0,1
<b>Potencia total</b>	<b>100,0</b>

Ilustración 3 - POTENCIA INSTALADA (%) | SISTEMA ELÉCTRICO: Nacional. Tomado de: <https://www.ree.es/es/datos/generacion/potencia-instalada>. Fecha de exportación: 19/05/2024 - 21:04:11

Por otro lado, el año anterior (2023) el periódico digital elmundo.es [9], informo que “la mayor aportación a la generación de riqueza del país fue la realizada por la *energía solar fotovoltaica* con un total de 6.398 millones de euros de aportación, muy superiores a los casi 2.000 (1.958) millones de euros que generó la misma, pero en términos de autoconsumo. Es este último el que presentó a lo largo de 2022 un aumento más que significativo pasando de aportar 729 millones de euros en 2021, a hacerlo en 1.958 millones. De hecho, durante este ejercicio se incorporaron 2.649 MW de nueva potencia repartida en 240.000 instalaciones de consumo propio, que ya aglutina un total 5.211 MW.” Adicionalmente y en consecuencia de este incremento en la aportación al PIB nacional, como un dato no menor, la energía fotovoltaica también está incrementando el índice de empleo, con más de 10.700 nuevos puestos creados para el 2022.

Así entonces, la producción de energía solar fotovoltaica en el país se ha disparado a un ritmo récord, según la información proporcionada por DPV ENERGY [10] tomada del informe “Instantánea de los Mercados Fotovoltaicos Globales 2024” de la Agencia Internacional de la Energía (AIE), en el año 2023 España instaló 7,7 gigavatios (GW) de nueva capacidad solar fotovoltaica,

elevando su capacidad total acumulada a 37,6 GW, lo que logró colocar al país en el sexto lugar del mundo gracias a la nueva capacidad añadida y en el mismo puesto por capacidad solar acumulada y como líder en energía fotovoltaica.

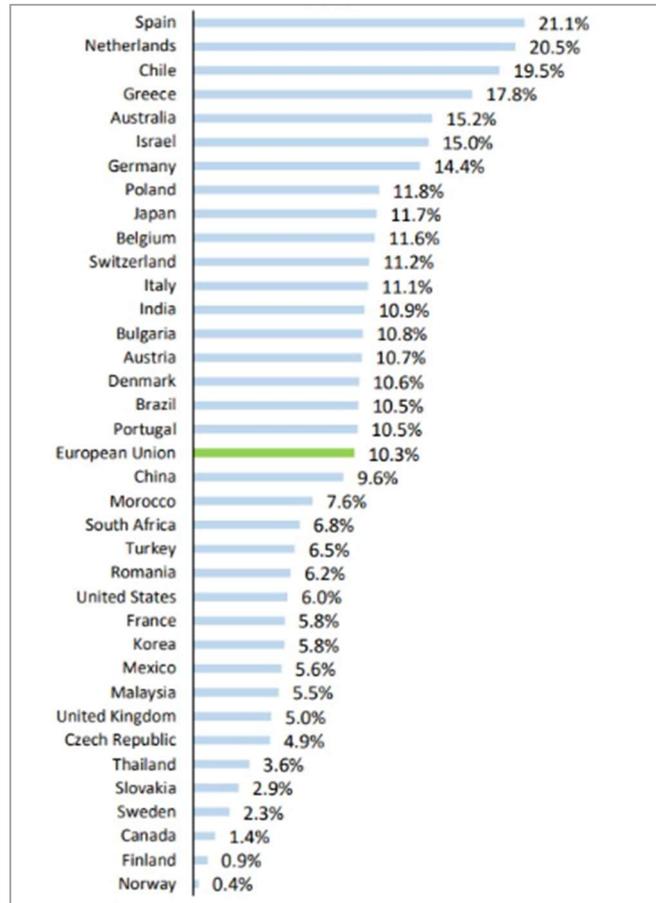


Ilustración 4 – THEORETICAL PV PENETRATION. Tomado de: <https://dpvenergy.com/espana-penetracion-de-energia-solar-fotovoltaica/>

Esta posición la ha logrado España en el mercado de energía solar, gracias a tres aspectos relevantes. El primero de ellos es la abundancia de sol, ya que como se había mencionado anteriormente en este análisis, el país tiene una posición demográfica privilegiada y disfruta de una alta cantidad de horas de sol al año, lo que ha convertido al país en un lugar ideal para la generación de energía de solar. El segundo aspecto, está asociado al compromiso con las energías renovables, pues existen ambiciosos objetivos a nivel nacional donde la producción de energía renovable y solar fotovoltaica son piezas claves en este plan. Y por último y no menos importante, se encuentra la reducción de los costes, puesto que los precios de los paneles solares se han reducido significativamente en los últimos años, lo que ha permitido que la energía

fotovoltaica sea mucho más accesible para hogares y para empresas de diferentes sectores e industrias.

Para los siguientes años, España espera continuar siendo un país líder en la energía solar fotovoltaica, ya que el gobierno ha establecido el objetivo de generar el 37% de su electricidad a partir de fuentes renovables para el año 2030 y la energía fotovoltaica juega un papel primordial en esta meta.

#### **4.1.1.3 EL MERCADO DE PANELES SOLARES**

La energía solar fotovoltaica según la RAE es “la energía obtenida a partir de la radiación del sol y utilizada para usos térmicos mediante colectores o para generar electricidad con paneles fotovoltaicos”. Estos paneles están basados en la energía solar, a través de emisión de energía que envía el sol a la Tierra con cuatro mil veces más energías que la que consumimos.

Los primeros paneles solares fueron producidos en los años 50 para utilizarse en satélites espaciales y a partir de los años 70 fue cuando se abrió al resto del mundo. De hecho, “la primera aplicación en la historia de esta tecnología fue para una misión espacial: la nave Vanguard I utilizó un panel de menos de 1 vatio para alimentar su radio en 1958. A partir de entonces, la fotovoltaica se convirtió en la fuente de energía por excelencia para las aplicaciones espaciales. Prácticamente todos los satélites artificiales y sondas interplanetarias están equipados con ella, y la Estación Espacial Internacional cuenta con más de 400 metros cuadrados de paneles solares que le proporcionan unos 240 kilovatios de electricidad cuando está bañada por la luz solar” [11]. La fiabilidad que demostraron los paneles fotovoltaicos en este proyecto de la nave Vanguard I, supuso un enorme impulso para la industria fotovoltaica, no hubiera sido posible sin la existencia de los paneles solares fotovoltaicos y aunque las células solares encontraron un nicho en aplicaciones espaciales, como el programa espacial de la NASA de los Estados Unidos, donde se utilizaron en placas solares en satélites y otras naves espaciales, la célula solar fue un logro importante en la tecnología solar, pero para esa época todavía era demasiado costosa para su uso generalizado en la década de 1950 y 1960.

Fue en la década de 1970 cuando la energía solar comenzó a ganar impulso. Los precios de las placas solares comenzaron a bajar y los avances en la tecnología solar permitieron la creación de placas solares más eficientes y confiables. Además, la crisis energética de la década de 1970 llevó a un mayor interés en la energía solar y otras fuentes de energía renovable.

En la década de 1980, el costo de la energía solar había disminuido lo suficiente como para que se convirtiera en una opción viable para el uso en aplicaciones

comerciales y residenciales. “Sus aplicaciones prácticas comenzaron en ese momento a multiplicarse: protección contra la corrosión de oleoductos y gasoductos, iluminación de boyas marinas y faros, repetidores de sistemas de telecomunicaciones o sistemas de iluminación en líneas férreas. Para todas estas opciones la instalación de paneles solares resultaba más rentable económicamente y más eficiente en su labor” [12]. Desde entonces, la tecnología de la energía solar ha seguido avanzando, con la creación de células solares de mayor eficiencia y la creación de nuevos materiales para paneles solares, lo que ha permitido una mayor producción de energía.

Por otro lado, a partir de los años 80 aparecieron las primeras viviendas con electrificación fotovoltaica en países con economías potentes. Este concepto estableció un sistema provisional descentralizado en el que cada hogar empezaba a tener la posibilidad de generar su propia energía en lugar de establecer un sistema de distribución como tradicionalmente se hacía con la energía eléctrica.

Ha sido tal la evolución de la energía solar fotovoltaica que ya existen tres clases de instalaciones fotovoltaicas: la primera dedicada al autoconsumo directo, el segundo convertido a una red de distribución y el tercero para ser utilizado como autoconsumo con acumulación. En el caso de la instalación fotovoltaica para consumo directo tiene como finalidad de instalaciones fotovoltaicas. Por otro lado, se encuentra la instalación que se convierte a una red de distribución, este tipo de instalación no se consume de una manera directa, si no que se vierte a la red de distribución de la compañía distribuidora independientemente de la energía consumida y, a cambio, actualmente y gracias a los acuerdos provistos por el gobierno el consumidor recibe una compensación. Por último, se encuentra la instalación como autoconsumo con acumulación, que consiste en almacenar la energía producida en un momento dado del día para poder utilizarla cuando se necesite independientemente de la producción instantánea.

En ese sentido y dado el despliegue acelerado de las energías fotovoltaicas, en el año 2022 las instalaciones solares fotovoltaicas en España fueron la tecnología que más aumento su potencia instalada nacional incorporando más de 5.500 MW al parque de generación nacional, lo que supuso un incremento del 28,0 % respecto al año anterior, de acuerdo con los datos publicados en el “Informe resumen de energías renovables 2023” [13] en el sitio web de la REE. En este mismo informe, se representa la evolución de la generación de energía renovable con relevancia en Castilla y León, como un año en el que ha sido la comunidad con mayor potencia instalada renovable en España, alcanzando un cómputo de 13.046 MW verdes, lo que representa el 95,8 % de su parque de generación.

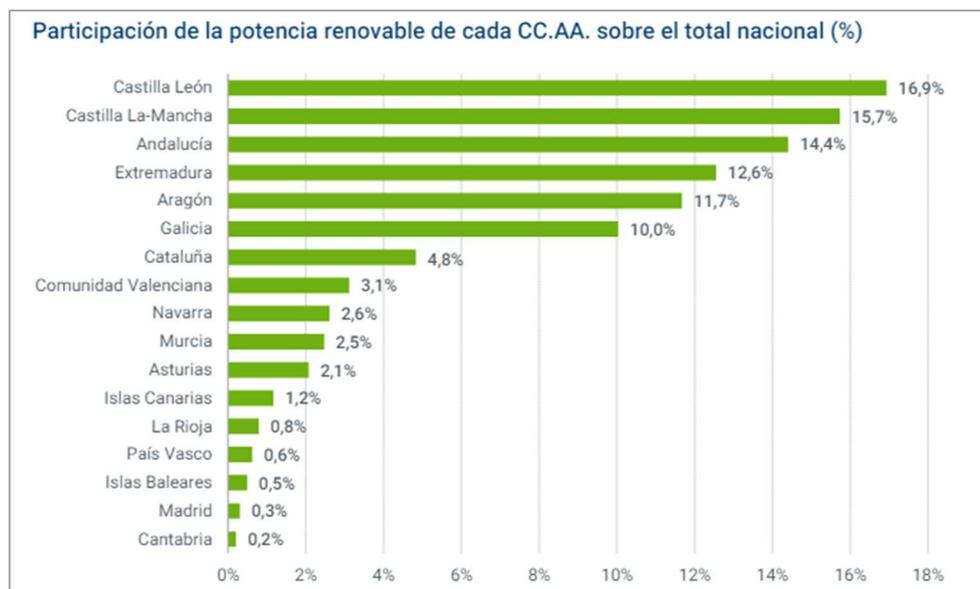


Ilustración 5 – Informe Resumen de energías renovables. Tomado de: [https://www.sistemaelectricoree.es/sites/default/files/2024-03/Informe\\_Renovables\\_2023.pdf](https://www.sistemaelectricoree.es/sites/default/files/2024-03/Informe_Renovables_2023.pdf)

Por otro lado, el mayor parque fotovoltaico de Europa tiene nombre de conquistador: Francisco Pizarro y está ubicado en Cáceres, ha sido un increíble proyecto impulsado por la compañía Iberdrola. La central fotovoltaica tiene una capacidad instalada de 590 MWp. Suministra energía renovable a 334.400 hogares, es decir, una cantidad superior a las poblaciones de las ciudades de Cáceres y Badajoz. Así, evita la emisión a la atmósfera de 150.000 toneladas de CO<sub>2</sub> al año y reduciendo la huella de carbono.

Otro gran parque solar de Europa digno de atención y se puede visitar en Sevilla (España), de acuerdo con la información publicada por esenergía.es [14] “Este colosal proyecto de energía solar fotovoltaica está ubicado en la carretera A-8029, concretamente, en los términos municipales de Alcalá de Guadaíra y Utrera. Esta planta solar tiene una potencia pico de 175 MW. Se ubica en un terreno de 265 hectáreas. Dos tercios del terreno que ocupará esta planta solar se encuentran en el término municipal de Alcalá de Guadaíra, mientras que el tercio restante se localiza en tierras utreranas. De manera global, la infraestructura generará energía equivalente al consumo medio eléctrico al año de unos 93.000 hogares españoles. Un mar de placas solares domina ya esta zona de la campiña sevillana. Han sido instalados más de 500 000 módulos (800 contenedores) de tipo Astronergy y policristalinos GCL con una eficiencia máxima del 17,6%. Un aspecto singular de este parque es que fue el primer proyecto de energía solar a escala comercial no subvencionado de toda Europa”.

