COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA
ICAI

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

Contribución de las comunidades energéticas en la descarbonización de la economía local: Un caso de estudio en España.

Autor: María Cruz Arcos Presedo

Director: Jesús José Fernández García

Co-Director: Manuel Pérez Bravo

Madrid

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título

Contribución de las comunidades energéticas en la descarbonización de la economía local: Un caso de estudio en España.

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el curso académico 2022/2023 es de mi autoría, original e inédito y no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos.

El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: María Cruz Arcos Presedo Fecha: 6/7/2023

Autorizada la entrega del proyecto

LOS DIRECTORES DEL PROYECTO

45908046T JESÚS JOSÉ FERNÁNDEZ (C:Q1570003B)

Firmado digitalmente por 45908046T JESÚS JOSÉ FERNÁNDEZ (C:Q1570003B)
Fecha: 2023.07.07 21:10:09 +02'00'

Fdo.: Jesús José Fernández García

PEREZ BRAVO MANUEL - 49114355V

Firmado digitalmente por PEREZ BRAVO MANUEL - 49114355V
Fecha: 2023.07.07 19:55:02 +02'00'

Fdo.: Manuel Pérez Bravo

Fecha: ……/ ……/ ……

Agradecimientos

Este proyecto no es más que un recordatorio inspirador de lo lejos que se puede llegar cuando se fusiona la pasión con el conocimiento y se canaliza hacia un objetivo definido. Es fruto del trabajo bien hecho durante estos cuatro años, el cual siempre será una herramienta a la que volver y de la que estoy realmente agradecida.

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia que me ha brindado la oportunidad de estudiar en esta universidad y, por tanto, quien me ha abierto camino a donde me encuentro ahora. Su ejemplo ha sido una fuente de inspiración y motivación, especialmente por los ingenieros que me anteceden.

Quería continuar dándole especial relevancia a mis amigos quienes me han acompañado a lo largo de la carrera, compañeros de vocación repletos de fuerza de voluntad, ambición y excelencia quienes me han impulsado a mantener siempre el ritmo a su lado. Además, a mis amigos de siempre, quienes me recuerdan las raíces de nuestras casas, de los que siempre he recibido palabras de aliento y me han visto crecer ante las adversidades presentadas.

Por último, a mis directores, Jesús y Manuel, quienes me han guiado estos últimos meses cargados de paciencia, simpatía y disposición haciendo posible este resultado.

Con todo ello, quiero dejar por escrito una cita que me ha acompañado a lo largo de la carrera que me ha motivado para seguir hacia delante recordándome el motivo de este aprendizaje, el cual es muy alejado de ser exclusivamente académico: “Saber para subir, subir para servir”.

CONTRIBUCIÓN DE LAS COMUNIDADES ENERGÉTICAS EN LA DESCARBONIZACIÓN DE LA ECONOMÍA LOCAL: UN CASO DE ESTUDIO EN ESPAÑA.

Autor: Arcos Presedo, María Cruz.
Director: Fernández García, Jesús José.
Co-Director: Pérez Bravo, Manuel
ICAI– Universidad Pontificia Comillas

RESUMEN DEL PROYECTO

El objetivo de este trabajo es el desarrollo de una comunidad energética desde un punto de vista técnico, organizativo y de negocio. El caso de estudio se encuadra dentro del municipio de Fuente de Pedro Naharro (Cuenca), cuyo Ayuntamiento ha mostrado desde su inicio su completa disposición para la ayuda, promoción y desarrollo de la iniciativa. El trabajo comienza con la presentación del modelo de negocio para lo que se usa el modelo Canvas identificando los principales actores, el modelo relacional y el análisis del punto de equilibrio. Para el estudio técnico, se ha partido de las cubiertas de los edificios públicos proporcionadas por el ayuntamiento para los que se realiza una disposición en planta (lay-out) de la instalación a desarrollar, así como un dimensionado de su potencia instalada, circuitos AC y DC, y conexión a la red siguiendo lo establecido en los reglamentos técnicos y la normativa de la empresa distribuidora. Una vez finalizado el diseño técnico y partiendo del presupuesto obtenido, se realiza un análisis de viabilidad económica, en el que se tienen en cuenta los movimientos de flujos desarrollados por cada agente (administración pública, empresa privada y usuarios finales) siguiendo lo establecido en el modelo relacional. Dado que se hacen numerosas hipótesis para los distintos parámetros incorporados en el análisis de viabilidad, se realiza un análisis de sensibilidad donde se identifican los que tienen un mayor impacto en la viabilidad del proyecto (inversión y precio de venta de la energía (kWh)). El trabajo continúa con un estudio ambiental en el que estima las emisiones anuales evitadas por esta iniciativa. Por último, se concluye con una discusión sobre las aplicaciones

al trilema energético, las distintas disciplinas involucradas de la ingeniería industrial y una identificación de barreras y oportunidades.

Palabras clave: Comunidades energéticas; emisiones CO2; fotovoltaica; sostenibilidad; seguridad de suministro; modelo económico.

1. Introducción

La necesidad de mejorar la seguridad de suministro, reducir los costes y las emisiones del sistema energético es una de las principales prioridades de la sociedad. Las comunidades energéticas es un movimiento que surgió en centro Europa en la última década del siglo pasado. Los principios que la configuran se basan en el aprovechamiento de recursos energéticos locales donde los usuarios finales adoptan un papel activo y relevante.

El presente trabajo diseña un modelo técnico, organizativo y económico que puede aplicarse a este tipo de comunidades en el marco español, realizando una aplicación en el municipio de Pedro Naharro, Cuenca. El interés de este trabajo se basa en la combinación de distintas disciplinas de la ingeniería industrial diseñando un sistema que beneficia a todas las partes involucradas, así como al planeta.

2. Definición del Proyecto

El proyecto tiene como principal objetivo el desarrollo de la implementación de una comunidad energética en el municipio de Cuenca, Fuente de Pedro Naharro.

3. Descripción del modelo/sistema/herramienta

El modelo propuesto se desarrolla en varias etapas:

1. Definición del modelo de negocio para lo que se usa el modelo Canvas identificando los principales actores, el modelo relacional y el análisis del punto de equilibrio.
2. Desarrollo del proyecto técnico para lo que se parte de los recursos energéticos disponibles en la ubicación seleccionada, se dimensiona la instalación en las superficies disponibles, definiendo la potencia instalada, los circuitos de alterna y

continuo y los almacenamientos de energía adecuados siguiendo la normativa técnica de baja tensión.

3. Análisis económico para lo que se parte del presupuesto del apartado anterior, las corrientes de flujos derivadas del modelo relacional y los restos de los costes asociados.
4. Análisis de sensibilidad donde se identifican los que tienen un mayor impacto en la viabilidad del proyecto
5. Análisis del impacto ambiental en el que estima las emisiones anuales evitadas por esta iniciativa

4. Resultados

Para el desarrollo de la comunidad energética se instalarán en las cubiertas de los edificios municipales permitidos por el Ayuntamiento (Ayuntamiento, Casa Cultural y Polideportivo), tres plantas fotovoltaicas de diferentes alcances sumando una instalación de 153,3 kWp. En la Tabla 1 se presentan las características globales de las instalaciones.

Tabla 1: Característica de cada una de las instalaciones fotovoltaicas

	Ayuntamiento	**Casa de la Cultura**	**Polideportivo**
Ubicación	C/ José Antonio Balenchana Valdés, Nº7	C/ Honorio Ruiz, nº 9.	Campo Deportes El Palomar de Fuente de Pedro Naharro
Potencia nominal (kWn)	15	25	100
Potencia pico (kWp)	17,3	29,1	106,9
Nº módulos (unidad)	38 paneles de 455 Wp (Trina Solar)	64 paneles de 455 Wp (Trina Solar)	235 paneles de 455 Wp (Trina Solar)
Nº inversores (unidad)	1 inversor de 15 kWn (Huawei)	1 inversor de 25 kWn (Huawei)	1 inversor 100 kWn (Huawei)

La planta es simulada por herramientas conocidas en el sector eléctrico como PV-GIS, la cual permite conocer la producción anual: 231021 kWh anuales. Esta producción variará dependiendo del mes y la franja horaria que se estudie ya que es proporcional a la irradiación solar del momento.

Dispondrá de sistemas de almacenamiento que se encontrarán en el interior de los edificios junto al inversor para evitar daños externos puntuales o meteorológicos. La batería es elegida debido a su alto rendimiento, bajo coste y sus propiedades técnicas ideales para el proyecto. Consistirán en 6 baterías de 24 kWh que cubrirán parte de la demanda en horas donde no hay irradiación solar, sin buscar el autoabastecimiento completo sino óptimo de los usuarios. A lo sumo, el presupuesto de las tres instalaciones es de 183 990,15 €.

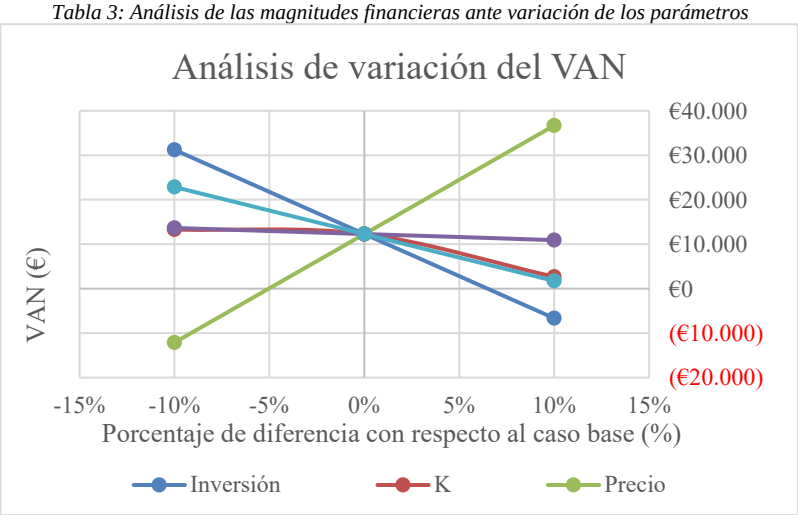
Una vez calculados los parámetros técnicos, se da paso al análisis de viabilidad del proyecto donde las magnitudes financieras del caso base son las siguientes representadas en la Tabla 2.

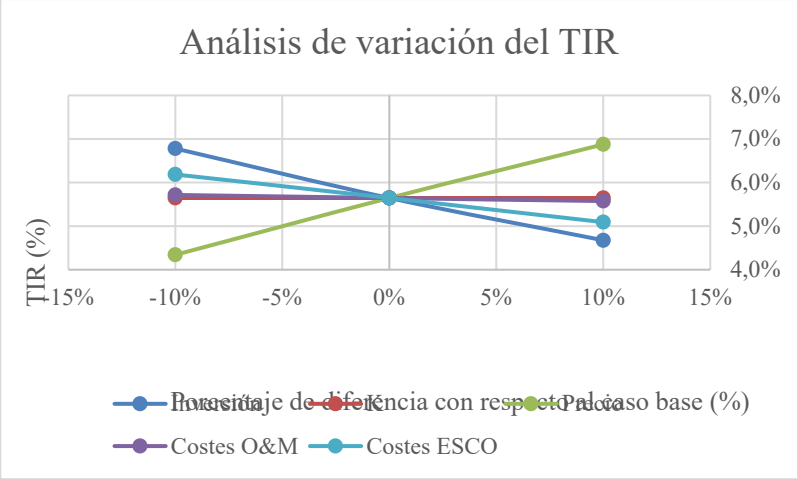
Tabla 2: Magnitudes financieras del caso base

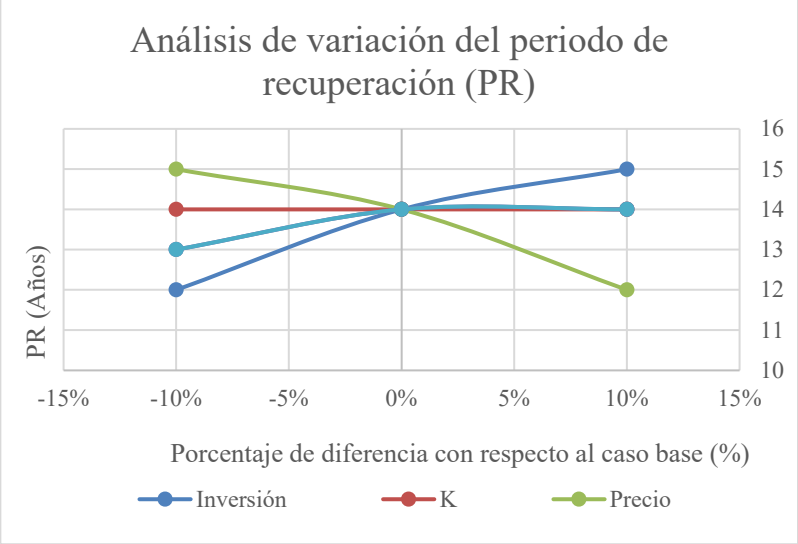
CASO BASE	
K	5%
Valor Actual Neto	12.293 €
TIR	5,65%
Periodo de recuperación	14 AÑOS

Más adelante, se lleva a cabo un análisis de sensibilidad de los parámetros donde se incluyen la magnitud de la inversión, la tasa de actualización, el precio de venta de la energía, los costes de operación y mantenimiento y los costes de ESCO. Se varían los parámetros en un 10% y se estudian las magnitudes financieras dando a lugar a una mayor receptividad por parte de la inversión y el precio de venta de la energía.

Tabla 3: Análisis de las magnitudes financieras ante variación de los parámetros

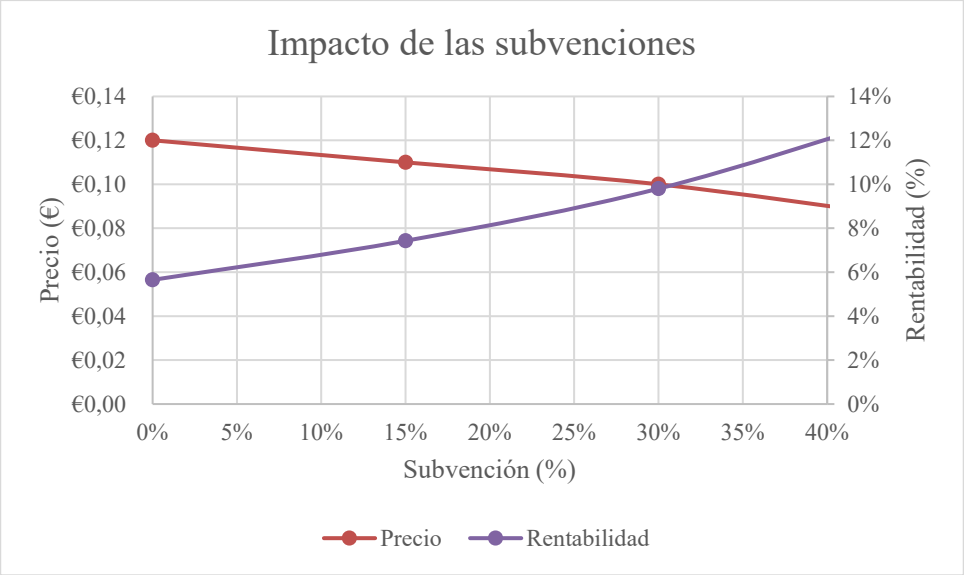






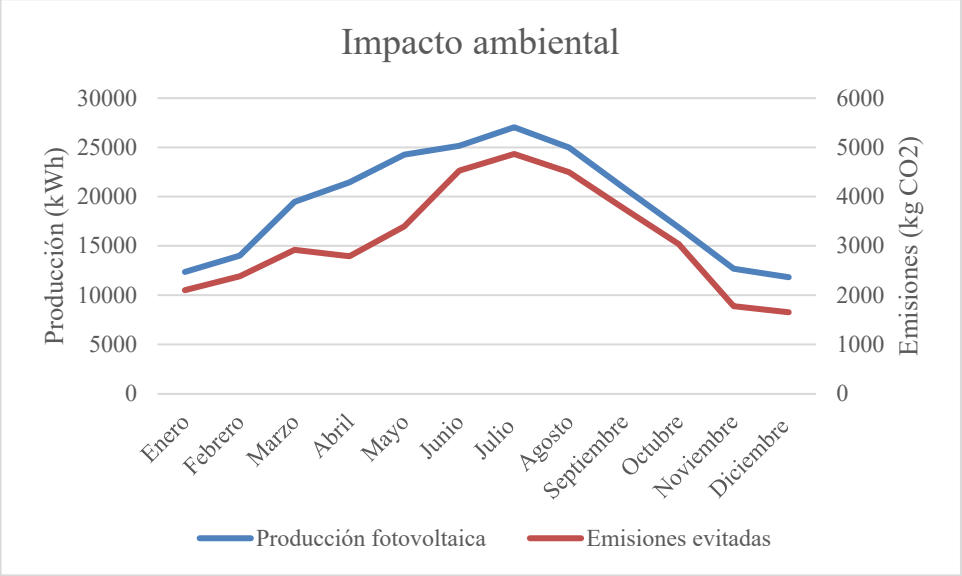
También, se realiza un análisis de los casos límite en los que ante supuestas subvenciones se podrían repartir los beneficios obtenidos tanto para los usuarios como para la empresa de servicios energéticos, dando a lugar a los siguientes valores.

Tabla 4: Impacto de las subvenciones y casos límites de precio y rentabilidad



En cuanto al impacto ambiental, las emisiones evitadas por la generación renovable suman un total de 37,71 toneladas de CO2 anuales, lo que implica un valor significativo. Se realiza una comparación donde las emisiones evitadas son proporcionales a la energía producida de manera mensual.

Tabla 5: Producción fotovoltaica frente a las emisiones evitadas por meses



5. Conclusiones

La instalación diseñada en este proyecto beneficia a todos los agentes involucrados reduciendo simultáneamente las emisiones. Aunque la rentabilidad obtenida no es importante, supera al 5% que aunque pequeña, se puede considerar suficiente ya que se trata de una inversión social y medioambiental. Los usuarios se ven beneficiados obteniendo un 20% de descuento con respecto de los precios que están pagando actualmente en el mercado. Po último, aparece un posible negocio para las empresas de servicios energéticos que si bien de forma individual no representa un volumen importante, al ser escalable y reproducible, puede ser objeto del desarrollo de una ingeniera prometedora y de mayor volumen.

CONTRIBUTION OF ENERGY COMMUNITIES IN THE DECARBONIZATION OF THE LOCAL ECONOMY: A CASE STUDY IN SPAIN.

Author: Arcos Presedo, María Cruz.
Director: Fernández García, Jesús José.
Co-Director: Pérez Bravo, Manuel
ICAI- Comillas Pontifical University.

PROJECT SUMMARY

The objective of this work is the development of an energy community from a technical, organizational and business point of view. The case study is framed within the municipality of Fuente de Pedro Naharro (Cuenca), whose City Council has shown from the beginning its complete willingness to help, promote and develop the initiative. The work begins with the presentation of the business model using the Canvas model, identifying the main actors, the relational model and the analysis of the break-even point. For the technical study, the starting point was the roofs of the public buildings provided by the city council, for which a lay-out of the installation to be developed was made, as well as a dimensioning of its installed power, AC and DC circuits, and connection to the grid according to the technical regulations and the regulations of the distribution company. Once the technical design has been completed and based on the budget obtained, an economic feasibility analysis is carried out, which takes into account the flow movements developed by each agent (public administration, private company and end users) as established in the relational model. Given that numerous hypotheses are made for the different parameters incorporated in the feasibility analysis, a sensitivity analysis is carried out to identify those that have the greatest impact on the project's feasibility (investment and energy sales price (kWh)). The work continues with an environmental study in which the annual emissions avoided by this initiative are estimated. Finally, it concludes with a discussion of the applications to the energy trilemma, the different industrial engineering disciplines involved and an identification of barriers and opportunities.

Keywords: Energy communities; CO2 emissions; photovoltaic; sustainability; security of supply; economic model.

1. Introduction

The need to improve security of supply, reduce costs and emissions of the energy system is one of the main priorities of society. Energy communities is a movement that emerged in Central Europe in the last decade of the last century. The principles that shape it are based on the use of local energy resources where the end users take an active and relevant role.

The present work designs a technical, organizational, and economic model that can be applied to this type of communities in the Spanish framework, making an application in the municipality of Pedro Naharro, Cuenca. The interest of this work is based on the combination of different disciplines of industrial engineering designing a system that benefits all parties involved, as well as the planet.

2. Project Definition

The main objective of the project is the development of the implementation of an energy community in the municipality of Cuenca, Fuente de Pedro Naharro.

3. Description of the model/system/tool

The proposed model is developed in several stages:

1. Definition of the business model for which the Canvas model is used identifying the main actors, the relational model and the break-even analysis.
2. Development of the technical project, starting from the energy resources available in the selected location, dimensioning the installation on the available surfaces, defining the installed power, the alternating and continuous circuits and the appropriate energy storages according to the low voltage technical regulations.
3. Economic analysis based on the budget of the previous section, the flow streams derived from the relational model and the remains of the associated costs.
4. Sensitivity analysis to identify those that have a greater impact on the viability of the project.

5. Analysis of the environmental impact in which the annual emissions avoided by this initiative are estimated.

4. Results

For the development of the energy community, three photovoltaic plants of different scopes will be installed on the roofs of the municipal buildings permitted by the City Council (City Hall, Cultural House and Sports Center), totaling an installation of 153.3 kWp. Table 1 shows the global characteristics of the installations.

Table 1: Characteristics of each of the photovoltaic installations

	City Hall	Library	Sports Center
Location	C/ José Antonio Balenchana Valdés, Nº7	C/ Honorio Ruiz, nº 9.	Campo Deportes El Palomar de Fuente de Pedro Naharro
Nominal power (kWn)	15	25	100
Peak power (kWp)	17,3	29,1	106,9
No. of modules (unit)	38 panels of 455 Wp (Trina Solar)	64 panels of 455 Wp (Trina Solar)	235 panels of 455 Wp (Trina Solar)
No. inverters (unit)	1 inverter of 15 kWn (Huawei)	1 inverter of 25 kWn (Huawei)	1 inverter of 100 kWn (Huawei)

The plant is simulated by tools known in the electricity sector as PV-GIS, which allows to know the annual production: 231021 kWh per year. This production will vary depending on the month and the time zone to be studied, since it is proportional to the solar irradiation of the moment.

It will have storage systems that will be located inside the buildings next to the inverter to avoid external punctual or meteorological damages. The battery is chosen due to its high performance, low cost and ideal technical properties for the project. They will consist of 6 batteries of 24 kWh that will cover part of the demand in hours where there is no solar irradiation, without seeking complete self-supply but optimal self-supply for the users.

At most, the budget for the three installations is €183,990.15.

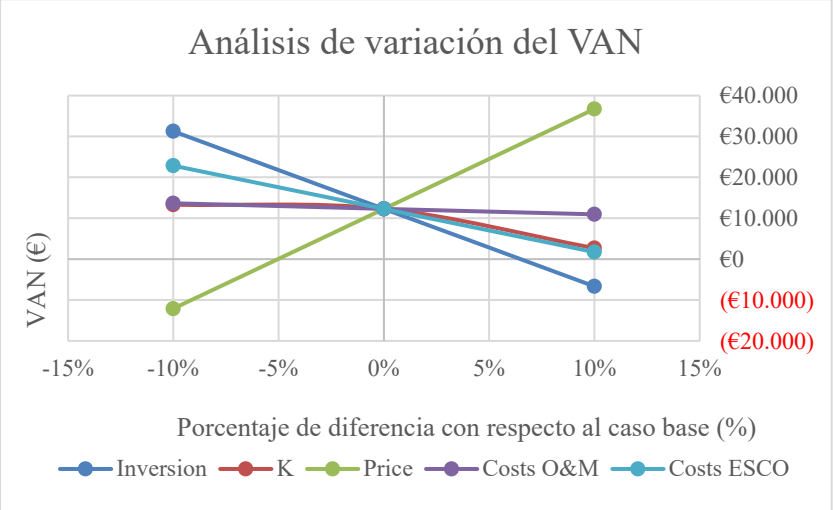
Once the technical parameters have been calculated, we move on to the project feasibility analysis where the financial magnitudes of the base case are as shown in Table 2.

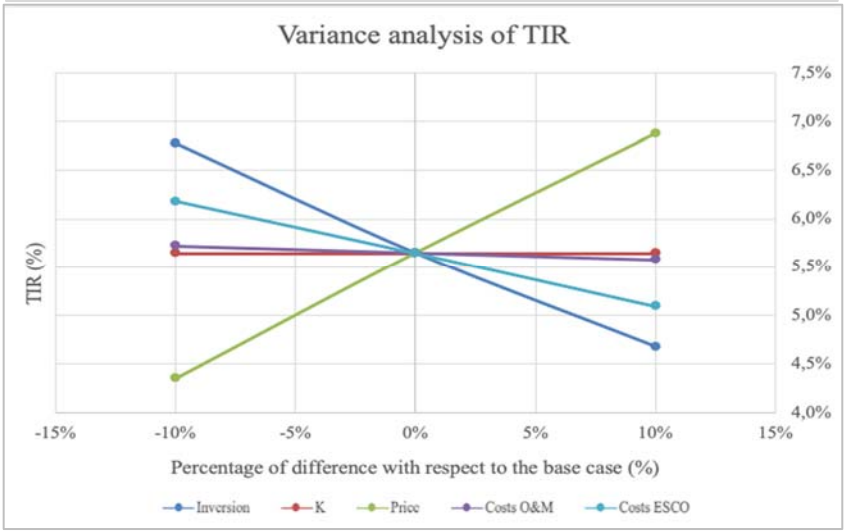
Table 2: Financial figures of the base case

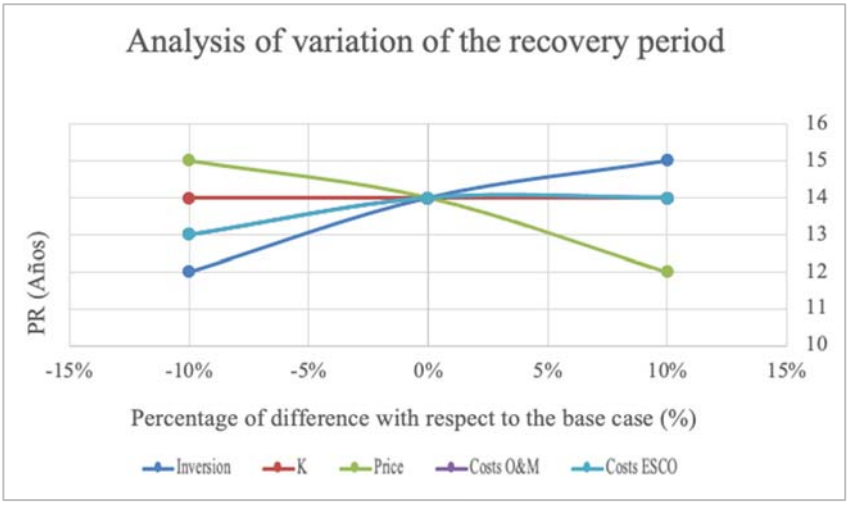
CASO BASE	
K	5%
Valor Actual Neto	12.293 €
TIR	5,65%
Periodo de recuperación	14 YEARS

Further on, a sensitivity analysis of the parameters is carried out where the magnitude of the investment, the discount rate, the energy sale price, the operation and maintenance costs and the ESCO costs are included. The parameters are varied by 10% and the financial magnitudes are studied resulting in a higher responsiveness of the investment and the energy selling price.

Table 3: Analysis of financial aggregates in the face of parameter variation

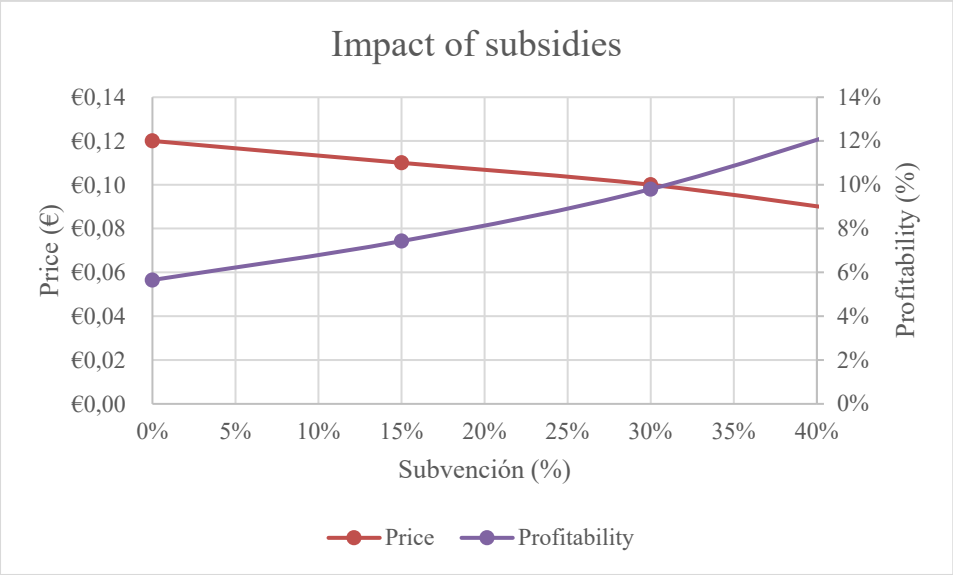






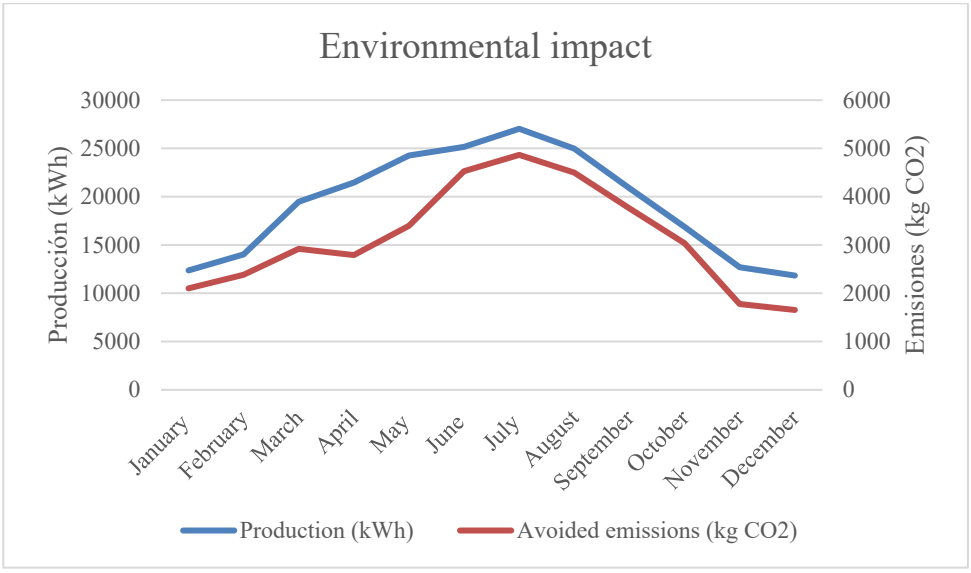
An analysis is also made of the limiting cases in which the benefits obtained could be distributed to both the users and the energy service company in the face of supposed subsidies, giving rise to the following values.

Table 4: Impact of subsidies and price and profitability threshold cases



In terms of environmental impact, the emissions avoided by renewable generation total 37.71 tons of CO2 per year, which is a significant value. A comparison is made where the avoided emissions are proportional to the energy produced on a monthly basis.

Table 5: PV production vs. avoided emissions by month



5.Conclusions

The installation designed in this project benefits all the agents involved by simultaneously reducing emissions. Although the profitability obtained is not significant, it exceeds 5%, which, although small, can be considered sufficient since it is a social and environmental investment. Users benefit by obtaining a 20% discount with respect to the prices they are currently paying on the market. Finally, there is a possible business opportunity for energy service companies which, although individually it does not represent a significant volume, being scalable and reproducible, can be the object of the development of a promising and higher volume engineering.

Índice

Índice de ilustraciones ***22***

Índice de tablas ***24***

Glosario de siglas y abreviaturas ***25***

1 Introducción ***27***

2 Estado de la cuestión ***29***

2.1 ¿Qué son las comunidades energéticas? 29

2.2 Beneficios de las Comunidades de Energía Renovable 33

2.3 Barreras existentes a la creación de Comunidades de Energías Renovables 34

2.4 Alineación con los objetivos de desarrollo sostenible 35

3 Caso de estudio ***37***

3.1 Caracterización socioeconómica del municipio 37

3.1.1 Consumo anual *39*

3.2 Potenciales participantes públicos y privados 46

3.3 Estudio de recursos renovables 47

3.3.1 Energía eólica *47*

3.3.2 Energía hidroeléctrica *49*

3.3.3 Energía geotérmica *50*

3.3.4 Energía de biomasa *53*

3.3.5 Energía solar *53*

4 Modelo de negocio ***56***

4.1 Modelo Canvas 56

4.2 Principales actores 59

4.3 Modelo relacional 60

4.4 Análisis del punto de equilibrio 63

5 Proyecto de la instalación ***66***

5.1 Memoria 66

5.1.1 Objeto ... 66
5.1.2 Situación y emplazamiento ... 66
5.1.3 Alcance ... 69
5.1.4 Autor de Proyecto ... 70
5.1.5 Solución propuesta ... 70
5.1.6 Plazo de ejecución de la obra ... 70
5.1.7 Obtención de energía generada ... 71
5.1.8 Descripción de la instalación fotovoltaica ... 75
5.1.9 Fases de la instalación ... 82
5.1.10 Pruebas reglamentarias ... 84
5.1.11 Mantenimiento de la instalación ... 84
5.2 Pliego de condiciones ... 85
5.3 Presupuesto ... 87
5.4 Plano ... 89

6 Análisis de viabilidad e impacto ... 92
6.1 Análisis del caso base ... 92
6.2 Análisis de sensibilidad ... 95
6.3 Impacto económico y otras consideraciones ... 98
6.4 Impacto ambiental ... 99

7 Discusión ... 103
7.1 Trilema energético ... 103
7.1.1 Aplicaciones del trilema ... 104
7.2 Disciplinas involucradas ... 105
7.3 Oportunidades y barreras del proyecto ... 106
7.3.1 Oportunidades ... 106
7.3.2 Barreras ... 107
7.4 Futuras investigaciones ... 108

8 Conclusiones ... 109

9 Bibliografía ... 111

10 ANEXOS ... 115

10.1 ANEXO I: Alineación del proyecto con los objetivos de desarrollo sostenible..... 116
10.2 ANEXO II: Edificios escogidos para la implementación de la planta fotovoltaica 117
10.3 ANEXO III: Simulación Helioscope..... 121
10.4 ANEXO IV: Fichas técnicas 127
10.1 ANEXO V: Cuenta de resultados..... 137

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Mapa de la península ibérica de las comunidades energéticas activas en 2023[2] 31
Ilustración 2: Consumo por decil en municipios de menos de 10000 habitantes en Castilla La Mancha Fuente: Elaboración propia con datos de EPF.. **¡Error! Marcador no definido.**
Ilustración 3: Perfil medio diario de velocidad del viento a 50 m..... 49
Ilustración 4: Perfil medio diario de velocidad del viento a 100 m..... 49
Ilustración 5: Centrales hidroeléctricas más próximas a Fuente de Pedro Naharro (Central Hidroeléctrica de Bolarque I y II) [17]..... 50
Ilustración 6: Posibles aprovechamientos de los consumidores y recursos geotérmicos de alta temperatura 52
Ilustración 7: Posibles aprovechamientos de los consumidores y recursos geotérmicos de baja temperatura 52
Ilustración 8: Datos de irradiación directa e indirecta en Cuenca. Fuente: Elaboración propia con los datos de AEMET [23]. 54
Ilustración 9: Producción de energía e irradiación mensual del sistema FV fijo en Fuente de Pedro Naharro, Cuenca[24] 55
Ilustración 10: Modelo relacional de una comunidad energética. 61
Ilustración 11: Superficie construida por tipo de edificación en m2..... 67
Ilustración 12: Planta del municipio indicando los edificios públicos 67
Ilustración 13: Planta del Ayuntamiento ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Ilustración 14: Ayuntamiento Fuente de Pedro Naharro ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Ilustración 15: Planta Casa de la Cultura..... **¡Error! Marcador no definido.**
Ilustración 16: Casa de la Cultura (Biblioteca), Fuente de Pedro Naharro 119
Ilustración 17: Planta del polideportivo El Palomar..... **¡Error! Marcador no definido.**
Ilustración 18: Pabellón polideportivo El Palomar ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Ilustración 19: Pabellón polideportivo El Palomar ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Ilustración 20: Planta de Fuente de Pedro Naharro con los edificios seleccionados para la implementación de los paneles solares..... 69

Ilustración 21: Resultado del caso en PV-GIS 72
Ilustración 22: Perfil de consumo promedio en kWh. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de REE. 81
Ilustración 23: Trilema energético..... 104

Índice de tablas

Tabla 1: Tipos de comunidades energéticas 32
Tabla 2: Caracterización de los distintos lugares de estudio Fuente: Elaboración propia con datos de estadísticas realizadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE). [9]..... 38
Tabla 3: Consumo en los hogares..... 40
Tabla 4: Consumo medio diferenciado por zonas climáticas 41
Tabla 5: Consumo en hogares con corrección de zona climática..... 41
Tabla 6. Consumo total anual eléctrico y térmico en Fuente de Pedro Naharro en kWh. Fuente: Elaboración propia con datos de PROYECTO SECH-SPAHOUSEC. Análisis del consumo energético del sector residencial en España [10] 42
Tabla 7: Consumo por decil en municipios de menos de 10000 habitantes en Castilla La Mancha Fuente: Elaboración propia con datos de EPF ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 8: Tipos de energía geotermia. Fuente: Elaboración propia con los datos de OVACEN [19]. 51
Tabla 9: Edificios que serán utilizados para la instalación de los paneles 69
Tabla 10: Reparto de energía de cada usuario: Ayuntamiento y particular..... 73
Tabla 11: Energía producida mensual para el uso de cada usuario del proyecto: ayuntamiento y particular. 73
Tabla 12: Característica de cada una de las instalaciones fotovoltaicas..... 75
Tabla 13: Características de los paneles fotovoltaicos que se usarán en la instalación..... 76
Tabla 14: Especificaciones técnicas de los tres inversores utilizados 78
Tabla 15: Intensidad máxima según ITC-BT-19 Fuente: Guía técnica de aplicación: Instalaciones interiores. ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 16: Verificación de intensidades de los circuitos frente a restricciones dadas Fuente: Elaboración propia..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 17: Poder de corte del IGA Fuente: Elaboración propia **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 18: Valores extremos de tensión en el inversor Fuente: Elaboración propia ... **¡Error! Marcador no definido.**

Glosario de siglas y abreviaturas

CE	Comunidad Energética
CCEE	Comunidades Energéticas
IDAE	Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
CER	Comunidad de Energías Renovables
CEC	Comunidad Energética Ciudadana
CEL	Comunidad de Energía Local.
UE	Unión Europea
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
EPF	Encuesta de Presupuestos Familiares
OECD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
CC	Corriente Continua
CA	Corriente Alterna
CENER	Centro Nacional de Energías Renovables
ICAI	Instituto Católico de Artes e Industrias
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
NEWA	New European Wind Atlas
PYME	Pequeña y Mediana Empresa
IVA	Impuesto de Valor Añadido
PVPC	Precio Voluntario para el Pequeño Consumidor
UNE	Una Norma Española
ITC-BT	Instrucciones Técnicas Complementarias del reglamento electrotécnico de Baja Tensión
REBT	Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
REE	Red Eléctrica de España
RITE	Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios
CTE	Código Técnico de la Edificación
GIS	Sistema de Información geográfica
ESCO	Empresa de Servicios Energéticos
TIR	Tasa Interna de Retorno
LVS	Linux Virtual Server
VAN	Valor Actual Neto
PR	Periodo de Recuperación
O&M	Operación y mantenimiento
PCI	Protección Contra Incendios

INE	Instituto Nacional de Estadística
OVACEN	Portal de Eficiencia Energética y Arquitectura
OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
UN	Naciones Unidas
PV-GIS	Photovoltaic Geographical Information System

1 INTRODUCCIÓN

Las comunidades energéticas es un movimiento que surgió en centro Europa en la última década del siglo pasado. Los principios que lo configuran se basan en el aprovechamiento de recursos energéticos locales donde los usuarios finales adoptan un papel activo y relevante. De esta manera, los usuarios se implican en el desarrollo del sistema, pasando de una participación pasiva a una activa, acelerando así la transición energética.

En los últimos años, la Unión Europea ha ido más allá y ha incluido en sus desarrollos legislativos el concepto de democratización y empoderamiento como uno de los pilares de su estrategia energética. Dando lugar así a un mayor protagonismo y participación al ciudadano. Esta dirección en la que se quiere abordar los actuales desafíos debido a la insostenibilidad del modelo energético se sustenta en el trilema energético. Concepto que engloba tres objetivos imprescindibles e independientes como son la seguridad energética, la económica y la sostenibilidad ambiental.

Por otro lado, la reciente inestabilidad mundial, incrementada por la invasión rusa a Ucrania, ha introducido importantes incrementos de precios y riesgos en el abastecimiento de los combustibles fósiles. Esto no ha hecho más que potenciar el concepto de "energía kilómetro 0", reduciendo así los riesgos geopolíticos.

Bajo esta situación y gracias a las oportunidades brindadas por las directivas europeas que refuerzan estas iniciativas, muchos países europeos las tienen ya consolidadas, destacando Alemania con cerca de 2 000 comunidades energéticas.

El objetivo de este trabajo es el desarrollo de una comunidad energética desde un punto de vista técnico, organizativo y de negocio.

Tras esta breve introducción, se desarrolla en primer lugar el estado de la cuestión del proyecto en la que se definen los distintos conceptos de comunidades energéticas, sus beneficios, las barreras existentes para su creación y la alineación del trabajo con los objetivos de desarrollo sostenible.

A continuación, se profundiza en el caso de estudio (Capítulo 3) en el municipio de Pedro Naharro (Cuenca). Para ello, se caracteriza tanto los potenciales recursos renovables de la zona, así como sus potenciales participantes. Partiendo de estos datos, se plantea el modelo de negocio (Capítulo 4) en el que se utiliza el modelo Canvas y se establece un posible modelo relacional entre los agentes que participan. En los Capítulos 5 y 6, se desarrolla en detalle el proyecto técnico de la instalación, el análisis de viabilidad económica e impacto medioambiental. Para su definición del proyecto técnico se utilizan herramientas comerciales reales como son el PV-GIS y Helioscope. Además, se realiza un análisis de sensibilidad donde se identifican los que tienen un mayor impacto en la viabilidad del proyecto.

Este trabajo finaliza con una discusión (Capítulo 7) y unas conclusiones (Capítulo 8) en las que se reflexiona sobre la aplicación al trilema energético, la combinación de disciplinas ingenieriles involucradas y la identificación de oportunidades y barreras del proyecto.

Entendemos que los resultados de este trabajo pueden ser de utilidad para ayuntamientos, empresarios energéticos, consumidores eléctricos preocupados por su factura y a todos los individuos que concienciados con el futuro del planeta.

2 ESTADO DE LA CUESTIÓN

En este primer capítulo se examina el concepto de comunidades energéticas y su marco de desarrollo. Estas comunidades representan una forma innovadora de organización y gestión de la energía, donde los participantes colaboran para producir, consumir y compartir energía renovable de manera sostenible.

El capítulo se divide en tres secciones clave. En la primera se define claramente qué son las comunidades energéticas y se exploran los principios que las guían, como la participación ciudadana y la integración de tecnologías limpias.

En la segunda sección se destacan los beneficios sociales, económicos y ambientales que ofrecen las comunidades energéticas, como la reducción de la dependencia de combustibles fósiles, la creación de empleo local y la mejora de la resiliencia energética.

La tercera sección aborda las barreras y desafíos en su implementación, analizando aspectos regulatorios, técnicos, financieros y culturales, y proponiendo posibles soluciones. Se destaca la necesidad de marcos regulatorios flexibles y adaptados, así como la importancia de la educación y la sensibilización para promover la adopción de estas iniciativas.

Este análisis completo proporciona una visión clara de las comunidades energéticas, su potencial transformador y los desafíos que enfrentan. Sirve como base fundamental para comprender y promover este modelo energético innovador, facilitando su adopción y promoviendo una transición hacia un sistema energético más sostenible, resiliente y descentralizado.

2.1 ¿Qué son las comunidades energéticas?

Las comunidades energéticas surgen como respuesta al concepto de autoconsumo local en el que los usuarios, ya sea individual o como empresa, producen la energía necesaria para cubrir su demanda. Para comprender este concepto es necesario desarrollarlo en todos sus principales aspectos como son los legales, sociales y tecnológicos.

El Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) define una comunidad energética como un conjunto de personas físicas o jurídicas que se organizan de manera

voluntaria para compartir los beneficios económicos y sociales de la producción, consumo y almacenamiento de energía renovable.[1]

Estas comunidades pueden ser locales, regionales o incluso transnacionales y su objetivo es fomentar la participación ciudadana en la transición energética hacia un modelo más sostenible, descentralizado y participativo.

El conjunto de características que definirán la Comunidad Energética (CE) serán el número de participantes, el tipo de municipio, el dimensionamiento del autoconsumo, el perfil de consumo y excedentes, la evolución del precio en el mercado y la evolución de la regulación. Todos estos factores son los que diferenciaran unas de otras, definiendo su tamaño, flexibilidad y escalabilidad con la que se tendrá que establecer.

En España, en 2023, ya existen al menos 121 comunidades energéticas activas, beneficiando así a más de 3000 hogares. La primera fue implantada en 2014, en Ontinyent, Valencia, que tomaba el nombre de "Seneo". A partir de ese momento, empezó a tomar peso como alternativa en el abastecimiento eléctrico, resultando en un concepto de actualidad. Sin embargo, el conocimiento de este es meramente superficial al haber estado acogiéndose a otras regulaciones ya existentes sin cerrar en detalle esta propuesta. A día de hoy, las leyes que rigen los planes futuros incluyen las comunidades energéticas consolidando así una visión más clara de los objetivos que persiguen. En la siguiente imagen ofrecido por Red de Comunidades Energéticas se indican situadas en el mapa de la península todas las comunidades energéticas ya en funcionamiento.

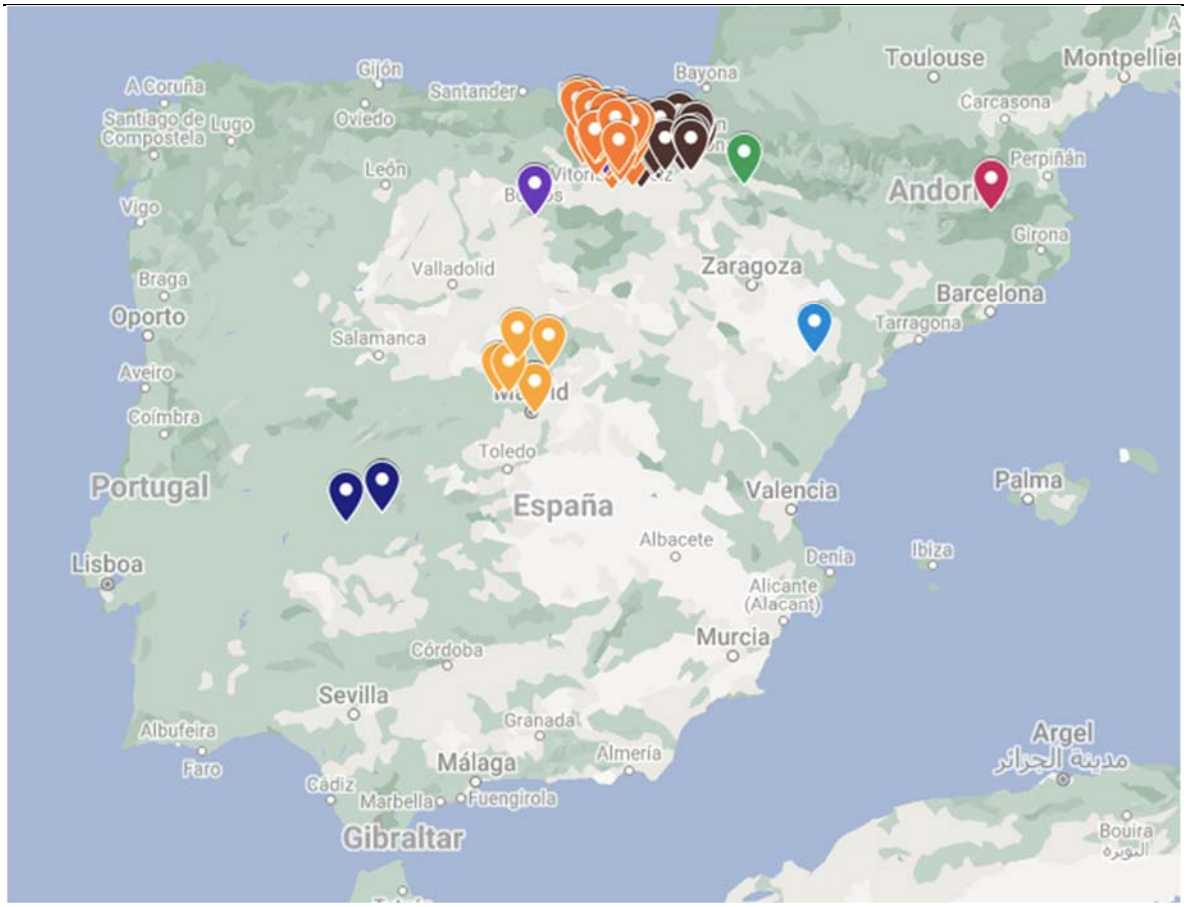


Ilustración 1: Mapa de la península ibérica de las comunidades energéticas activas en 2023[2]

El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) [3], plantea alcanzar que un 74% de la generación eléctrica provenga de renovables para el año 2030. El autoconsumo tiene un papel importante debido a la inversión que supone en la descarbonización, ayuda a la integración y mayor concienciación energética, entre otros beneficios. Para este objetivo, se necesitan infraestructuras diseñadas, como las comunidades energéticas, para la nueva potencia en alta escala renovable. Es por esto, que en el propio plan se recogen dos conceptos de comunidades energéticas que son: Comunidad de Energías Renovables (CER) y Comunidad Energética Ciudadana (CEC) [4]. Ambos comparten las bases donde se incluye el objetivo y la administración. Las comunidades energéticas se distinguen por ser un proyecto libre, abierto a la participación de todo usuario y, consecuentemente, a su abandono. Y, su propósito en el que se persiguen bienes sociales y medioambientales antes que económicos.

Las diferencias principales entre ambos son que, por un lado, las comunidades energéticas ciudadanas (CEC) abarcan cualquier tipo de energía, sin contar con limitación geográfica, es decir, los usuarios no tienen por qué estar próximos a la producción de la misma y hay libertad de distribución. Además, la pueden formar tanto personas físicas, como entidades locales como pequeñas empresas y microempresas.

Por otro lado, en cuanto a las comunidades de energías renovables (CER) solo pueden incluir proyectos basados en producción de energías renovables, tanto energía eléctrica como térmica, donde bajo ninguna circunstancia haya actividad comercial y los usuarios que participen estén próximos de las instalaciones bajo un radio establecido.

A continuación, se incluye una tabla resumen de las principales diferencias entre los dos tipos de CCEE.

Tabla 6: Tipos de comunidades energéticas Fuente: Análisis de PwC y Naturgy. El papel del consumidor y de la gestión de la demanda en la transición energética. [1]

	Comunidades de Energías Renovables (CER)	**Comunidades Energéticas Ciudadanas (CEC)**
Regulación aplicable	Directiva UE 2018 / 2001, sobre el fomento uso energías renovables	Directiva UE 2019 / 944, el mercado interior de la electricidad
Socios Miembros	Personas físicas, entidades locales y pymes	Toda categoría de entidades
Tipo de participación	Abierta y voluntaria	Abierta y voluntaria
Control efectivo	Miembros cuya residencia esté próxima de las instalaciones	Ejercido por socios o miembros
Autonomía	Sí	N/A
Vector energético	Energías renovables	Tecnologicamente neutras. Puede incluir renovables pero no lo limita.
Fuentes de energía renovable	Sí	No necesariamente
Limitación geográfica	Es necesaria una cierta proximidad geográfica entre producción y usuarios.	No hay límite geográfico entre producción y usuarios.

El proyecto que se estudiará a continuación es una comunidad de energías renovables (CER) o también llamada CEL, comunidad de energía local. Por ello, se desarrollará con más detenimiento sus características tanto beneficios como barreras de las CER.

2.2 Beneficios de las Comunidades de Energía Renovable

Las comunidades de energías renovables centran sus beneficios en los ámbitos sociales y medioambientales, como se ha comentado. Sin embargo, según un estudio realizado por Orkestra, las ventajas del desarrollo del proyecto van más allá cubriendo aspectos económicos, educativos e innovadores [5]:

1. **Beneficios sociales**: El proyecto será compartido entre vecinos que se apoyarán mutuamente para la resolución de los problemas que puedan ocurrir fomentando buenas relaciones con el entorno y actitud de servicio.
2. **Beneficios medioambientales**: Se contribuirá en sostenibilidad energética promoviendo alternativas para alcanzar emisiones cero.
3. **Beneficios educativos**: Se promoverá en los usuarios implicados una participación activa en todo el proceso creando así una concienciación de la importancia del cambio del tipo consumo y de un comportamiento sostenible.
4. **Beneficios de innovación**: Se crearán líderes que parten de conocimiento nulo sobre el tema, ofreciéndoles innovadoras salidas y oportunidades. De esta manera, se empoderarán los vecinos del municipio como usuarios y auto consumidores.
5. **Beneficios económicos**: Supondrá un ahorro para los usuarios de manera tanto directa como indirecta. Habrá una reducción de facturas, materiales, transporte además de creación de empleo y apoyo a los locales. Es un beneficio que surge como consecuencia de la implementación del proyecto. No es en ningún momento perseguido por las CCEE sino que lo es por la empresa privada encargada de gestionar la instalación y desarrollo.

2.3 Barreras existentes a la creación de Comunidades de Energías Renovables

Las comunidades de energías renovables se enfrentan a una serie de barreras que definen su instalación y tiempo de desarrollo.

En primer lugar, la financiación es una barrera clave ya que la rentabilidad de un proyecto de esta magnitud si no dispone de ayudas se ve atacada. En la actualidad, gracias a los planes europeos y nacionales que visan un desarrollo sostenible, como puede ser el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima ([3]) o el Fit for 55 (Objetivo 55 [6]), se está invirtiendo tiempo y dinero en sacar adelante estos proyectos para que puedan competir en el mercado eléctrico como alternativa viable. No solo es la necesidad de encontrar financiación a gran escala como ayudas o subvenciones, sino también usuarios que participen en un proyecto teniendo que aportar una cantidad pequeña de dinero. La escasez de recursos entre los usuarios da a lugar a la incapacidad para hacer inversiones que imposibilitan la continuación del proyecto.

En segundo lugar, al ser una comunidad, es decir, conjunto ya sea de personas o pequeñas empresas, la organización puede llevar a un alto grado de caos. Muchos usuarios tienen que ponerse de acuerdo, asegurar un cierto grado de permanencia y trabajar conjuntamente para que salga adelante.

En tercer lugar, la gestión de la energía. Esta sigue siendo controlada principalmente por las grandes eléctricas lo que impide en cierta medida que la gestión de un autoconsumo sea asequible, flexible y fácil. Las grandes compañías eléctricas tienen experiencia y recursos significativos para gestionar la energía, incluyendo la capacidad de equilibrar la oferta y la demanda, de conectar a la red eléctrica y de adaptar sus operaciones a las fluctuaciones en la generación de energía, mientras que las comunidades de energías renovables no. Para superar estos obstáculos, las comunidades de energías renovables pueden colaborar estrechamente con las autoridades reguladoras y los operadores de red para desarrollar soluciones que aumenten su participación en el mercado eléctrico. Además, pueden buscar formas de aumentar la eficiencia energética, utilizar tecnologías punteras de gestión de la energía y desarrollar asociaciones con otras comunidades de energías renovables para mejorar su capacidad de gestión de la energía.

En cuarto lugar, a nivel regulatorio ya que las leyes existentes hoy en día están empezando a darle forma al concepto de CC.EE. Hace unos años, los proyectos se sostenían de otras regulaciones no aplicables directamente a este tipo de autoconsumo, dejando vacíos en la legislación. Es por ello, que a día de hoy, las leyes no dan completa respuesta a todo lo necesario para llevarla a cabo por lo que les impide la completa evolución e integración al Sistema Eléctrico Español.

Por último, la distribución de los beneficios. En una comunidad energética puede tomar varias formas, como el reparto de los ahorros en la factura de la luz, la venta de excedentes de energía a la red eléctrica, el pago de dividendos a los miembros de la comunidad, la reinversión en proyectos de energía renovable adicionales, entre otros. Es importante que se establezca un marco claro para la distribución de los beneficios desde el inicio del proyecto, con la participación de todos los miembros de la comunidad. Sobre esta base, es posible garantizar una distribución equitativa y justa de los beneficios y aumentar la confianza y el compromiso de los miembros de la comunidad energética.

2.4 Alineación con los objetivos de desarrollo sostenible

El proyecto se encuentra firmemente comprometido con el desarrollo sostenible del medio ambiente y busca maximizar su impacto positivo. En este sentido, está alineado con varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) [5] establecidos por las Naciones Unidas para ser alcanzados en 2030. Estos objetivos tienen como finalidad erradicar la pobreza, mejorar la calidad de vida de las personas en aspectos sociales y económicos, y proteger el planeta. A continuación, destacamos cuatro objetivos relevantes relacionados con el proyecto:

1. ODS nº7: “Energía asequible y limpia”

Las comunidades energéticas se centran en proporcionar ese tipo de energía a los ciudadanos locales, asequible y limpia. Energía con acceso a fuentes de energías renovables, en este caso solar, alejándose de los métodos convencionales y más conocidos hasta ahora sino otros más sostenibles y libres de emisiones.

2. ODS nº11: "Ciudades y comunidades sostenibles"

Este objetivo se compromete con la adopción de estas energías descritas a nivel local. Esto incluye medidas y proyectos para mejorar la calidad del aire creando entornos más seguros y habitables. El camino que siguen las comunidades energéticas de abastecer en cierta medida la demanda de los usuarios es el ideal para conseguir una comunidad sostenible la cual está más cerca de alcanzar el equilibro perseguido del trilema energético.

3. ODS nº13: "Acción por el clima"

Los proyectos de comunidades energéticas desempeñan un papel fundamental en la acción por el clima al abordar directamente la eliminación de las emisiones de gases de efecto invernadero. Al generar y compartir energía renovable, estas comunidades reducen la dependencia de fuentes de energía no renovables, como los combustibles fósiles, que contribuyen al calentamiento global.

4. ODS nº17: "Alianzas para lograr los objetivos"

Los proyectos de comunidades energéticas fomentan la colaboración y las alianzas entre diferentes actores para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible. Esto implica la participación activa de los miembros de la comunidad, las autoridades locales, las empresas y otras organizaciones en la planificación, implementación y gestión de proyectos energéticos.

3 CASO DE ESTUDIO

En el segundo capítulo, se presenta un análisis detallado del municipio de Fuentes de Pedro Naharro, foco del caso de estudio. El objetivo principal es evaluar la viabilidad y los beneficios potenciales de implementar un modelo energético sostenible en esta localidad.

El capítulo se divide en dos partes fundamentales que abordan diferentes aspectos del caso de estudio. En la primera parte, se realiza una caracterización socioeconómica del municipio con el fin de comprender el contexto en el que se desarrollará el proyecto. Se examinan indicadores demográficos, económicos y sociales relevantes, así como la infraestructura y las necesidades energéticas de la comunidad. Este análisis proporciona una base sólida para comprender los desafíos y oportunidades presentes.

La segunda parte se enfoca en revisar los recursos renovables disponibles en el entorno del municipio. Se lleva a cabo un estudio exhaustivo de los recursos naturales, considerando factores geográficos y climáticos. El objetivo es determinar la viabilidad técnica y económica de aprovechar estos recursos para generar energía limpia en beneficio de la comunidad.

A través de este análisis integral del caso de estudio, se busca proporcionar una visión completa y fundamentada para tomar decisiones respecto a la implementación de una comunidad energética en el municipio. Se espera que los resultados obtenidos sirvan como guía estratégica para promover una transición hacia un modelo energético más sostenible y responsable, beneficiando tanto a la comunidad local como al medio ambiente.

3.1 Caracterización socioeconómica del municipio

El proyecto consiste en una comunidad energética de energías renovables en Fuente de Pedro Naharro, un pueblo de Cuenca. Por ello, antes de continuar la implantación de las instalaciones se analizarán el terreno y los recursos que tiene, obteniendo, de esta manera, el consumo de los habitantes.

Fuente de Pedro Naharro es un municipio de la provincia de Cuenca, en la comunidad autónoma de Castilla-La Mancha, en España. Según el Instituto Nacional de Estadística

(INE), en el año 2022 tenía una población de 1 211 habitantes [7]. La densidad de población es de 19,01 habitantes por km². Siendo, además, la edad media del pueblo unos 45,25 años actualmente [8].

La superficie del municipio de Fuente de Pedro Naharro es de 86,18 km² y se encuentra a una altitud de 846 metros sobre el nivel del mar. El municipio está situado a unos 93 km al sureste de Madrid. Y, a su vez a la misma vez a la misma distancia de la provincia a la que pertenece, Cuenca.

La temperatura media anual en Fuente de Pedro Naharro es de alrededor de 14 grados Celsius. Sin embargo, es importante tener en cuenta que las temperaturas pueden variar significativamente dependiendo de la estación del año.

Durante los meses de invierno, las temperaturas mínimas pueden llegar a estar por debajo de los -5 grados Celsius, mientras que en verano las temperaturas máximas pueden superar los 36 grados Celsius.

Por otro lado, la renta per cápita del pueblo se encuentra en unos 18.668 euros al año mientras que el paro es de 10,05%.

Comparando el pueblo de estudio, Fuente de Pedro Naharro, con su provincia, Cuenca, la comunidad autónoma, Castilla La Mancha y España quedaría:

Tabla 7: Caracterización de los distintos lugares de estudio Fuente: Elaboración propia con datos de estadísticas realizadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE). [9]

	España	**Castilla La Mancha**	**Cuenca**	**Fuente de Pedro Naharro**
Población	47,44 M	2,058 M	53 389	1 211
Densidad de población (hab/km2)	94,11	26	58,63	19,01
Edad media (años)	44,09	43,72	46,42	45,25
T°min/T° max	0°C / 22°C	0,9°C / 33,4°C	-6°C / 34°C	-5°C / 36°C
Altitud (m)	660	696	946	846
Renta per cápita (€)	27 870	20 655	20 000	18 668

Porcentaje de paro (%)	12,9	14,38	11,43	10,05

A la vista de los datos, se concluye que Fuente de Pedro Naharro es un pueblo pequeño de baja densidad de población cuya edad media ronda a la media española.

Este pueblo está sometido a temperaturas medias más extremas lo que influye en su demanda energética. La localidad se encuentra en una zona de la Meseta Central, una extensa llanura elevada que ocupa gran parte del centro de la Península Ibérica y se encuentra a una altitud un 20% superior a la media española. Todo esto hace que su clima sea calificado por el INE como **continental**.

Además, Fuente de Pedro Naharro tiene una renta per cápita significativamente inferior que el promedio nacional.

Por otra parte, las cifras de desempleo resultan menores a las nacionales encontrándose en una situación más cercana al pleno empleo.

3.1.1 CONSUMO ANUAL

El estudio del consumo energético se vuelve particularmente relevante, ya que permite conocer cómo se está utilizando la energía en esta localidad y cuáles son los principales factores que contribuyen al consumo energético total. En este sentido, es necesario analizar el consumo de:

1. Todos los receptores eléctricos.
2. Térmicos no eléctricos, como la calefacción, el aire acondicionado, el agua caliente sanitaria y otros usos térmicos como la cocina y el horno, que pueden utilizar gas, carbón, biomasa u otros combustibles.
3. La movilidad, incluyendo el consumo energético asociado a los vehículos particulares, el transporte público y otros medios de transporte.