Estos datos reflejan el crecimiento y la importancia cada vez mayor de la energía fotovoltaica en España, pues la tendencia de crecimiento de la producción fotovoltaica en España es notablemente ascendente. Entre las claves de este

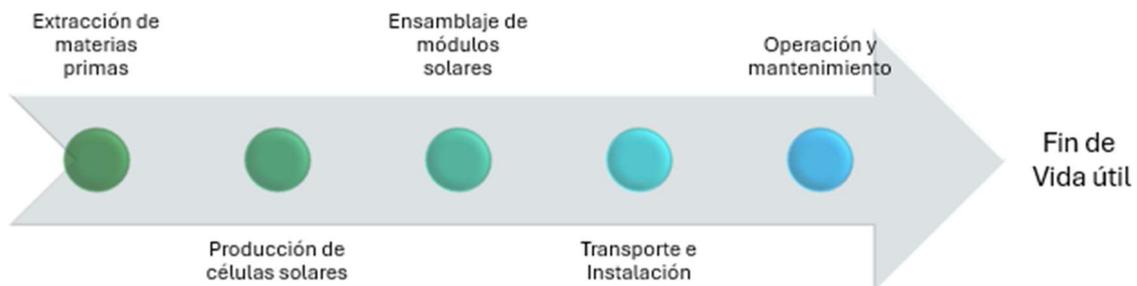
crecimiento, se encuentra la reducción de los costes de producción, que han disminuido cerca de un 80% en la última década. Además, la energía solar es ya fundamental para el impulso de otro de los objetivos energéticos claves para el futuro: el hidrógeno verde.

La participación de la energía fotovoltaica en la generación eléctrica total en España alcanzó el 13,7% en 2023. Este porcentaje se espera que aumente en los próximos años, ya que se prevé que se instalen nuevas plantas fotovoltaicas en España, según la Memoria Anual del Sistema Eléctrico Español 2023, publicada por Red Eléctrica.

## 4.1.2 EL MERCADO DE PANELES SOLARES DE SEGUNDA MANO

### 4.1.2.1 EL CICLO DE VIDA DE LOS PANELES SOLARES

El ciclo de vida de los paneles solares comprende “cinco etapas principales, desde la producción de materiales hasta su disposición final. A continuación, se describen las fases detalladamente:



- **Extracción de Materias Primas**

La primera fase implica la extracción de los materiales necesarios para fabricar los paneles solares. Los principales componentes incluyen:

*Silicio:* Es el material más común para las células solares y se extrae principalmente de cuarzo que a su vez se extrae de minas abiertas. El cuarzo se calienta en hornos de arco eléctrico para producir silicio metalúrgico. Luego, se purifica aún más mediante el proceso que implica la destilación y deposición química.

*Metales:* Como el aluminio y el cobre, utilizados en el marco y el cableado.

*Vidrio:* Usado para proteger las células solares y que se extrae de la arena rica en sílice cuando se funde para producir vidrio templado, que es resistente y duradero.

- **Producción de Células Solares**

El silicio extraído se purifica y se procesa para formar células solares. Este proceso incluye la purificación del silicio que se realiza a través de un proceso llamado purificación química.

A continuación, el silicio purificado se corta en obleas delgadas y se añaden impurezas controladas al silicio para mejorar su conductividad.

- **Ensamblaje de Módulos Solares**

Las células solares se ensamblan en módulos o paneles, este proceso incluye la interconexión de células, de manera que las células solares se conectan entre sí mediante soldaduras para formar una matriz. Luego, la matriz de células se encapsula entre capas de vidrio y material plástico para protegerlas y el módulo encapsulado se coloca en un marco de aluminio para darle rigidez y facilitar su instalación.

- **Transporte e Instalación**

Los paneles solares ensamblados se transportan a los sitios de instalación. Aquí se llevan a cabo las siguientes actividades:

*Transporte:* Los paneles se envían desde las fábricas a los sitios de instalación.

*Instalación:* Los paneles se montan en estructuras de soporte en el lugar de instalación. Pueden instalarse en tejados, terrenos abiertos, o integrarse en edificios.

- **Operación y Mantenimiento**

Durante su vida útil, los paneles solares requieren poco mantenimiento. Sin embargo, se recomiendan a los usuarios de paneles solares realizar ciertas actividades que ayudaran a mantener en un estado óptimo las instalaciones:

*Limpieza:* Se realiza periódicamente para eliminar el polvo y la suciedad que puedan reducir la eficiencia.

*Inspección y Reparación:* Se revisan regularmente para detectar y reparar posibles daños o defectos.

Este ciclo de vida garantiza que los paneles solares sean una fuente de energía renovable sostenible, minimizando su impacto ambiental” [15] y maximizando su eficiencia a lo largo de su vida útil.

#### **4.1.2.2 RECICLAJE DE PANELES SOLARES**

“Una de las preocupaciones más frecuentes sobre las placas solares es si se pueden reciclar sus componentes cuando hay que cambiarlas. La buena noticia es que actualmente un **95%** de los componentes de los paneles solares pueden reciclarse. Normalmente, los paneles solares están compuestos por un 85% de vidrio, 6% de aluminio, y menores porcentajes de plástico, silicio y metal y la mayoría de estos elementos pueden reciclarse, lo que nos lleva a porcentajes que oscilan entre el 90% y el 95% de reutilización para producir nuevas placas solares.

Así, las posibilidades de reciclaje que tienen los paneles solares los convierte en un producto respetuoso con el medio ambiente, teniendo en cuenta además que son una fuente de energía renovable y al final de su vida útil pueden reutilizarse muchos de sus elementos.

El proceso de reciclaje de paneles solares implica varias etapas. Uno de los elementos más reciclables es el marco de aluminio del panel que puede reciclarse al 100%, lo que significa que cada gramo de este metal se puede reutilizar en la fabricación de nuevos productos. El vidrio, que constituye la mayor parte de la superficie de los paneles solares, se puede separar y reutilizar en un 95%. En consecuencia, se reduce la demanda de materias primas para la producción de vidrio nuevo.

Después de separar el aluminio y el vidrio, los paneles solares todavía contienen pequeñas cantidades de plásticos y otros materiales que deben eliminarse para un reciclaje efectivo. Aquí es donde entra en juego el proceso térmico a 500 °C. Esta técnica permite la evaporación de los componentes plásticos residuales, dejando los materiales restantes listos para su reutilización.

Por otro lado, el silicio que es el componente principal de las células solares es quizás el material más desafiante de reciclar. Aunque se considera reutilizable en un 85%, la complejidad de los procesos necesarios para purificar y fundir el silicio limita la tasa de recuperación total.

Con lo cual, el reciclaje efectivo de paneles solares es esencial para garantizar un futuro sostenible para la energía solar. Al maximizar la recuperación de materiales y reducir la generación de desechos se pueden aprovechar al máximo los beneficios ambientales de esta tecnología renovable y avanzar hacia un sistema energético más limpio y resiliente” [16].

## **4.2 PODER DE NEGOCIACION DE LOS CLIENTES**

En este apartado se realizará el análisis de la cadena de suministro actual para los paneles solares y la situación actual de los mismos. Esto, con el objetivo de dar paso a los dos aspectos más importantes a tener en cuenta en la negociación con los clientes: el uso de los sellos de calidad y la tecnología blockchain, que permitirán dentro del modelo propuesto más adelante, tener los factores diferenciadores frente a los competidores.

### **4.2.1 CADENA DE SUMINISTRO ACTUAL DE PANELES SOLARES DE SEGUNDA MANO**

La cadena de suministro de los paneles solares de segunda mano implica varios pasos, desde la retirada de los paneles usados hasta su reventa e instalación en nuevos sitios. Aquí se describe detalladamente cada etapa del proceso:

#### **Retirada y Evaluación**

- **Desmontaje de Paneles Usados:** Los paneles solares se retiran de sus instalaciones originales, ya sea por fin de contrato, actualización del sistema o cambio de propietario.
- **Evaluación de Condiciones:** Los paneles retirados se inspeccionan para evaluar su estado y determinar si son adecuados para su reutilización. Esto incluye pruebas de rendimiento, detección de daños y evaluación de la eficiencia.

#### **Reacondicionamiento**

- **Limpieza y Reparación:** Los paneles se limpian para eliminar polvo y residuos. Las reparaciones menores, como el reemplazo de cables dañados o la reparación de marcos, se realizan para asegurar su funcionamiento óptimo.
- **Pruebas de Rendimiento:** Se realizan pruebas de rendimiento adicionales para garantizar que los paneles aún operan dentro de parámetros aceptables de eficiencia.
- **Certificación:** En algunos casos, los paneles reacondicionados pueden requerir ser certificados por organismos de control para garantizar su calidad y seguridad.

#### **Distribución**

- **Reventa a Intermediarios:** Los paneles reacondicionados se venden a distribuidores o intermediarios especializados en equipos solares de segunda mano.
- **Canales de Venta:** Los intermediarios pueden vender los paneles a través de tiendas físicas, plataformas en línea o mediante acuerdos directos con nuevos usuarios.

### **Comercialización y Venta**

- **Marketing y Promoción:** Los paneles solares de segunda mano se promocionan como una opción económica y ecológica para potenciales compradores. Las campañas de marketing pueden enfocarse en empresas, organizaciones sin fines de lucro, proyectos comunitarios y propietarios de viviendas.
- **Asesoría Técnica:** Los vendedores suelen proporcionar asesoría técnica para ayudar a los compradores a seleccionar los paneles adecuados y planificar la instalación.

### **Compra e Instalación**

- **Compra por Nuevos Usuarios:** Los nuevos usuarios, que pueden incluir propietarios de viviendas, empresas y proyectos comunitarios, compran los paneles solares reacondicionados.
- **Instalación:** Los paneles se instalan en los nuevos sitios, ya sea en tejados, terrenos abiertos o integrados en infraestructuras existentes. La instalación puede ser realizada por profesionales o, en algunos casos, por los propios compradores.

### **Operación y Mantenimiento**

- **Operación Continua:** Los paneles solares de segunda mano operan en su nueva ubicación, proporcionando energía solar durante su vida útil restante.
- **Mantenimiento Periódico:** Al igual que con los paneles nuevos, se realizan tareas de mantenimiento periódico para asegurar el rendimiento óptimo de los paneles.

### **Fin de Vida y Segunda Ronda de Reciclaje**

- **Evaluación Final:** Cuando los paneles reacondicionados llegan al final de su segunda vida útil, se realiza una evaluación final para determinar si es viable otra ronda de reutilización o si deben ser reciclados.
- **Reciclaje:** Los paneles que ya no son viables para su reutilización se envían a instalaciones de reciclaje donde se desmantelan y se recuperan los materiales valiosos, como se describió anteriormente.

En resumen, la cadena de suministro de los paneles solares de segunda mano involucra varias etapas de evaluación, reacondicionamiento, distribución, comercialización, instalación y, eventualmente, reciclaje, promoviendo una economía circular y sostenible en el sector de la energía solar.

#### **4.2.2 SITUACION ACTUAL DE PANELES SOLARES DE SEGUNDA MANO EN ESPAÑA**

La Unión Europea (EU) estableció en 2012 la responsabilidad por parte de los fabricantes de paneles solares efectuar dicha labor. Se regula de forma oficial bajo la Directiva 2012/19/UE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). A través del Real Decreto 110/2015, España apoya la iniciativa, obligando a reciclar los paneles solares una vez el periodo de vida útil haya finalizado por parte de los productores e importadores, del mismo modo que aplica la ley europea.

Gracias a esta iniciativa, los miembros de la red se comprometen a crear un producto que sea sostenible en el procedimiento productivo, después de la compra y en la etapa de desmantelamiento. Sin embargo, como lo mencionó la empresa “SolarMente” en el blog publicado en su página web [17], para el año 2021 más de la mitad de los residuos urbanos (un 54%) procedentes de España en 2019, acabaron depositados en vertederos, según el informe de Revisión de la aplicación de política medioambiental por parte de la Comisión Europea.

Comparando con los residuos generados por el resto de los países de la Unión Europea, España casi dobló la cifra situada en un 24% de media. En la actualidad, se generan más de 30.000 toneladas de residuos de paneles solares al año en todo el mundo con una ampliación significativa que en 2035 podría alcanzar el millón anual. Con lo cual, es necesario impulsar las políticas que fomentan el correcto reciclaje de paneles solares, teniendo en cuenta que este proceso también repercutirá en una economía circular y creará posiblemente nuevos puestos de trabajo, cifra que podría alcanzar los 6 millones de puestos de trabajo en actividades relacionadas con el reciclaje, reparación o re – fabricación, por tanto, se habla de una oportunidad económica en toda regla.