- Consumo eléctrico y térmicos no eléctricos

El consumo eléctrico del sector residencial en España es de 10 521 kWh al año predominando el uso de combustibles para satisfacer la demanda seguido del consumo

eléctrico [10] . En la Tabla 8 se diferencian los consumos en los hogares separando por el tipo de consumo y el equipamiento utilizado en España.

Tabla 8: Consumo en los hogares

Fuente: PROYECTO SECH-SPAHOUSEC. Análisis del consumo energético del sector residencial en España [10]

	Eléctrico (kWh)	Combustibles (kWh)	Total (kWh)
Calefacción	272,368	4 668,753	4 941,122
Agua caliente sanitaria	276,170	1 714,207	1 990,376
Cocina	343,530	438,132	781,661
Refrigeración	86,332	1,832	88,147
Iluminación	434,331		434,331
Electrodomésticos	2 285,346		2 285,346
TOTAL	**3 698,076**	**6 822,924**	**10 520,983**

3.1.1.1 Correcciones de valores:

3.1.1.1.1 Por zona climática:

El consumo energético en España difiere por zona climática debido al cambio entre rango de temperaturas medias. De esta manera, en España se distinguen tres zonas climáticas: atlántico norte, continental y mediterránea.

Las tres zonas climáticas de España son:

1. **Zona climática mediterránea**: Esta zona climática cubre gran parte del territorio español, especialmente en la costa mediterránea y en el sur del país. El clima es cálido y seco en verano, con temperaturas que pueden superar los 40 °C, y suave en invierno, con temperaturas que rara vez bajan de los 0 °C. Las precipitaciones son escasas y se concentran principalmente en otoño y primavera.
2. **Zona climática atlántica**: Esta zona climática cubre el norte de España, desde Galicia hasta el País Vasco. El clima es oceánico, con temperaturas suaves durante todo el año y abundantes precipitaciones distribuidas a lo largo de todo el año. Los inviernos son más fríos que en la zona mediterránea, pero las temperaturas no suelen bajar de los 5°C.

3. **Zona climática continental**: Esta zona climática cubre gran parte del centro de España, incluyendo Madrid y Castilla-La Mancha. El clima es continental, con veranos calurosos y secos e inviernos fríos y con heladas. Las precipitaciones son escasas y se concentran principalmente en primavera y otoño. Las temperaturas pueden oscilar entre los -10 °C y los 40 °C, dependiendo de la época del año.

En nuestro caso de estudio, una vez presentadas las zonas se observa que Fuente de Pedro Naharro pertenece a la zona continental. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra el consumo energético de un hogar en España en función de la zona climática.

Tabla 9: Consumo medio diferenciado por zonas climáticas. Fuente: Elaboración propia con datos de PROYECTO SECH-SPAHOUSEC. Análisis del consumo energético del sector residencial en España [10].

MEDIA DE CONSUMO EN LOS HOGARES POR ZONAS CLIMÁTICAS en kWh			
Total	**A. Norte**	**Continental**	**Mediterráneo**
10.521	10.331	13.141	8.959

En base a los datos mostrados en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, la zona climática con la media más elevada es la zona continental como consecuencia de su climatología y el gran contraste entre las temperaturas de verano a invierno. En esta zona el consumo medio en los hogares es un 25,7% superior que en España.

Al variar tanto con respecto a los valores de consumo de España presentados en la Tabla 2, aplicamos un factor de corrección que los adecue siendo un 25,7% superior a los nacionales. Dado que la diferencia más significativa del consumo en los hogares está en la calefacción y el agua caliente, se incrementan proporcionalmente estas dos partidas obteniéndose esta distribución de consumos por usos.

Tabla 10: Consumo en hogares con corrección de zona climática. Fuente: Elaboración propia con datos de PROYECTO SECH-SPAHOUSEC. Análisis del consumo energético del sector residencial en España [10].

	Eléctrico (kWh)	**Combustibles (kWh)**	**TOTAL (kWh)**
Calefacción	372	6433	6806
Agua caliente sanitaria	383	2362	2746
Cocina	344	438	782

	Eléctrico (kWh)	Combustibles (kWh)	TOTAL (kWh)
Refrigeración	86	2	88
Iluminación	434		434
Electrodomésticos	2285		2285
Total	3905	9236	13141

3.1.1.1.2 Por renta:

Además de la corrección por zona climática también habría que tener en cuenta la diferencia del consumo frente a la variación de renta per cápita. La diferencia de la renta per cápita de Fuente de Pedro Naharro frente a España tiene una diferencia de la mitad. Por tanto, el desarrollo económico y productividad nacional varía notoriamente. Sin embargo, ya que se trata de un bien de primera necesidad y sin sustitutivos cercanos, no se puede considerar la relación lineal entre consumo y renta. De hecho, la elasticidad de ambos factores es prácticamente nula por lo que no se corregirá el consumo por renta, sino que el resultado final quedará el corregido por zona climática.

Finalmente, los datos finales de la Tabla 6 representan el consumo anual por hogar de España caracterizado para el pueblo de Fuente de Pedro Naharro, Cuenca.

Según un estudio realizado en 2011 por el INE (Instituto Nacional de Estadística), el número de viviendas es de un total de 492 [11] . Por lo tanto, contando con los datos anteriores del consumo anual por hogar y el número de viviendas totales en el pueblo hallamos el consumo total anual en Fuente de Pedro Naharro en los hogares tanto térmico (por combustibles) como eléctrico. Dicho esto, la Tabla 11 muestra el consumo anual eléctrico y térmico del municipio de Fuente de Pedro Naharro.

Tabla 11. Consumo total anual eléctrico y térmico en Fuente de Pedro Naharro en kWh. Fuente: Elaboración propia con datos de PROYECTO SECH-SPAHOUSEC. Análisis del consumo energético del sector residencial en España [10]

Consumo en hogares	Consumo anual (kWh)
Eléctrico (kWh)	1 921 260
Combustibles (kWh)	4 588 392
Total (kWh)	6 509 652

Por otro lado, los mismos datos de consumo se pueden calcular siguiendo otro camino que se apoya en los datos de la EPF (Encuesta de Presupuestos Familiares, serie completa que elabora el INE a partir de 20 000 hogares, siendo la última de 2021). A partir de estos datos, se obtienen los resultados desagregados por comunidades autónomas y por tipo de beneficio. En este caso de estudio implicaría Castilla-La Mancha y municipios de 10 000 habitantes. A continuación, se ordenarán los consumos de los hogares seleccionados que conforman la muestra de manera que se dispongan por decil.

Por un lado, en el eje principal el diagrama de barras azules es el número de hogares en cada decil y en el eje secundario el consumo en kWh por persona al año. Tras este estudio, se afirma la suposición realizada en el apartado anterior donde se indica la corrección del consumo de la renta no aplicable debido a la falta de relación lineal entre ambos factores.

En la gráfica, hay una cierta tendencia con pendiente positiva que va variando y no se reafirma en los últimos deciles. En todo caso, la elasticidad es baja, lejana de la unidad.

Para obtener el consumo medio por persona entre todos los datos se calcula la media ponderada por decil que resulta en 1 989 kWh/año/persona. Trabajando con este dato ya se incluirían factores como la zona climática, la renta y el tipo de municipio con que los resultados son más concretos.

Con el fin de comparar los consumos calculados, se presentarán los datos con las mismas unidades, kWh/año por vivienda.

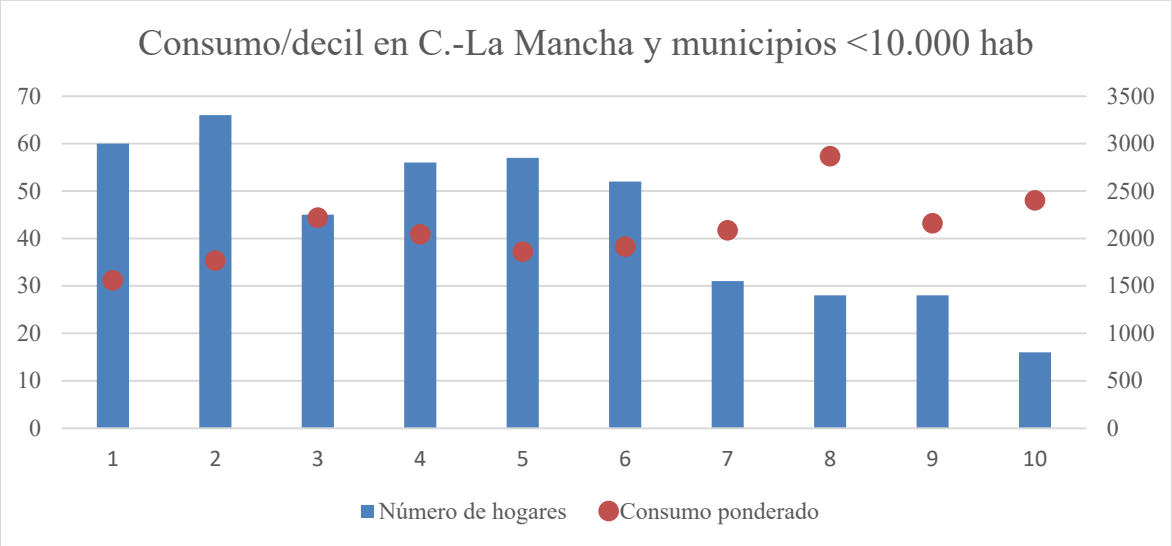
La energía consumida no guarda una relación lineal con el número de personas que habitan en una vivienda, sino que el incremento de consumo disminuye a medida que el número de residentes aumenta. Así mismo, la OECD presenta una escala de equivalencia en la que asigna un valor a cada residente en la casa adicional [12].

En ella, el dueño de la casa y primer adulto es asignado el valor de 1. Cada adulto adicional se representa con un 0,7. Por último, cada hijo sumará 0,5 al total. De esta manera, contando con un hijo por una de cada dos casas, el valor final correspondería con 1,95.

Luego, el consumo anual en Castilla La Mancha en un municipio de menos de 10 000 habitantes es de 3 878,55 kWh/año por vivienda.

Comparando este resultado con el obtenido por el método anterior, se concluye que ambos son parecidos dejando una diferencia menor de un 1% que puede ser relacionada con la precisión de los parámetros utilizados en un caso y el otro.

Tabla 12: Consumo por decil en municipios de menos de 10000 habitantes en Castilla La Mancha. Fuente: Elaboración propia con datos de EPF.



- Consumo movilidad

A pesar de ser un pueblo pequeño, cuenta con una variedad de medios de transporte, que incluyen automóviles, motocicletas, bicicletas, y otros vehículos. En total, hay unos 1292 vehículos en el pueblo registrados según las fichas municipales, lo que significa que prácticamente todos los habitantes tienen su propio medio de transporte. [13]

A continuación, se detallará el proceso de cálculo del consumo total de Kwh al año de Fuente de Pedro Naharro y se explorarán algunas alternativas de energía renovable que pueden ser viables para el pueblo.

Tabla 7: Consumo anual en kWh de la movilidad en Fuente de Pedro Naharro

Vehículos	Cantidad registrada	Consumo en litros cada 100 km	Km medios	Consumo total medio (litros)	Consumo en kWh
Ciclomotores	118	2,75	8500	233,75	2244
Motocicletas	57	4,50	5960	268,2	2574,72

Vehículos	Cantidad registrada	Consumo en litros cada 100 km	Km medios	Consumo total medio (litros)	Consumo en kWh
Turismos	777	8	12000	960	9216
Furgonetas	120	12	38719	4646,28	44604,288
Camiones	177	35	90000	31500	302400
TOTAL	1249				361.039,008

Fuente: Elaboración propia a partir de datos las Fichas Municipales 2020 [13], Inventario de emisiones de referencia. Sostenibilidad energética de Alicante [14] y Consumo de energía y emisiones asociadas al transporte [15].

Aunque el consumo anual del pueblo en movilidad es inferior, se podría reducir aún más tomando asunto en el desarrollo y la organización de este sector. Las alternativas más comunes que se están desarrollando a la orden del día y que podrían contribuir en la reducción del consumo de movilidad son el uso de bicicletas, la implementación de un servicio de car sharing así como una mejora del transporte público en el pueblo.

Los cálculos recogidos en este estudio del consumo anual se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8: Consumo total anual de Fuente de Pedro Naharro por sectores Fuente: Elaboración propia con datos de PROYECTO SECH-SPAHOUSEC. Análisis del consumo energético del sector residencial en España [10]

CONSUMO ANUAL		
	TOTAL	**% TOTAL**
Consumo en hogares		
Eléctrico (kWh)	1.921.260	27,96%
Combustibles (kWh)	4.588.392	66,78%
Consumo de movilidad		
Transporte (kWh)	361.039	5,25 %
TOTAL	6 870 691 kWh	

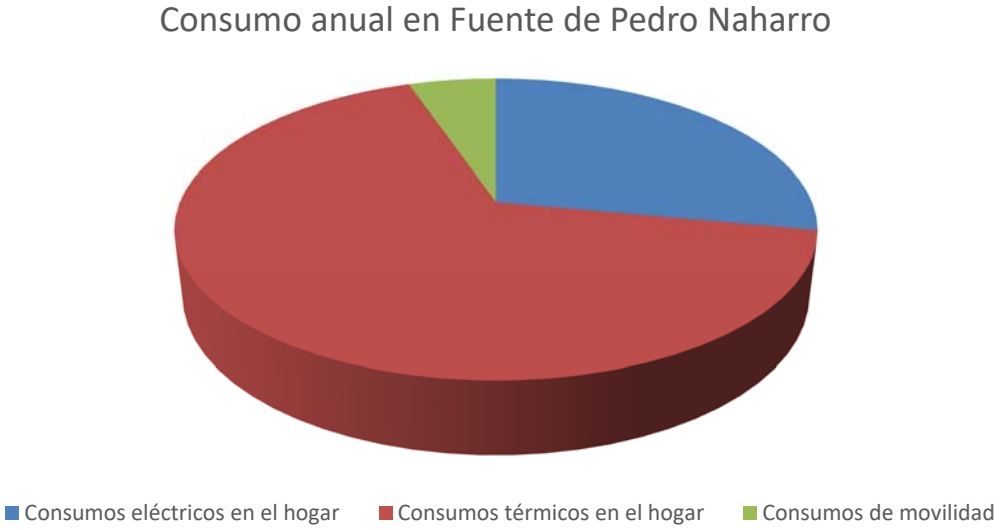


Ilustración 2: Consumo anual en Fuente de Pedro Naharro diferenciando su procedencia

A la vista de los resultados, el consumo está repartido mayoritariamente entre la parte energética: eléctrica y térmica. Dentro de ella, la mayor parte la térmica implementada con combustible como fuente de energía liderando con un 66,78% del anual.

Aun no siendo el porcentaje mayor del consumo, la decisión de centrarse únicamente en el consumo eléctrico se basa en consideraciones de recursos disponibles y viabilidad económica. Entre ellos, la infraestructura de la distribución eléctrica está más desarrollada, lo que facilita la conexión y distribución de la electricidad generada. Además, al enfocarse en el consumo eléctrico, se pueden integrar otras fuentes de energía renovable en el mix eléctrico, aumentando así la resiliencia de la comunidad. Sin embargo, aunque se podrían electrificar el transporte y la calefacción, para la simplificación del proyecto no se considera aun siendo una línea para un futuro estudio de gran interés.

3.2 Potenciales participantes públicos y privados

El caso de estudio considerado consiste en suponer que 42 de los 550 suministros están interesados en participar con la comunidad con una potencia media de 2,5 kWn. Además, en el caso del Ayuntamiento participaría con 35 kWn. Esto hace un total de 140 kWn a instalar,

que deben encontrarse en un radio de 2 km (anteriormente 500 metros). Dadas las características del municipio no deben presentar ningún problema.

Por otra parte, con la participación del Ayuntamiento se garantiza el apoyo público, la facilidad para la obtención de subvenciones y ayudas, así como se compromete a proporcionar cubiertas y suelo público para el desarrollo de la instalación, siempre que las condiciones de adquisición de energía ofertadas a los residentes sean ventajosas.

Para dar difusión al proyecto entre los vecinos y fomentar así su participación, el Ayuntamiento se ofrece la casa consistorial a efectos de promoción.

3.3 Estudio de recursos renovables

La evolución tecnológica y de costes de las energías renovable están suponiendo que puedan considerarse como una alternativa económica y segura para el abastecimiento parcial de una comunidad energética.

En este apartado, se desarrolla un análisis de cada una de las posibles tecnologías a implementar en el municipio considerado, Fuente de Pedro Naharro, analizando sus ventajas e inconvenientes, terminando con la selección de aquella más eficiente.

3.3.1 ENERGÍA EÓLICA

La energía eólica es una fuente de energía renovable que se obtiene a partir de la fuerza del viento, aprovechando la energía cinética derivada de las masas de aire. Hay dos tipos de energía eólica que son marina y terrestre. Si tomamos el caso de estudio que se encuentra en la zona continental de la península, resulta imposible la primera de los tipos de energía eólica al no encontrarse cercano al mar. En cuanto a la energía eólica terrestre, los parques eólicos más cercanos a el pueblo de estudio son:

I. El parque eólico de Villamayor, a 26,4 km.
II. El parque eólico de Carrascosa, a 28,9 km.
III. El parque eólico de San Antón a 36,5 km.
IV. El parque eólico de Cerro Calderón, a 31 km.
V. El parque eólico de La Plata, a 42,5 km.

El abastecimiento de energía eléctrica al pueblo a partir de esos parques eólicos sería de manera indirecta al encontrarse a una distancia considerable. Es decir, la energía sería trasladada a la red y transportada hasta el pueblo siendo vendida a un precio definido. El objetivo de este proyecto es encontrar una manera de autoabastecimiento del pueblo directa con que esta opción no sería válida.

Si se considera el hecho de instalar un parque eólico cercano al pueblo se deberían tener en cuenta los siguientes factores:

- Velocidad del viento.
- Emplazamiento.
- Potencia instalada.

En el mapa interactivo ofrecido por los investigadores del CENER (Centro Nacional de Energías Renovales) apoyados en los datos de ERA-Net Plus New European Wind Atlas (NEWA) [16], se puede ver el potencial eólico de cualquier punto de España. Concretando para Fuente de Pedro Naharro, en Cuenca, indica una velocidad media a 50 m de 5,21 m/s y a 100 m, una velocidad media de 6,35 m/s.



Ilustración 3: Perfil medio diario de velocidad del viento a 50 m



Ilustración 4: Perfil medio diario de velocidad del viento a 100 m

El hecho de que la velocidad media para ambos casos, 50 m y 100 m de altura, no sea mayor de 7 m/s hace que el proyecto de instalar un parque eólico suficientemente cercanos al pueblo para abastecer al mismo no sea viable en temas de eficiencia.

De todo lo anterior se puede concluir que Fuente de Pedro Naharro no tiene recurso eólico para generar electricidad y abastecer al pueblo.

3.3.2 ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

La energía hidroeléctrica es aquella que genera electricidad a partir de la transformación del movimiento y la fuerza del agua. Se produce captando la energía potencial y cinética del agua que fluye a través de diferentes métodos: embalse, bombeo y agua fluyente.

La generación de energía hidroeléctrica requiere de una fuente de agua en movimiento, como un río o una corriente de agua. En una central, se construye una presa que desvía el agua de un río hacia una turbina, donde el movimiento del agua hace girar una serie de palas que activan un generador eléctrico. Si no hay un río o una corriente de agua en movimiento en un rango de distancia cercano al lugar a, no hay suficiente energía hidroeléctrica disponible para abastecer a un pueblo.

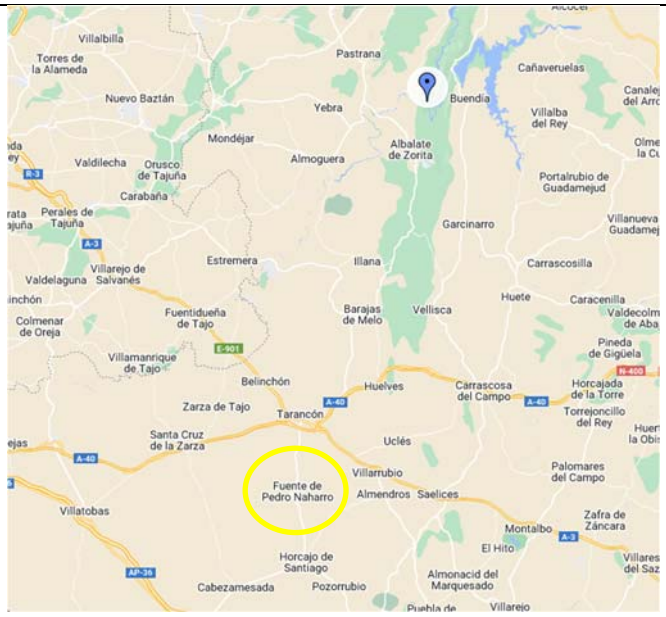


Ilustración 5: Centrales hidroeléctricas más próximas a Fuente de Pedro Naharro (Central Hidroeléctrica de Bolarque I y II) [17]

Como podemos ver en la Ilustración 5, la central hidroeléctrica de Bolarque se encuentra en la provincia de Guadalajara, a unos 40 km al noreste de Fuente de Pedro Naharro, por lo que es poco probable que pueda abastecer directamente a esta localidad de Cuenca.

Sin embargo, es posible que la electricidad generada por la central hidroeléctrica de Bolarque se conecte a la red eléctrica española y se distribuya a través de ella a diversas localidades, incluyendo Fuente de Pedro Naharro. Por lo tanto, es posible que la electricidad generada por la central hidroeléctrica de Bolarque llegue indirectamente a Fuente de Pedro Naharro a través de la red eléctrica.

Al no haber tampoco ríos ni embalses cercanos donde instalar una central de energía hidroeléctrica ya de caudal o de bombeo, el abastecimiento del pueblo a partir de este recurso no es viable.

Todo lo anterior se puede concluir que Fuente de Pedro Naharro no tiene recurso hidroeléctrico para generar electricidad y abastecer al pueblo.

3.3.3 ENERGÍA GEOTÉRMICA

La energía geotermia es una renovable que procede del calor generado en el interior de la Tierra. Se encuentra en las rocas, el suelo (debido a la radiación solar) y aguas subterráneas. La temperatura interior del terreno durante todo el año es constante, unos 15 ºC a 20 m de

profundidad para España. A medida que la profundidad en la que se mide la temperatura aumenta también lo hare directamente proporcional la temperatura (gradiente térmico) [18]. Existen tres tipos de energía geotermia. A continuación, se expondrán en la siguiente tabla junto a sus características principales:

Tabla 13: Tipos de energía geotermia. Fuente: Elaboración propia con los datos de OVACEN [19].

	Alta temperatura	**Media temperatura**	**Baja temperatura**	**Muy baja temperatura**
Rango de temperaturas	T>150 ºC	100ºC<T<150ºC	30ºC<T<100ºC	T<30ºC
Tipo de perforación en el suelo	Muy profunda	Profunda	Profunda	Somera o superficial
Extracción de energía	Transformación directa del vapor de agua en energía eléctrica	Se utiliza un fluido volátil para la generación de energía eléctrica	Presencia de acuíferos para la generación de energía eléctrica debido a que el contenido en calor no es suficiente	Se necesita una bomba de calor geotérmica
Aplicaciones	Producción de energía renovable	Sistemas de calefacción urbanos y procesos industriales	Aplicaciones térmicas, climatización, calefacción y agua caliente	Uso principal en viviendas y casas

El proyecto de las CCEE sería un proyecto innovador que contaría con el apoyo de otros anteriores para alcanzar un autoabastecimiento de energía mediante la generación de eléctrica proveniente de energía geotermia renovable. La península ibérica cuenta con recurso de energía geotermia indicado en la Ilustración 7 y 8 donde muestra por donde están distribuidos [19].

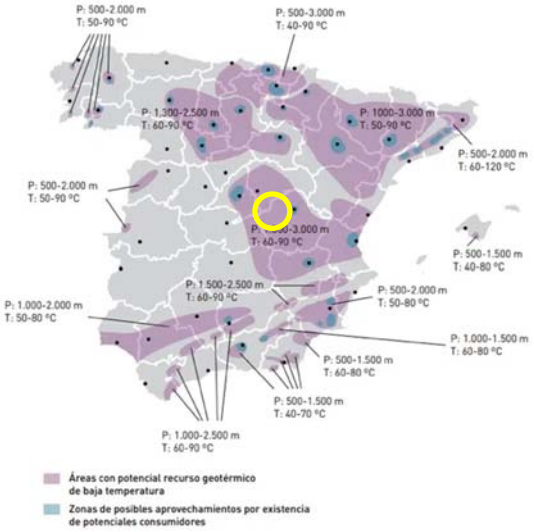


Ilustración 7: Posibles aprovechamientos de los consumidores y recursos geotérmicos de baja temperatura

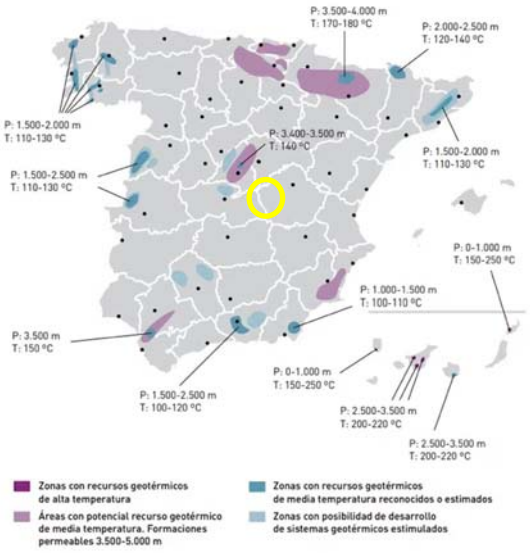


Ilustración 6: Posibles aprovechamientos de los consumidores y recursos geotérmicos de alta temperatura

En las Ilustraciones anteriores queda indicado el caso de estudio: Fuente de Pedro Naharro, Cuenca.

La provincia de Cuenca, al igual que otras zonas de España, cuenta con recursos geotérmicos, principalmente de baja y media entalpía, que pueden ser aprovechados para la generación de energía térmica y eléctrica.

Actualmente no hay ningún proyecto en marcha para la utilización de la energía geotérmica en la provincia de Cuenca, aunque eso no significa que no se puedan desarrollar en el futuro.

En la actualidad, la mayor parte de la energía geotérmica en España se utiliza para la climatización de edificios, principalmente en zonas turísticas de la costa mediterránea y en la zona norte del país. Sin embargo, los proyectos que se pueden llevar a cabo darían lugar a cubrir aplicaciones térmicas, climatización, calefacción y agua caliente debido a que el recurso de energía geotermia en Fuente de Pedro Naharro solo se encuentra para baja temperatura.

Todo lo anterior se puede concluir que Fuente de Pedro Naharro no tiene recurso geotérmico para generar electricidad y abastecer al pueblo.

3.3.4 ENERGÍA DE BIOMASA

Energía renovable que se obtiene a partir de materia orgánica vegetal o animal y desechos. Debido a que la energía biomasa puede servir en su mayor escala para producir calor y así calentar viviendas y energías, el recurso no es útil para el proyecto de estudio [20].

Sin embargo, no hay recurso de biomasa para generar electricidad y abastecer al pueblo, por lo que no es una fuente de energía viable.

3.3.5 ENERGÍA SOLAR

Por último, la energía solar es una energía renovable que genera electricidad a partir de la radiación del Sol. Existen tres maneras distintas de obtener electricidad o calor entre las que se encuentran [21]:

- **Energía solar fotovoltaica**: La luz solar impacta directamente en los paneles solares que dan a lugar al efecto fotoeléctrico dentro de los mismos donde materiales liberan electrones y absorben fotones dando a lugar a una generación de corriente que desemboca finalmente en energía eléctrica.
- **Energía solar térmica**: Con paneles y/o espejos, la luz solar impacta directamente a ellos calentando un fluido con el que se consigue concluir en energía eléctrica.
- **Energía solar pasiva**: A partir de luz solar indirecta se consigue dar a lugar a energía eléctrica.

Este proyecto se centrará en la energía solar fotovoltaica debido a su eficiencia, escalabilidad y versatilidad, así como a un mercado más establecido para este tipo de energía debido a su rápido crecimiento durante los últimos años.

Continuando con el caso de estudio en Fuente de Pedro Naharro, Cuenca, para un proyecto de fotovoltaica es importante tener en cuenta la cantidad de horas de producción efectiva que puede darse a partir de la energía fotovoltaica. Esta queda definida según la época del año y las condiciones meteorológicas, entre otros factores siendo estos los más importantes.

En la siguiente imagen se muestran los valores medios de irradiancia directa e indirecta para la ciudad de Cuenca obtenido a partir de un estudio realizado en España para los años 1983-2005 por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) [22].

La radiación directa se refiere a la luz solar que llega directamente sin dispersión que proviene de la dirección del sol y la radiación indirecta a la dispersada por la atmósfera, nubes, polvo y otros elementos.

Estos datos nos permiten tener una idea aproximada de los valores de energía incidente durante un periodo de tiempo que se puede llegar a dar en Cuenca. Los datos están expresados en unidades de kWh/m2/día. De esta manera, sabiendo los días y la superficie a estudiar se obtienen la información necesaria. Un punto de referencia común para la viabilidad de la energía solar es una irradiación solar promedio anual de entre al menos 4-5 kWh/m2/día.

Cuando se habla de irradiación solar necesaria para la viabilidad se hace referencia a la total, es decir, incluyendo la directa e indirecta. De esta manera, en este caso de estudio el promedio es 4,73 kWh/m2/día, estaría dentro del rango establecido. La Ilustración 9 muestra la evolución anual de la irradiación en Cuenca.

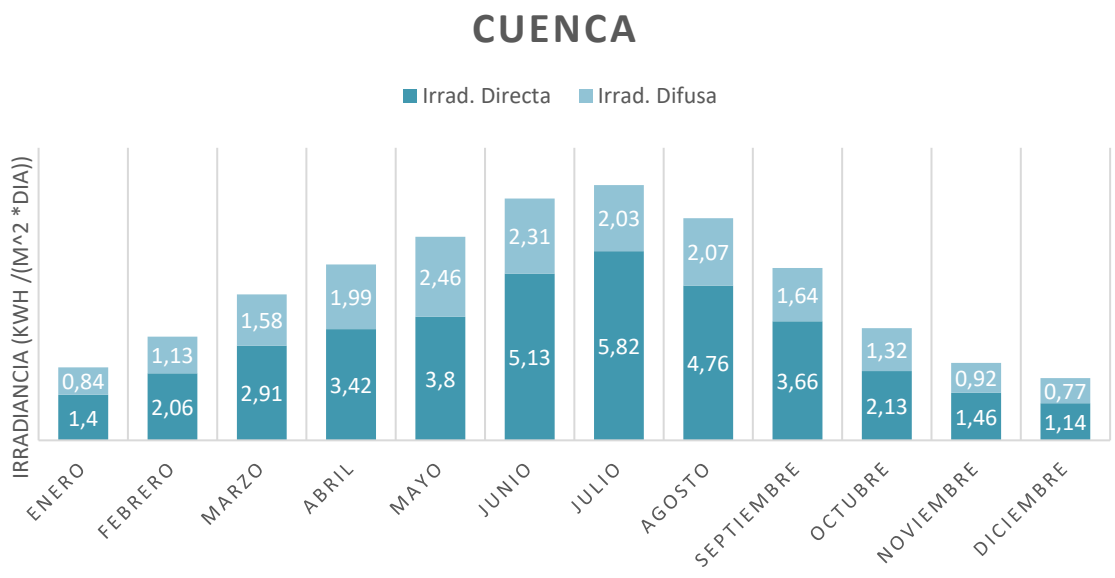


Ilustración 8: Datos de irradiación directa e indirecta en Cuenca. Fuente: Elaboración propia con los datos de AEMET [23].

Además, utilizando la herramienta proporcionada por la Comisión Europea llamada PVGIS [24] podemos simular un sistema de fotovoltaíco conectado a red y la producción de energía y la irradiación por meses que se obtendría. Estos valores son elevados y corresponden con el rango de los mismos necesarios para el uso y aprovechamiento de este recurso. Entre los

resultados de los valores estimados de la simulación realizada en PVGIS se indica que por cada kWp instalado y contando con un 14% de pérdidas del sistema, serán producidos 1 507,06 kWh anuales.

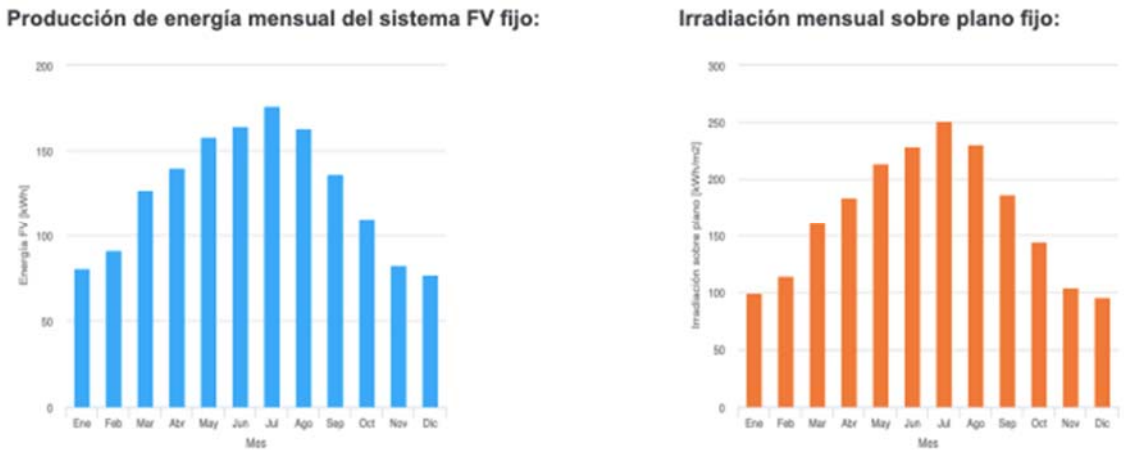


Ilustración 9: Producción de energía e irradiación mensual del sistema FV fijo en Fuente de Pedro Naharro, Cuenca[24]

Por lo tanto, estos datos reafirman lo dicho anteriormente, Fuente de Pedro Naharro tiene potencial para la implantación de un sistema de autoabastecimiento de este tipo de renovable.

4 MODELO DE NEGOCIO

Una vez conocidas las características de los usuarios y el potencial energético de la zona, en esta sección se presenta la metodología para desarrollar la actuación propuesta.

Para ello, se presenta un modelo Canvas que recoge el análisis estratégico del desarrollo del negocio. A continuación, se describen los principales actores (Ayuntamiento, Empresa privada energética y Usuarios) incluyendo sus roles y aspiraciones, además del modelo relacional que adquieren unos con otros.

El objetivo principal es conocer con mayor profundidad la distribución de responsabilidades, el peso de cada uno de los actores y el modelo relacional correspondiente. De esta manera, este capítulo junto a los que se presentarán más adelante tanto con la inversión inicial necesaria como la producción anual compondrá una parte fundamental para la elaboración del estudio de viabilidad económica de la planta.

4.1 Modelo Canvas

El modelo Canvas o "Business Model Canvas" es una herramienta estratégica que permite la planificación y desarrollo empresarial. Su principal objetivo es la simplificación de una visión más clara de la forma estructurada de un modelo de negocio de una empresa presentando sus elementos esenciales. Este consta de nueve bloques principales en los que cada uno de ellos representa un aspecto clave. Entre ellos se encuentran:

1. **Socios claves**: Participantes esenciales para fortalecer el modelo de negocio. Es crucial en esta etapa tener en mente a socios y proveedores clave, fundamentales para la viabilidad del proyecto y el potencial de expansión.
2. **Actividades clave**: Acciones requeridas para poner en marcha la propuesta de valor de la compañía, especificando el mecanismo de fabricación, resolución de inconvenientes y plataformas a emplear.
3. **Recurso clave**: Descripción de los activos tangibles y materiales, así como los recursos humanos y económicos.

4. **Proposición de valor**: Análisis de las demandas que satisface nuestra empresa en los segmentos de mercado previamente establecidos, junto con las distinciones significativas en comparación con nuestros competidores.
5. **Relaciones con el cliente**: La interacción con el cliente debe estar en línea con la imagen de la empresa. Es posible optar por un enfoque personalizado y exclusivo o, por el contrario, la automatización de dicha comunicación.
6. **Canales**: Cada organización debe especificar la manera en que se entrega la propuesta de valor a los potenciales clientes. Asimismo, es necesario considerar las diferentes estrategias de distribución del producto o servicio.
7. **Usuarios**: Participantes de la iniciativa.
8. **Estructura de costes**: Se establecen los gastos significativos de todas las actividades y recursos fundamentales.
9. **Flujo de ingresos**: Se establece la forma en que se generan los recursos. En esta etapa se describen los precios de comercialización de los diversos productos o servicios, siempre con el objetivo final de garantizar la rentabilidad de la empresa.

De esta manera, se identifican las oportunidades y desafíos, así como las mejoras potenciales que se pueden realizar para la revaluación y crecimiento del proyecto.

La Tabla 14 presenta el modelo Canvas de la comunidad energética de este caso de estudio.

Tabla 14: Canvas del modelo de negocio.

<table>
<tr>
<td rowspan="2">Socios clave
• Ayuntamiento
• Empresa de ingeniería
• Inversores privados</td>
<td>Actividades clave
• Cesión de las cubiertas públicas, de fondos necesarios (privada/bancaria), adquisición de materiales y obtención de puntos con la operadora.</td>
<td rowspan="2">Proposición de valor
• Para consumidores: Desarrollo de energía limpia, segura y de bajo coste a los vecinos del municipio.
• Para ingeniería/inversores: Negocio potencial escalable en otros emplazamientos.</td>
<td>Relaciones con el cliente
• Promoción local/Apoyo y garantía del Ayuntamiento</td>
<td rowspan="2">Usuarios
• Vecinos
• Ayuntamiento</td>
</tr>
<tr>
<td>Recurso clave
• Disponibilidad de cubiertas, financiación y abastecimiento de materiales.</td>
<td>Canales
• Canal de comunicación directo en el municipio y vía del Ayuntamiento y otros vecinos.</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="3">Estructura de costes
• Principalmente, fijos.</td>
<td colspan="2">Flujos de ingresos
• Recurrentes, prácticamente constantes y a largo plazo.</td>
</tr>
</table>

4.2 Principales actores

Dentro de las Comunidades Energéticas se distinguen tres sectores claramente diferenciados entre los que se encuentran el sector público, el sector privado y el sector residencial. El enfoque de los primeros dos sectores se centra en la implementación de las instalaciones y la difusión de la participación ciudadana.

Entre los sectores, se destacan los siguientes actores principales de cada uno de ellos y sus características respectivamente:

4.2.1 ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

Además de una definición del marco legal requerido apoyado en el cumplimiento de la legislación e iniciativas locales (trámites administrativos), verificando la seguridad y funcionamiento de este, las instituciones públicas ofrecen la concesión de ayudas tanto económicas como técnicas incluyendo estudios y presentaciones de modelos y planes de negocios. Al ser su campo de trabajo más amplio, los procesos iniciales de implementación se facilitan y agilizan considerablemente. A su vez, la administración pública está comprometida con planes enfocados a la transición energética como algunos ya comentados como el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima ([3]) o el Fit for 55 (Objetivo 55 [6]). Por esta misma razón es el mismo grupo de consejo del Ayuntamiento quienes prestan servicios como la concesión de superficies (en este caso tejados de edificios públicos) para el desarrollo del proyecto o la difusión de la idea y oportunidad que puede ser para cada uno de los ciudadanos.

4.2.2 ACTORES PRIVADOS

Empresas que disponen de capacidad económica y, de esta manera, de acceso a la financiación del proyecto. Se encargan de impulsar y hacer realidad las iniciativas de estos proyectos. Además, tienen responsabilidades de cara a los socios de las comunidades energéticas que involucran la concienciación de los mismos. Obtiene el punto de conexión con la empresa distribuidora, realiza los acuerdos con los usuarios finales, adquiere el material, realiza el proyecto de ingeniería o contacta a otra empresa que se lo ejecute,

contrata al instalador que lleva a cabo los montajes, confecciona las facturas mensualmente y formula las cuentas anuales para la liquidar los impuestos correspondientes.

- **Empresa de gestión energética**

En este proyecto, una empresa independiente dedicada a la gestión energética se encargara de coordinar el proyecto en su totalidad realizando las acciones antes descritas.

- **Fuentes de financiación**

La fuente de financiación es la empresa que tiene los recursos de sus socios y financiación bancaria.

4.2.3 CONSUMIDORES FINALES

Personas físicas, entidades locales y PYMES. Este grupo será el responsable a la vez de producir, gestionar y consumir la energía final producida. En ellos gira el proyecto puesto que el objetivo principal de las Comunidades Energéticas se centra en los beneficios comunitarios e individuales de sus miembros, antes que el económico y medioambiental.

4.3 Modelo relacional

El modelo relacional de una comunidad energética se presenta en la Ilustración 11 con el fin de simplificar su compresión.

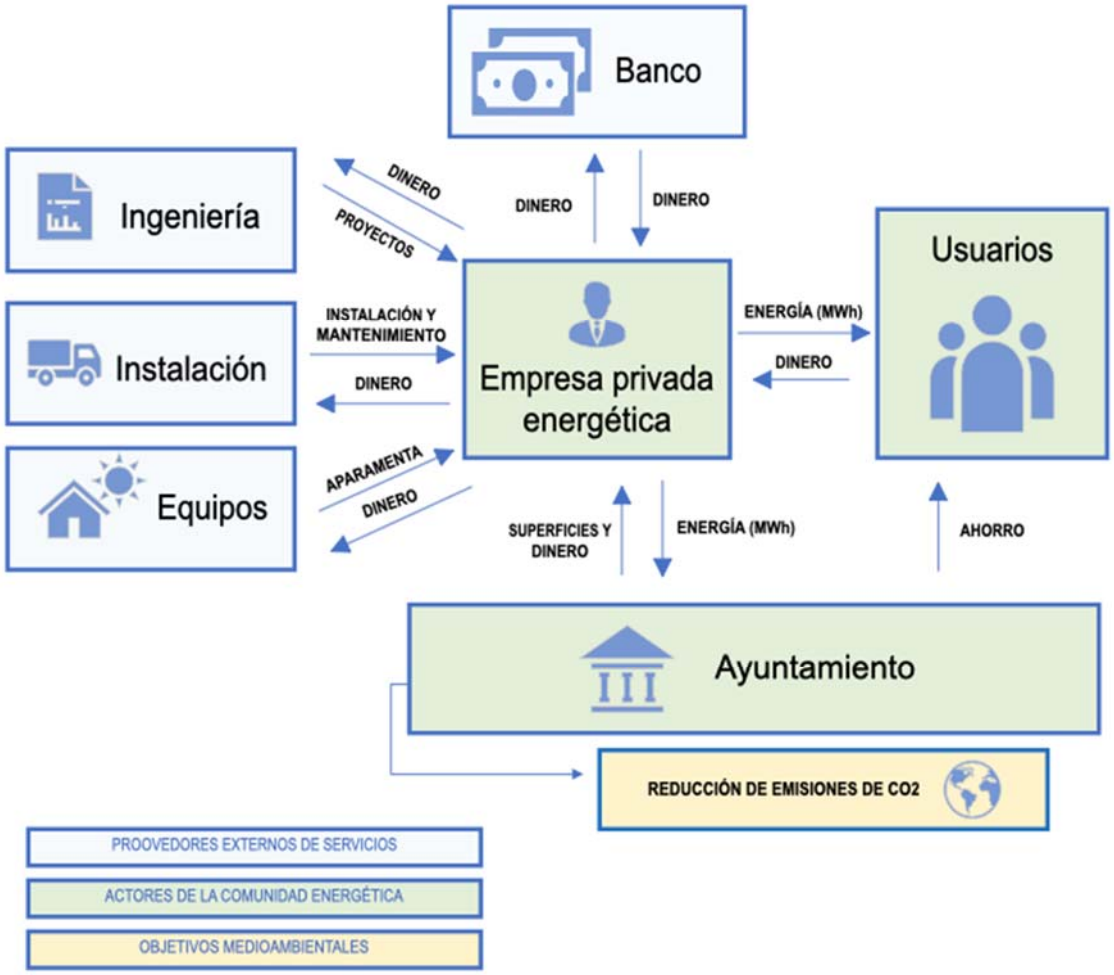


Ilustración 10: Modelo relacional de una comunidad energética.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se desarrollará por partes cada uno de los actores y sus respectivas relaciones con otros.

- **Ayuntamiento**

Con el fin apoyar las propuestas dirigidas a una transición energética inmediata y eficaz enfocado principalmente en la reducción de emisiones a cero, la Administración Pública o Ayuntamiento ofrece sus servicios proporcionando superficies de tejados de los edificios municipales donde instalar las placas solares. Es este recurso el que ofrece a la empresa privada energética para que pueda llevar a cabo el proyecto sobre este. A cambio, el

Ayuntamiento también se ve beneficiado al tener un porcentaje de las participaciones junto a los ciudadanos del pueblo. Es por esto por lo que obtiene energía producida a partir del recurso solar para las infraestructuras municipales necesarias a cambio de un precio reducido en la factura de la luz.

- **Empresa privada energética**

Elemento principal y centro del proyecto que siendo una empresa privada se encarga de la coordinación de todas las actividades tanto de los otros dos actores de la comunidad energética como de los otros servicios externos. Como vemos en el esquema estos últimos, a cambio de una remuneración prestan servicios indispensables para la gestión de la comunidad energética. La empresa recibe una retribución económica justa por la puesta en marcha del proyecto y el abastecimiento casi completo de los usuarios registrados.

- **Usuarios**

En el modelo relacional la empresa de servicios energéticos acuerda con los clientes la venta de la energía producida con un porcentaje de la planta global a un precio determinado. Mensualmente, mandara a cada participe detalle horario de la energía suministrada que le será descontada de la parte variable de la factura con su comercializadora.

Por otra parte, le enviará una factura mensual cuyo importe se obtendrá de multiplicar la energía producida por la instalación por la participación del cliente de la energía producida por la instalación por el precio acordado por kWh (0.12 €). A esta cantidad habrá que aplicarle el IVA correspondiente.

La Ecuación (1) se usa para calcular el importe mensual de cada cliente.

$$I_M = E_P \cdot P_{cliente} \cdot PA \qquad (1)$$

Siendo:

- I_M: Importe mensual (€).
- E_P: Energía producida por la instalación (kWh).
- $P_{cliente}$: Participación del cliente en la comunidad energética (%).
- PA: Precio acordado a pagar por kWh (€).

En resumidas palabras, los usuarios reciben energía suministrada y gestionada por la empresa privada energética a cambio de dinero. Por parte del Ayuntamiento, los usuarios se ven beneficiados gracias a sus servicios en los que proporcionan las superficies de los edificios para la implementación de las placas que conlleva la producción de energía limpia y barata y consigo el ahorro.

- **Servicios externos**

Lo conforman tanto el banco, como la ingeniería, como la instalación y la proporción de la aparamenta necesaria. A cambio de dinero, estos prestan sus servicios a la empresa privada que requiere sus prestaciones y se pone en contacto con estas.

Es importante puntualizar que la comunidad energética no recibe beneficio económico sino principalmente es el medioambiental, entre otros ya presentados en el Capítulo 1. La definición del proyecto de CCEE, se basa en fines mayores al económico, aunque este sea un beneficio final para los usuarios.

4.4 Análisis del punto de equilibrio

El punto de equilibrio, también conocido como *breakeven point* en inglés, es un concepto fundamental en el ámbito financiero y de negocios. Se refiere al punto en el que los ingresos totales generados por una empresa o proyecto son iguales a los costos totales, lo que implica que no hay ganancias ni pérdidas.

En otras palabras, el punto de equilibrio es el nivel de actividad o nivel de ventas necesario para cubrir todos los costos fijos y variables asociados a la operación de un negocio. Se considera un indicador crucial para determinar la viabilidad financiera de una empresa y evaluar el riesgo asociado a la rentabilidad.

Le Ecuación (2) se usa para calcular el punto de equilibrio.

$$P_E = \frac{C_F}{P - C_v} \tag{2}$$

Siendo:

- P_E: Punto de equilibrio.

- C_F: Costes fijos.
- P: Precio.
- C_V: Costes variables.

En primer lugar, en base al canvas mostrado en la Tabla 13, podemos estimar que los costes fijos se componen de: la operación y mantenimiento además de la amortización de los equipos.

Para calcular la amortización se divide la inversión total realizada entre el periodo de amortización. Dada la naturaleza de la instalación y de acuerdo con lo establecido en el plan general contable este tipo de instalaciones se pueden amortizar en 25 años lo que es equivalente a una depreciación anual de un 4%. De esta manera, las amortizaciones anuales se estiman en un 4% de la inversión estimada en el presupuesto.
Los costes de operación y mantenimiento se estiman en un 1% de la inversión total. Este valor se estima ya que en el siguiente informe realizado por Irena [25] se concluye que los gatos de operación y mantenimiento para proyectos de pequeña escala en 2019 quedó en 9 $/kWp. Luego, si la instalación consiste en aproximadamente 150 kWp. El resultado, 1 350 $ que es 1 200 €, es aproximadamente un 1% del presupuesto total que será calculado en el Capítulo 5. Ambos costes se consideran fijos porque van a ser independientes de la producción.
Una vez calculada la inversión inicial obtendremos los valores de los costes fijos resultantes.

En segundo lugar, presuponemos que el precio de la electricidad. De acuerdo con Euroestat, [26] , el precio de la electricidad es de 0,2525 €. Se trata de un precio medio incluyendo impuestos (IVA e Impuestos de la electricidad), cargos, peajes, así como la parte proporcional de la potencia contratada por cada cliente.
Dado que la práctica totalidad de los potenciales usuarios de la comunidad energética se pueden acoger a las tarifas reguladas de PVPC (menos de 10 kW de potencia instalada), para calcular el coste real se usará el precio medio del mercado añadiéndole los peajes correspondientes.

Considerando un precio medio a largo plazo de 80 €/MWh (0,08 €/kWh) y unos peajes que haciendo una media ponderada quedaría en 70 €/MWh (0,07 €/kWh), visto en la Tabla 15. Por lo tanto, el precio medio se asume de 0,15€/kWh.

Tabla 15: Término de acceso de energía €/kW mes

	Término de acceso de energía €/kWh		
	Peajes	**Cargos**	**Total**
Punta	0.027787	0.072969	**0.100756**
Valle	0.019146	0.014594	**0.033740**
Llano	0.000703	0.03648	**0.037183**

En principio, se estima un descuento al cliente del precio de hasta un 20% a efectos del cálculo del precio total (0,15 €/kWh). Se quedaría en 0,12 €/kWh.

Los ingresos totales anuales se obtendrán de calcular la producción anual por ese precio, que se verá en el capítulo de presupuestos, sección 5.

Una vez calculado la producción anual y la inversión inicial necesaria se procederá a calcular los "Cash Flow" o flujos de caja para realizar el análisis de la rentabilidad de la instalación. Así mismo se calculará el precio mínimo que iguale el flujo de ingresos al de gastos.

A la vista de la producción anual obtenidos de PVGIS (Tabla 19), donde se presentaba que la energía anual producida por un 1 kWp eran 1 507 kWh, los ingresos obtenidos para la empresa ascenderían a 181 €/kWp instalado.

5 PROYECTO DE LA INSTALACIÓN

En este cuarto capítulo se presenta la memoria, el pliego de condiciones y el presupuesto para la instalación fotovoltaica de la comunidad energética. La memoria abarca los detalles técnicos y objetivos del proyecto, mientras que el pliego establece requisitos y normas para proveedores y contratistas. Por último, el presupuesto brinda una estimación de los costos asociados. Los resultados de este capítulo servirán para calcular a viabilidad económica y financiera del proyecto.

5.1 Memoria

5.1.1 OBJETO

El objeto del presente proyecto técnico es el dimensionamiento de una comunidad energética compuesta por tres instalaciones fotovoltaicas de 100, 25 y 15 kW con el objetivo de regir el autoconsumo colectivo de una serie de usuarios de un mismo municipio, entregando los excedentes en su caso de vuelta a la red de manera que se garantice la producción eléctrica pensada, especificando todos sus componentes y elementos, así como el cumplimiento de normativa correspondiente.

5.1.2 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

A partir de los datos del Catastro, se han obtenido los datos de tipo de edifico y su superficie construida, facilitando la continuación del proyecto. Con el total de los datos, se concluye que si se instalan los paneles en viviendas privadas la superficie disponible sería de unos 205 635 m^2 mientras que, si se disponen en los techos de los edificios de servicio público, como es el caso, sumaría un total de 11 831 m^2. La diferencia es significativa pero el valor de la superficie pública es suficiente para completar el abastecimiento parcial del pueblo que se exige de esta alternativa de autoconsumo. En el siguiente diagrama se distinguen la superficie existente en Fuente de Pedro Naharro por tipo de edificio.



Ilustración 11: Superficie construida por tipo de edificación en m2

A continuación, la siguiente imagen permite discernir que edificios son los más apropiados con la herramienta GIS viendo los tejados según su localización y tamaño. En amarillo se distinguen los edificios que pertenecen al Consejo Municipal.

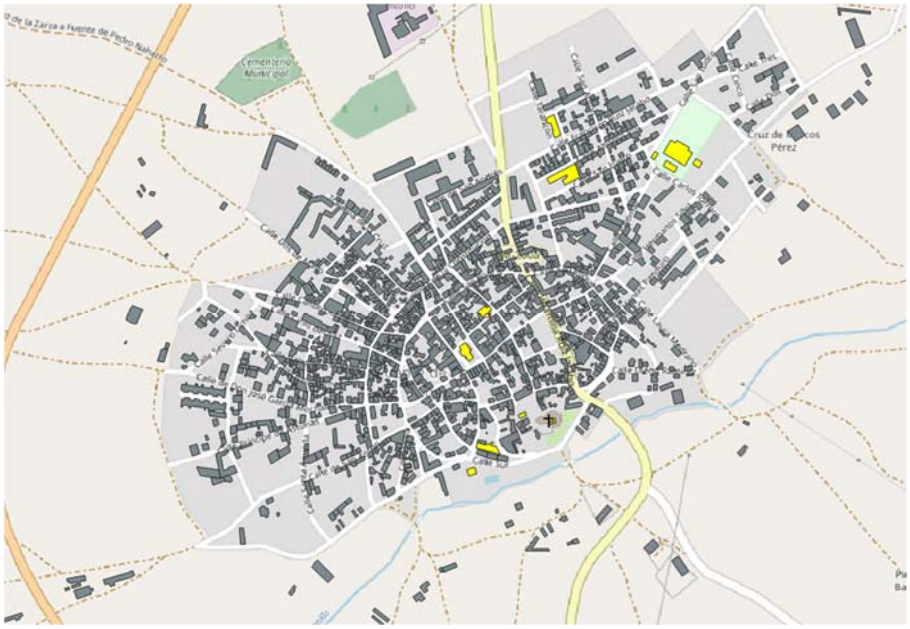


Ilustración 12: Planta del municipio indicando los edificios públicos

Puestos en contacto con el Ayuntamiento muestra su disposición a facilitar la instalación de los paneles solares en tres cubiertas de su propiedad situadas en el centro del municipio. Estas son el ayuntamiento, la casa de la cultura y el polideportivo.

A continuación, se presentan los tres edificios escogidos:

5.1.2.1 Casa consistorial

La casa consistorial es un edificio de referencia para todo el pueblo que desempeña un papel fundamental en la administración y organización del municipio. Por esta razón, sería un ejemplo de liderazgo y compromiso por parte del órgano de gobierno el hecho de participar en esta iniciativa. Este está situado en la calle José Antonio Balenchana Valdés n.º 7. Dispone de unos 375 m^2. En el anexo se incluyen imágenes tanto de la fachada del edificio como de su ubicación en el municipio.

5.1.2.2 Casa de la cultura

La Casa de la Cultura (Biblioteca), centro de fuente de conocimiento y difusión cultural, dispone de 500 m^2 y se encuentra en la calle Honorio Ruiz n.º 9. Al igual que el Ayuntamiento, la Casa de la Cultura dispone de un tejado con distintas inclinaciones que no permite un estudio homogéneo del mismo.

5.1.2.3 Polideportivo

El último edificio propuesto por el proyecto es el Pabellón Polideportivo El Palomar. Estas instalaciones deportivas son las utilizadas por todos los vecinos para actividades recreativas y físicas. Está situado en la calle Carlos Torrijo 1. Tiene una superficie total de 1 500 m^2, la cual se podría aprovechar en su totalidad para la instalación de las placas fotovoltaicas. El techo del polideportivo tiene una orientación hacia el norte, condiciones favorables para la captación óptima de la radiación.

A partir de imágenes satelitales se obtiene tanto una vista de la planta del edificio y sus alrededores como dos imágenes del pabellón desde el pie de calle para una visualización más precisa del edificio.

En el anexo II se incluyen imágenes tanto de la fachada de los edificios como de su ubicación en el municipio.

Los tres edificios se encuentran situados próximamente unos de otros. En la siguiente imagen, se muestra el conjunto de las tres instalaciones de paneles fotovoltaicos. Sabiendo que el pueblo tiene unas dimensiones de 1,40 km de largo y 800 m de ancho, con un radio de 2 km de rango, medida establecida por las regulaciones establecidas, quedaría abastecido todos los posibles usuarios del pueblo.

Tabla 16: Edificios que serán utilizados para la instalación de los paneles

	Superficie (m^2)	**Dirección**	**Orientación**
Ayuntamiento	375	C/ José Antonio Balenchana Valdés 7	Norte
Casa de la Cultura	500	C/ Honorio Ruiz nº9	Norte
Polideportivo	1 500	C/ Carlos Torrijo 1	Norte
TOTAL	2 375		



Ilustración 13: Planta de Fuente de Pedro Naharro con los edificios seleccionados para la implementación de los paneles solares

5.1.3 ALCANCE

El alcance del proyecto consistirá en el cálculo, justificación además de presentación de las características eléctricas y mecánicas para la implementación de los equipos. Entre ellos se encuentran:

Tabla 17: Principales características de las instalaciones objeto de este proyecto.

	Ayuntamiento	**Casa de la cultura**	**Polideportivo**
Número de módulos	38	64	235
Modelo de los módulos	TSM-DE17M (II) 455(2021)	TSM-DE17M (II) 455(2021)	TSM-DE17M (II) 455(2021)
Número de inversores	1	1	1
Modelo del inversor	SUN2000-15KTL-M2	SUN2000-25KTL-M5	SUN2000-100KTL-M1

5.1.4 AUTOR DE PROYECTO

El autor del proyecto es María Cruz Arcos Presedo, estudiante de Ingeniería industrial en la Escuela Pontificia de Comillas ICAI.

5.1.5 SOLUCIÓN PROPUESTA

El objetivo de las instalaciones es proporcionar electricidad a una serie de usuarios comprometidos dentro de la comunidad sirviendo de esta manera de autoconsumo colectivo. La propuesta es realizar tres instalaciones fotovoltaicas de 15 kWn, 25 kWn y 100 kWn situados en las cubiertas de edificios públicos como son el Ayuntamiento, la Casa de la Cultura y el Polideportivo, respectivamente. Los paneles se dispondrán de manera coplanar con la estructura situada en los tejados.

Se tendrá conexión con la red eléctrica además de conexión a unas baterías para proporcionar un almacenamiento de la energía producida en las horas pico del día que no son inmediatamente consumidas.

Según la clasificación indicada en el Real Decreto 244, la instalación fotovoltaica descrita pertenece al grupo de "Autoconsumo con excedentes con compensación económica". En este caso, además de consumir la energía generada en la instalación, los excedentes de energía se almacenan en las baterías para su uso posterior. Si hay excedentes adicionales después de cargar las baterías, estos se vierten a la red eléctrica y se pueden compensar económicamente de acuerdo con los términos y condiciones establecidos en la normativa vigente.

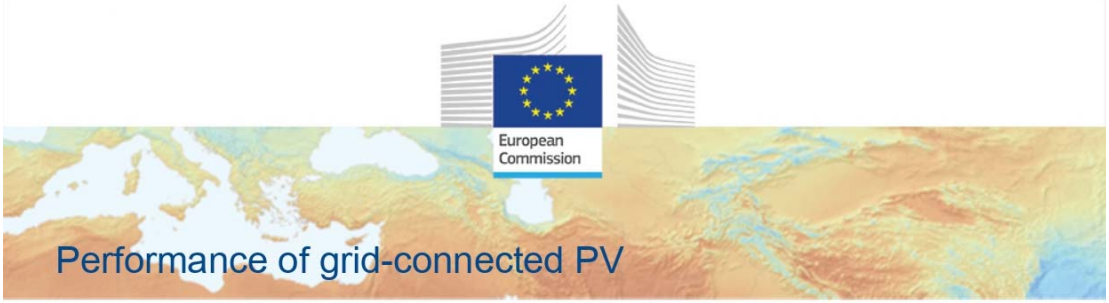
5.1.6 PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

Se estima que la duración de las tres obras será de un mes.

5.1.7 OBTENCIÓN DE ENERGÍA GENERADA

Para calcular la energía producida por la planta se hace uso de PV-GIS, software tratado en capítulos anteriores.

La ilustración de la siguiente página representa los resultados tanto de la irradiancia como de la energía producida por la planta que queda definida para 153,3 kWp, es decir, la potencia pico que alcanza el proyecto.



PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

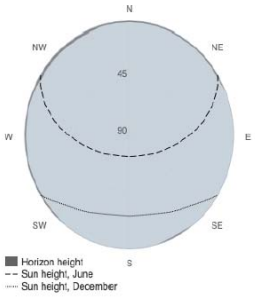
Provided inputs:

Latitude/Longitude:	39.923,-3.012
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-SARAH2
PV technology:	Crystalline silicon
PV installed:	153.3 kWp
System loss:	14 %

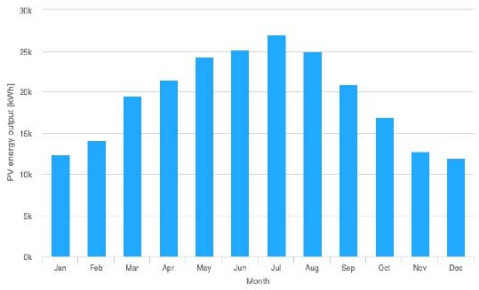
Simulation outputs

Slope angle:	15 °
Azimuth angle:	0 °
Yearly PV energy production:	231031.98 kWh
Yearly in-plane irradiation:	2011.66 kWh/m²
Year-to-year variability:	6504.68 kWh
Changes in output due to:	
Angle of incidence:	-3 %
Spectral effects:	0.61 %
Temperature and low irradiance:	-10.74 %
Total loss:	-25.08 %

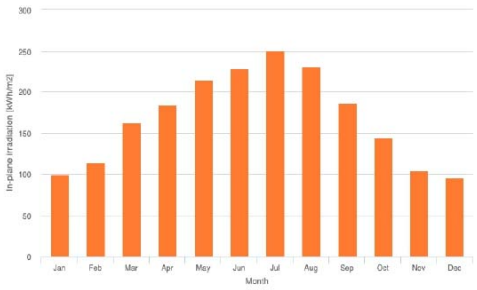
Outline of horizon at chosen location:



Monthly energy output from fix-angle PV system:



Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E_m	H(i)_m	SD_m
January	12365.7	99.3	2041.3
February	14024.1	114.1	2014.0
March	19469.0	161.3	1956.0
April	21454.7	183.6	1229.9
May	24261.3	213.8	1855.3
June	25159.8	228.6	869.5
July	27043.0	250.9	665.2
August	24979.6	230.5	651.9
September	20886.4	186.1	682.0
October	16868.0	144.2	1412.1
November	12688.3	103.8	1695.0
December	11832.1	95.5	1471.7

E_m: Average monthly electricity production from the defined system [kWh].

H(i)_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m²].

SD_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them. However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

It is our goal to minimise disruption caused by technical errors. However, some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

For more information, please visit https://ec.europa.eu/info/legal-notice_en

Joint Research Centre

PVGIS ©European Union, 2001-2023.
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Report generated on 2023/06/02

Ilustración 14: Resultado del caso en PV-GIS

Los resultados indican que la producción mensual de la energía producida varía con respecto unos meses y otros, resultando que julio es el mes donde más se producide contando con 27 043 kWh y, por el contrario, diciembre en el que menos con 11 832 kWh. La diferencia entre los dos meses extremos es de un 0,56% superior, siendo una diferencia notoria.