Además, según datos de Rystad Energy, los paneles solares tendrán un valor que superará los 2.700 millones de dólares en 2030, una tendencia alcista que podría alcanzar un valor cercano a los 80.000 millones de dólares para 2050.

De otra parte, en España, se está trabajando para crear el primer centro de reciclaje de paneles solares fotovoltaicos, donde se gestione el residuo de forma adecuada para su posterior reutilización. El Centro Europeo de Reciclaje

Fotovoltaico (CERFO) será también uno de los primeros de Europa y permitirá aprovechar y reutilizar los diferentes materiales de las placas fotovoltaicas, ya que con el sistema empleado se alcanza un 92,7% de grado de conversión hasta el momento, según los datos mencionados en el artículo publicado el 2022 por el economista.es [18].

### 4.2.3 SELLOS DE CALIDAD

En el TFG “Estudio de viabilidad de un sello de calidad para paneles fotovoltaicos de segundo uso [1]” realizado por Ana Ranero en la Universidad de Valladolid en el año 2021 se confirmó que un sello de calidad para paneles solares de segunda mano puede ser factible en la actualidad o en un futuro cercano.

En base al panel DELPHI realizado en el TFG antes mencionado, se afirmó que el sector solar está en fase de crecimiento y tendrá un gran desarrollo tanto tecnológico como social en un futuro. En ese sentido, que existe un interés general en un sello de calidad que garantice unos estándares mínimos para el correcto funcionamiento del panel de segunda mano, ofreciendo una garantía aproximada de entre 2 y 5 años. Los ensayos óptimos para determinar el estado del panel son pruebas de rendimiento (curvas I-V) y de detección de fallos electroluminiscencia y termografía), que son los incluidos en el proceso de evaluación creado para chequear los paneles solares de segunda mano.

Por otro lado, el análisis del TFG mencionado indica la consecución de una normativa que defina el procedimiento a seguir para la evaluación de los paneles. Este proceso consistiría en la ejecución de los siguientes pasos:

- *Inspección visual:* La inspección visual es el método más rápido y efectivo para encontrar defectos y fallos a simple vista en un módulo FV. La inspección visual de un módulo la debe realizar una persona calificada a tal fin. El tiempo de inspección depende de: la superficie del módulo, el número de celdas, el tipo de celdas utilizadas y la experiencia del observador.
- *Ensayo de aislamiento:* El ensayo verifica si el módulo fotovoltaico está lo suficientemente aislado eléctricamente mediante la comprobación de la rigidez dieléctrica y la medición de la resistencia de aislación. El ensayo consiste en aplicar tensión eléctrica entre el marco y el circuito eléctrico del módulo y verificar que no se produzcan descargas o discontinuidad dieléctrica.
- *Curvas I-V:* La medición de la curva I-V de un módulo FV determina la corriente de cortocircuito y la tensión a circuito abierto.
- *Termografía:* La termografía infrarroja (IR) es una técnica de medición no destructiva que proporciona una imagen en tiempo real del comportamiento térmico de la superficie de un objeto. Esta metodología

de ensayo consiste en la detección de áreas con temperatura más altas que el resto o patrones térmicos concretos. Puede ser usado como un método sin contacto para el diagnóstico de algunos fallos térmicos y eléctricos en módulos FV.

Los sellos de calidad en el mercado de paneles solares de segundo uso, cobran un valor importante para la garantía del consumidor, teniendo en cuenta que incluso en aquellos mercados en los que ya existe una distribución formal de este tipo de paneles no mencionan aún una certificación como tal del producto, únicamente indican cumplir con las normas IEC.

En Alemania, por ejemplo, existe la plataforma SecondSol dedicada al mercado fotovoltaico de segunda mano online, quienes mencionaron recientemente a través de Stefan Wippich, consejero delegado y cofundador en un artículo publicado en pv-magazine.es [19] que es importante establecer normas para el comercio de productos de segunda mano. Esta empresa en concreto, realiza pruebas según la norma IEC 62804 establecida por la Comisión Electrotécnica Internacional en un laboratorio de pruebas donde se establecen test de estrés con calor húmedo y aseguran de esta manera que sus productos son "libres de PID" o "seguros para PID", es decir libres de Degradación potencial inducida (PID) en módulos solares cristalinos, sin embargo no hacen referencia a un sello de calidad certificado sobre los paneles que comercializan antes de ser distribuidos.

#### **4.2.4 USO DE TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN**

De acuerdo con la Memoria del proyecto “Desarrollo de una ‘supply chain’ de paneles solares reutilizados con tecnología ‘blockchain’ desde un enfoque transaccional basado en la economía circular” [20] realizado en la Universidad de Valladolid, se fundamentó el soporte tecnológico basado en blockchain y smart contracts que permiten reducir los costes de transacción para el modelo de negocio de los paneles solares de segundo uso.

En dicha memoria, se argumenta ampliamente que “la tecnología blockchain permite transparencia y trazabilidad de las transacciones sin que sea necesaria la participación de intermediarios, automatizando las transacciones que sean necesarias. Por tanto, esta tecnología permite reducir los costes de transacción que se derivan de operaciones dentro de la cadena de suministro y permite que los procesos sean más eficientes” [20].

En este sentido, la tecnología blockchain puede ser muy útil en la venta de paneles solares de segundo uso, ya que permite crear un registro seguro y transparente de todas las transacciones relacionadas con la energía solar. Esto puede ayudar a garantizar la trazabilidad de los paneles solares, particularmente en los de segunda mano para verificar su autenticidad, origen, vida útil, verificación del sello de calidad y así facilitar el intercambio de energía entre diferentes usuarios de forma segura y eficiente. La creación de un registro utilizando tecnología blockchain en la venta de paneles solares de segunda mano implicaría la creación de una cadena de bloques descentralizada y segura donde se registrarían todas las transacciones relacionadas con los paneles solares. Cada transacción, desde el reciclaje y la fabricación hasta la venta y la instalación de los paneles solares, se registraría de forma inmutable en la cadena de bloques, lo que garantizaría la transparencia y la integridad de la información.

Cada panel solar podría tener su propio identificador único en la cadena de bloques, lo que permitiría rastrear su historial completo, incluyendo su origen, especificaciones técnicas, fecha de fabricación, fecha de venta, etc. Los compradores podrían verificar la autenticidad y la procedencia de los paneles solares antes de realizar una compra, lo que aumentaría la confianza en el producto.

Además, y estimando un paso más avanzado en este proceso, la tecnología blockchain también podría utilizarse para facilitar el intercambio de energía generada por los paneles solares entre diferentes usuarios, creando un mercado descentralizado y eficiente donde los propietarios de paneles solares pueden vender su exceso de energía de manera segura y transparente. En resumen, la creación de un registro utilizando tecnología blockchain puede conllevar una serie de beneficios a toda la cadena de suministro y venta de la industria de energía solar, en concreto de segunda mano:

- ✓ **Descentralización:** Elimina la dependencia de intermediarios y compañías de servicios públicos centralizadas.
- ✓ **Transparencia:** Proporciona un registro inmutable y transparente de todas las transacciones de energía.
- ✓ **Eficiencia:** Reduce los costes y la fricción en el comercio de energía solar.
- ✓ **Verificación de Origen:** Facilita la verificación de la fuente de energía renovable.

En este sentido, un claro ejemplo de la fusión entre la tecnología blockchain y la energía solar es la empresa **SolarMente**. Es un startup que ha entrado en el mercado de la instalación de paneles solares en España, fundada en el año 2020 y se ocupan de la asesoría, los trámites, la instalación, la puesta en marcha de la instalación, el mantenimiento, y añaden a eso una capa de software extra que permite a sus clientes controlar mejor el consumo. En su blog, publicado en 2021

menciona que “la aplicación de ambas tecnologías (refiriéndose al blockchain y la energía solar) pretende crear una red descentralizada para comercializar la energía entre usuarios que poseen una instalación solar fotovoltaica. La intención es crear un mercado comunitario en el que los participantes puedan comprar y vender energía entre sí de forma segura, mediante contratos inteligentes. Esta iniciativa no restringe el comercio de energía entre los propietarios de sistemas solares (prosumidores). También permite venderles a los vecinos que carezcan de sistemas fotovoltaicos. Así, los consumidores que no disponen de paneles solares podrán beneficiarse de electricidad más barata y, sobre todo, limpia” [21].

### 4.3 PODER DE NEGOCIACION DE LOS PROVEEDORES

En este apartado se mencionará el proveedor más importante dentro del análisis del sector, en concreto, las entidades que realizan el reciclaje de paneles solares.

En Europa existen leyes como la **WEEE**, una Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea que restringe el uso de algunas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos. Los paneles fotovoltaicos son definidos como residuos electrónicos según esta Directiva, cuyo objetivo es reducir los residuos, contribuir al reciclaje y mejorar el proceso medioambiental de los fabricantes. Así entonces, los fabricantes en la UE están obligados a cumplir requisitos legales y normativas de reciclaje para que los paneles solares no se conviertan en una carga para el medio ambiente.

Según el artículo “El reciclaje de placas solares: normativa, proceso y beneficios” publicado por la empresa SolarMente en 2021 “a través del Real Decreto 110/2015, España apoya la iniciativa, obligando a reciclar los paneles solares una vez el periodo de vida útil haya finalizado por parte de los productores e importadores, del mismo modo que aplica la ley europea. Gracias a esta iniciativa, los miembros de la red se comprometen a crear un producto que sea sostenible en el procedimiento productivo, después de la compra y en la etapa de desmantelamiento. De hecho, la Comisión Europea anunció en 2012 la obligación de que el 80% de los residuos fotovoltaicos pudieran reutilizarse y reciclarse a partir de 2018” [22].

Con este contexto, es importante resaltar que existen dos entidades dentro del programa europeo, concretamente en España que se encargan de la recogida y el reciclaje de paneles solares:

- ✓ **PV Cycle.** Es una asociación sin ánimo de lucro fundada en 2007, está totalmente financiada por los fabricantes e importadores de módulos fotovoltaicos de Europa y ofrece infraestructuras de recogida en todos los

países miembros de la UE. PV Cycle no comenzó su actividad económica hasta en 2013 cuando inició una colaboración con Recyclia, la empresa restante que opera en territorio español. Para conseguir que se recicle la mayor parte, es necesario que las placas solares sean recogidas y tratadas por agentes y plantas autorizadas. Por ejemplo, en España, desde 2015, los fabricantes e importadores de paneles están obligados a organizar su recogida y reciclaje al finalizar su vida útil.

- ✓ **Recyclia.** Es otra de las entidades que se responsabiliza de la gestión de los paneles fotovoltaicos en España desde 2013, gracias a un acuerdo de colaboración con la asociación europea. Inició su actividad en 2012, siendo la entidad más grande de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Gestiona los residuos mediante su fundación Ecoasimelec y acoge a más de 400 empresas anexas al reciclaje de módulos fotovoltaicos a través del siguiente ciclo de recogida y gestión de residuos:

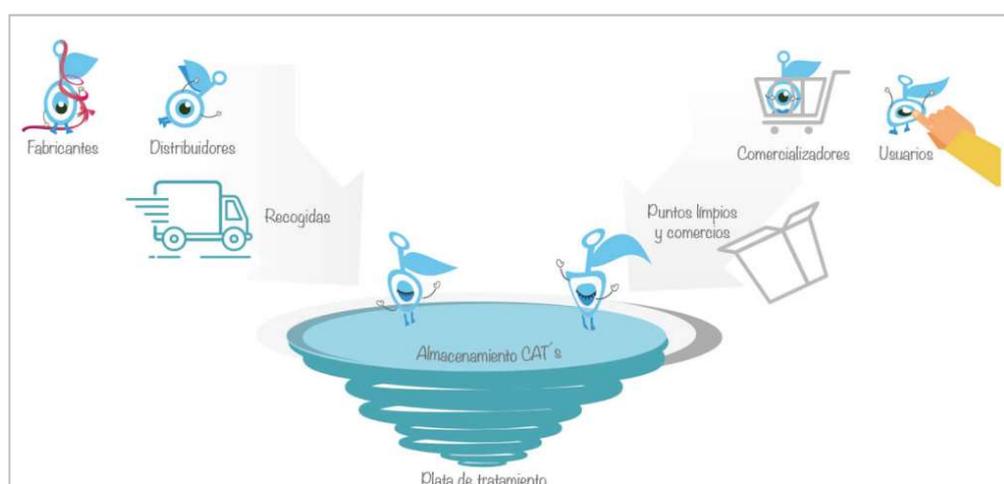


Ilustración 6 – Recogida y Gestión de residuos.

Tomado de: <https://www.recyclia.es/recogida-y-gestion-de-residuos/>

En términos generales, PV CYCLE y RECYCLIA colaboran intensamente para conseguir el marco más adecuado posible para que los productores de paneles fotovoltaicos en España puedan gestionar este tipo de residuos de acuerdo a la legislación vigente, teniendo en cuenta que España es uno de los países líderes en energía fotovoltaica, con una potencia de red instalada cercana a los 5.000 MW.