Los usuarios dispondrán de distinta cantidad de energía a lo largo de los meses. Este reparto de energía producida mensual entre los usuarios se ha obtenido con los valores dados de PV-GIS y el porcentaje de kWn que se cerró con los participantes repartir. Queda representado en la Tabla 18 y en la Tabla 19.

Tabla 18: Porcentaje de reparto de la potencia en función del tipo de usuario.

	Potencia por consumidor	**Número de consumidores**	**Porcentaje de reparto unitario**
Administraciones públicas	35 kWn/usuario	1	25,00%
Particulares	2,5 kWn/usuario	42	1,79%
TOTAL	**140 kWn**	**43**	**100%**

Tabla 19: Energía producida mensual para el uso de cada usuario del proyecto: ayuntamiento y particular.

Mes	**Producción (kWh)**	**Consumo (kWh)**	
		AA.PP.	**Particular**
Enero	12 365	3 091,3	221,3
Febrero	14 024	3 506,0	251,0
Marzo	19 469	4 867,3	348,5
Abril	21 454	5 363,5	384,0
Mayo	24 261	6 065,3	434,3
Junio	25 159	6 289,8	450,3
Julio	27 043	6 760,8	484,1
Agosto	24 979	6 244,8	447,1
Septiembre	20 886	5 221,5	373,9
Octubre	16 868	4 217,0	301,9
Noviembre	12 688	3 172,0	227,1
Diciembre	11 832	2 958,0	211,8
TOTAL	**231 028**	**57 757,0**	**4 135,4**

En el caso de un usuario individual residencial que se le asignen 2,5 kWn anuales, obtendrá en julio 484,1 kWh y en diciembre 211,8 kWh. Esto le supondrá al cliente administrarse la energía producida teniendo en cuenta que su consumo también variará. En los meses más calurosos se realizarán actividades distintas que en los meses de bajas temperaturas.

Estos datos son obtenidos por el software de PV-GIS contando con un 14% de pérdidas, valor estándar en el caso práctico del uso de los paneles. Estas pérdidas tienen en cuenta a los siguientes fenómenos:

- **Pérdidas por sombras**: Debido a la orientación de las instalaciones las placas no son capaces de recibir toda la luz solar que deberían.
- **Pérdidas por reflexión**: Un porcentaje de la radiación captada se refleja dando lugar a pérdidas.
- **Perdidas por suciedad**: Disminuyen el rango generador de los paneles por la deposición de polvo.
- **Pérdidas por baja radiación**: Diferencias entre la incidencia real y calculada.
- **Pérdidas por temperatura**: Debido a temperaturas extremas a las que los paneles no están diseñados para funcionar con su máxima eficiencia.
- **Perdidas por problemas de acoplamiento** (mismatch): Por la diferencia entre las características eléctricas de los módulos y el generador
- **Pérdidas por la eficiencia del inversor u otros elementos**: El rendimiento del inversor, principalmente, afecta de manera directa a la energía producida al transformar la energía en continua.
- **Pérdidas óhmicas en el cableado de ambos circuitos CC y CA**: Debido al efecto Joule.

Para la distribución y uso óptimo de la energía se instalarán unas baterías en cada uno de los edificios con el fin de almacenar la energía producida a lo largo de las horas en las que la demanda no casa con la oferta.

5.1.8 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

El proyecto total consiste en instalar tres instalaciones de autoconsumo solar fotovoltaicos sumando un total de 153,3 kWp /140 kWn, además de los equipos de medición, instrumentación y control.

Para el cálculo de la potencia nominal de los inversores se asume una sobreinstalación de los paneles de un 10%.

Los datos de cada una de las instalaciones se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20: Característica de cada una de las instalaciones fotovoltaicas

	Ayuntamiento	**Casa de la Cultura**	**Polideportivo**
Ubicación	C/ José Antonio Balenchana Valdés, Nº7	C/ Honorio Ruiz, nº 9.	Campo Deportes El Palomar de Fuente de Pedro Naharro
Potencia nominal (kWn)	15	25	100
Potencia pico (kWp)	17,3	29,1	106,9
Nº módulos (unidad)	38 paneles de 455 Wp (Trina Solar)	64 paneles de 455 Wp (Trina Solar)	235 paneles de 455 Wp (Trina Solar)
Nº inversores (unidad)	1 inversor de 15 kWn (Huawei)	1 inversor de 25 kWn (Huawei)	1 inversor 100 kWn (Huawei)

Entre todos estos dispositivos que lo componen, se distinguen los siguientes equipos o sistemas:

1. **Generación**: Lo conforman tanto los módulos fotovoltaicos como los elementos de soporte y fijación y los elementos de interconexión.
2. **Inversor**: Equipo cuya finalidad es transformar de CC a AC.
3. **Equipos de medida**: Contadores bidireccionales a la salida de la planta, que informan de la energía producida y devuelta a la red.
4. **Cuadro de mando y protección**: Interruptor automático general, elemento de protección contra sobretensiones y el interruptor diferencial.
5. **Conexión a red**: Unión entre los módulos y la red del consumidor.
6. **Cableado**: Tanto los de la corriente alterna como continua.

PVGIS, cuyas siglas hacen referencia a Photovoltaic Geographical Information System, es una herramienta en línea que proporciona información sobre la radiación solar y la productividad de los sistemas fotovoltaicos de las diferencias ubicaciones geográficas que le sean indicadas.

A partir de ella, en apartados anteriores, se estudió el recurso solar en el municipio concluyendo que era viable la instalación para el autoconsumo. Además de la irradiación y la energía producida mensual ya introducida, el programa proporciona como resultado, ángulo óptimo para la instalación de las placas. En el municipio de Fuente de Pedro Naharro es 35º. Sin embargo, para la implementación de paneles fotovoltaicos en las cubiertas de los tejados de edificios públicos se respetará la inclinación de los mismos, haciendo un estudio para un valor estándar de inclinación que es un 16%, es decir, **15º**. De esta manera, se utilizarán estructuras coplanares con la superficie donde se encuentran facilitando el montaje y reduciendo la complejidad de la instalación.

Con este dato, se desarrolla el diseño de placas en los tejados de los edificios seleccionados. Los elementos que constituyen las instalaciones a diseñar y sus respectivas características son los siguientes:

5.1.8.1 Módulos fotovoltaicos

El módulo que se empleará corresponde con el modelo de paneles solares monocristalinos TSM-DE17M (II) 455(2021). Sus características se muestran en Tabla 21.

Tabla 21: Características de los paneles fotovoltaicos que se usarán en la instalación.

Potencia Pmax (Wp)	455
Tensión de circuito abierto Voc (V)	49,8
Tensión punto máxima potencia Vmpp (V)	41,2
Corriente de cortocircuito Isc (A)	11,61
Corriente de punto de máxima potencia Impp (A)	11,06
Coeficiente de temperatura Pmax (%/ºC)	-0,34
Coeficiente de temperatura Voc (%/ºC)	-0,25
Coeficiente de temperatura Isc (%/ºC)	0,04
Dimensiones (mm)	2102 x 1040 x 35
Peso (kg)	24

Estos módulos fotovoltaicos monocristalinos han sido escogidas por ser de un reconocido fabricante en el mercado con características técnicas ideales para el proyecto, potencia unitaria y alto rendimiento (24% en el laboratorio y entre 15-18% en su uso directo) teniendo, además, un coste adecuado. Estas propiedades hacen que las placas sean las más competitivas del mercado actual.

5.1.8.2 Inversor

El inversor responde a la potencia nominal instalada en cada edificio lo que supone que sean distintos entre ellos.

Se escogerán de la misma marca y con características similares debido a su correspondencia con el proyecto, alta eficiencia y coste competitivo.

El inversor se colocará en el interior de cada edificio lo más próximo a los módulos fotovoltaicos para minimizar las pérdidas de los cables, por caídas de tensión que puedan aparecer. Además, se colocará en el interior para evitar que el dispositivo se vea afectado por condiciones meteorológicas: lluvia, temperaturas extremas… Por último, la localización de esta herramienta se justica en el interior ya que de esta manera será accesible para tareas de mantenimiento, inspección y reparación.

Los tres inversores escogidos y sus especificaciones técnicas correspondientes son:

Tabla 22: Especificaciones técnicas de los tres inversores utilizados

Especificaciones técnicas	SUN2000-15KTL-M2	SUN2000-25KTL-M5	SUN2000-100KTL-M1
Eficiencia			
Máxima eficiencia	98,65%	98,40%	98,80%
Eficiencia europea ponderada	98,30%	98,20%	98,60%
Entrada			
Potencia FV máxima de entrada	22,500 Wp	37,500 Wp	100000 W
Tensión máxima de entrada	1080 V	1100 V	1100 V
Rango de tensión de operación	160 V - 950 V	530-800 V	200 V- 1000 V
Tensión de arranque	200 V	200 V	200 V
Tensión nominal de entrada	600 V	600 V	720 V
Intensidad de entrada máxima por MPPT	27 A	30 A	26 A
Intensidad de cortocircuito máxima	30 A	40 A	40 A
Cantidad de MPPT's	2	2	10
Cantidad máxima de entradas por MPPT	2	4	2
Salida			
Conexión a red eléctrica	3	3	3
Potencia nominal activa de CA	15,000 W	25,000 W	100,000 W
Máxima potencia aparente de CA	16500 VA	27,500 W	110,000 W
Tensión nominal de salida	400 V	400 V	400 V
Frecuencia nominal de red de CA	50/60 Hz	50 /60 Hz	50 Hz/ 60 Hz
Máxima intensidad de salida	25,2 A	38,5 A/415 Vac	133,7 A
Factor de potencia ajustable	0,8 cap…0,8 ind	0,8 cap…0,8 ind	0,8 cap…0,8 ind
Máxima distorsión armónica total	<3%	<3%	<3%

5.1.8.3 Cableado

5.1.8.3.1 Tendido del cableado en CC

En el caso del cableado cuadro discurra corriente continua y los módulos se encuentren dispuestos uno cerca de otro, el cableado se situará bajo los mismos. Sin embargo, cuando los módulos estén alejados entre si los cables se situarán en bandejas portacables y tubos.

5.1.8.3.2 Tendido del cableado en CA

Los cables necesarios para la instalación entre inversor y módulos se colocarán en bandejas porta cables cuando sea posibles y en los demás casos, en tubos.

De acuerdo con el Pliego de Condiciones presentado por el IDAE en 2011 [27] el cableado debe cumplir las siguientes restricciones:

- Conductores de cobre con sección adecuada para evitar caídas de tensión (máxima permitida 1,5%) y calentamientos.
- Cable con longitud necesaria para no dar a lugar a esfuerzos que supongan fallos evitando además cualquier obstrucción en el paso ni enganche por el tránsito habitual de personas.

- Cableado con doble aislamiento y adecuado para condiciones meteorológicas y todo tipo de localización de los mismos según la norma UNE 21123.
- Los positivos y negativos de cada conjunto de placas se conducirán por separado y bajo plena seguridad.

Todas se implementarán de acuerdo con la instalación a realizar.

5.1.8.3.3 Cableado de corriente continua

El cableado por el que discurre corriente continua es el que une el inversor con los módulos. El tipo de cable seleccionado es el normalizado H1Z2Z2-K. Tanto para la conexión entre los módulos que se encuentran distanciados unos de otros, como para el inversor. Sin embargo, la unión de los módulos colocados en serie se realizará con sus propios cables.

5.1.8.3.4 Cableado de corriente alterna

La sección cubierta por el cableado de corriente alterna es la correspondiente con la salida del inversor y la conexión de la red del consumidor, baja tensión.

5.1.8.4 Protecciones

En la instalación habrá protecciones tanto en el circuito de alterna como de continua. Por un lado, en las protecciones de continua los inversores contienen dichos dispositivos integrados contando con protecciones contra sobreintensidades CC, de tipo II y de polaridad inversa. Para el control de las protecciones se dispondrá de un cuadro de protecciones por cada instalación que guarde frente a sobrecargas a cada string formado por los módulos mediante fusiles.

Por otro lado, en cuanto a las protecciones de circuito en corriente alterna, el cuadro de mando se colocará en el interior del edificio pegado al inversor. Este cuadro de mando se compone de un interruptor general automático 4P100A, un interruptor automático diferencial 100 A/300 mA y un último dispositivo de protecciones contra sobretensiones tanto permanentes como transitorias.

5.1.8.5 Puesta a tierra

Para la aplicación de la puesta a tierra se siguen las indicaciones dadas en ITC-BT 40 del REBT. Las instalaciones diseñadas están conectadas a una red de distribución. Luego, es preciso tener el neutro puesto a tierra siendo su esquema el TT y además se debe conectar las instalaciones y receptores a tierra siendo esta distinta e independiente de la red de distribución a la que está conectada.

5.1.8.6 Contador bidireccional

Las regulaciones del contador bidireccional vienen dadas por el Real Decreto 224/2019 el cual incluye que, al existir vertido a red en caso de almacenar hasta la máxima capacidad en las baterías instaladas, se debe instalar un contador bidireccional con el fin de medir la cantidad de excedentes.

5.1.8.7 Baterías

El uso de las baterías como sistemas de almacenamiento se debe principalmente a la pérdida de energía producida y devuelta a la red como excedente, además de la falta de abastecimiento y necesidad de importación de la misma en horas en las que no hay irradiación del sol.

Un perfil de consumo promedio, según los datos recogidos por REE, es el siguiente. Este representa la curva de demanda por horas para un día elegido al azar, 17 de mayo 2023.

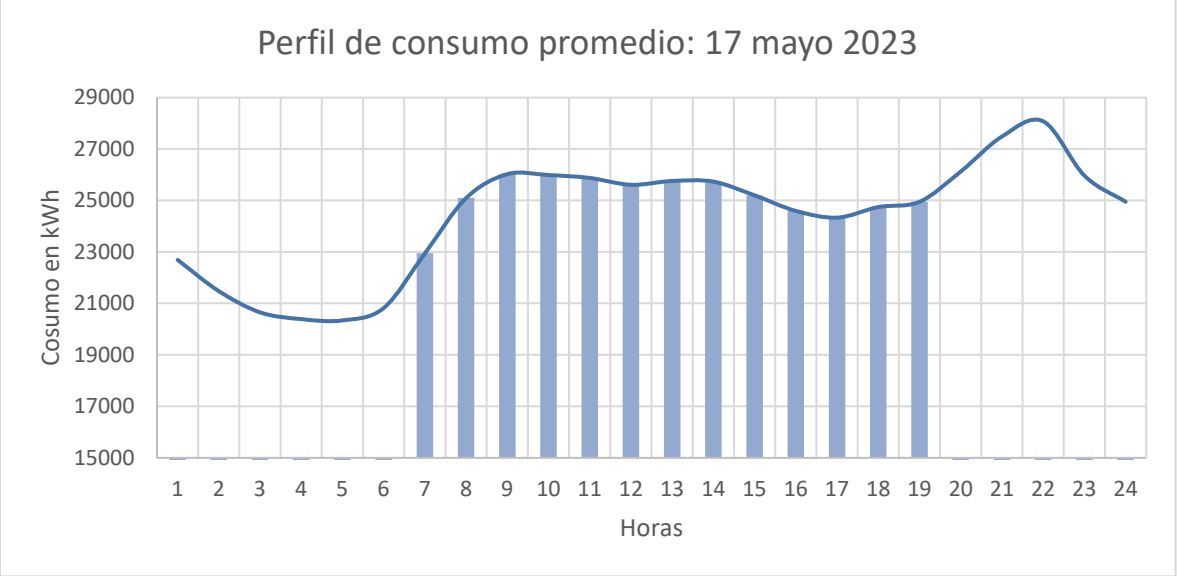


Ilustración 15: Perfil de consumo promedio en kWh. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de REE.

Se considera una franja horaria de unas 12 horas donde ya no hay horas de luz que puedan producir energía para abastecer al consumo. De esta manera, en el gráfico se representa el área de consumo perteneciente a la franja horaria comentada, la cual puede ser suministrada exclusivamente a partir de fuentes renovables y no energía inyectada de la red.

A partir del gráfico se concluye que es solo un 55,6% del consumo lo que queda cubierto dejando grandes cantidades de excedentes que serían devueltos. El otro 44,4%, donde se encuentran tanto los máximos como los mínimos, si no fuese por la implementación de los sistemas de almacenamiento tendría que ser abastecido a partir de la red.

Tras un análisis de las características tanto de las baterías estacionarias como las diarias de litio, se concluye el uso de las baterías diarias debido al precio competente en el mercado, el factor de potencia y su alto rendimiento además de las fuertes cargas y descargas entre la noche el día que resisten.

Se instalarán baterías que funcionan como sistemas de almacenamiento de energía utilizable 24 kWh, modelo Battery Box Premium LVS. Serán un total de seis baterías que funcionarán de manera conjunta como si de una sola batería se tratase conectándolas en paralelo alcanzando una potencia de 144 kWh. Este modelo de baterías tiene tal escalabilidad que se pueden llegar a conectar 16 baterías en paralelo para conseguir 384 kWh. En el caso de que

la comunidad energética crezca debido a la incorporación de nuevos vecinos, estas baterías facilitarían el proceso.

Para el cálculo de la capacidad de la batería se parte de la producción media horaria 632,96 kWh . El objetivo de la instalación no es proporcionar una cobertura del sistema completa sino evitar vertidos de energía en aquellas horas cuyo precio en el mercado fuera reducido. Esto sería objeto de un estudio de mayor profundidad, pero a primera instancia se asume la instalación de 144 kWh.

Se situarán en el interior de los edificios junto con el contador para evitar su deterioro debido a daños externos tanto atmosféricos como posibles daños puntuales. Habrá dos baterías por edificio.

Las características del dispositivo vienen desglosadas en las fichas técnicas adjuntas al final del proyecto.

5.1.9 FASES DE LA INSTALACIÓN

A continuación, se exponen los pasos necesarios para la instalación del proyecto indicando las características de los materiales.

1. **Montaje de la estructura**: Se lleva a cabo el montaje de la estructura soporte donde se ubicarán los módulos fotovoltaicos.
2. **Colocación de los módulos fotovoltaicos**: Se instalan los módulos fotovoltaicos sobre la estructura siguiendo las especificaciones técnicas y los criterios de diseño establecidos.
3. **Instalación de bandeja porta cables y canalizaciones**: Se realiza la instalación de una bandeja porta cables y canalizaciones adecuadas para el tendido del cableado, tanto de corriente continua (CC) como de corriente alterna (CA).
4. **Cableado de los módulos fotovoltaicos**: Se lleva a cabo el cableado de los módulos fotovoltaicos en grupos, asegurando una correcta conexión de los circuitos y su posterior interconexión al inversor fotovoltaico.

5. **Conexión a tierra**: Se realiza la conexión de los módulos a un sistema de puesta a tierra confiable, garantizando la seguridad eléctrica y la protección contra descargas atmosféricas.

6. **Instalación del inversor**: Se procede a la instalación del inversor y se conectan las entradas de CC provenientes de los módulos y las salidas de CA hacia el cuadro de mando y protección.

7. **Tendido del cableado de corriente alterna**: Se realiza el tendido del cableado de corriente alterna desde el inversor hasta el cuadro de mando y protección, siguiendo las normativas y estándares aplicables.

8. **Instalación de protecciones de corriente alterna**: Se colocan los dispositivos de protección necesarios, como interruptores automáticos y dispositivos diferenciales, siguiendo el esquema unifilar y las regulaciones vigentes.

9. **Conexión a la red interna del consumidor**: Se efectúa la conexión de la instalación fotovoltaica a la red interna del consumidor, cumpliendo con los requisitos establecidos por la normativa eléctrica correspondiente.

10. **Instalación del sistema de monitorización y control**: Se implementa el sistema de comunicación y monitoreo para el seguimiento y operación eficiente de la planta fotovoltaica, permitiendo la supervisión de los parámetros clave y la detección temprana de posibles fallas o irregularidades.

11. **Inclusión de material y pruebas**: Se realiza la incorporación de pequeños componentes, se lleva a cabo el conexionado adecuado y se realizan pruebas exhaustivas para verificar el correcto funcionamiento y rendimiento del sistema fotovoltaico.

12. **Retiro de materiales excedentes y limpieza**: Se procede a retirar todos los materiales excedentes generados durante el proceso de instalación y se realiza una limpieza exhaustiva de las áreas ocupadas, garantizando un entorno ordenado y seguro.

5.1.10 PRUEBAS REGLAMENTARIAS

Los controles de calidad que se realizarán durante las obras de las instalaciones son:

1. **Control de calidad de los materiales y equipos**: Se necesitará antes de la colocación del equipo los certificados correspondientes que verifiquen su seguridad y características.
2. **Control de calidad en la ejecución**: Se verificará tanto el planteamiento, como la colocación y los procesos constructivos además del cumplimiento de las reglamentaciones.
3. **Control de calidad en las pruebas y puestas en marcha**: Una vez finalizada la instalación se realizarán pruebas de puesta en marcha de los sistemas, de arranque y parada y de los parámetros obtenidos con el fin de compararlos con los valores nominales de los equipos.

5.1.11 MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

Para un mantenimiento adecuado de la instalación se tienen que respetar dos tipos de operaciones durante la vida útil [28]:

1. **Mantenimiento preventivo**: Se constituye de un conjunto de inspecciones y verificaciones de los parámetros previos a la aparición de averías. De esta manera, se asegura la fiabilidad y durabilidad de los equipos e instrumentos además de su vida útil. El mantenimiento preventivo más conocido es la limpieza, aconsejable que sea diaria.
2. **Mantenimiento correctivo**: Tras la avería, este tipo de mantenimiento es la puesta en marcha. Conjunto de operaciones que constituyen la reparación con el objetivo de tener la menor repercusión económica y temporal en el aparato posible.

5.2 Pliego de condiciones

Las instalaciones por diseñar tienen que regularse bajo las siguientes reglamentaciones:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (PCI).
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Orden de 26 de marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del sector eléctrico.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cogeneración y residuos.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del sector eléctrico.
- Real Decreto-Ley 7/2006, de 23 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes del sector eléctrico.

5.3 Presupuesto

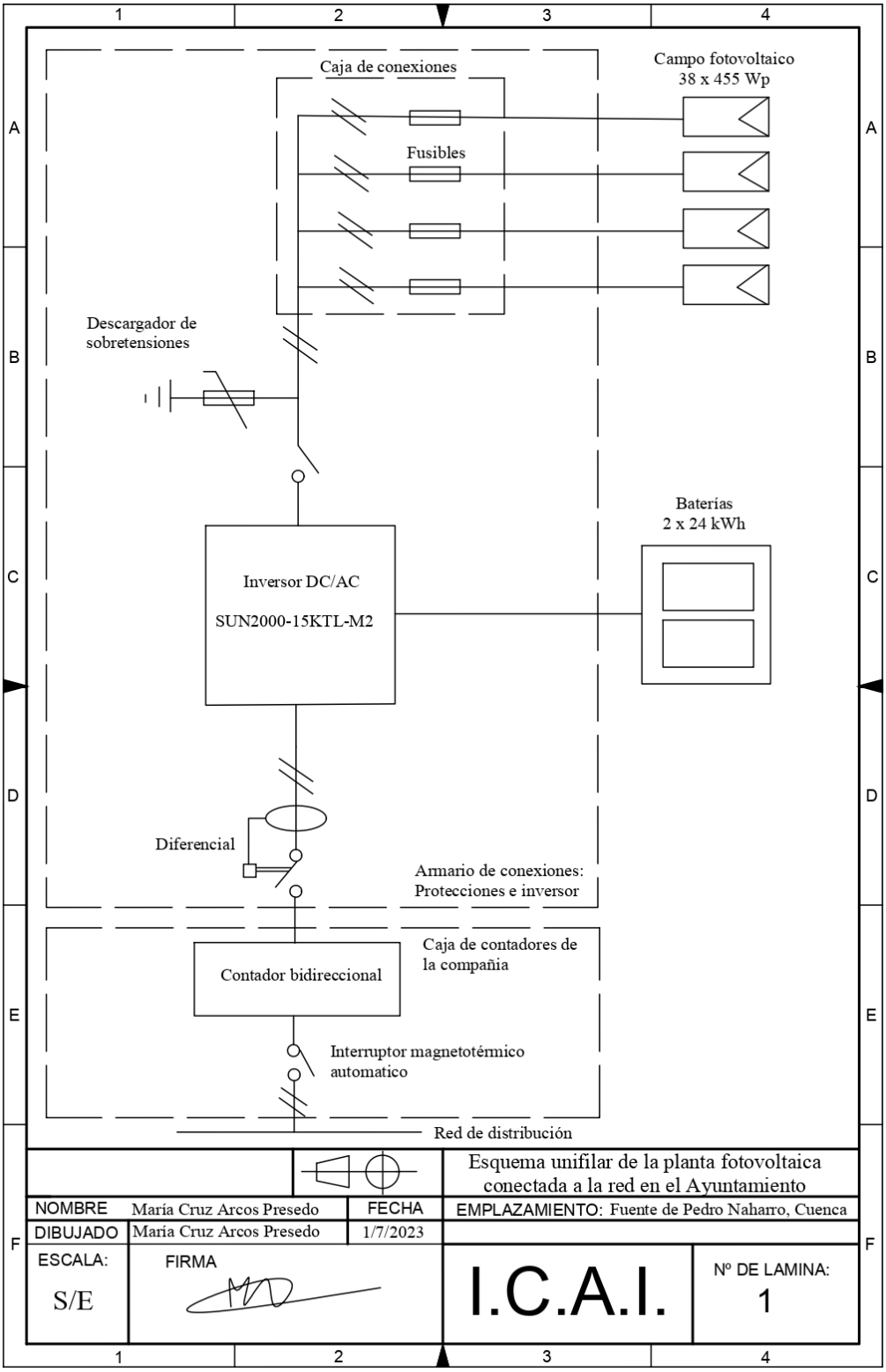
AYUNTAMIENTO				
	Descripción	Unidad física	Precio unitario	Total
1. GENERADORES				
Paneles	Trina Solar, TSM-DE17M (II) 455(2021) (455W).	38	155,00 €	5.890,00 €
Inversor	Sun2000-15KTL-M2(Huawei)	1	2.085,08 €	2.085,08 €
2. ESTRUCTURA				
Estructura	Estructura soporte de paneles solares	1	300,00 €	300,00 €
3. CABLEADO Y PROTECCIONES AC				
Cuadro AC	Suministro e instalación de cuadro AC	1	1.400,00 €	1.400,00 €
Cableado		1	690,00 €	690,00 €
4. CABLEADO Y PROTECCIONES CC				
Cables y conectores		1	750,00 €	750,00 €
5. PUESTAS A TIERRA				
Toma tierra	Cableado de toma a tierra para las estructuras metálicas de los soportes	1	225,00 €	225,00 €
6. CANALIZACIONES				
Canalizaciones	Suministro e instalación de bandeja portacable	1	334,50 €	334,50 €
7. MANO DE OBRA				
Instalación	Mano de obra de la instalación	1	1.440,00 €	1.440,00 €
Toma a tierra	Mano de obra de la instalación de la toma a tierra	1	135,00 €	135,00 €
Seguridad	Medidas de seguridad	1	450,00 €	450,00 €
8. APARATOS DE MEDIDA				
Contador	Contadores bidireccionales a la salida de la planta	1	1.500,00 €	1.500,00 €
9. BATERÍAS				
Baterías		2	5.000,00 €	10.000,00 €
10. TRAMITACIÓN				
Tramitación		1	10.000,00 €	10.000,00 €
TOTAL COSTES DIRECTOS				35.199,58 €
Beneficio industrial				
Beneficio industrial			10%	3.519,96 €
TOTAL				38.719,54 €

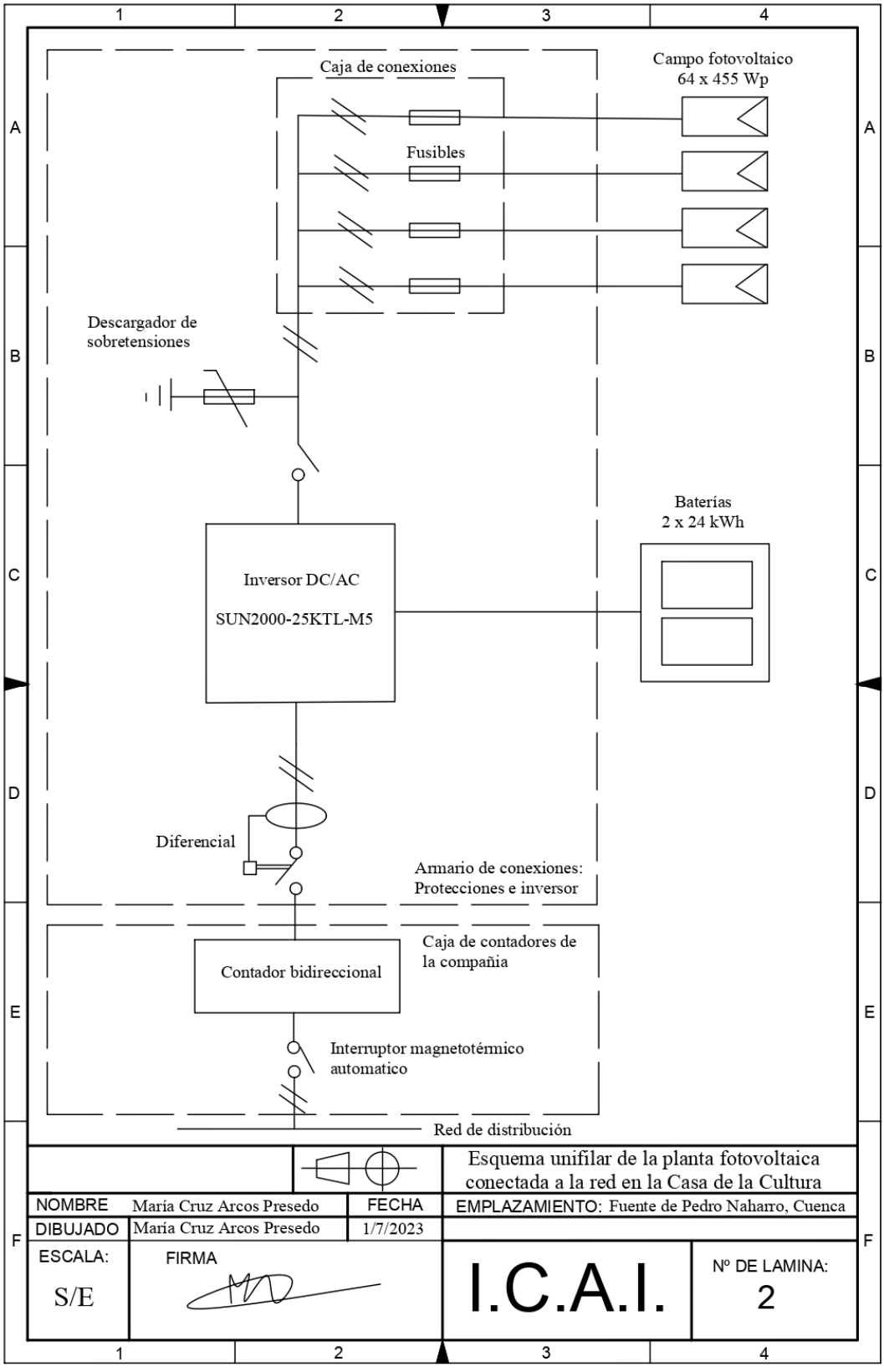
CASA DE LA CULTURA				
	Descripción	Unidad física	Precio unitario	Total
1. GENERADORES				
Paneles	Trina Solar, TSM-DE17M (II) 455(2021) (455W).	64	155,00 €	9.920,00 €
Inversor	Sun2000-25KTL-M5 (Huawei)	1	2.845,00 €	2.845,00 €
2. ESTRUCTURA				
Estructura	Estructura soporte de paneles solares	1	500,00 €	500,00 €
3. CABLEADO Y PROTECCIONES AC				
Cuadro AC	Suministro e instalación de cuadro AC	1	1.400,00 €	1.400,00 €
Cableado		1	1.150,00 €	1.150,00 €
4. CABLEADO CC				
Cables y conectores		1	1.250,00 €	1.250,00 €
5. PUESTAS A TIERRA				
Toma tierra	Cableado de toma a tierra para las estructuras metálicas de los soportes	1	375,00 €	375,00 €
6. CANALIZACIONES				
Canalizaciones	Suministro e instalación de bandeja portacable	1	557,50 €	557,50 €
7. MANO DE OBRA				
Instalación	Mano de obra de la instalación	1	2.400,00 €	2.400,00 €
Toma a tierra	Mano de obra de la instalación de la toma a tierra	1	225,00 €	225,00 €
Seguridad	Medidas de seguridad	1	750,00 €	750,00 €
8. APARATOS DE MEDIDA				
Contador	Contadores bidireccionales a la salida de la planta	1	1.500,00 €	1.500,00 €
9. BATERÍAS				
Baterías		2	5.000,00 €	10.000,00 €
10. TRAMITACIÓN				
Tramitación		1	10.000,00 €	10.000,00 €
TOTAL COSTES DIRECTOS				42.872,50 €
Beneficio industrial				
Beneficio industrial			10%	4.287,25 €
TOTAL				47.159,75 €

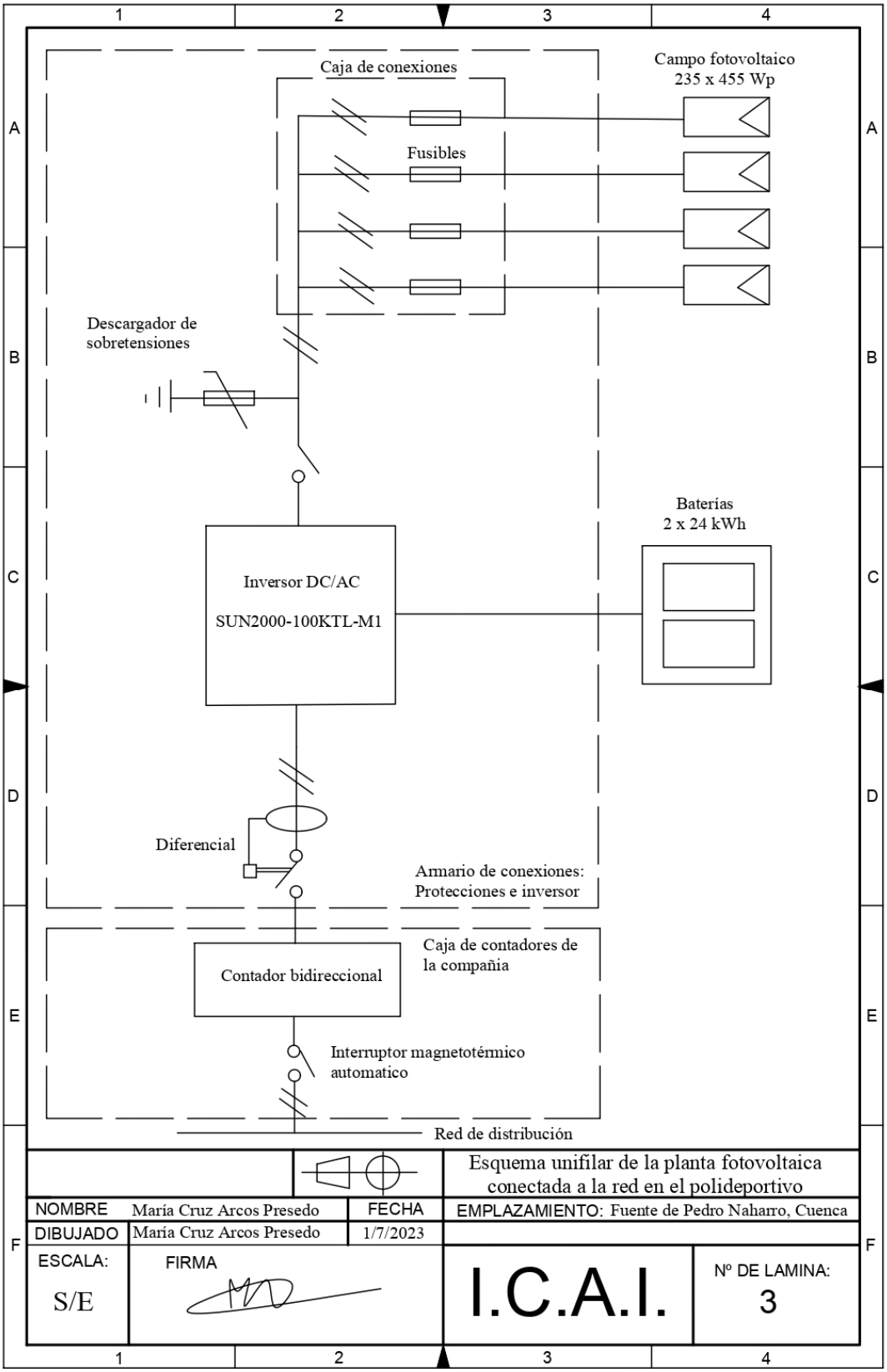
POLIDEPORTIVO				
	Descripción	Unidad física	Precio unitario	Total
1. GENERADORES				
Paneles	Trina Solar, TSM-DE17M (II) 455(2021) (455W).	235	155,00 €	36.425,00 €
Inversor	Sun2000-100KTL-M1 (Huawei)	1	6.036,69 €	6.036,69 €
2. ESTRUCTURA				
Estructura	Estructura soporte de paneles solares	1	2.000,00 €	2.000,00 €
3. CABLEADO Y PROTECCIONES AC				
CuadroAC	Suministro e instalación de cuadro AC	1	1.400,00 €	1.400,00 €
Cableado		1	4.600,00 €	4.600,00 €
4. CABLEADO CC				
Cables y conectores		1	5.000,00 €	5.000,00 €
5. PUESTAS A TIERRA				
Toma tierra	Cableado de toma a tierra para las estructuras metálicas de los soportes	1	1.500,00 €	1.500,00 €
6. CANALIZACIONES				
Canalizaciones	Suministro e instalación de bandeja portacable	1	2.230,00 €	2.230,00 €
7. MANO DE OBRA				
Instalación	Mano de obra de la instalación	1	9.600,00 €	9.600,00 €
Toma a tierra	Mano de obra de la instalación de la toma a tierra	1	900,00 €	900,00 €
Seguridad	Medidas de seguridad	1	3.000,00 €	3.000,00 €
8. APARATOS DE MEDIDA				
Contador	Contadores bidireccionales a la salida de la planta	1	1.500,00 €	1.500,00 €
9. BATERÍAS				
Baterías		2	5.000,00 €	10.000,00 €
10. TRAMITACIÓN				
Tramitación		1	10.000,00 €	10.000,00 €
TOTAL COSTES DIRECTOS				94.191,69 €
Beneficio industrial				
Beneficio industrial			10%	9.419,17 €
TOTAL				103.610,86 €

PRESUPUESTO TOTAL				
	Ayuntamiento	**Casa de la cultura**	**Polideportivo**	
1. Generadores	7.975,08 €	12.765,00 €	42.461,69 €	
2. Estructura	300,00 €	500,00 €	2.000,00 €	
3. Cableado y protecciones AC	2.090,00 €	2.550,00 €	6.000,00 €	
4. Cableado y protecciones CC	750,00 €	1.250,00 €	5.000,00 €	
5. Puestas a tierra	225,00 €	375,00 €	1.500,00 €	
6. Canalizaciones	334,50 €	557,50 €	2.230,00 €	
7. Mano de obra	2.025,00 €	3.375,00 €	13.500,00 €	
8. Aparatos de medida	1.500,00 €	1.500,00 €	1.500,00 €	
9. Baterías	5.000,00 €	5.000,00 €	5.000,00 €	
10. Tramitación	10.000,00 €	10.000,00 €	10.000,00 €	
Total costes directos	30.199,58 €	42.872,50 €	94.191,69 €	
Beneficio industrial (10%)	3.019,96 €	4.287,25 €	9.419,17 €	***TOTAL:***
TOTAL	**33.219,54 €**	**47.159,75 €**	**103.610,86 €**	**183.990,15 €**

5.4 Plano


Caja de conexiones
Campo fotovoltaico
38 x 455 Wp
Fusibles
Descargador de
sobretensiones
Baterías
2 x 24 kWh
Inversor DC/AC
SUN2000-15KTL-M2
Diferencial
Armario de conexiones:
Protecciones e inversor
Caja de contadores de
la compañia
Contador bidireccional
Interruptor magnetotérmico
automatico
Red de distribución
Esquema unifilar de la planta fotovoltaica
conectada a la red en el Ayuntamiento
NOMBRE María Cruz Arcos Presedo
FECHA
DIBUJADO María Cruz Arcos Presedo
1/7/2023
EMPLAZAMIENTO: Fuente de Pedro Naharro, Cuenca
ESCALA:
S/E
FIRMA
I.C.A.I.
Nº DE LAMINA:
1


Caja de conexiones
Campo fotovoltaico
64 x 455 Wp
Fusibles
Descargador de
sobretensiones
Baterías
2 x 24 kWh
Inversor DC/AC
SUN2000-25KTL-M5
Diferencial
Armario de conexiones:
Protecciones e inversor
Caja de contadores de
la compañia
Contador bidireccional
Interruptor magnetotérmico
automatico
Red de distribución
Esquema unifilar de la planta fotovoltaica conectada a la red en la Casa de la Cultura
NOMBRE María Cruz Arcos Presedo
FECHA
DIBUJADO María Cruz Arcos Presedo
1/7/2023
EMPLAZAMIENTO: Fuente de Pedro Naharro, Cuenca
ESCALA:
S/E
FIRMA
I.C.A.I.
Nº DE LAMINA:
2


Caja de conexiones
Campo fotovoltaico
235 x 455 Wp
Fusibles
Descargador de
sobretensiones
Baterías
2 x 24 kWh
Inversor DC/AC
SUN2000-100KTL-M1
Diferencial
Armario de conexiones:
Protecciones e inversor
Caja de contadores de
la compañia
Contador bidireccional
Interruptor magnetotérmico
automatico
Red de distribución
Esquema unifilar de la planta fotovoltaica
conectada a la red en el polideportivo
NOMBRE María Cruz Arcos Presedo
FECHA
EMPLAZAMIENTO: Fuente de Pedro Naharro, Cuenca
DIBUJADO María Cruz Arcos Presedo
1/7/2023
ESCALA:
S/E
FIRMA
I.C.A.I.
Nº DE LAMINA:
3

6 ANÁLISIS DE VIABILIDAD E IMPACTO

En el presente capítulo, se llevará a cabo un análisis exhaustivo de viabilidad para evaluar los efectos de la implementación de una comunidad energética en la localidad Fuente de Pedro Naharro, ubicada en la provincia de Cuenca. Como resultado de un previo estudio de la ubicación y selección de los recursos renovables disponibles, se ha determinada la opción óptima para el desarrollo técnico del proyecto.

El objetivo principal de este capítulo es realizar un estudio detallado que abarcará aspectos como la inversión necesaria, el potencial de generación de energía renovable, los beneficios socioeconómicos para la comunidad y la sostenibilidad ambiental del proyecto. Este será fundamentado en datos obtenidos a través de estudios previos y mediciones de la situación, así como en modelos y herramientas de evaluación reconocidas en el campo de la energía renovable y la planificación energética.

Los resultados de este capítulo serán utilizados para elaborar las conclusiones que describan los beneficios, así como las barreras presentadas. Simultáneamente, servirá como elemento clave para la toma de decisiones y planificación futura del proyecto.

6.1 Análisis del caso base

En primer lugar, se estiman los beneficios obtenidos anuales debido a la producción de energía fotovoltaica y al precio final fijado por la comunidad energética.

Le Ecuación (3) se usa para calcular los beneficios obtenidos.

Beneficios
$$I_V = E_P \cdot P_U \tag{3}$$

Siendo:

- I_V: Ingresos por ventas
- E_P: Energía producida en kWh
- P_U: Precio unitario por kWh consensuado por la CCEE (0,12€)

Como resultado los beneficios obtenidos son 27 723,72 € anuales.

A continuación, se calculan los costes totales que son agrupados en:

- Costes de operación y mantenimiento

La Ecuación (4) se usa para calcular los costes de operación y mantenimiento.

Costes de O&M $$C_{O\&M} = E_I \cdot P \quad (4)$$

Siendo:

- $C_{O\&M}$: Costes de operación y mantenimiento
- E_I ·: Energía instalada (kWp)
- P: Precio medio unitario por kWp (9$/kWp)

Como resultado los costes de operación y mantenimiento son de 1 285€.

- Costes de amortización

Consumo del inmovilizado asociado a su explotación durante un año.

Le Ecuación (5) se usa para calcular los costes de amortización.

Costes de amortización $$C_A = \frac{I_I}{V_U} \quad (5)$$

Siendo:

- C_A: Costes de amortización (€)
- I_I ·: Inversión inicial de la instalación (€)
- V_U: Número de años en los que se amortiza la instalación (25 años)

Como referencia se toma que el periodo de amortización de la planta son 25 años, mientras que para la batería se adoptan 12 años (aproximadamente 5000 ciclos de carga y descarga).

Como resultado los costes de amortización anuales son:

Planta fotovoltaica: 6 379,61€.

Batería: 2 500€.

- Gestión de la ESCO

Retribución de la empresa asociada a los procesos de coordinación, facturación, operación y mantenimiento de las instalaciones así como la relación con los usuarios finales, administración, empresa distribuidora y cualquier otra actividad derivada.

Como resultado los costes de la ESCO son 10 000€.

La cuenta de resultados para el primer año en las condiciones señaladas.

Tabla 23: Cuenta de resultados del proyecto

CUENTA DE RESULTADOS	
Beneficios	
Ingresos anuales por venta	27.723,72 €
Total	27.723,72 €
Costes	
Costes de O&M	1.285,00 €
Amortización de la planta	6.379,61 €
Amortización de las baterías	2.500,00 €
Gestión de la ESCO	10.000,00 €
Total	20.164,61 €
Beneficios antes de intereses e impuestos	7.559,11 €
Impuestos de sociedades (25%)	1.889,78 €
Beneficios después de impuestos	5.669,33 €
CASH FLOW	**12.048,94 €**

El análisis del horizonte temporal de la inversión se adjunta en el apartado de Anexos. Se describen 25 años de la cuenta de resultados contando con los conceptos de estudio de rentabilidad como el VAN (Valor Actual Neto) o el TIR (Tasa Interna de Retorno) y el periodo de recuperación correspondiente al modelo. Se tiene en cuenta las diferentes vidas útiles tanto de la batería como de la planta, desapareciendo desde el año 13 la partida correspondiente de la amortización de la batería y a partir del 25, la de la planta. Además, se

desprecian los efectos de la inflación. Para el cálculo del VAN se considera una tasa de actualización del 5% y un flujo de caja de los primeros 25 años.

Conclusiones de la cuenta de resultados

A la vista de los resultados obtenidos, se observa que los 0,12 € propuestos de precio en el Capítulo 1 se encuentra cercanos "breakeven point" (precio necesario para equilibrar beneficios y gastos) dado que el TIR es bajo y no es precisamente elevado a la tasa de actualización. La rentabilidad obtenida resulta ligeramente superior al 5% que, aunque pequeña, se puede considerar suficiente ya que se trata de una inversión social y medioambiental.

No se han tenido en cuenta los costes financieros ni subvenciones ya que serían objeto de un estudio posterior. De cualquier forma, los valores de referencia que se disponen se encuentran en el entorno del Euribor + 1% con lo que la rentabilidad sería suficiente para retribuir dichos préstamos.

El periodo de recuperación se encuentra casi en 14 años lo que resulta elevado para inversiones puramente comerciales.

6.2 Análisis de sensibilidad

En este apartado, se desarrolla un análisis de sensibilidad de los parámetros que se han considerado más relevantes en el modelo de negocio. Entre ellos se encuentran: la inversión, la variable K (tasa de actualización), el precio por cada kWh impuesto por la comunidad energética, los costes de operación y mantenimiento y, por último, los costes ESCO, la retribución a la empresa gestora. Se varía su valor a un 10% ya sea superior o inferior al caso base. De esta manera, se concluyen los parámetros más sensibles y por tanto, a los que más atención hay que prestar a la hora de desarrollar el modelo de negocio.

En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 24: Análisis de sensibilidad ante cambio de los parámetros

CASOS	PARÁMETROS						MAGNITUDES FINANCIERAS		
	INVERSIÓN	K	PRECIO	COSTES O&M	COSTES ESCO		VAN	TIR	PR
0	CASO BASE	CASO BASE	CASO BASE	CASO BASE	CASO BASE		12.293 €	5,65%	14 AÑOS
1	**CB -10%**	CASO BASE	CASO BASE	CASO BASE	CASO BASE		31.242 €	6,78%	12 AÑOS
2	**CB+10%**	CASO BASE	CASO BASE	CASO BASE	CASO BASE		-6.656 €	4,68%	15 AÑOS
3	CASO BASE	**CB -10%**	CASO BASE	CASO BASE	CASO BASE		13.296 €	5,65%	14 AÑOS
4	CASO BASE	**CB+10%**	CASO BASE	CASO BASE	CASO BASE		2.671 €	5,65%	14 AÑOS
5	CASO BASE	CASO BASE	**CB -10%**	CASO BASE	CASO BASE		-12.128 €	4,34%	15 AÑOS
6	CASO BASE	CASO BASE	**CB+10%**	CASO BASE	CASO BASE		36.714 €	6,88%	12 AÑOS
7	CASO BASE	CASO BASE	CASO BASE	**CB -10%**	CASO BASE		13.651 €	5,72%	13 AÑOS
8	CASO BASE	CASO BASE	CASO BASE	**CB+10%**	CASO BASE		10.934 €	5,58%	14 AÑOS
9	CASO BASE	CASO BASE	CASO BASE	CASO BASE	**CB -10%**		22.863 €	6,19%	13 AÑOS
10	CASO BASE	CASO BASE	CASO BASE	CASO BASE	**CB+10%**		1.722 €	5,09%	14 AÑOS

Además, se estudian la sensibilidad de cada parámetro analizando el impacto que tiene en los principales indicadores financieros (VAN, TIR y PR).

Tabla 25: Análisis del VAN con variación de parámetros

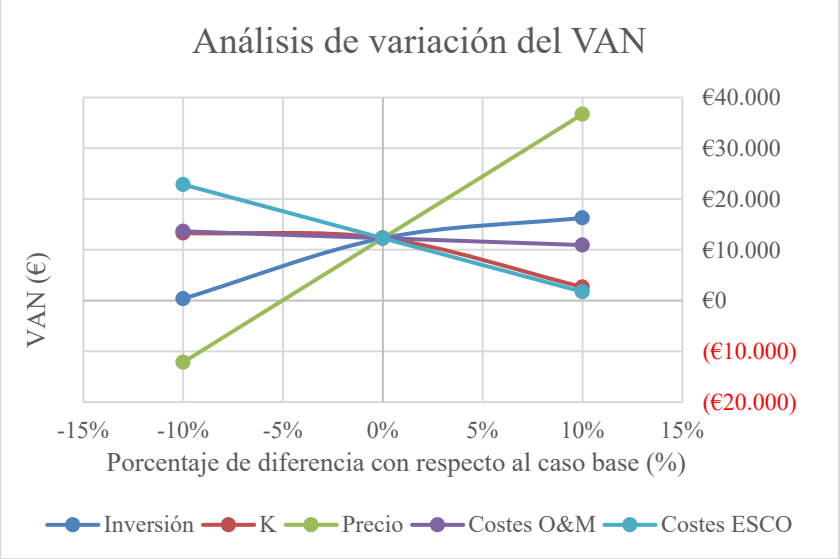


Tabla 26: Valores del VAN

	%	VAN
INVERSIÓN	**-10**	31.242 €
	0	12.293 €
	10	-6.656 €
K	**-10**	13.296 €
	0	12.293 €
	10	2.671 €
PRECIO	**-10**	-12.128 €
	0	12.293 €
	10	36.714 €
COSTES O&M	**-10**	13.651 €
	0	12.293 €
	10	10.934 €
COSTES ESCO	**-10**	22.863 €
	0	12.293 €
	10	1.722 €

Tabla 27: Análisis del TIR con variación de parámetros

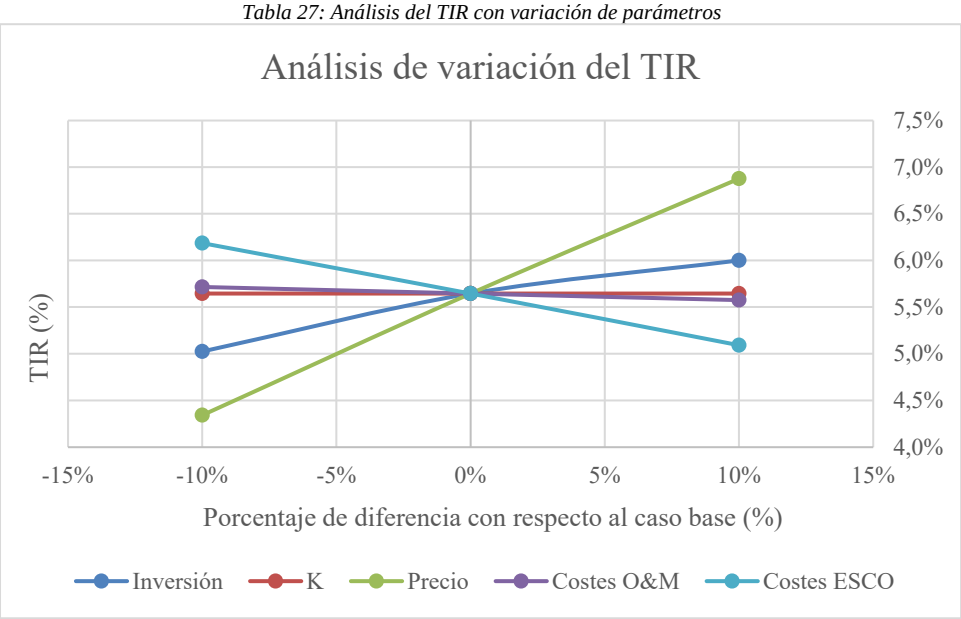


Tabla 28: Valores del TIR

	%	TIR
INVERSIÓN	-10	6,78%
	0	5,65%
	10	4,68%
K	-10	5,65%
	0	5,65%
	10	5,65%
PRECIO	-10	4,34%
	0	5,65%
	10	6,88%
COSTES O&M	-10	5,72%
	0	5,65%
	10	5,58%
COSTES ESCO	-10	6,19%
	0	5,65%
	10	5,09%

Tabla 29: Análisis del periodo de recuperación (PR) con variación de parámetros

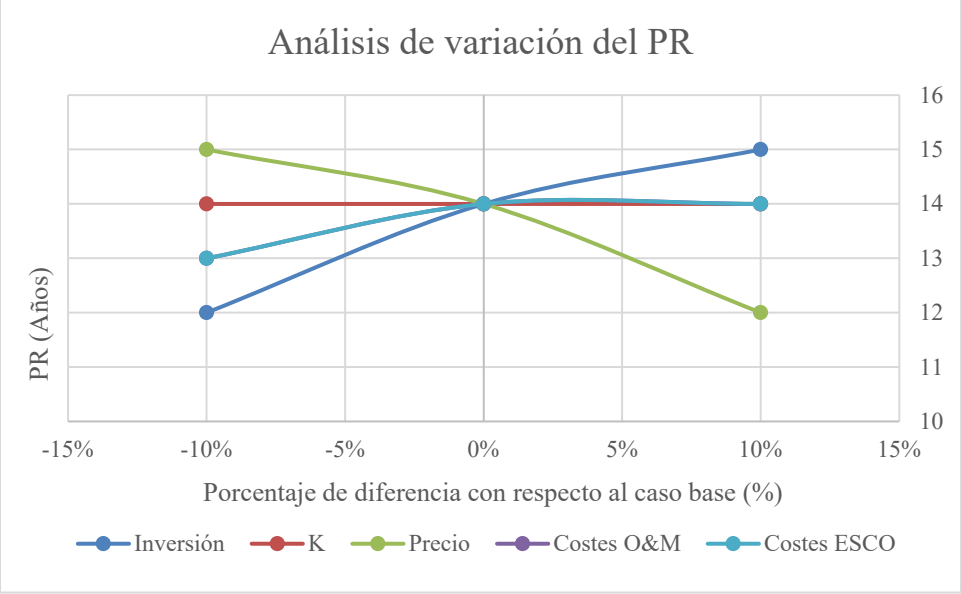


Tabla 30: Valores de PR

	%	PR
INVERSIÓN	-10	12 AÑOS
	0	14 AÑOS
	10	15 AÑOS
K	-10	14 AÑOS
	0	14 AÑOS
	10	14 AÑOS
PRECIO	-10	15 AÑOS
	0	14 AÑOS
	10	12 AÑOS
COSTES O&M	-10	13 AÑOS
	0	14 AÑOS
	10	14 AÑOS
COSTES ESCO	-10	13 AÑOS
	0	14 AÑOS
	10	14 AÑOS

A la vista de los resultados, se observa que las variables que más afectan a la rentabilidad del negocio son la inversión y el precio de venta a los usuarios finales de la comunidad energética. Por ello, resultará crítico el establecimiento de medidas de control comercial (precios) como de ejecución de obra y adquisición de equipos (inversión).

6.3 Impacto económico y otras consideraciones

El desarrollo del proyecto permitirá a los usuarios el acceso a la energía a menores costes que los habituales por los métodos tradicionales. Dadas las características del municipio, el acceso a la electricidad está asegurado ya que se encuentra en una zona urbana consolidada. No obstante, estos menores costes permitirán la electrificación de otras aplicaciones que actualmente se alimentan con otro tipo de energía (gas, carbón, leña…). Mejorando así la calidad de vida de los usuarios como su impacto medioambiental.

Como se ha visto en la sesión anterior el volumen de la inversión es el principal determinante de la rentabilidad del negocio. Existen numerosas líneas de ayudas y subvenciones para este tipo de iniciativas que puede mejorar la rentabilidad del negocio de forma significativa, entre las que se pueden destacar el programa de ayudas para proyectos de energías renovables y eficiencia energética del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), el programa de impulso a la Construcción Sostenible del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico o las subvenciones que provienen de los fondos europeos y autonómicos.

La concesión de estas subvenciones podría significar un aumento de la rentabilidad para la empresa de servicios energéticos, una reducción de precios para el usuario o una combinación de ambas.

A continuación, se estudian tres casos con distinto nivel de subvención y los posibles casos límites en los que se puede encontrar el proyecto, tanto mejorando la rentabilidad como disminuyendo el precio de venta de la energía para los usuarios. Se ha escogido un 15%, 30% y 45% de subvención de la inversión inicial. El caso base se refiere al 0%.

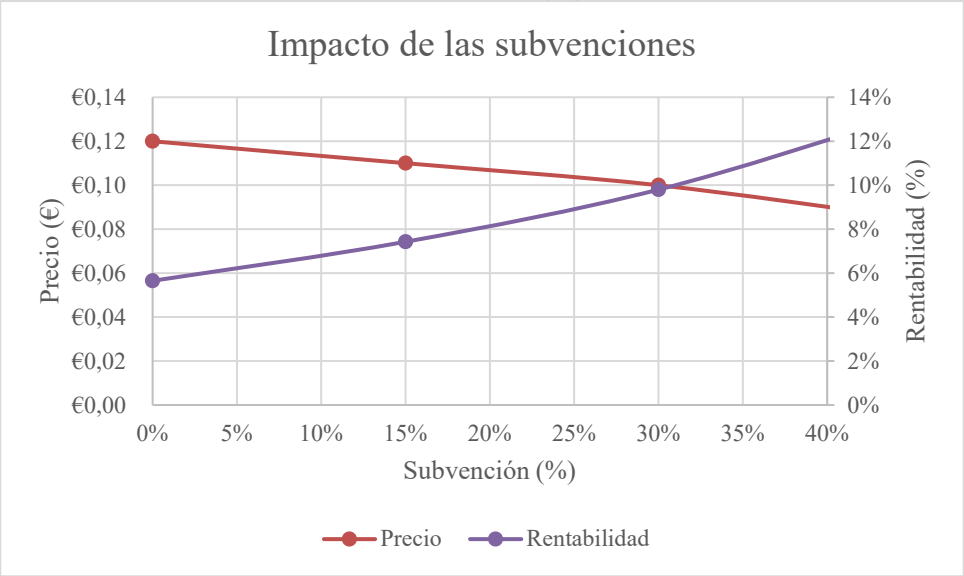
Por ejemplo, para el caso en que la inversión inicial se reduce en un 15% se podría llegar tanto a vender el kWh a 0,11 € como a mejorar la rentabilidad en un 1,78% quedándose en 7,43%. Además de estos dos casos se podría obtener muchos otros intermedios que beneficiasen a ambas partes.

Tabla 31:Casos límite de aplicación de subvenciones

SUBVENCIÓN	APLICACIÓN	
	REDUCCIÓN DE PRECIO	MEJORA DE RENTABILIDAD
0%	0,12 €	5,65%
15%	0,11 €	7,43%
30%	0,10 €	9,80%
45%	0,09 €	13,23%

Tabla 32: Impacto de las subvenciones

Fuente: Elaboración propia



A medida que la subvención aumenta, la rentabilidad lo hace proporcionalmente y el precio de venta disminuye, aumentado consigo el ahorro a los usuarios.

6.4 Impacto ambiental

Tradicionalmente, el sector eléctrico ha sido el primer causante de las emisiones en España. No obstante, hoy en día, se encuentra en el tercer puesto debido a los esfuerzos realizados impulsados a través de distintas políticas adoptadas estos años pasados.

No en vano, en los últimos 5 años las emisiones han pasado de 75 MT de CO2 en 2017 a 36 MT de CO2 en 2022 según el Informe del Sector Eléctrico de 2022 publicado por Naturgy [29].

Uno de los principales objetivos para 2050 es que este sector sea uno libre de emisiones, es decir, busca una generación limpia.

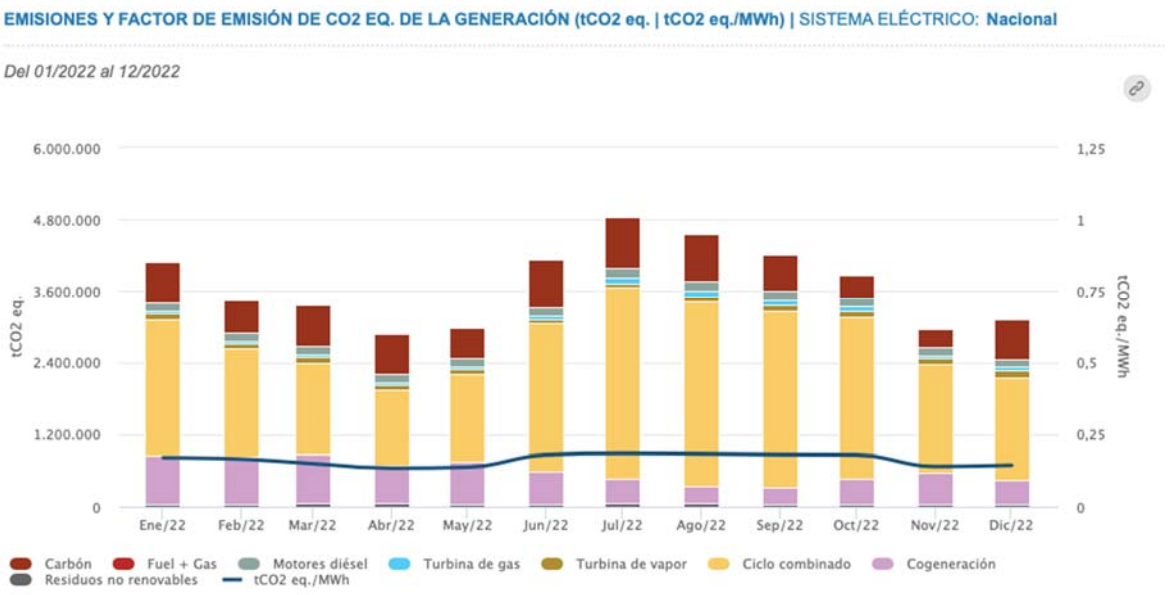
A continuación, se ha realizado un estudio de las emisiones evitadas debido a la implementación de la planta fotovoltaica.