#### 4.4 AMENAZA DE NUEVOS ENTRANTES

- **Plataformas de Ventas en Línea:** El uso de plataformas en línea para la venta de paneles solares de segunda mano puede facilitar la llegada al mercado y aumentar el alcance de los consumidores. Un claro ejemplo para el consumidor final que desea adquirir paneles solares de bajo voltaje, puede realizarlo en plataformas como Amazon o Ebay, sin embargo, en la compra de paneles solares especializados se encuentran múltiples sitios de venta de energía renovable como “Acciona Energía”, “Otovo”, “IslaSolar”, etc.

Otro ejemplo importante de este tipo de plataformas, es la de SecondSol, una empresa alemana creada por Frank Fiedler y Stefan Wippich “que tiene una de las líneas más grandes de Europa en el mercado fotovoltaico y que promueve el comercio sostenible al permitir a sus usuarios comprar y vender artículos nuevos y usados en a través de “SecondSol – The Photovoltaic Marketplace”. Esta empresa, ha contribuido activamente a una mayor sostenibilidad, don disponibilidad de una media de más de 1 millón de artículos en diferentes categorías, desde módulos fotovoltaicos hasta inversores y sistemas de almacenamiento, pasando por cables y enchufes. SecondSol ofrece tanto a particulares como a empresas la posibilidad de presentar sus productos y servicios online” [26].

Además, SecondSol como parte de su estrategia de expansión ha desarrollado una aplicación de búsqueda de piezas de repuesto para fotovoltaica. “La aplicación permite a los instaladores encontrar módulos fotovoltaicos e inversores fotovoltaicos adecuados de forma rápida y sencilla, sin perder demasiado tiempo en la búsqueda. La aplicación de repuestos fotovoltaicos está disponible para iOS y Android y permite a cada instalador encontrar alternativas adecuadas y disponibles a los componentes defectuosos a través de su teléfono inteligente. Todo lo que tiene que hacer el instalador es seleccionar el componente defectuoso de la base de datos de productos. Los productos adecuados que están disponibles en el mercado de SecondSol se muestran con su precio y cantidad disponible.

La aplicación está diseñada para ayudar a los instaladores a encontrar repuestos de manera más rápida y eficiente. El efecto positivo es innegable: la búsqueda guiada por la base de datos ahorra al instalador un tiempo valioso en comparación con una búsqueda convencional y la aplicación contribuye a una mayor sostenibilidad.

Además de los instaladores, los fabricantes y distribuidores también se benefician de la nueva aplicación. Todos los productos publicados en el mercado de SecondSol también se muestran en la aplicación.” [27]

- **Innovación en Energía Solar:** Continuas mejoras en la eficiencia y costo de los paneles solares nuevos pueden influir en el mercado de segunda mano. En este caso, los avances tecnológicos en la industria de la energía solar pueden influir en la demanda y la oferta de paneles solares usados. Por ejemplo, la mejora en la eficiencia de los paneles solares nuevos puede hacer que los consumidores prefieran adquirir equipos más modernos en lugar de usados. Además, la innovación en tecnologías de almacenamiento de energía también puede impactar en la venta de paneles solares de segunda mano, ya que los consumidores podrían optar por sistemas completos y actualizados. Es importante estar al tanto de estos avances tecnológicos para adaptar estrategias de venta y mantener la competitividad en el mercado.
- **Instaladores de paneles solares:** Dentro de los factores tecnológicos, uno de los aspectos más importantes a evaluar es la situación actual de los instaladores, para quienes el modelo de negocio actual en general está planteado desde la perspectiva de los paneles solares nuevos y que cada vez se interesan más por los avances en eficiencia de conversión, reducción de costes, mejora en sistemas de almacenamiento y gestión, junto con las innovaciones en infraestructura y software. De acuerdo con el informe publicado por *Alimarket*, uno de los diarios líderes que genera información económica sectorial en España, “hay cerca de 200 empresas dedicadas a la ejecución de instalaciones de autoconsumo solar fotovoltaico que operan en España y que lograron elevar sus ventas un 129% el año 2022 hasta los 890 M€. El crecimiento exponencial de este negocio, impulsado por las ayudas y subvenciones a las instalaciones, y el incremento de los precios de la energía, se mantendrá durante los próximos años, elevando la capacidad instalada de uno de los países que hasta el momento menos rendimiento sacaba a sus numerosas horas de sol” [28]. *Alimarket* también menciona en su artículo que “La tendencia en la demanda se mantendrá al menos durante los dos o tres próximos años. Todo juega a favor de esta industria, a la que sólo le afectaría un cambio de gobierno que supusiera un giro en la actual política sobre energías renovables, algo que, por otra parte, iría en contra de las directrices europeas. Este mercado seguirá creciendo a un ritmo muy alto durante los próximos 5 ó 6 años. Apuntan desde la firma riojana *Ecotelía*, que desde el año 2021 pertenece al grupo constructor *Sorigué*. *Ecotelía* facturó el pasado año 7,66 M€ (+233%) por instalaciones de autoconsumo, con una cartera de contratos que ronda los 10 M€”[28].

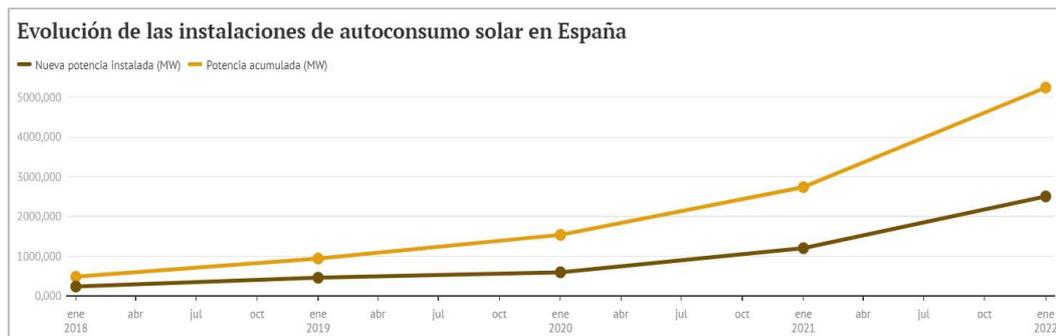


Ilustración 7 – Informe 2023 – Instaladores de Autoconsumo solar Fotovoltaico en España  
 Tomado de: <https://www.alimarket.es/construccion/informe/365644/informe-2023-sobre-empresas-instaladoras-de-autoconsumo-solar-fotovoltaico-en-espana/informe-completo/8881717ed7675800af434240df8788c6>

En este mismo sentido y tras analizar varias empresas instaladoras de paneles solares, se ha identificado a IslaSolar como una de las empresas que podría plantearse la adaptación al modelo de venta de paneles solares de segunda mano. Isla Solar, es una startup de Castilla y León que nació en el año 2017 en Toro (Zamora) y en el año 2022 abrió sus oficinas centrales en Valladolid. Actualmente cuenta con más de 80 empleados y para el 2023 llegó al número de 3000 instalaciones en viviendas. Tiene más de 16 años de experiencia diseñando, instalando y realizando mantenimiento de sistemas de energía solar fotovoltaica y se caracteriza por tener un equipo propio para realizar las instalaciones, además cuentan con un centro logístico propio situado en Valladolid, lo que hace muy eficiente sus procesos (tiempo medio de estudio, gestión e instalación 3 – 4 semanas) para acometer todas las instalaciones en diferentes puntos del país.

Acerca del modelo de negocio de IslaSolar, en uno de los artículos publicados por europapress en el 2023, se destaca un crecimiento exponencial de esta compañía alineada a la visión de su fundador y CEO David Alonso Reviriego teniendo en cuenta que “ha establecido un sólido acuerdo con BBVA para ofrecer financiaciones sin intereses hasta 24 meses o incluso a largo plazo extendiéndose a 120 meses, para que los clientes puedan acceder a soluciones sostenibles sin comprometer su situación financiera. En el ámbito industrial, Isla Solar ha contribuido significativamente al desarrollo sostenible de grandes empresas, ayuntamientos y centros educativos. Un ejemplo claro es la colaboración con Diez Siglos de Verdejo, una bodega que ha experimentado un cambio notablemente positivo gracias a la implementación de las soluciones fotovoltaicas de Isla Solar” [29].

Además, esta startup cuenta con un equipo de ingenieros que está encargado directamente de diseñar y dimensionar las instalaciones para

sus clientes finales, con lo cual podrían incluir fácilmente dentro de su portafolio una opción que beneficie a sus consumidores de optar por la instalación de paneles solares de segunda mano.

#### 4.5 AMENAZA DE PRODUCTOS SUSTITUTIVOS

La creación de un modelo que incluya toda la cadena de suministro para la comercialización y distribución de paneles solares de segunda mano, es un proceso que implica seguir unos estándares y normativas definidos por la IEC como se analizará en posteriores apartados. Por lo tanto, encontrar otro modelo que ofrezca el mismo flujo de proceso desde el reciclaje del panel solar hasta la entrega al usuario final no se ha evidenciado hasta ahora en otro modelo empresarial.

### 5 MODELO CANVAS

#### 5.1 DESARROLLO DE NUEVO MODELO DE NEGOCIO

En el diseño de este modelo de negocios se utilizará el modelo Canvas de Alexander Osterwalder, que describe de manera lógica y estructurada como una organización crea, captura y entrega valor a sus clientes. El modelo Canvas permite principalmente generar un modelo de negocios cubriendo las cuatro áreas principales de éste: clientes, oferta, infraestructura y viabilidad financiera.

Éstas áreas a su vez, son cubiertas con nueve dimensiones o bloques. Estos son: segmentos de clientes, proposición de valor, canales, relación con los clientes, flujos de ingresos, recursos claves, actividades claves, alianzas claves y estructura de costes, tal como se muestra en la siguiente imagen:



Ilustración 8 – Lienzo de modelo de negocio, Business Canva

Tomado de: <https://giosyst3m.net/es/blog/lienzo-de-modelo-de-negocio-business-canva>

## 5.1.1 SEGMENTO DEL MERCADO O SEGMENTO DE CLIENTES

- **Segmentación por tipo de clientes.**

El primer criterio de segmentación para este modelo de negocios es diferenciar entre los clientes residenciales, las pequeñas y medianas empresas (PYMES), las organizaciones sin fines de lucro y los proyectos comunitarios, para luego segmentar el mercado geográficamente. A continuación, el análisis detallado:

Clientes	Características	Necesidades	Estrategias de Captación
Clientes residenciales	<p><b>Propietarios de Viviendas:</b> Individuos que poseen sus casas y buscan maneras de reducir sus facturas de energía y ser más sostenibles.</p> <p><b>Nivel de Ingresos Medio:</b> Generalmente tienen ingresos medios, lo que hace que la opción de paneles solares de segunda mano sea atractiva debido a su menor costo en comparación con paneles nuevos.</p> <p><b>Conciencia Ambiental:</b> Tienen una alta conciencia sobre la importancia de las energías renovables y el impacto ambiental.</p>	<p><b>Reducción de Costos Energéticos:</b> Buscan ahorrar dinero en sus facturas de electricidad.</p> <p><b>Sostenibilidad:</b> Quieren reducir su huella de carbono.</p> <p><b>Acceso a Energía Renovable:</b> Desean una alternativa económica para acceder a la energía solar.</p>	<p><b>Marketing Digital:</b> Campañas en redes sociales, blogs y webinars sobre energía solar y ahorro de costos.</p> <p><b>Programas de Referidos:</b> Incentivos para que los clientes actuales refieran a nuevos clientes.</p> <p><b>Financiamiento Accesible:</b> Ofrecer opciones de financiamiento o pago a plazos.</p>
Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES)	<p><b>Diversidad de Sectores:</b> Incluyen comercios, oficinas, pequeñas industrias, etc.</p> <p><b>Sensibilidad al Costo:</b> Las PYMEs buscan maneras de reducir sus gastos operativos, incluido el costo de energía.</p> <p><b>Responsabilidad Social Corporativa:</b> Muchas PYMEs están interesadas en mejorar su perfil ambiental y cumplir con las expectativas de sostenibilidad de sus clientes y socios.</p>	<p><b>Ahorro en Costos Operativos:</b> Disminuir las facturas de electricidad para mejorar la rentabilidad.</p> <p><b>Sostenibilidad Corporativa:</b> Implementar prácticas más sostenibles.</p> <p><b>Fiabilidad Energética:</b> Asegurar un suministro energético constante y reducir la dependencia de la red eléctrica.</p>	<p><b>Consultoría Personalizada:</b> Servicios de asesoramiento para evaluar las necesidades energéticas y los beneficios potenciales.</p> <p><b>Casos de Éxito:</b> Presentar estudios de caso de otras PYMEs que han implementado paneles solares de segunda mano.</p> <p><b>Incentivos Fiscales y Subvenciones:</b> Información sobre beneficios fiscales y ayudas disponibles para energías renovables.</p>
Organizaciones Sin Fines de Lucro	<p><b>Diversidad de Proyectos:</b> Incluyen ONGs, fundaciones, y asociaciones comunitarias.</p> <p><b>Presupuesto Limitado:</b> Operan con fondos limitados y buscan maximizar el impacto de cada dólar gastado.</p> <p><b>Orientación a la Sostenibilidad:</b> Comprometidas con la sostenibilidad y la mejora del bienestar comunitario.</p>	<p><b>Reducción de Costos:</b> Maximizar el uso de sus fondos al reducir costos operativos.</p> <p><b>Sostenibilidad Ambiental:</b> Implementar soluciones que beneficien al medio ambiente.</p> <p><b>Accesibilidad Energética:</b> Proveer acceso a energía renovable en comunidades con recursos limitados.</p>	<p><b>Partnerships y Alianzas:</b> Colaboraciones con otras organizaciones y entidades que compartan objetivos similares.</p> <p><b>Descuentos y Donaciones:</b> Ofrecer descuentos especiales o programas de donación para organizaciones benéficas.</p> <p><b>Eventos y Workshops:</b> Participar en eventos comunitarios y ofrecer talleres sobre energía solar y sostenibilidad.</p>
Proyectos Comunitarios	<p><b>Iniciativas Locales:</b> Proyectos impulsados por comunidades locales que buscan soluciones energéticas compartidas.</p> <p><b>Colaboración y Participación:</b> Alta participación de los miembros de la comunidad en la toma de decisiones.</p> <p><b>Interés en la Autonomía Energética:</b> Buscan reducir la dependencia de la red eléctrica y mejorar la resiliencia energética de la comunidad.</p>	<p><b>Soluciones Asequibles:</b> Opciones de energía renovable que sean económicamente accesibles para la comunidad.</p> <p><b>Educación y Conciencia:</b> Información y educación sobre los beneficios de la energía solar.</p> <p><b>Implementación a Gran Escala:</b> Soluciones que puedan implementarse a nivel comunitario y beneficien a múltiples hogares o instalaciones.</p>	<p><b>Programas Comunitarios:</b> Crear programas específicos para comunidades que incluyan financiación colectiva o subvenciones.</p> <p><b>Asesoramiento y Capacitación:</b> Ofrecer servicios de asesoría y capacitación para la instalación y mantenimiento de paneles solares.</p> <p><b>Involucramiento Local:</b> Involucrar a líderes comunitarios y organizaciones locales en la promoción de los beneficios de los paneles solares de segunda mano.</p>