El hecho de producir la energía mediante otra alternativa distinta, en este caso solar renovable, ha permitido eliminar esas emisiones que corresponderían al proceso de producción de energía utilizando combustibles fósiles.

Red Eléctrica dispone de un estudio publicado en el que se indica la emisión mensual anual de kg CO2 en España para el rango temporal elegido [30]. En este caso, recogiendo los datos mensuales de un año entero, 2022 por ser el más próximo y hasta ahora completo, se indica en la siguiente tabla. Así como las emisiones medias también se indican las fuentes determinantes y el peso de cada una de ellas en este proceso.

Tabla 33: Estudio de emisiones y factores de emisión de CO2

Fuente: REData. Red Eléctrica



Con el apoyo de estos datos proporcionados por Red Eléctrica y los valores de producción obtenidos en el Capítulo 4.1.7 “Obtención de Energía generada”, es posible calcular las emisiones evitadas. En total, se suman 37,71 toneladas de CO2 evitadas al año, lo que verifica el objetivo medioambiental perseguido por la instalación del proyecto. Obsérvese

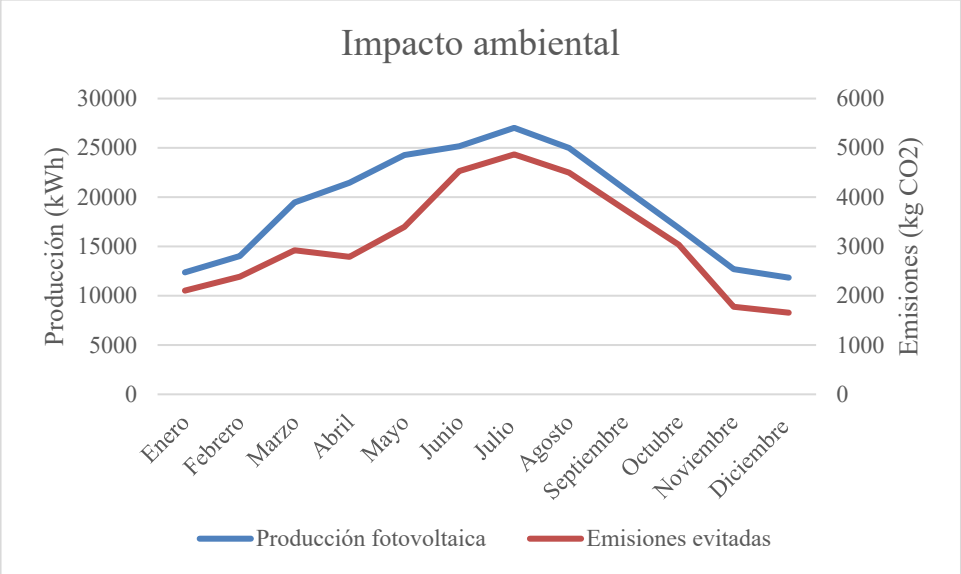
que los meses de mayor producción coincide con los meses de mayores emisiones específicas ya que se necesita utilizar combustibles fósiles en tecnologías convencionales como el ciclo de gas, con lo que el efecto combinado resulta más que proporcional y en nuestro caso, favorable.

Tabla 34: Estudio de las emisiones evitadas mensuales

Fuente: Elaboración propia con datos de las emisiones medias específicas de Red Eléctrica

Mes	Producción (kWh)	Emisiones medias específicas (kg CO2/kWh)	Emisiones evitadas (kg CO2)
Enero	12365	0,17	2102,05
Febrero	14024	0,17	2384,08
Marzo	19469	0,15	2920,35
Abril	21454	0,13	2789,02
Mayo	24261	0,14	3396,54
Junio	25159	0,18	4528,62
Julio	27043	0,18	4867,74
Agosto	24979	0,18	4496,22
Septiembre	20886	0,18	3759,48
Octubre	16868	0,18	3036,24
Noviembre	12688	0,14	1776,32
Diciembre	11832	0,14	1656,48
TOTAL	**231028**	**TOTAL EMISIONES EVITADAS EN 2022**	**37713,14**

Tabla 35: Impacto ambiental: Producción fotovoltaica frente emisiones evitadas



El precio de cada tonelada de CO2, se estima según Sendeco [31] un valor anual medio de 80,87€. Por tanto, a efectos económicos el ahorro total por las toneladas de emisiones evitadas sería de 3050€ anuales. Cabe destacar destacar que el precio de las emisiones dado refleja el mercado europeo del ETS, mercado de emisiones. Aunque este no aplica el sector residencial si proporciona una idea del coste social real de las emisiones, siendo este mucho mayor.

7 DISCUSIÓN

Este capítulo recogerá el punto de vista que he ido formando a lo largo del estudio del proyecto, comentando las barreras y oportunidades de este, además de las herramientas utilizadas adquiridas en ICAI. Se realiza una discusión de los puntos clave y principales resultados de la instalación.

7.1 Trilema energético

El perseguido trilema energético, ya comentado en la introducción de este proyecto, resulta ser una sinergia de los tres elementos clave que este proyecto pone a prueba.

Uno de los vértices del triángulo es la seguridad energética, cuyo objetivo es garantizar un suministro confiable y estable de energía que satisfaga la demanda de la sociedad. De esta manera, propone diversificar las fuentes de obtención de energía, reduciendo el peso de aquellas que puedan ser inestables.

El siguiente es la sostenibilidad ambiental. Este busca reducir el impacto negativo de la producción y consumo de energía, con respecto al cambio climático. Persigue la transición de energías hacia otras limpias y libre de emisiones, como pueden ser las renovables.

Por último, el último vértice supone la accesibilidad económica, es decir, que la energía sea asequible para todos los usuarios. Implica un vuelco a los precios mediante la implantación de nuevas infraestructuras o cambios de gestión que permitan la reducción en las facturas de luz.

Este trilema está representado en la siguiente figura en la que se ve reflejado cada vértice junto con una breve explicación.

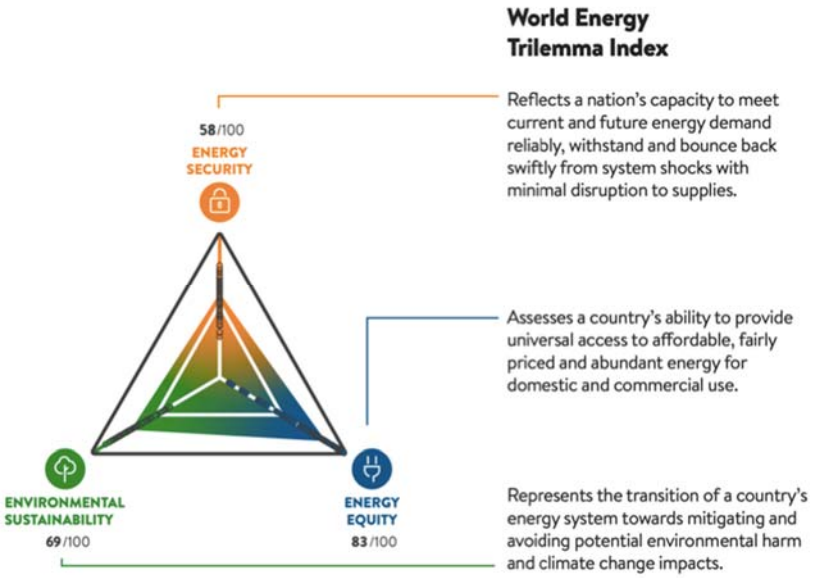


Ilustración 16: Trilema energético

Fuente: World Energy Trilemma Index 2022. World Energy Council [32]

7.1.1 APLICACIONES DEL TRILEMA

Las comunidades energéticas son una respuesta que cubren el triángulo entero representado. Entrando a un mayor detalle de las aplicaciones, las CCEE buscan garantizar la seguridad energética al fomentar la diversificación de fuentes de energía. Se implementa una solución de producción de energía de manera descentralizada que reduce la necesidad de la obtención de la energía de la red.

Por otro lado, se enfocan en la sostenibilidad ambiental, impulsando la generación y el consumo de energía renovable para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mitigar el cambio climático. Probado en el estudio del impacto ambiental del capítulo 6.4 "Impacto ambiental", las emisiones se ven reducidas considerablemente dando así un paso más cerca al objetivo de cero emisiones y equilibrio medioambiental.

Por último, las comunidades energéticas trabajan en la accesibilidad económica, promoviendo modelos de negocio y cooperativas que permiten el acceso equitativo a la energía y simultáneamente, reducen los costos para sus miembros. Aunque la empresa de servicios energéticos no se vea muy beneficiada, como se ha comprobado en el análisis de

viabilidad del Capítulo 6, gracias a la comunidad energética instalada, los usuarios implicados pasan a pagar un precio menor, exactamente 0,12€. Son los consumidores finales los que se ven mayormente favorecidos al tener un ahorro considerable en sus facturas de la luz.

Por todo ello, este proyecto está completamente encaminado a lo que busca la transición energética. Mira hacia una solución mediante la innovación tecnológica, el desarrollo de infraestructuras modernas y optimizadas y la adopción de nuevas prácticas de producción y consumo de energía.

7.2 Disciplinas involucradas

Para este proyecto he tenido que poner a prueba todo lo aprendido durante estos cuatro años en el grado de Ingeniería de las Tecnologías Industriales en ICAI. Todas las asignaturas me han servido para focalizar este estudio y que tuviese tanto sentido técnico como un sentido social, ambos igual de importantes.

Entre todas las impartidas destaco alguna de esas asignaturas que son “Electrotecnia”, “Máquinas Eléctricas”, “Protecciones Eléctricas”, “Instrumentación Eléctrica”, “Sistemas de la Energía Eléctrica” y “Accionamientos eléctricos” que me han facilitado el entendimiento y desarrollo de la instalación fotovoltaica además de fortalecer una visión general de todo a lo que se puede llegar bajo esta rama de estudio. Además, para el análisis de todo el tema de energías renovables he considerado esencial la cultura impartida en la asignatura de “Centrales y Subestaciones Eléctricas” donde aprendí en profundidad las características de todas ellas. “Estadística I y II” además de “Economía y empresa”, han sido la base a la hora del desarrollo del análisis de viabilidad: conocimientos sobre cuentas de resultados, uso de datos y conclusión de los mismos. Todas ellas han permitido la finalización de este proyecto el cual no es más que es un testimonio de cómo la perseverancia y la búsqueda constante de la excelencia pueden llevar a resultados notables. Es un recordatorio inspirador de lo lejos que se puede llegar cuando se fusiona la pasión con el conocimiento y se canaliza hacia un objetivo definido.

7.3 Oportunidades y barreras del proyecto

7.3.1 OPORTUNIDADES

Tras concluir el estudio de la comunidad energética en cuestión se pueden diferenciar múltiples oportunidades donde desarrollar este proyecto. Algunas de ellas son las siguientes

1. Proyecto de pequeña escala y reproducible

En primer lugar, en el Capítulo 6 se concluyó su escaso beneficio económico al disponer de una Tasa Interna de Retorno relativamente baja. Sin embargo, sus múltiples beneficios distintos al económico son los que sustentan la realización de un proyecto de esta magnitud. Una oportunidad que brinda es la posibilidad de reproducir este negocio en distintas partes del mundo además de aprovechar su escalabilidad para disponer su rendimiento óptimo. De esta manera, los beneficios tanto económicos como medioambientales quedarían multiplicados haciendo que estos ya fuesen mayores. El planeta quedaría libre de dichas emisiones correspondientes simultáneamente que las propias comunidades energéticas tendrían beneficios económicos mayores.

2. Abastecer otros tipos de demanda

Además, este estudio tan solo engloba la parte del consumo eléctrico de los hogares. Otra posible oportunidad que presenta las comunidades energéticas que puede ser fruto de estudio es la aplicación de las mismas para cubrir también la demanda del transporte. Así, se incentivaría una transición de los métodos convencionales y más utilizados alimentados por combustibles fósiles a otra más limpia.

3. Participación en los mercados de balance y flexibilidad

Mediante la operación de la batería y la modificación de los perfiles de consumo, el gestor de la comunidad energética podría solicitar su participación en los mercados de restricciones y flexibilidad (secundaria y terciaria). Obteniendo así unos ingresos adicionales a los de la

propia venta de energía. Estos ingresos podrían transmitirse a los usuarios incorporando descuentos adicionales. Véase barrera 3.

7.3.2 BARRERAS

1. Barrera económica

Una de las barreras de la instalación de este tipo de proyectos es la económica, ya que los beneficios económicos de la implementación no son tan relevantes de manera individual. Esto podría evitar que empresas gestoras de energía, sector privado, se lanzasen a trabajar sobre este estilo de proyectos. Sin embargo, teniendo subvenciones que cubran una parte considerable de la inversión inicial podría ser un incentivo para fomentar estas iniciativas. En el peor de los casos, supondría una barrera definitiva si hay una subida de los intereses ya que puede llegar a hacer que el proyecto no sea viable.

2. Disposición

Además, otra posible barrera es la disposición positiva por parte de los Ayuntamientos. Como se ha comentado en el capítulo en el que se describe los principales actores, la administración pública es uno de los tres que lo conforman. Sin el compromiso de estos, el proyecto se quedaría cojo de una de las patas que lo sustentan. Es por esto que se anima a los Ayuntamientos a concienciar a todos sus ciudadanos además de unirse a este tipo de iniciativas en las que se ven favorecidos todos los que se involucran en ellas.

3. Cambios regulatorios

Para poder acceder a la oportunidad descrita en la oportunidad 3 sería necesario una modificación en la regulación vigente ya que actualmente solo pueden participar en ese tipo de mercados los generadores, aunque técnicamente tendría sentido que pueda participar la demanda como anuncia la directiva europea.

7.4 Futuras investigaciones

De cara a futuros análisis en este mismo campo, sería interesante indagar en algunos de los siguientes temas:

1. Baterías: Optimización del uso y capacidad de las baterías para mejorar el rendimiento de su funcionamiento para una futura implementación en la instalación.
2. Escalabilidad de la planta: Estudio de posibles ampliaciones de la planta, su organización y como se gestionarían de cara al diseño técnico, al modelo relacional y al económico
3. Software de gestión: El diseño de un modelo informático de gestión con el objetivo de simplificar el mantenimiento y permitir un seguimiento más preciso de las instalaciones y demanda de los usuarios.
4. Tipos de paneles fotovoltaicos: Con el continuo estudio de tipos de paneles fotovoltaicos incluyendo una amplia variedad de materiales, un futuro estudio podría ser la optimización de estos para el proyecto.

8 CONCLUSIONES

Como se mencionó en la introducción, el objetivo de este trabajo era el desarrollo de una comunidad energética desde un punto de vista técnico, organizativo y de negocio. A lo largo del proyecto, ha sido posible alcanzarlos tres aspectos mencionados, detallados en este documento.

La implementación del proyecto se llevó a cabo en Fuente de Pedro Naharro (Cuenca), cuyo Ayuntamiento mostró desde su inicio su completa disposición para la ayuda, promoción y desarrollo de la iniciativa. El trabajo comenzó con la presentación del modelo de negocio para lo que se usó el modelo Canvas identificando los principales actores, el modelo relacional y el análisis del punto de equilibrio.

Para el estudio técnico, se partió de las cubiertas de los edificios públicos proporcionadas por el ayuntamiento para los que se realizó una disposición en planta (lay-out) de la instalación a desarrollar, así como un dimensionado de su potencia instalada, circuitos AC y DC, y conexión a la red siguiendo lo establecido en los reglamentos técnicos y la normativa de la empresa distribuidora.

Una vez finalizado el diseño técnico y partiendo del presupuesto obtenido, se realizó un análisis de viabilidad económica, en el que se tuvieron en cuenta los flujos en los que participa cada agente (administración pública, empresa privada y usuarios finales) siguiendo lo establecido en el modelo relacional. Dadas las numerosas hipótesis realizadas para los distintos parámetros incorporados en el análisis de viabilidad, también se realizó un análisis de sensibilidad donde se identificaron los que tienen un mayor impacto en la viabilidad del proyecto (inversión y precio de venta de la energía (kWh)). El trabajo continúa con un estudio ambiental en el que se estimó las emisiones anuales evitadas por esta iniciativa. Por último, se concluyó con una discusión sobre las aplicaciones al trilema energético, las distintas disciplinas involucradas de la ingeniería industrial y una identificación de barreras y oportunidades.

Por todo lo anterior se concluye que la solución propuesta es viable y beneficia a todos los agentes involucrados. Esta proporciona unos menores costes a los usuarios y una rentabilidad

adecuada para un proyecto social que posibilita la retribución del capital. También, una remuneración a la empresa de servicios energéticos de manera que garantiza la correcta operación del sistema. Así, abre la puerta a un potencial negocio escalable y reproducible que al mismo tiempo reduce las emisiones asociadas al consumo de electricidad.

9 BIBLIOGRAFÍA

[1] PWC España y Fundación Naturgy. «El papel del consumidor y de la gestión de la demanda en la transición energética». España, 2022.

[2] Red de Comunidades Energéticas. S. Copp, 2023. Accedido: 20 de mayo 2023 [En línea]. Disponible en: https://comunidadesenergeticas.org/

[3] Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITECO). 20 enero 2020. Plan Nacional. Accedido: 20 de mayo de 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/images/es/pnieccompleto_tcm30-508410.pdf

[4] Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE). Comunidades energéticas: En el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. 2020. Accedido: 20 mayo 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.idae.es/ayudas-y-financiacion/comunidades-energeticas

[5] J. Menéndez Sánchez. «Comunidades Energéticas. Caso de Estudio». Cuadernos Orkestra. España, mayo 2022.

[6] CEOE. «Claves del paquete Fit for 55 de la Comisión Europea». España, marzo 2022.

[7] Instituto Nacional de Estadística (INE). Cuenca: Población por municipios y sexo. 2022. Accedido: 10 abril 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=2869

[8] Foro-Ciudad. Habitantes Fuente de pedro Naharro 1900-2022. Accedid0: 10 abril 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.foro-ciudad.com/cuenca/fuente-de-pedro-naharro/habitantes.html

[9] Instituto Nacional de Estadística (INE). Población por comunidades y ciudades autónomas y sexo (2853). 2022. Accedido: 17 abril 2023 [En línea]. Disponible en: https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?t=2853

[10] Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE). «Proyecto Sech-Spahousec: Análisis del consumo energético del sector residencial en España». España, 16 julio 2011.

[11] Instituto Nacional de Estadística (INE). Viviendas principales según régimen de tenencia. 2022. Accedido: 17 abril 2023 [En línea]. Disponible en: https://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?path=/t20/e244/viviendas/p05/l0/&file=mun16_01.px

[12] OECD. Project on Income Distribution and Poverty «What are equivalence scales? ».

[13] Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. «Fichas municipales 2020». España, 2020.

[14] El Campello. «Inventario de emisiones de referencia. Servicio para la toma de datos y su interpretación respecto a la sostenibilidad energética de la provincia de Alicante». Alicante, octubre 2011.

[15] J. M. L. Martínez y J. S. Alejo. «Consumo de energía y emisiones asociadas al transporte por coche y camión». España, 2020.

[16] CENER. Centro Nacional de Energías Renovables. Mapa Eólico Ibérico. Accedido: 25 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.mapaeolicoiberico.com/map;latitude=39.92067;longitude=-3.01132;altura=100;dato=micro

[17] My Maps. Centrales Hidroeléctricas en España. 2023. Accedido: 24 marzo 2023. [En

línea]. Disponible en: https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1jVN1LmOoTTqg3eRmubp4pC-HejA&hl=es

[18] Unión Española Fotovoltaica (UNEF). Autoconsumo. Real Decreto 244/2019. 2 octubre 2017. Accedido: 24 marzo 2023. [En línea]. Disponible en: https://autoconsumo.unef.es/real-decreto-244-2019/

[19] OVACEN. Energía geotérmica: Qué es, cómo funciona y ventajas. Accedido: 24 marzo 2023. [En línea]. Disponible en: https://ovacen.com/energias-renovables/geotermica/

[20] OVACEN. Energía biomasa: Qué es, cómo se obtiene y ventajas. Accedido: 21 mayo 2023. [En línea]. Disponible en: https://ovacen.com/energias-renovables/biomasa/

[21] OVACEN. Energía solar: Qué es, cómo funciona y ventajas. Accedido: 21 mayo 2023. [En línea]. Disponible en: https://ovacen.com/energias-renovables/solar/

[22] AEMET. Agencia Estatal de Meteorología. «Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT». España, 24 abril 2012.

[23] AEMET. Agencia Estatal de Meteorología. «Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT». España, 24 abril 2012.

[24] European Comission. JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) - European Commission. Accedido: 20 mayo 2023. [En línea]. Disponible en: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/

[25] IRENA: International Renewable Energy Agency. «Renewable power generation costs in 2019. » 2020.

[26] Eurostat. Electricity price statistics. Accedido: 28 junio 2023. [En línea]. Disponible en: https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php?title=Electricity_price_statistics

[27] Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE). «Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica: Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red.» Julio 2011.

[28] J.Pérez Cruz. «Introducción a las técnicas de mantenimiento de instalaciones eléctricas industriales.» Valencia, España.

10 ANEXOS

10.1. Alineación del proyecto con los objetivos de desarrollo sostenible

10.2. Edificios escogidos para la implementación de la planta fotovoltaica

10.3. Simulación Helioscope

10.4. Fichas técnicas

10.5. Cuenta de resultados

10.1 ANEXO I: Alineación del proyecto con los objetivos de desarrollo sostenible

El proyecto se encuentra firmemente comprometido con el desarrollo sostenible del medio ambiente y busca maximizar su impacto positivo. En este sentido, está alineado con varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) [5] establecidos por las Naciones Unidas para ser alcanzados en 2030. Estos objetivos tienen como finalidad erradicar la pobreza, mejorar la calidad de vida de las personas en aspectos sociales y económicos, y proteger el planeta. A continuación, destacamos cuatro objetivos relevantes relacionados con el proyecto:

1. ODS nº7: "Energía asequible y limpia"

Las comunidades energéticas se centran en proporcionar ese tipo de energía a los ciudadanos locales, asequible y limpia. Energía con acceso a fuentes de energías renovables, en este caso solar, alejándose de los métodos convencionales y más conocidos hasta ahora sino otros más sostenibles y libres de emisiones.

2. ODS nº11: "Ciudades y comunidades sostenibles"

Este objetivo se compromete con la adopción de estas energías descritas a nivel local. Esto incluye medidas y proyectos para mejorar la calidad del aire creando entornos más seguros y habitables. El camino que siguen las comunidades energéticas de abastecer en cierta medida la demanda de los usuarios es el ideal para conseguir una comunidad sostenible la cual está más cerca de alcanzar el equilibro perseguido del trilema energético.

3. ODS nº13: "Acción por el clima"

Los proyectos de comunidades energéticas desempeñan un papel fundamental en la acción por el clima al abordar directamente la eliminación de las emisiones de gases de efecto invernadero. Al generar y compartir energía renovable, estas comunidades reducen la dependencia de fuentes de energía no renovables, como los combustibles fósiles, que contribuyen al calentamiento global.

4. ODS nº17: "Alianzas para lograr los objetivos"

Los proyectos de comunidades energéticas fomentan la colaboración y las alianzas entre diferentes actores para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible. Esto implica la participación activa de los miembros de la comunidad, las autoridades locales, las empresas y otras organizaciones en la planificación, implementación y gestión de proyectos energéticos.

10.2 ANEXO II: Edificios escogidos para la implementación de la planta fotovoltaica

Casa consistorial



Ilustración 17: Planta del Ayuntamiento



Ilustración 18: Ayuntamiento Fuente de Pedro Naharro

Casa de la Cultura



Ilustración 19: Planta Casa de la Cultura



Ilustración 20: Casa de la Cultura (Biblioteca), Fuente de Pedro Naharro

Polideportivo



Ilustración 21: Planta del polideportivo El Palomar



Ilustración 22: Pabellón polideportivo El Palomar

10.3 ANEXO III: Simulación Helioscope

HelioScope — Design Overview produced by María Cruz Arcos Presedo

Ayuntamiento CCEE FdPN, Fuente de Pedro Naharro

Design

Design	Ayuntamiento
DC Nameplate	17.3 kW
AC Nameplate	15.0 kW (1.15 DC/AC)
Last Modified	María Cruz Arcos Presedo (Today at 9:09 AM)

Project Location



Components

Component	Name	Count
Inverters	SUN2000-15KTL-M2 (Huawei)	1 (15.0 kW)
Strings	10 AWG (Copper)	2 (88.4 ft)
Module	Trina Solar, TSM-DE17M(II) 455 (2021) (455W)	38 (17.3 kW)

Field Segments

Description	Racking	Orientation	Tilt	Azimuth	Intra-row Spacing	Frame Size	Frames	Modules	Power
Field Segment 1	Fixed Tilt	Landscape (Horizontal)	15°	180°	0.4 ft	1x1	13	13	5.92 kW
Field Segment 2	Fixed Tilt	Landscape (Horizontal)	15°	180°	0.4 ft	1x1	18	18	8.19 kW
Field Segment 4	Fixed Tilt	Landscape (Horizontal)	15°	180°	0.4 ft	1x1	7	7	3.19 kW

Wiring Zones

Description	Combiner Poles	String Size	Stringing Strategy
Wiring Zone	-	5-20	Along Racking

© 2023 Aurora Solar

HelioScope Design Overview produced by María Cruz Arcos Presedo

Detailed Layout



HelioScope Design Overview produced by María Cruz Arcos Presedo

Casa Cultural CCEE FdPN, Fuente de Pedro Naharro

Design

Design	Casa Cultural
DC Nameplate	29.1 kW
AC Nameplate	25.0 kW (1.16 DC/AC)
Last Modified	María Cruz Arcos Presedo (Last Wednesday at 9:10 AM)

Project Location



Components

Component	Name	Count
Inverters	SUN2000-25KTL-US (Huawei)	1 (25.0 kW)
Strings	10 AWG (Copper)	4 (313.4 ft)
Module	Trina Solar, TSM-DE17M(II) 455 (2021) (455W)	64 (29.1 kW)

Field Segments

Description	Racking	Orientation	Tilt	Azimuth	Intrarow Spacing	Frame Size	Frames	Modules	Power
Field Segment 1	Fixed Tilt	Landscape (Horizontal)	15°	180°	0.2 ft	1x1	64	64	29.1 kW

Wiring Zones

Description	Combiner Poles	String Size	Stringing Strategy
Wiring Zone	-	15-18	Along Racking

HelioScope Design Overview produced by María Cruz Arcos Presedo

Detailed Layout



HelioScope — Design Overview produced by María Cruz Arcos Presedo

Polideportivo CCEE FdPN, Fuente de Pedro Naharro

Design

Design	Polideportivo
DC Nameplate	106.9 kW
AC Nameplate	100.0 kW (1.07 DC/AC)
Last Modified	María Cruz Arcos Presedo (Last Wednesday at 9:11 AM)

Project Location



Components

Component	Name	Count
Inverters	SUN2000-100KTL-H1 (Huawei)	1 (100.0 kW)
Strings	10 AWG (Copper)	9 (1,026.8 ft)
Module	Trina Solar, TSM-DE17M(II) 455 (2021) (455W)	235 (106.9 kW)

Field Segments

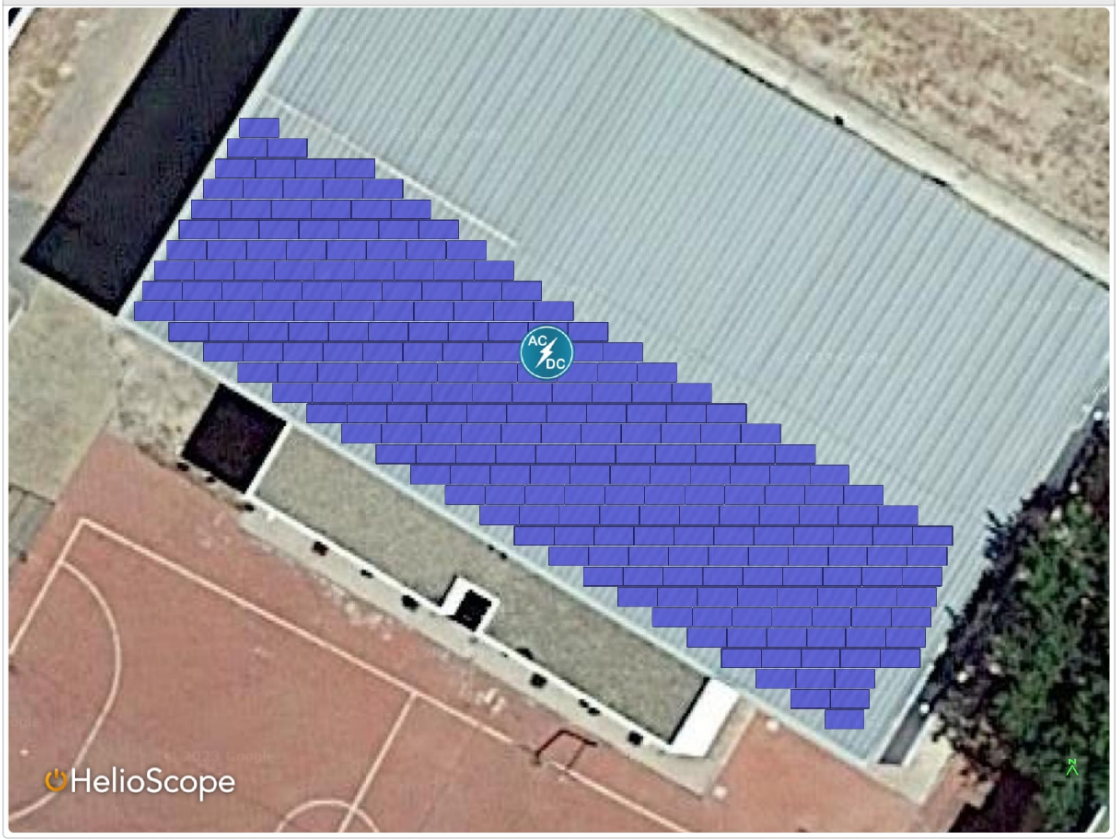
Description	Racking	Orientation	Tilt	Azimuth	Intrarow Spacing	Frame Size	Frames	Modules	Power
Field Segment 1	Fixed Tilt	Landscape (Horizontal)	15°	180°	0.3 ft	1x1	235	235	106.9 kW

Wiring Zones

Description	Combiner Poles	String Size	Stringing Strategy
Wiring Zone	-	16-27	Along Racking

HelioScope Design Overview produced by María Cruz Arcos Presedo

Detailed Layout



10.4 ANEXO IV: Fichas técnicas

Mono Multi Solutions

THE

TALLMAX M

FRAMED 144 LAYOUT MODULE



144 LAYOUT
MONOCRYSTALLINE MODULE

435-460W
POWER OUTPUT RANGE

21.0%
MAXIMUM EFFICIENCY

0~+5W
POSITIVE POWER TOLERANCE

PRODUCTS	POWER RANGE
TSM-DE17M(II)	435-460W

Founded in 1997, Trina Solar is the world's leading total solution provider for solar energy. With local presence around the globe, Trina Solar is able to provide exceptional service to each customer in each market and deliver our innovative, reliable products with the backing of Trina as a strong, bankable brand. Trina Solar now distributes its PV products to over 100 countries all over the world. We are committed to building strategic, mutually beneficial collaborations with installers, developers, distributors and other partners in driving smart energy together.