Ilustración 9 – Segmentos de clientes más relevantes.

Fuente: Elaboración propia.

Estos segmentos de clientes tienen en común una necesidad de soluciones energéticas asequibles y sostenibles, aunque cada uno presenta características y necesidades específicas. Al adaptar las estrategias de captación y oferta de valor para cada segmento, el negocio puede maximizar su alcance y efectividad en el mercado de paneles solares de segunda mano.

- **Segmentación Geográfica.**

La segmentación geográfica de clientes en España para la venta de paneles solares de segunda mano puede ayudar a identificar áreas con mayor potencial de demanda y adoptar estrategias específicas para cada región. A continuación, se presenta una segmentación geográfica detallada para este mercado:

- ✓ *Comunidades Autónomas con Alto Índice de Radiación Solar:* Estas son las regiones que tienen un mayor potencial para la generación de energía solar debido a la alta radiación solar que reciben:
  - *Andalucía:* cuenta con Alta radiación solar, gran número de viviendas unifamiliares e interés creciente en energías renovables.
  - *Murcia:* es una región similar a Andalucía en términos de radiación solar y condiciones climáticas favorables para la energía solar.
  - *Comunidad valenciana:* cuenta con una alta densidad de población en áreas urbanas y suburbanas, buen nivel de radiación solar.
  
- ✓ *Zonas urbanas y Metropolitanas:* Las áreas urbanas y metropolitanas tienen una alta densidad de población y un mayor acceso en termino de información sobre sostenibilidad y energías renovables que como consecuencia promueve la adquisición de paneles de segundo uso.
  - *Madrid:* Principalmente por tratarse de la capital del país, cuenta con una alta densidad de población, conciencia ambiental creciente, y numerosas iniciativas de sostenibilidad.
  - *Barcelona:* Similar a la ciudad de Madrid, en términos de densidad cuenta con gran capacidad de población y conciencia ambiental dadas las estrategias de sostenibilidad exigidas política y socialmente.
  
- ✓ *Zonas rurales y suburbanas:* las zonas rurales y suburbanas presentan oportunidades únicas debido a la disponibilidad de espacio y la menor dependencia de la red eléctrica.
  - *Castilla-La Mancha:* Ésta comunidad cuenta con extensas áreas rurales con alto potencial para la instalación de sistemas solares y un interés importante en la autonomía energética.
  - *Extremadura:* Cuenta con condiciones climáticas adecuadas para generar la autonomía energética requerida.
  
- ✓ *Áreas con Tarifas Eléctricas Altas:* Las regiones con tarifas eléctricas más altas presentan una motivación económica significativa para invertir en energía solar.
  - *Islas Baleares:* Particularmente ésta área cuenta con tarifas eléctricas relativamente altas, gran interés en la sostenibilidad y reducción de costes energéticos.
  - *Islas Canarias:* Similar a las Islas Baleares, en términos de tarifas eléctricas altas e interés por la reducción de los costes.
  
- ✓ *Áreas Industriales y Comerciales:* Las regiones con una alta concentración de actividades industriales y comerciales pueden beneficiarse significativamente de la energía solar.

- *País Vasco*: Alta concentración de actividades industriales con alto interés empresarial en la eficiencia energética y reducción de costes operativos.
- *Cataluña (áreas industriales)*: Los términos de actividad industrial son similares a los del país vasco, generando grandes oportunidades para la energía solar, junto con colaboraciones con asociaciones industriales.

- **Segmentación por precio**

Comparar los precios de los paneles solares nuevos con los de segunda mano es fundamental para entender las ventajas económicas de optar por paneles usados. A continuación, se presenta una comparación detallada basada en datos y análisis generales, ya que los precios pueden variar según la marca, la capacidad y las condiciones del mercado.

Característica	Paneles Solares Nuevos	Paneles Solares de Segunda Mano
Precio por Watt	0,25 € - 0,60 €	0,10 € - 0,20 €
Costo de Sistema de 5 kW	1.250 € - 3.000 €	500 € - 1.000 €
Eficiencia	Alta (mayor rendimiento)	Variable (dependiendo del estado)
Garantía	Completa (generalmente 20-25 años)	Parcial o sin garantía
Vida Útil Esperada	25-30 años	Depende del uso previo, generalmente menor
Estado y Calidad	Nuevo, sin desgaste	Usado, posible desgaste o reducción de eficiencia
Disponibilidad de Tecnología Avanzada	Sí, disponible	Limitada, generalmente tecnología más antigua

Ilustración 10 – Cuadro comparativo - diferenciación  
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la imagen anterior, respecto a los paneles solares nuevos entran en competencia marcas como SunPower o LG que suelen tener los precios más altos del mercado, promoviendo paneles con mayor eficiencia y tecnología avanzada (como los de silicio monocristalino), aunque es importante mencionar que el costo total también depende de la capacidad de los paneles.

Por otro lado, se encuentra el precio de los paneles solares de segunda mano, que representan un costo significativamente menor por kW, aun cuando se siguen siendo características importantes la evaluación de la garantía y la vida útil esperada para el consumidor.

## 5.1.2 PROPUESTA DE VALOR

De acuerdo con el análisis e investigación realizada en los capítulos anteriores de este documento, la propuesta de valor de este modelo está basada en el ofrecimiento de los servicios de ingeniería + certificación de paneles solares de segundo uso + instalación + mantenimiento, tratando de abarcar todos los servicios necesarios desde el diseño de una instalación para paneles de segundo uso hasta el servicio llave en mano.

Esta nueva cadena de suministro permitiría comercializar de una forma normalizada los paneles solares procedentes de fábricas de dedicadas al reciclaje de paneles solares, de consumidores finales o de empresas interesadas en vender paneles solares usados, para conectar a los grandes productores de energía con el segmento de clientes definido en este modelo: clientes residenciales, pequeñas y medianas empresas (PYMES), organizaciones sin fines de lucro y los proyectos comunitarios.

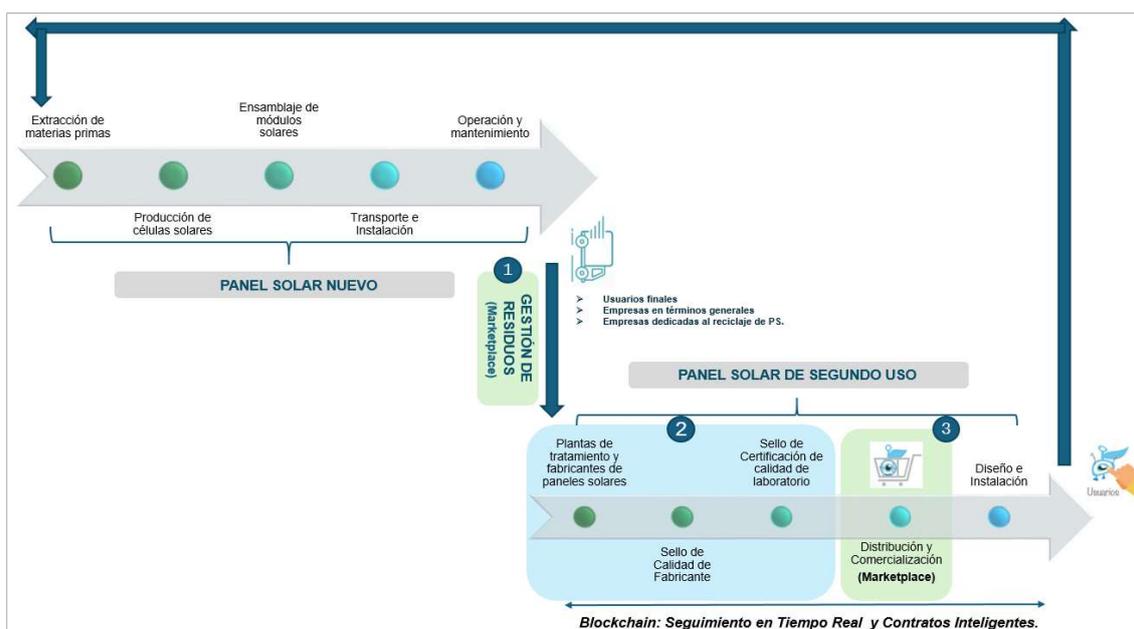


Ilustración 11 – Cadena de suministro propuesta  
Fuente: Elaboración propia.

La propuesta de modelo de negocio representada en la imagen anterior, nace de la unión de los diferentes componentes que han sido sujeto de investigación en anteriores TFM, a partir de los cuales sería posible conectar ambos interlocutores (paneles solares de segundo uso y consumidores particulares) en tres puntos cruciales de la cadena de suministro:

1. Presentación de paneles de segunda mano por parte de empresas (que se dedican al reciclaje de paneles) y particulares en un *Marketplace*

- Fotovoltaico*, que promueva el comercio sostenible al permitir a los usuarios (empresas y particulares) comprar y vender artículos usados.
2. Una vez recibidos los paneles, se enviarán a las fábricas de tratamiento y posteriores laboratorios certificadores para garantizar que el producto recibido cumple con los estándares de calidad para salir de nuevo al mercado.
  3. A continuación, iniciaría el proceso de distribución y comercialización a través del Marketplace que garantice la oferta de costes atractivos para los consumidores y que promueva el intercambio de paneles solares de segundo uso aplicando, adicionalmente tecnología blockchain durante el proceso de fabricación y entrega de contratos a los usuarios finales.  
En el proceso de comercialización, también se ofrecerá al consumidor el servicio de diseño e instalación, que puede ser *opcional* si el cliente así lo decide.

Esta propuesta crearía una relación de confianza y de largo plazo, cumpliendo con los stocks requeridos y los tiempos de entrega, contando además con un excelente servicio de instalación y postventa.

### **5.1.3 CANALES DE COMUNICACIÓN**

Los canales de comunicación en este modelo de negocio propuesto juegan un rol importante en la experiencia del cliente. En la siguiente tabla se muestran las variables involucradas en los canales de distribución, comunicación y ventas, teniendo en cuenta los distintos propósitos:

- Sensibilizar a los clientes acerca del comercio sostenible, en concreto de paneles fotovoltaicos.
- Ayudar a los consumidores a evaluar la propuesta de valor del servicio ofrecido en el Marketplace, a través de la garantía o sello de calidad emitido por laboratorios certificadores y reconocidos por ENAC como entidades de certificación.
- Permitir a los consumidores comprar y vender productos específicos, agregando valores adicionales como la asesoría, el diseño y el servicio de instalación y postventa.

Tipos de canales			Fases de canales				
			Conocimiento	Evaluación	Compra	Distribución	PosVenta
PROPIO	DIRECTO	Canal web: Marketplace	Promover y aumentar la conciencia de los consumidores hacia el comercio sostenible	Ayudar a los clientes a evaluar nuestra propuesta a través de los sellos de calidad emitidos por entes certificadores	Permitir a los clientes a través de la plataforma de Marketplace la compra y venta específica de paneles fotovoltaicos	Difusión principalmente digital a través de la propia plataforma y de marketing en redes sociales e influencers vinculados principalmente a la temática de conciencia ambiental y sostenibilidad.	Proveer soporte postventa con un tiempo máximo de este servicio que permita al usuario final comunicarse y tener solución ante cualquier duda, queja, inconveniente o comentario sobre el producto y servicio recibido.
		Redes sociales e influencers					
		Fuerza de ventas (Asesoría presencial y virtual)					
SOCIO	INDIRECTO	Canal web de fabricas de paneles solares y mayoristas asociados					
		Seminarios y formaciones profesionales.					

Ilustración 12 – Canales de distribución, comunicación y ventas.  
Fuente: Elaboración propia.

#### 5.1.4 RELACIONES CON CLIENTES

Las relaciones que se establecerán con los clientes son de dos tipos principalmente:

1. **Digital:** Mediante el uso de la plataforma web – Marketplace, se brindará la asistencia necesaria para permitir la recepción de las ofertas de compra de paneles solares y una vez los paneles recibidos sean certificados se publicarán para los consumidores, con la debida gestión de garantías, apoyo en asesoría técnica (opcional) y cumplimiento en los tiempos y capacidad necesaria de instalación, si así lo requiere el cliente. Adicionalmente, el Marketplace tendrá inmersa una estrategia de marketing que permita generar contenido de interés, blog, difusión de ayudas y subvenciones, investigaciones dirigidas concretamente al sector etc.)
2. **Presencial:** Con el objeto de aumentar el número de clientes, reteniéndolos y ofreciéndoles productos y soluciones innovadoras se brindará asesoría presencial para la fase de diseño e instalación de los paneles solares que sean adquiridos.

Por otra parte, el modelo de negocio incluye la participación en seminarios y formaciones profesionales de este mercado, que permitan crear coworking con clientes finales interesados en adquirir los productos de segundo uso y donde pueda crear relaciones comerciales con “influencers” que promuevan el comercio sostenible y por supuesto fabricantes y mayoristas (que se dediquen al mercado de los paneles de segundo uso) que estén interesados en impulsar su marca y vender sus productos y servicios a través del Marketplace.

### 5.1.5 FUENTES DE INGRESOS

Los ingresos del modelo de negocio estarán representados por la venta e instalación de los paneles fotovoltaicos y el posterior servicio de mantenimiento que se ofrecerá a los consumidores finales (residenciales o empresariales). A continuación, se enumeran las fuentes de ingreso:

- ✓ **Venta Directa:** Ingresos generados principalmente por la venta de paneles solares de segunda mano a clientes finales a través del Marketplace. El objetivo en esta fuente de ingreso es ofrecer precios significativamente más bajos que los paneles nuevos, atrayendo a clientes conscientes del presupuesto y su retorno al corto plazo.
- ✓ **Servicios de Instalación:** Ingresos adicionales por ofrecer servicios de instalación de los paneles solares. Acerca de ésta fuente de ingreso, el objetivo es llegar a los consumidores con tarifas competitivas para la instalación, con opciones de paquetes combinados (venta más instalación) que ofrezcan descuentos llamativos para los usuarios.
- ✓ **Mantenimiento y Garantías:** Ingresos por los Servicios de mantenimiento periódico y garantías extendidas como servicios adicionales. En este caso la estrategia de ingresos estará basada en los contratos de mantenimiento a largo plazo y las tarifas por servicios de reparación según sea necesario.

### ESTRATEGIAS DE INGRESOS

De acuerdo con las fuentes de ingreso mencionadas en el ítem anterior, se pueden trabajar con las siguientes estrategias:

- ✓ Venta Directa con Instalación Incluida, con paquetes combinados que incluyan la venta e instalación de paneles solares, ofreciendo un descuento total si se adquiere ambos servicios juntos.
- ✓ Contratos de mantenimiento a largo plazo (1-3 años) a un precio reducido comparado con el costo de servicios puntuales.
- ✓ Servicios de Consultoría Energética, principalmente dirigido a las empresas con Paquetes personalizados para PYMEs que incluyan estudios de eficiencia energética y recomendaciones de mejoras, con precios escalonados según el tamaño de la empresa y el alcance del estudio.
- ✓ Modelos de suscripción para los diferentes niveles de servicio dentro del Marketplace, orientado principalmente para fabricantes o empresas que tengan un ciclo frecuente en la venta de paneles usados, con precios desde un nivel básico hasta un nivel Premium que incluya la gestión de

contratos permanentes para la generación de los sellos de calidad emitidos por los entes certificadores.

### 5.1.6 RECURSOS CLAVE

Los recursos clave para el modelo de negocio propuesto se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Paneles Solares de Segunda Mano:** Acceso a un suministro constante de paneles solares usados en buen estado, colaborando con empresas de energía solar, grandes instalaciones y recicladores para obtener paneles solares usados. De esta manera, estos recursos se dividirán en tres fuentes principales:
  - Los clientes que presenten los paneles para la venta a través del Marketplace.
  - Las empresas dedicadas al reciclaje de los paneles (Ejemplo: Recyclia / PVCycle) que estén interesadas en ser un recurso recurrente dentro de la cadena de suministro.
  - Las empresas en términos generales, que estén interesadas en vender paneles solares usados que por alguna razón requieran cambiar.
- **Equipo Técnico:** Personal capacitado para la asesoría, diseño e instalación de paneles solares.
- **Infraestructura Digital:** Sitio web, en concreto el Marketplace y las plataformas de apoyo para el comercio electrónico para las ventas en línea.
- **Red de Socios y Proveedores:** Este es uno de los recursos clave más importante, teniendo en cuenta que esta cadena de suministro se basa en la relación con las empresas dedicadas al reciclaje, los fabricantes de los paneles solares usados y los laboratorios que emiten las certificaciones y sellos de calidad de los paneles.
- **Recursos Educativos:** Materiales y programas para educar a los clientes sobre la importancia del comercio sostenible en el mercado de la energía solar.
- **Recursos financieros y capital de trabajo:** Los aspectos iniciales para la inversión financiera y el capital de trabajo, son determinantes para la gestión de todos los recursos que serán necesarios durante la operación del modelo propuesto. Con lo cual, se busca obtener capital inicial a través de inversores, fondos de capital de riesgo o programas de apoyo gubernamentales.
- **Tecnología Blockchain:** El objetivo del uso de esta tecnología, es registrar la historia de cada panel solar en la blockchain, incluyendo detalles de fabricación, uso previo, reacondicionamiento y pruebas, así como la implementación de contratos inteligentes para automatizar transacciones, pagos y la transferencia de propiedad. Este recurso,

permitirá a los clientes verificar la autenticidad y el historial de los paneles solares a través de un sistema transparente y seguro.

### 5.1.7 ACTIVIDADES CLAVE

Las actividades clave de este modelo, aseguran que todos los procesos desde la adquisición de paneles hasta la satisfacción del cliente se realicen de manera eficiente y efectiva. A continuación, se detallan las actividades clave en el lienzo de propuesta de valor:

- ✓ **Adquisición de Paneles Solares Usados:** La actividad clave de este modelo está en la búsqueda, negociación y compra de paneles solares usados de calidad de diversas fuentes como ya se ha mencionado en el apartado de recursos clave.
- ✓ **Inspección y Reacondicionamiento:** Otra de las actividades clave es el proceso de revisión y prueba de paneles solares usados para garantizar que cumplan con los estándares de calidad y eficiencia.
- ✓ **Marketing y ventas:** Desarrollo e implementación de estrategias de marketing y ventas, incluyendo campañas digitales, publicidad en redes sociales, SEO, marketing de contenido y promociones.
- ✓ **Marketplace - Plataforma de Comercio Electrónico y Gestión de Pedidos:** Mantenimiento y mejora de un sitio web de comercio electrónico para facilitar las ventas en línea, gestión de pedidos y atención al cliente.
- ✓ **Logística y Distribución:** Coordinación de la logística para el almacenamiento, empaquetado y envío de paneles solares a los clientes de manera eficiente y segura.
- ✓ **Instalación y Mantenimiento:** Ofrecimiento de servicios de instalación y mantenimiento de los paneles solares vendidos, incluyendo soporte técnico y reparaciones.
- ✓ **Servicio de Atención al Cliente:** Provisión de soporte continuo a los clientes a través de canales como teléfono, correo electrónico y chat en línea.
- ✓ **Relaciones con Proveedores y Socios:** Establecimiento y gestión de relaciones con proveedores de paneles solares usados, empresas de instalación y otros socios estratégicos.

### 5.1.8 ASOCIACIONES CLAVE

En el modelo de negocio para la venta de paneles solares de segunda mano, las asociaciones clave son importantes para asegurar el suministro, la calidad del producto, la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente:

- ✓ **Proveedores de Paneles Solares Usados:** para garantizar un suministro constante y de calidad de paneles solares usados, una de las asociaciones clave es la de empresas y organizaciones que reciclan y desmantelan instalaciones de paneles solares y tienen paneles usados

disponibles para la venta. Un ejemplo de estas sería Recyclia, que se encarga de la gestión de residuos de este tipo de paneles fotovoltaicos.

- ✓ **Plataformas de Comercio Electrónico y Logística:** Para este modelo de negocio es importante contar con socios digitales que proporcionen la infraestructura para la venta en línea dentro del Marketplace y la logística de entrega.
- ✓ **Empresas de Reacondicionamiento y Certificación:** Para asegurar que los paneles reacondicionados cumplan con los estándares de calidad y eficiencia, se requieren socios especializados en la inspección, reparación y principalmente certificación de paneles solares usados.
- ✓ **Instituciones Financieras:** Bancos y entidades financieras que ofrecen financiamiento para la compra e instalación de paneles solares.
- ✓ **Organizaciones Ambientales y Gubernamentales:** Organizaciones no gubernamentales (ONGs) y agencias gubernamentales que promueven la sostenibilidad y la adopción de energías renovables.
- ✓ **Redes de Distribución y Almacenamiento:** Socios logísticos que gestionan el almacenamiento y la distribución de los paneles solares.
- ✓ **Proveedores de Componentes Complementarios:** Fabricantes y distribuidores de componentes adicionales como inversores, baterías y estructuras de montaje, etc.

Estas asociaciones permiten asegurar el suministro de productos, mantener la calidad, expandir la oferta de servicios y aumentar la accesibilidad financiera para los clientes. Al construir y mantener relaciones estratégicas con proveedores, instaladores, instituciones financieras y organizaciones gubernamentales y académicas, la empresa puede fortalecer su propuesta de valor y asegurar su competitividad en el mercado de energía solar.

### **5.1.9 ESTRUCTURA DE COSTES**

Para la venta de paneles solares de segunda mano, la estructura de costes asegurará la rentabilidad del negocio. A continuación, se detallan los componentes clave que se distinguirán en costes fijos y costes variables.

Los costes fijos, como indica su nombre son aquellos que no varían con el aumento de los ingresos de la empresa:

→ **Costes fijos**

- Costes de desarrollo, mantenimiento y actualización del sitio web - Marketplace, incluyendo hosting, diseño web y seguridad cibernética.
- Costes de desarrollo, implementación y mantenimiento de la tecnología blockchain para la gestión en línea del proceso y la creación de contratos inteligentes.
- Costes administrativos que se reportaran cada mes de acuerdo con la actividad empresarial.
- Sueldos y beneficios para el equipo de ventas, marketing, atención al cliente y otros empleados clave.
- Costes asociados con la oferta de servicios de diseño, instalación y mantenimiento de los paneles solares, incluyendo salarios de técnicos y costes de equipos.

Por el otro lado, los costes variables son aquellos que dependen de la operación del modelo de negocio son:

→ **Costes variables**

- Coste de adquisición de paneles solares usados el caso concreto de las empresas dedicadas al reciclaje, incluyendo costes de transporte y manejo.
- Costes de los fabricantes que serán los encargados de inspeccionar, probar y reacondicionar los paneles solares usados.
- Coste del procedimiento de verificación y valoración de los paneles, por parte de los laboratorios que se encargaran de emitir los certificados de calidad.
- Costes en campañas de marketing digital, publicidad en redes sociales, SEO, marketing de contenido y promociones.
- Costes asociados con el almacenamiento, empaquetado y envío de los paneles solares a los clientes, incluyendo transporte y manejo.
- Costes de financiación que pueden variar dependiendo la solvencia de la compañía, las necesidades y la estrategia de expansión etc.

## **5.2 MODELO DE NEGOCIO PROPUESTO – LIENZO CANVAS**

Tras desarrollar las nueve dimensiones o bloques del modelo CANVAS, a continuación, se presenta el lienzo final con el modelo de negocio propuesto:

Modelo Canvas: Venta y distribución de paneles fotovoltaicos de segunda mano a través de una plataforma de Marketplace.				
Alianzas Clave	Actividades clave	Propuesta de Valor	Relaciones con los clientes	Segmento de clientes
Proveedores de Paneles Solares Usados Plataformas de Comercio Electrónico y Logística Empresas de Reacondicionamiento y Certificación Instituciones Financieras Organizaciones Ambientales y Gubernamentales Redes de Distribución y Almacenamiento Proveedores de Componentes Complementarios	Adquisición de Paneles Solares Usados Inspección y Reacondicionamiento Marketing y ventas Marketplace - Plataforma de Comercio Electrónico y Gestión de Pedidos Logística y Distribución Instalación y Mantenimiento Servicio de Atención al Cliente Relaciones con Proveedores y Socios <b>Recursos Clave</b> Paneles Solares de Segunda Mano Equipo Técnico Infraestructura Digital Red de Socios y Proveedores Recursos Educativos Recursos financieros y capital de trabajo Tecnología Blockchain	Marketplace Fotovoltaico, que promueva el comercio sostenible y de una forma normalizada los paneles solares procedentes de fábricas de dedicadas al reciclaje de paneles solares, de consumidores finales o de empresas interesadas en vender paneles solares usados, para conectar a los grandes productores de energía con el segmento de clientes definido en este modelo de negocio.	<b>Digital:</b> Mediante el uso de la plataforma web -- Marketplace <b>Presencial:</b> Productos y servicios con asesoría presencial para la fase de diseño e instalación de los paneles solares. <b>Canales de distribución</b> Canal Web - Marketplace Redes sociales e influencers Asesoría presencial y virtual Seminarios y formaciones profesionales.	Clientes residenciales Pequeñas y medianas empresas (PYMES) Organizaciones sin fines de lucro Proyectos comunitarios
<b>Estructura de Costos</b>		<b>Fuentes de Ingreso</b>		
<b>Costes fijos:</b> • Costos de desarrollo, mantenimiento y actualización del sitio web - Marketplace • Costes administrativos • Sueldos y beneficios para el equipo de ventas, marketing, atención al cliente • Costos asociados con la oferta de servicios de diseño, instalación y mantenimiento de los paneles solares		Venta Directa: Ingresos generados principalmente por la venta de paneles solares de segunda mano a clientes finales a través del Marketplace. Servicios de instalación: Ingresos adicionales por ofrecer servicios de instalación de los paneles solares. Mantenimiento y Garantías: Ingresos por los Servicios de mantenimiento periódico y garantías extendidas como servicios adicionales.		
<b>Costes variables:</b> • Coste de adquisición de paneles solares usados, incluyendo costos de transporte y manejo. • Costos de los fabricantes que serán los encargados de inspeccionar, probar y reacondicionar los paneles solares usados. • Coste del procedimiento de verificación y valoración de los paneles, por parte de los laboratorios que se encargaran de emitir los certificados de calidad. • Gastos en campañas de marketing digit • Costes de financiación que pueden variar dependiendo la solvencia de la compañía • Costos asociados con el almacenamiento, empaquetado y envío de los paneles solares a los clientes.				

Ilustración 13 – Modelo Canvas  
Fuente: Elaboración propia.

## 6 ANÁLISIS ECONÓMICO

### 6.1 INVERSIÓN INICIAL NECESARIA

De acuerdo con el modelo de negocio propuesto en el capítulo 5. de este documento, se analizará una estimación de la inversión inicial necesaria para la implementación y operación del proyecto.

Las inversiones necesarias se clasifican de diferentes formas. A continuación, se presenta dicha clasificación, detallando los elementos que componen cada grupo de la misma:

#### 6.1.1 ACTIVO NO CORRIENTE (ACTIVO FIJO O INMOVILIZADO)

- **Inmovilizado material:** Recoge los bienes con permanencia en la empresa superior a un año. Estos bienes pueden ser:

Acondicionamiento	8.000,00 €
Mobiliario	6.000,00 €
Herramientas	3.000,00 €
Equipos informáticos	6.000,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>23.000,00 €</b>

- **Inmovilizado inmaterial:** Recoge los “derechos de uso” considerados como inversión de carácter intangible a largo plazo. Los componentes más habituales en pequeñas y medianas empresas como lo es el objeto de este estudio son:
  - *Renting*: Inicialmente no aplicaría.
  - *Patentes*: Sólo en el caso de que se registre algún producto, proceso productivo, marcas, etc.
  - *Aplicaciones informáticas*: En este caso se estima en **8.000 €**.
- **Inmovilizado financiero:** Recoge las inversiones de carácter financiero a largo plazo. Lo normal es que en las PYME o pequeñas empresas al iniciar no existan altas inversiones de este tipo.

### 6.1.2 ACTIVO CORRIENTE

Sus componentes tienen una rotación a lo largo del año dentro de la empresa y sus valores cambian constantemente:

- **Existencias:** Inicialmente no se prevé almacenamiento de existencias sin un pedido previo por parte del cliente.
- **Deudores:** Se recogen los derechos de cobro que la empresa tiene con terceras personas. Inicialmente en este apartado sólo suele existir un concepto, relacionado con el IVA de las inversiones anteriores, que posteriormente se tendrán que liquidar con Hacienda.
- **Tesorería:** Para que una empresa no tenga problemas de liquidez necesita, desde su inicio, disponer de unos fondos líquidos suficientes, normalmente en la caja de la empresa o en cuentas bancarias. Se estimará en el presente análisis económico un monto de con **55.400 €**.

## 6.2 INGRESOS

Los ingresos de este tipo de negocios corresponden al número de instalaciones solares que se realicen. En el caso de este modelo, los precios por instalación están establecidos en función de los m<sup>2</sup> de captación que sean necesarios.

Los precios que se relacionaran a continuación son orientativos y se toman como referencia del “TFG-I-2021 – Estudio de la rentabilidad de la reutilización de paneles solares en pequeñas plantas fotovoltaicas, en concreto en el apartado 10.3 Resolución de Caso práctico” [2], con el siguiente ejercicio:

INSTALACION			
<b>POTENCIA INSTALADA (kW)</b>		<b>Número de paneles nuevos:</b>	10
3		<b>Número de paneles usados:</b>	13
RENTABILIDAD MANTENIENDO LA TARIFA ELÉCTRICA			
<b>Tipo de Paneles:</b>	<b>Nuevos</b>		<b>Usados</b>
<b>VAN</b>	4.881 €		5.330 €
<b>TIR</b>	8,54%		11,92%
<b>Coste Instalación</b>	6.193 €		5.670 €

Ilustración 14 – Caso práctico / Análisis de rentabilidad

Fuente: TFG-I-2021 – Estudio de la rentabilidad de la reutilización de paneles solares en pequeñas plantas fotovoltaicas.

De acuerdo con la imagen anterior, se estima un precio de **5.670 €** para una potencia instalada de 3kW y un número de 13 paneles usados. Con este valor se calculará un estimado de ventas por 4 años con los siguientes resultados:

	TOTAL – 1Q	VENTAS	TOTAL – 2Q	VENTAS	TOTAL – 3Q	VENTAS	TOTAL – 4Q	VENTAS	TOTAL POR AÑO
<b>2024</b>	216.972,00 €	38	82.674,00 €	15	95.775,00 €	17	36.458,00 €	6	431.879,00 €
<b>2025</b>	241.080,00 €	43	137.790,00 €	24	159.625,00 €	28	72.916,00 €	13	611.411,00 €
<b>2026</b>	265.188,00 €	47	137.790,00 €	24	159.625,00 €	28	72.916,00 €	13	635.519,00 €
<b>2027</b>	289.296,00 €	51	137.790,00 €	24	191.550,00 €	34	72.916,00 €	13	691.552,00 €

Ilustración 15 – Ingresos brutos anuales

Fuente: Elaboración propia

## 6.3 COSTES

Un modelo de negocio se puede considerar rentable en el momento que empieza a generar beneficios, es decir, la diferencia entre las ventas y los costes de la empresa. Los ingresos por su parte, provienen exclusivamente de las ventas de los servicios. Con lo cual, la diferencia entre los ingresos de la empresa y los costes nos da el resultado de la empresa.

A continuación, se enumerarán los costes para iniciar el modelo de negocio propuestos y que son necesarios para el desarrollo de la actividad.

### 6.3.1 COSTES FIJOS

Estos costes no dependen del número de instalaciones, sino del tipo de producción del servicio. En el caso de este modelo de negocio se estimarán los siguientes:

- ✓ Salarios
- ✓ Arrendamientos
- ✓ Comunicación
- ✓ Transportes
- ✓ Servicios de profesionales independientes
- ✓ Material de oficina
- ✓ Mantenimiento del local e instalaciones
- ✓ Suministros
- ✓ Tributos
- ✓ Amortizaciones

Gastos Fijos	2024	2025	2026	2027
Sueldos y salarios	120.510,00 €	167.045,00 €	170.386,00 €	187.424,00 €
Arrendamientos	18.600,00 €	18.600,00 €	18.600,00 €	18.600,00 €
Transporte	4.800,00 €	7.800,00 €	10.200,00 €	10.200,00 €
Comunicación	4.800,00 €	4.100,00 €	3.900,00 €	3.900,00 €
Seguros	2.500,00 €	2.500,00 €	2.500,00 €	2.500,00 €
Suministros	4.800,00 €	4.800,00 €	4.800,00 €	4.800,00 €
Material de Oficina	1.000,00 €	800,00 €	800,00 €	800,00 €
Mantenimiento Local	1.000,00 €	1.100,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €
Servicios profesionales libres	- €	1.800,00 €	1.800,00 €	1.800,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>158.010,00 €</b>	<b>208.545,00 €</b>	<b>214.186,00 €</b>	<b>231.224,00 €</b>

Ilustración 16 – Costes Fijos  
Fuente: Elaboración propia

Particularmente las amortizaciones, se recogen dentro de los costes indirectos teniendo en cuenta que se producen por el coste que genera la pérdida de valor de los elementos del inmovilizado. A continuación, se desarrolla un plan de amortización, simulando un periodo para la mayoría de los elementos es de 5 años y para los equipos informáticos de 3 años:

	2024	2025	2026	2027
Acondicionamiento	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €
Mobiliario	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	
Herramientas	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €	1.600,00 €
Equipos informáticos	600,00 €	600,00 €	600,00 €	600,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>5.400,00 €</b>	<b>5.400,00 €</b>	<b>5.400,00 €</b>	<b>3.400,00 €</b>

Ilustración 17 – Amortizaciones  
Fuente: Elaboración propia

## 6.4 PLAN FINANCIERO

A continuación, se consolida el total anual de los puntos estimados, para obtener como resultado la cuenta de Ganancias/ Pérdidas anuales. Se explica brevemente el modelo de Cuenta de Pérdidas y Ganancias que se emplea para este modelo de negocio:

- ✓ **Explotación:** En este apartado se agregan todos los ingresos netos por la cifra de ventas y los costes directos e indirectos del negocio.
- ✓ **Financiero:** Se incluyen los intereses como consecuencia de la solicitud de un préstamo, el cual se estima solicitar como parte de la inyección de capital por un valor de 40.000€ y también los ingresos provenientes de fondos de inversión, depósitos a plazo fijo, etc.
- ✓ **Resultado Antes de Impuestos:** Una vez se tiene calculado el resultado de explotación y el financiero, se suman ambos resultados y el total equivale al resultado total antes de impuestos. En función del resultado que salga, si es positivo se debe pagar un 25% de impuesto de sociedades, pero si es negativo se está exento de este pago y se podrá compensar en años posteriores. Se trata en concreto, del resultado total de la actividad.
- ✓ **Resultado del Ejercicio:** Equivale al consolidado total anual por año. Esta cifra corresponde a las ganancias/ Pérdidas anuales.

CUENTA DE PERDIDAS Y GANANCIAS				
OPERACIONES CONTINUADAS	2024	2025	2026	2027
Importe neto de la Cifra de Negocio	431.879,00 €	611.411,00 €	635.519,00 €	691.552,00 €
Ventas y prestación de servicios	431.879,00 €	611.411,00 €	635.519,00 €	691.552,00 €
Aprovisionamientos	268.559,25 €	380.933,25 €	395.808,00 €	430.745,25 €
Aprovisionamientos	268.559,25 €	380.933,25 €	395.808,00 €	430.745,25 €
<b>MARGEN BRUTO</b>	<b>163.319,75 €</b>	<b>230.477,75 €</b>	<b>239.711,00 €</b>	<b>260.806,75 €</b>
Gastos de personal	120.510,00 €	167.045,40 €	170.386,31 €	187.424,94 €
Sueldos y salarios	120.510,00 €	167.045,40 €	170.386,31 €	187.424,94 €
Otros gastos de explotación	40.500,00 €	41.500,00 €	43.800,00 €	43.800,00 €
Servicios Exteriores	37.500,00 €	41.500,00 €	43.800,00 €	43.800,00 €
Arrendamientos	18.600,00 €	18.600,00 €	18.600,00 €	18.600,00 €
Transporte	4.800,00 €	7.800,00 €	10.200,00 €	10.200,00 €
Comunicación	4.800,00 €	4.100,00 €	3.900,00 €	3.900,00 €
Seguros	2.500,00 €	2.500,00 €	2.500,00 €	2.500,00 €
Suministros	4.800,00 €	4.800,00 €	4.800,00 €	4.800,00 €
Material de oficina	1.000,00 €	800,00 €	800,00 €	800,00 €
Mantenimiento local	1.000,00 €	1.100,00 €	1.200,00 €	1.200,00 €
Servicios profesionales libres	- €	1.800,00 €	1.800,00 €	1.800,00 €
Tributos	3.000,00 €	- €	- €	- €
Amortización del Inmovilizado	5.400,00 €	5.400,00 €	5.400,00 €	3.400,00 €
<b>RESULTADO DE EXPLOTACIÓN / BAI</b>	<b>- 3.090,25 €</b>	<b>16.532,35 €</b>	<b>20.124,69 €</b>	<b>26.181,81 €</b>
Ingresos financieros	- €	- €	- €	- €
Gastos financieros	990,00 €	750,00 €	390,00 €	30,00 €
<b>RESULTADO FINANCIERO</b>	<b>- 990,00 €</b>	<b>- 750,00 €</b>	<b>- 390,00 €</b>	<b>- 30,00 €</b>
<b>RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS / BAI</b>	<b>- 4.080,25 €</b>	<b>15.782,35 €</b>	<b>19.734,69 €</b>	<b>26.151,81 €</b>
Impuestos sobre beneficios	- €	2.925,53 €	4.933,67 €	6.537,95 €
<b>RESULTADO DEL EJERCICIO</b>	<b>- 4.080,25 €</b>	<b>12.856,82 €</b>	<b>14.801,02 €</b>	<b>19.613,86 €</b>

Ilustración 18 – Cuenta de pérdidas y ganancias  
Fuente: Elaboración propia

El punto muerto que se define como el lugar donde se igualan los costes e ingresos, para este modelo de negocios es superior a los 600.000 € de ingresos por ventas, es decir, con los costes fijos que se estimaron, se necesitan unas ventas por importe superior a 600.000€/anual para obtener beneficios.

Además, se observa que a partir del 2º año el modelo de negocio aporta beneficio, y el cuarto año dobla las ventas del primero, lo cual la hace una empresa con bastantes expectativas de futuro.

## 7 CONCLUSIONES

A partir del modelo de negocio que se ha diseñado para el mercado de la venta de paneles solares de segundo uso, se pueden determinar la viabilidad en cuanto a implantación del modelo y el ofrecimiento de dos servicios principales, el Marketplace fotovoltaico y la gestión de los sellos de calidad emitidos por las entidades certificadoras del proceso.

Para determinar esta viabilidad, se ha llevado a cabo en primer lugar un análisis PESTEL y un análisis PORTER que ha permitido establecer las siguientes conclusiones:

- ✓ El sector de energía solar fotovoltaica se encuentra en un proceso de crecimiento exponencial, pudiendo convertirse su huella económica en un motor de la economía española. Este aspecto también influye en los paneles de segundo uso, puesto que la gestión completa de la cadena de consumo permite marcar una estrategia de diferenciación dentro del crecimiento exponencial del mercado.
- ✓ La UE y las políticas energéticas están centradas en el fomento de la transición ecológica y la expansión de las actividades económicas sostenibles, dando un espacio de crecimiento importante y significativo a al comercio consiente y sostenible.
- ✓ Existe un interés creciente en cuanto al autoconsumo y la preocupación por el medio ambiente, lo que puede favorecer las relaciones con los clientes clave que se han determinado dentro del análisis de este documento.
- ✓ La reducción del precio de los paneles solares fotovoltaicos nuevos, en el caso de este modelo puede representar un riesgo, pues el costo podría en algún sentido estar cercano al de los paneles de segunda mano. Sin embargo, se genera también una oportunidad de mejora en cuanto a la eficiencia de la cadena de consumo para optimizar los tiempos de entrega y el mantenimiento necesario.
- ✓ Objetivos del PNIEC para el año 2030 centrados en la reducción de la huella de carbono vía aumento de la producción de energía eléctrica mediante energías renovables.

Todo ello ha permitido poder tener la información suficiente para poder establecer un modelo basado en el lienzo CANVAS que incluye los 9 aspectos más relevantes además de un análisis económico para los cuatro primeros años de funcionamiento mostrando un crecimiento exponencial si se mantiene el nivel de ventas estimado. Este análisis, permite determinar que el modelo puede ser

rentable y solvente en un plazo mínimo de cuatro años, siendo las previsiones futuras optimistas en relación al desarrollo del negocio.

## **8 LIMITACIONES**

De acuerdo con el análisis realizado durante este TFM, una de las limitaciones tiene que ver con la posible adaptación de las diferentes empresas distribuidoras a este sector de los paneles solares de segundo uso.

Tiene que ver, en concreto, con el bajo precio de los módulos solares nuevos, que podrían en un futuro afectar al mercado de segunda mano. Stefan Wippich, cofundador de la empresa SecondSol, que ya se ha nombrado anteriormente en este TFM, señaló que “los paneles usados deberían desempeñar un papel más importante en la transición energética, a pesar de la complejidad de su uso” y añadió “en mi opinión, un buen módulo usado no es peor que un módulo nuevo, sin duda se necesitará más material de montaje para la instalación. Sin embargo, creo que los programas de incentivos como la repotenciación son un paso importante en el uso eficiente del espacio. Necesitamos normas para el comercio de módulos usados y debemos poner fin a la exportación de residuos fotovoltaicos. También necesitamos un reciclaje eficaz de los módulos defectuosos en Europa. Veo potencial en todas partes” [19].

Dicho esto, el aspecto de los precios podría tener un impacto en la implantación de este modelo. Sin embargo, si la tendencia de los minoristas e instaladores incrementa haciendo más notoria la necesidad de aprovechar las piezas residuales de los paneles, se estaría impulsando el mercado fotovoltaico de segundo mano y se podría pensar en una comunidad fotovoltaica incluso para Europa.

## 9. BIBLIOGRAFIA

[1] TFG-I-1880, Estudio de viabilidad de un sello de calidad para los paneles fotovoltaicos de segundo uso. Grado en Ingeniería en Organización Industrial. Autora: Ana Ranero Mata (2021).

[2] TFG-I-2021, Estudio de la rentabilidad de la reutilización de paneles solares en pequeñas plantas fotovoltaicas. Grado en Ingeniería en Organización Industrial. Autor: Mario Obispo Alonso.

[3] TFM-E-175, Plan de empresa para creación de una spin-off por parte del grupo de investigación optronlab. MBA – Maestría en Dirección de empresas. Autor: Héctor Raúl García.

[4] TFM-E-174, Estudio de un modelo de negocio para la creación de una spin-off en el sector de paneles solares de segunda mano. MBA – Maestría en Dirección de empresas. Autor: Sotirios K. Fotopulos.

[5] Osterwalder A., Pigneur Y., Tucci C. 2005. Clarifying Business Models: Origins, Present, and Future of the Concept. Communications of the Association for Information Systems.

[6] Ricart, J. E., (2009). Modelo de Negocio: El eslabón perdido en la dirección estratégica. *Universia Business Review*, (23), 12-25.

[7] BEATO BLANCO, Paulina. «La liberalización del sector eléctrico en España ¿Un proceso incompleto o frustrado?» 75 años de Política Económica Española, nº 826, 2006.

[8] Desarrollo de Negocio, Área Corporativa. (29 de noviembre de 2023). *El sector energético en España*. <https://www.norvento.com/blog/el-sector-energetico-en-espana/>

[9] ESTRELLA LÓPEZ. (07 de noviembre de 2023). *Las renovables en España aumentan su aportación al PIB, pero con las exportaciones netas en negativo*. <https://www.elmundo.es/economia/2023/11/07/65492e35e85ece0d4e8b459b.html>

[10] DPV ENERGY. (24 de abril de 2024). *España lidera el ranking de mayor penetración de energía solar fotovoltaica en el mundo*. <https://dpvenergy.com/espana-penetracion-de-energia-solar-fotovoltaica/>

[11] ENEL – INNOVACIÓN (03 de mayo de 2024). *Paneles fotovoltaicos en el espacio: una posible revolución de la energía solar*. <https://www.enel.com/es/nuestra-compania/historias/articulos/2024/05/paneles-solares-espaciales>

[12] PLANETA ECO (24 de septiembre de 2023). *Historia de las energías renovables 1: Historia y desarrollo de la energía fotovoltaica*. <https://planeta->

[eco.es/historia-de-las-energias-renovables-1-historia-y-desarrollo-de-la-energia-fotovoltaica/](https://eco.es/historia-de-las-energias-renovables-1-historia-y-desarrollo-de-la-energia-fotovoltaica/)

[13] RED ELECTRICA (Informe 2023). *Las renovables en el sistema eléctrico español*. Descarga del informe de energías renovables 2023: <https://www.sistemaelectrico-ree.es/informe-de-energias-renovables>.

[14] Álvaro Ruíz (02 de diciembre de 2022). *EL MAYOR PARQUE SOLAR DE EUROPA ESTÁ EN ESPAÑA*. <https://esenergia.es/mayor-planta-solar-de-europa/>

[15] SOLARPLACA.ES. *Análisis del ciclo de vida de paneles solares* <https://solarplacas.es/life-cycle-assessment-of-solar-panels/>

[16] ENGELENERGY.ES Alex Valero. (02/22/2024) *¿Cómo se reciclan los paneles solares?* <https://engelenergy.es/blog/reciclar-paneles-solares/>

[17] SolarMente.es - Sostenibilidad. (30/06/2021). *El reciclaje de placas solares: normativa, proceso y beneficios* <https://solarmente.es/blog/reciclaje-de-paneles-solares-5-cuestiones-que-te-interesara-saber/>

[18] Economista.es – Eva Sereno (29/09/2022). *IBERSYD prevé invertir más de 2 millones para abrir en Teruel el primer centro de reciclaje de paneles fotovoltaicos de España*. <https://www.economista.es/industria/noticias/11968560/09/22/IBERSYD-preve-invertir-mas-de-2-millones-para-abrir-en-Teruel-el-primer-centro-de-reciclaje-de-paneles-fotovoltaicos-de-Espana-.html>

[19] PV-Magazine.es – Sergio Matalucci (24/04/2024). *Los bajos precios de los módulos solares afectan al mercado de segunda mano*. <https://www.pv-magazine.es/2024/04/24/los-bajos-precios-de-los-modulos-solares-afectan-al-mercado-de-segunda-mano/>

[20] Memoria del proyecto “Desarrollo de una ‘supply chain’ de paneles solares reutilizados con tecnología ‘blockchain’ desde un enfoque transaccional basado en la economía circular”. Fundación BBVA. Autor: Universidad de Valladolid.

[21] SolarMente.es - Sostenibilidad. (30/03/2021). *El blockchain en la energía solar: la revolución en el mercado energético*. <https://solarmente.es/blog/el-blockchain-en-la-energia-solar-la-revolucion-en-el-mercado-energetico/>

[22] SolarMente.es - Sostenibilidad. (30/06/2021). *El reciclaje de placas solares: normativa, proceso y beneficios*. <https://solarmente.es/blog/reciclaje-de-paneles-solares-5-cuestiones-que-te-interesara-saber/>

[23] Ministerio para transición ecológica y el reto demográfico. *La Unión Europea en la lucha contra el cambio climático*. <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/la-union-europea.html>

- [24] Naciones Unidas. [www.un.org/es/](http://www.un.org/es/). *Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna.* <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>
- [25] Material-electrico.cdecomunicacion.es. (25/11/2019). *Energía solar fotovoltaica: panorama mundial.* <https://material-electrico.cdecomunicacion.es/opinion/ignacio-martil/2019/11/25/energia-fotovoltaica-panorama-mundial/>
- [26] Secondsol.com/en. *Something about us.* <https://www.secondsol.com/en/company/portrait/>
- [27] Interempresas.net. Redacción Futureenergy (20/07/2020). *App de repuestos fotovoltaicos para instaladores.* <https://www.interempresas.net/Energia/Articulos/451561-App-de-repuestos-fotovoltaicos-para-instaladores.html>
- [28] Alimarket.es. Raúl Templado (02/03/2023). *Informe 2023 sobre empresas Instaladoras de Autoconsumo Solar Fotovoltaico en España.* <https://www.alimarket.es/construccion/informe/365644/informe-2023-sobre-empresas-instaladoras-de-autoconsumo-solar-fotovoltaico-en-espana/informe-completo/8881717ed7675800af434240df8788c6>
- [29]. Europapress.es. (22/11/2023). *Isla Solar, instalador de sistemas fotovoltaicos en Castilla y León.* <https://www.europapress.es/impulsamos/noticia-isla-solar-instalador-sistemas-fotovoltaicos-castilla-leon-20231116153047.html>
- [30] Businessinsider.es. Miguel Ángel Moreno (09/05/2022). *La expansión de la energía solar genera un nuevo negocio: el reciclaje de las 30.000 toneladas de paneles usados que se producen cada año.* <https://www.businessinsider.es/cada-ano-desechan-30000-toneladas-paneles-solares-reto-economico-1057899>.
- [31] Unef.es. Jorge Barredo (01/08/2019). *UNEF presenta las recomendaciones de mejores prácticas para impulsar la sostenibilidad total del sector.* <https://www.unef.es/es/comunicacion/comunicacion-post/unef-presenta-las-recomendaciones-de-mejores-practicas-para-impulsar-la-sostenibilidad-total-del-sector>.