Comprehensive Products and System Certificates

IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716
ISO 9001: Quality Management System
ISO 14001: Environmental Management System
ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification
ISO45001: Occupational Health and Safety Management System

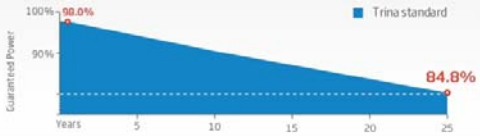
Trinasolar

High power
- Up to 460W front power and 21.0% module efficiency with half-cut and MBB (Multi Busbar) technology bringing more BOS savings
- Lower resistance of half-cut and good reflection effect of MBB ensure high power

High reliability
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to salt, acid and ammonia
- Mechanical performance: Up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load

High energy generation
- Excellent IAM and low light performance validated by 3rd party with cell process and module material optimization
- Better anti-shading performance and lower operating temperature

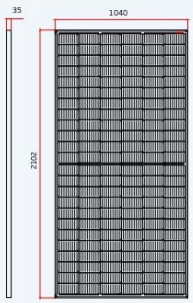
PERFORMANCE WARRANTY



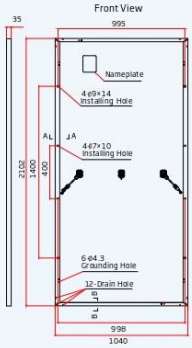
TALLMAX

144 LAYOUT MODULE

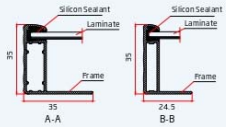
DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)



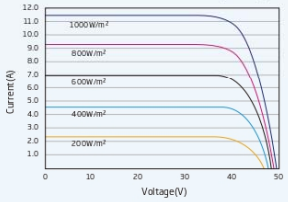
Front View



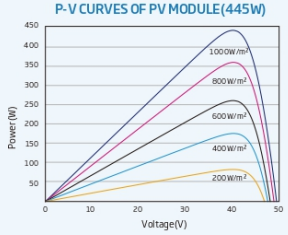
Back View



I-V CURVES OF PV MODULE(445W)



P-V CURVES OF PV MODULE(445W)



ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts-P_{MAX} (Wp)*	435	440	445	450	455	460
Power Tolerance-P_{MAX} (W)	0 ~ +5					
Maximum Power Voltage-V_{MPP} (V)	40.5	40.7	40.8	41.0	41.2	41.3
Maximum Power Current-I_{MPP} (A)	10.74	10.82	10.90	10.98	11.06	11.13
Open Circuit Voltage-V_{OC} (V)	49.0	49.2	49.4	49.6	49.8	50.0
Short Circuit Current-I_{SC} (A)	11.31	11.39	11.46	11.53	11.61	11.68
Module Efficiency η_m (%)	19.9	20.1	20.4	20.6	20.8	21.0

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5.
*Measuring tolerance: ±3%.

ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power-P_{MAX} (Wp)	328	332	336	340	344	347
Maximum Power Voltage-V_{MPP} (V)	38.2	38.4	38.5	38.7	38.9	39.1
Maximum Power Current-I_{MPP} (A)	8.60	8.66	8.71	8.77	8.84	8.89
Open Circuit Voltage-V_{OC} (V)	46.1	46.3	46.5	46.6	46.8	47.0
Short Circuit Current-I_{SC} (A)	9.11	9.18	9.24	9.29	9.36	9.41

NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
Cell Orientation	144 cells (6 × 24)
Module Dimensions	2102 ×1040× 35 mm (82.76 × 40.94 × 1.38 inches)
Weight	24.0 kg (52.9lb)
Glass	3.2 mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant Material	EVA/POE
Backsheet	White
Frame	35 mm (1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm² (0.006 inches²), Portrait: N 280mm/P 280mm(11.02/11.02inches) Landscape: N 1400 mm /P 1400 mm (55.12/55.12 inches)
Connector	MC4 EVO2 / TS4*

*Please refer to regional datasheet for specified connector.

TEMPERATURE RATINGS

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of P_{MAX}	- 0.34%/ °C
Temperature Coefficient of V_{OC}	- 0.25%/ °C
Temperature Coefficient of I_{SC}	0.04%/ °C

MAXIMUMRATINGS

Operational Temperature	-40~+85 °C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC)
Max Series Fuse Rating	20A

(Do not connect Fuse in Combiner Box with two or more strings in parallel connection)

WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty
25 year Power Warranty
2% first year degradation
0.55% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGUREATION

Modules per box: 31 pieces
Modules per 40' container: 682 pieces

Trinasolar

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.
© 2020 Trina Solar Limited. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.
Version number: TSM_EN_2020_D
www.trinasolar.com

Smart String Inverter

HUAWEI



Seguridad activa

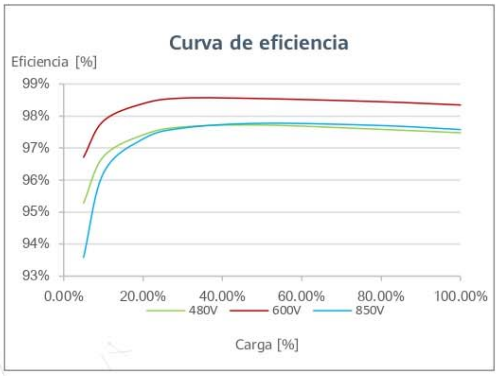
Protección contra arcos eléctricos active con tecnología de IA

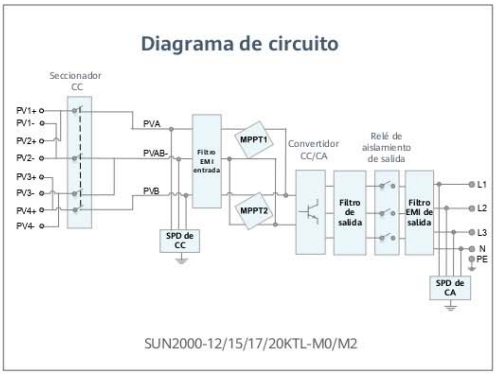
Mayor rendimiento

Hasta un 30 % más de energía con optimizadores [1]

Comunicación flexible

WiFi, Fast Ethernet, 4G
Comunicación soportada





[1] Solo aplicable al inversor SUN2000-12, #/CN:# 15, #/intranet # 17, #/intranet # 20KTL-M2.

SOLAR.HUAWEI.COM/ES/

SUN2000-12/15/17/20KTL-M2

Especificaciones técnicas

Especificaciones técnicas	SUN2000 -12KTL-M2	SUN2000 -15KTL-M2	SUN2000 -17KTL-M2	SUN2000 -20KTL-M2
Eficiencia				
Máxima eficiencia	98.50%	98.65%	98.65%	98.65%
Eficiencia europea ponderada	98.00%	98.30%	98.30%	98.30%
Entrada				
Potencia FV máxima de entrada [1]	18,000 Wp	22,500 Wp	25,500 Wp	30,000 Wp
Tensión máxima de entrada [2]	1,080 V			
Rango de tensión de operación [3]	160 V ~ 950 V			
Tensión de arranque	200 V			
Tensión nominal de entrada	600 V			
Intensidad de entrada máxima por MPPT	22 A			
Intensidad de cortocircuito máxima	30 A			
Cantidad de MPPTs	2			
Cantidad máxima de entradas por MPPT	2			
Salida				
Conexión a red eléctrica	Tres fases			
Potencia nominal activa de CA	12,000 W	15,000 W	17,000 W	20,000 W
Máx. potencia aparente de CA	13,200 VA	16,500 VA	18,700 VA	22,000 VA
Tensión nominal de Salida	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 3W + N + PE			
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz			
Máx. intensidad de salida	20 A	25.2 A	28.5 A	33.5 A
Factor de potencia ajustable	0,8 capacitivo ... 0,8 inductivo			
Máx. distorsión armónica total	≤ 3 %			
Características y protecciones				
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí			
Protección anti-isla	Sí			
Protección contra sobreintensidad de CA	Sí			
Protección contra cortocircuito de CA	Sí			
Protección contra sobretensión de CA	Sí			
Protección contra polaridad inversa CC	Sí			
Protección contra descargas atmosféricas CC	Type II			
Protección contra descargas atmosféricas CA	Si, Clase de protección TIPO II compatible según EN / IEC 61643-11			
Monitorización de corriente residual	Sí			
Protección contra fallas de arco	Sí			
Control del receptor Ripple	Sí			
Recuperación integrada de PID [4]	Sí			
Datos generales				
Rango de temperatura de operación	-25 ~ + 60 °C			
Humedad de operación relativa	0 % RH ~ 100% RH			
Altitud de operación	0 - 4,000 m (disminución de la capacidad eléctrica a partir de los 2,000 m)			
Ventilación	Convección natural			
Pantalla	LED Indicators; WiFi integrada + aplicación FusionSolar			
Comunicación	RS485; WLAN / Ethernet a través de Smart Dongle-WLAN-FE (Opcional) 4G / 3G / 2G a través de Smart Dongle-4G (Opcional)			
Peso (incluida ménsula de montaje)	25 kg			
Dimensiones (incluida ménsula de montaje)	525 x 470 x 262 mm			
Grado de protección	IP65			
Consumo de energía durante la noche	< 5,5 W [5]			
Compatibilidad optimizadora				
DC MBUS optimizador compatible	SUN2000-450W-P			
Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)				
Seguridad	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2			
Estándares de conexión a red eléctrica	G98, G99, EN 50549, CEI 0-21, CEI 0-16, VDE-AR-N-4105, VDE-AR-N-4110, AS 4777.2, C10/11, ABNT, VFR 2019, RD 1699, RD 661, PO 12.3, TOR D4, IEC61727, IEC62116, DEWA			

*1 La potencia fotovoltaica máxima de entrada del inversor es de 40.000 Wp cuando las cadenas largas se diseñan y se conectan completamente con el SUN2000-450W-P power optimizers inbound #. abonada# *.
*2 El voltaje de entrada máximo es el límite superior del voltaje de CC. Cualquier voltaje DC de entrada más alto probablemente dañaría el inversor.
*3 Cualquier voltaje de entrada de CC más allá del rango de voltaje de funcionamiento puede provocar un funcionamiento incorrecto del inversor.
*4 SUN2000-12~20KTL-M2 raises potential between PV- and ground to above zero through integrated PID recovery function to recover module degradation from PID. Supported module types include: P-type (mono, poly).
*5. <10 W cuando la función de recuperación PID está activada.

Version No.:03-(20200622)

SOLAR.HUAWEI.COM/ES/

SUN2000-12/15/17/20/25KTL-M5

Smart PV Controller

HUAWEI



Active Safety

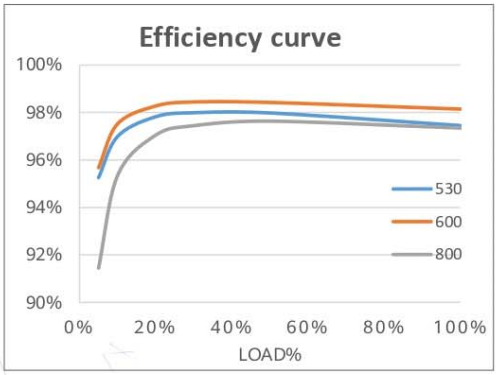
AI Powered Arcing Protection

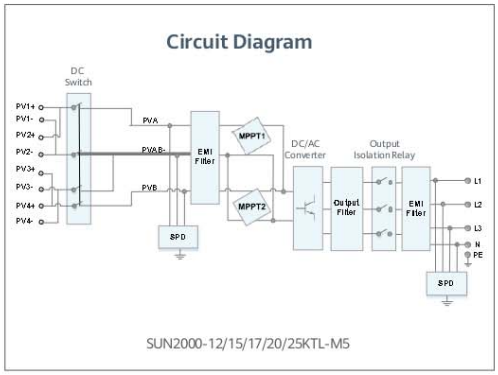
Higher Yields

Up to 30% More Energy with Optimizer

Flexible Communication

WLAN, Fast Ethernet, 4G
Communication Supported





SOLAR.HUAWEI.COM

SUN2000-12/15/17/20/25KTL-M5

Technical Specification

Technical Specification	SUN2000 -12KTL-M5	SUN2000 -15KTL-M5	SUN2000 -17KTL-M5	SUN2000 -20KTL-M5	SUN2000 -25KTL-M5
Efficiency					
Max. efficiency	98.4%	98.4%	98.4%	98.4%	98.4%
European weighted efficiency	97.9%	98.0%	98.1%	98.1%	98.2%
Input					
Recommended max. PV power [1]	18,000 Wp	22,500 Wp	25,500 Wp	30,000 Wp	37,500 Wp
Max. input voltage [2]	1100 V				
Full-load MPPT voltage range	370V~800V	410V~800V	440V~800V	480V~800V	530~800V
MPPT Operating voltage range [3]	200 V ~ 1000 V				
Start-up voltage	200 V				
Rated input voltage	600 V				
Max. input current per MPPT	30 A (two string) / 20 A (single string)				
Max. short-circuit current	40 A				
Number of MPP trackers	2				
Max. number of inputs	4				
Output					
Grid connection	Three phase				
Rated output power	12,000 W	15,000 W	17,000 W	20,000 W	25,000 W
Max. apparent power	13,200 W	16,500 VA	18,700 VA	22,000 VA	27,500 VA
Rated output voltage	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 239.6 Vac / 415Vac, 3W + N + PE				
Rated AC grid frequency	50 Hz / 60 Hz				
Max. output current	18.2A/380Vac 17.3A/400Vac 16.7A/415Vac	25.2A/380Vac 23.9A/400Vac 23.1A/415Vac	28.6A/380Vac 27.1A/400Vac 26.1A/415Vac	33.6A/380Vac 31.9A/400Vac 30.8A/415Vac	42.0A/380Vac 39.9A/400Vac 38.5A/415Vac
Adjustable power factor	0.8 leading ... 0.8 lagging				
Max. total harmonic distortion	≤ 3 %				
Features & Protections					
Overvoltage Category	PV II/AC III				
Input-side disconnection device	Yes				
Anti-islanding protection	Yes				
AC over-current protection	Yes				
DC reverse-polarity protection	Yes				
String fault detection	Yes				
DC surge protection	TYPE II				
AC surge protection	CLASS II				
Residual current monitoring unit	Yes				
Arc fault protection	Yes				
Ripple control ripple control	Yes				
Integrated PID recovery [4]	Yes				
General Data					
Operation temperature range	-25 ~ + 60 °C (-13 °F ~ 140 °F)				
Relative humidity	0 % RH ~ 100% RH				
Max. operating altitude	0 ~ 4,000 m (13,123 ft.) (Derating above 2000 m)				
Cooling	Smart air cooling				
Display	LED Indicators; Integrated WLAN + FusionSolar App				
Communication	RS485; WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Optional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional)				
Weight (with mounting plate)	21kg (46.4 lb)				
Dimensions (W x H x D) (incl. mounting plate)	546 x 460 x 228mm (21.5 x 18.1 x 9.0 inch)				
Degree of protection	IP66				
Optimizer Compatibility					
DC MBUS compatible optimizer	SUN2000-450W-P, SUN2000-450W-P2, SUN2000-600W-P, SUN2000-1300W-P, SUN2000-1100W-P				
Standard Compliance (more available upon request)					
Safety	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2				
Grid connection standards	G99, EN 50549, CEI 0-21, CEI 0-16, VDE-AR-N-4105, VDE-AR-N-4110, C10/11, ABNT, VFR 2019, UNE 217001, UNE 217002, RD 244, TOR D4, IEC61727, IEC62116				

*1 Inverter max input PV power is 40,000 Wp when long strings are designed and fully connected with SUN2000-450W-P power optimizers.
*2 The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.
*3 Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.
*4 SUN2000-12~20KTL-M2 raises potential between PV- and ground to above zero through integrated PID recovery function to recover module degradation from PID. Supported module types include: P-type (mono, poly)

Version No.:01-(20190716)

SOLAR.HUAWEI.COM

SUN2000-100KTL-M1

Smart String Inverter

HUAWEI



10
MPP. Seguidor

98.8% (@ 480V)
Max. Eficiencia

Gestión de
nivel de cadena

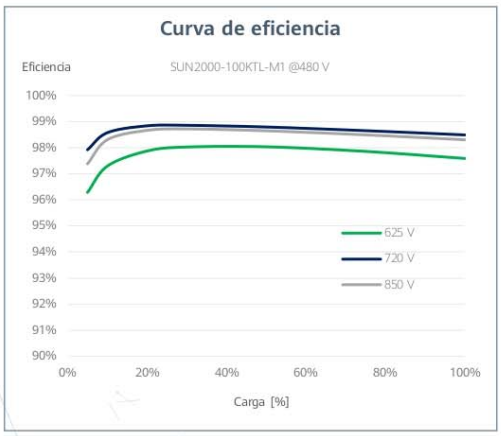
Diagnóstico inteligente
de curvas I-V admitido

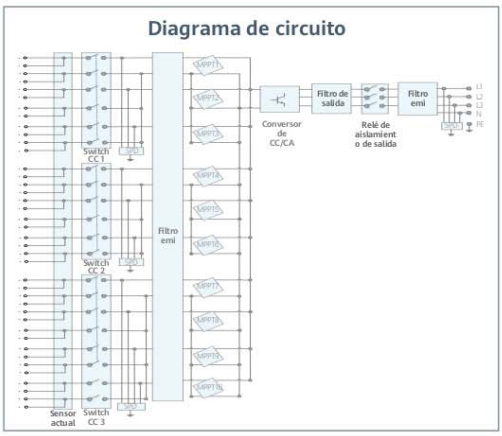
MBUS
Soportado

Diseño
Sin fusible

Protección contra rayos
Para DC y AC

IP66
Proteccion





SOLAR.HUAWEI.COM/ES/

SUN2000-100KTL-M1

Especificaciones técnicas

Especificaciones técnicas	SUN2000-100KTL-M1
Eficiencia	
Máxima eficiencia	98.8% @480 V, 98.6% @380 V / 400 V
Eficiencia europea ponderada	98.6% @480 V, 98.4% @380 V / 400 V
Entrada	
Tensión máxima de entrada [1]	1,100 V
Corriente de entrada máxima por MPPT	26 A
Corriente de cortocircuito máxima	40 A
Tensión de arranque	200 V
Tensión de funcionamiento MPPT [2]	200 V ~ 1,000 V
Tensión nominal de entrada	720 V @480 Vac, 600 V @400 Vac, 570 V @380 Vac
Cantidad de MPPTs	10
Cantidad máxima de entradas por MPPT	2
Salida	
Potencia activa	100,000 W
Max. Potencia aparante de CA	110,000 VA
Max. Potencia activa de CA (cosφ = 1)	110,000 W
Tensión nominal de salida	480 V/ 400 V/ 380 V, 3W+(N)+PE
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz
Intensidad nominal de salida	120.3 A @480 V, 144.4 A @400 V, 152.0 A @380 V
Max. intensidad de salida	133.7 A @480 V, 160.4 A @400 V, 168.8 A @380 V
Factor de potencia ajustable	0,8 capacitivo ... 0,8 inductivo
Distorsión armónica total máxima	< 3%
Protecciones	
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí
Protección anti-isla	Sí
Protección contra sobreintensidad de CA	Sí
Protección contra polaridad inversa CC	Sí
Monitorización a nivel de string	Sí
Descargador de sobretensiones de CC	Type II
Descargador de sobretensiones de CA	Type II
Detección de resistencia de aislamiento CC	Sí
Monitorización de corriente residual	Sí
Comunicación	
Display	Indicadores LED, Bluetooth + APP
RS485	Sí
USB	Sí
Monitorización de BUS (MBUS)	Sí (transformador de aislamiento requerido)
Datos generales	
Dimensiones (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm
Peso (incluida ménsula de montaje)	90 kg
Rango de temperatura de operación	-25°C ~ 60°C
Enfriamiento	Enfriamiento de aire inteligente
Max. Altitud de operación	4,000 m
Humedad de operación relativa	0 ~ 100%
Conector CC	Staubli MC4
Conector CA	Terminal PG impermeable + conector OT/DT
Grado de protección	IP66
Topología	Sin transformador
Consumo de energía durante la noche	< 3.5 W
Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)	
Seguridad	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683
Estándares de conexión a red eléctrica	VDE-AR-N4105, EN 50549-1, EN 50549-2, RD 661, RD 1699, C10/11

* 1 El voltaje de entrada máximo es el límite superior del voltaje de CC. Cualquier voltaje DC de entrada más alto probablemente dañaría el inversor.
* 2 Cualquier voltaje de entrada de CC más allá del rango de voltaje de funcionamiento puede provocar un funcionamiento incorrecto del inversor.

Version No.:03-(20200622) SOLAR.HUAWEI.COM/ES/

BATTERY-BOX PREMIUM LVS



- Escalable desde 4 kWh hasta 256 kWh
- Máxima Flexibilidad para cualquier Aplicación que permite Conexión en Paralelo de has 64 módulos
- Compatible con Inversores Líderes en el Mercado Mono y Trifásicos
- Libre de Cobalto. Litio Fosfato de Hierro (LFP): Máxima Seguridad, Ciclos de Vida y Potencia
- Capacidad Back-Up de Alta Potencia y trabajar Off-Grid
- Diseño Pulgin Patentado sin cables internos
- Óptima para Aplicaciones Residenciales y Comerciales

BATTERY-BOX PREMIUM LVS

- 4 kWh por módulo
- Diseño Modular que Simplifica Transporte e Instalación

BYD Battery-Box Premium LVS es una batería de litio fosfato de hierro (LFP) para ser utilizada en combinación con un inversor compatible. Un sistema Battery-Box Prmium LVS contiene desde 1 hasta 6 módulos en una misma torre para ir desde 4 kWh hasta 24 kWh de capacidad útil:

- Battery-Box LVS 4.0 (4 kWh)
- Battery-Box LVS 8.0 (8 kWh)
- Battery-Box LVS 12.0 (12 kWh)
- Battery-Box LVS 16.0 (16 kWh)
- Battery-Box LVS 20.0 (20 kWh - configuración una torre)
- Battery-Box LVS 24.0 (24 kWh - configuración una torre)

Conecta hasta 16 Battery-Box LVS en paralelo para alcanzar 256 kWh. Es posible ampliar módulos en una única torre hasta 6 módulos o conectar torres en paralelo con un máximo de 4 módulos por torre.



LVS 4.0 — 16 x LVS 16.0

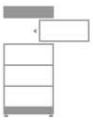
FLEXIBLE, EFICIENTE, SIMPLE



Conexión Plugin
Sin cables internos



4 - 256 kWh
Capacidad Diseñada para Cada Aplicación



Ampliación en Cualquier Momento
Sencilla Adaptación a Necesidades Futuras



Alta Potencia
Potencia para Cada Aplicación

BYD

BATTERY BOX

PARÁMETROS TÉCNICOS **PREMIUM LVS**



	LVS 4.0	LVS 8.0	LVS 12.0	LVS 16.0	LVS 20.0	LVS 24.0
Módulo	LVS (4 kWh, 51.2 V, 45 kg)					
Número de módulos	1	2	3	4	5	6
Energía Utilizable [1]	4 kWh	8 kWh	12 kWh	16 kWh	20 kWh	24 kWh
Máx. Corriente de Salida [2]	65 A	130 A	195 A	250 A	250 A	250 A
Corriente de salida pico [2]	90 A, 5 s	180 A, 5 s	270 A, 5 s	360 A, 5 s	360 A, 5 s	360 A, 5 s
Dimensiones (H/W/D)	528 x 650 x 298 mm	761 x 650 x 298 mm	994 x 650 x 298 mm	1227 x 650 x 298 mm	1460 x 650 x 298 mm	1693 x 650 x 298 mm
Peso	64 kg	109 kg	154 kg	199 kg	244 kg	289 kg
Voltaje Nominal	51.2 V					
Voltaje Operativo	40-57.6 V					
Temperatura Operativa	-10 °C to +50°C					
Tecnología de Celda	Litio Fosfato de Hierro (libre de Cobalto)					
Comunicación	CAN / RS485					
Protección IP	IP55					
Eficiencia Ida/Vuelta	≥95%					
Escalabilidad [3]	Máx. 64 en paralelo (256 kWh)				configuración una torre	
Certificados	VDE2510-50 / IEC62619 / CE / CEC / UN38.3					
Aplicaciones	ON Grid / ON Grid + Backup / OFF Grid					
Garantía [4]	10 Años					
Inversores Compatibles	Consulte la Lista de Configuración Mínima de Battery-Box Premium LVS					

[1] Energía Utilizable en CC. Condiciones de Test: 100% DO, 0.2C carga & descarga a 25°C. La energía utilizable puede variar con el inversor que se utilice
[2] Derating de corriente de carga ocurre desde -10°C a +5°C
[3] Configuración de torres en paralelo está disponible con un máximo de 4 módulos por torre. LVS 20.0 y LVS 24.0 están disponible para configuración tan sólo en una torre individual.
[4] Aplican condiciones. Consulte la Carta de Garantía de BYD Battery-Box Premium

BYD Company Limited
www.bydbatterybox.com
Global Sales: batteryboxgrp@byd.com
Global Service: bboxservice@byd.com

Battery-Box EU Service Partner
EFT-Systems GmbH
www.eft-systems.de
info@eft-systems.de

Battery-Box AU Service Partner
Alps Power Pty Ltd
www.alpspower.com.au
service@alpspower.com.au

Battery-Box US Service Partner
EFT-Systems GmbH
www.eft-systems.de/us
USservice@eft-systems.de

V2.1ESP BATTERY BOX

10.1 ANEXO V: Cuenta de resultados

1. CASO BASE

AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
INVERSIÓN INICIAL	**-189.490 €**											
BENEFICIOS DESPUÉS DE IMPUESTOS		**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**
Ingresos anuales por venta		27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €
Costes de O&M		1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €
Amortización de la planta		6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €
Amortización de las baterías		2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €
Gestión de la ESCO		10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €
Beneficios antes de impuestos		7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €
Impuestos de sociedades (25%)		1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €
AMORTIZACIÓN DE LA PLANTA		**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**
AMORTIZACIÓN DE LAS BATERÍAS		**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**
CASH FLOW	**-189.490 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**
		-174.941 €	-160.392 €	-145.843 €	-131.294 €	-116.745 €	-102.196 €	-87.648 €	-73.099 €	-58.550 €	-44.001 €	-29.452 €

K	5%
Valor Actual Neto	12.293 €
TIR	5,65%
Periodo de recuperación	14 AÑOS

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
5.669 €	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**
27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €
1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €
6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €
2.500 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €
7.559 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €
1.890 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €
6.380 €	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**
2.500 €	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**
14.549 €	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**
-14.903 €	-979 €	12.945 €	26.869 €	40.793 €	54.717 €	68.641 €	82.565 €	96.489 €	110.413 €	124.337 €	138.261 €	152.184 €	166.108 €

2. INVERSIÓN -10%

AÑOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
INVERSIÓN INICIAL	**-170.541 €**											
BENEFICIOS DESPUÉS DE IMPUESTOS		**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**
Ingresos anuales por venta		27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €
Costes de O&M		1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €
Amortización de la planta		6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €
Amortización de las baterías		2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €
Gestión de la ESCO		10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €
Beneficios antes de impuestos		7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €
Impuestos de sociedades (25%)		1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €
AMORTIZACIÓN DE LA PLANTA		**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**
AMORTIZACIÓN DE LAS BATERÍAS		**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**
CASH FLOW	**-170.541 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**
		-155.992 €	-141.443 €	-126.894 €	-112.345 €	-97.796 €	-83.247 €	-68.699 €	-54.150 €	-39.601 €	-25.052 €	-10.503 €

K	5%
Valor Actual Neto	31.242 €
TIR	6,78%
Periodo de recuperación	12 AÑOS

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
5.669 €	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**
27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €
1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €
6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €
2.500 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €
7.559 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €
1.890 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €
6.380 €	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**
2.500 €	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**
14.549 €	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**
4.046 €	17.970 €	31.894 €	45.818 €	59.742 €	73.666 €	87.590 €	101.514 €	115.438 €	129.362 €	143.286 €	157.210 €	171.133 €	185.057 €

3. INVERSIÓN +10%

AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
INVERSIÓN INICIAL	**-208.439 €**											
BENEFICIOS DESPUÉS DE IMPUESTOS		**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**
Ingresos anuales por venta		27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €
Costes de O&M		1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €
Amortización de la planta		6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €
Amortización de las baterías		2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €
Gestión de la ESCO		10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €
Beneficios antes de impuestos		7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €
Impuestos de sociedades (25%)		1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €
AMORTIZACIÓN DE LA PLANTA		**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**
AMORTIZACIÓN DE LAS BATERÍAS		**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**
CASH FLOW	**-208.439 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**
		-193.890 €	-179.341 €	-164.792 €	-150.243 €	-135.694 €	-121.146 €	-106.597 €	-92.048 €	-77.499 €	-62.950 €	-48.401 €

K	5%
Valor Actual Neto	-6.656 €
TIR	4,68%
Periodo de recuperación	15 AÑOS

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
5.669 €	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**
27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €
1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €
6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €
2.500 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €
7.559 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €
1.890 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €
6.380 €	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**
2.500 €	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**
14.549 €	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**
-33.852 €	-19.928 €	-6.004 €	7.920 €	21.844 €	35.768 €	49.692 €	63.616 €	77.540 €	91.464 €	105.388 €	119.312 €	133.235 €	147.159 €

4. K-10%

AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
INVERSIÓN INICIAL	**-189.490 €**											
BENEFICIOS DESPUÉS DE IMPUESTOS		**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**
Ingresos anuales por venta		27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €
Costes de O&M		1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €
Amortización de la planta		6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €
Amortización de las baterías		2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €
Gestión de la ESCO		10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €
Beneficios antes de impuestos		7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €
Impuestos de sociedades (25%)		1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €
AMORTIZACIÓN DE LA PLANTA		**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**
AMORTIZACIÓN DE LAS BATERÍAS		**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**
CASH FLOW	**-189.490 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**
		-174.941 €	-160.392 €	-145.843 €	-131.294 €	-116.745 €	-102.196 €	-87.648 €	-73.099 €	-58.550 €	-44.001 €	-29.452 €

	0,9
K	4,95%
Valor Actual Neto	13.296 €
TIR	5,65%
Periodo de recuperación	14 AÑOS

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
5.669 €	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**
27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €
1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €
6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €
2.500 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €
7.559 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €
1.890 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €
6.380 €	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**
2.500 €	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**
14.549 €	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**
-14.903 €	-979 €	12.945 €	26.869 €	40.793 €	54.717 €	68.641 €	82.565 €	96.489 €	110.413 €	124.337 €	138.261 €	152.184 €	166.108 €

5. K+10%

AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
INVERSIÓN INICIAL	**-189.490 €**											
BENEFICIOS DESPUÉS DE IMPUESTOS		**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**	**5.669 €**
Ingresos anuales por venta		27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €
Costes de O&M		1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €
Amortización de la planta		6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €
Amortización de las baterías		2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €
Gestión de la ESCO		10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €
Beneficios antes de impuestos		7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €	7.559 €
Impuestos de sociedades (25%)		1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €	1.890 €
AMORTIZACIÓN DE LA PLANTA		**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**
AMORTIZACIÓN DE LAS BATERÍAS		**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**
CASH FLOW	**-189.490 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**	**14.549 €**
		-174.941 €	-160.392 €	-145.843 €	-131.294 €	-116.745 €	-102.196 €	-87.648 €	-73.099 €	-58.550 €	-44.001 €	-29.452 €

	1,1
K	5,5%
Valor Actual Neto	2.671 €
TIR	5,65%
Periodo de recuperación	14 AÑOS

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
5.669 €	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**	**7.544 €**
27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €
1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €
6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €
2.500 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €
7.559 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €	10.059 €
1.890 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €	2.515 €
6.380 €	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**
2.500 €	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**
14.549 €	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**	**13.924 €**
-14.903 €	-979 €	12.945 €	26.869 €	40.793 €	54.717 €	68.641 €	82.565 €	96.489 €	110.413 €	124.337 €	138.261 €	152.184 €	166.108 €

6. PRECIO-10%

AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
INVERSIÓN INICIAL	**-189.490 €**											
BENEFICIOS DESPUÉS DE IMPUESTOS		**3.937 €**	**3.937 €**	**3.937 €**	**3.937 €**	**3.937 €**	**3.937 €**	**3.937 €**	**3.937 €**	**3.937 €**	**3.937 €**	**3.937 €**
Ingresos anuales por venta		25.413 €	25.413 €	25.413 €	25.413 €	25.413 €	25.413 €	25.413 €	25.413 €	25.413 €	25.413 €	25.413 €
Costes de O&M		1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €
Amortización de la planta		6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €
Amortización de las baterías		2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €
Gestión de la ESCO		10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €
Beneficios antes de impuestos		5.249 €	5.249 €	5.249 €	5.249 €	5.249 €	5.249 €	5.249 €	5.249 €	5.249 €	5.249 €	5.249 €
Impuestos de sociedades (25%)		1.312 €	1.312 €	1.312 €	1.312 €	1.312 €	1.312 €	1.312 €	1.312 €	1.312 €	1.312 €	1.312 €
AMORTIZACIÓN DE LA PLANTA		**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**
AMORTIZACIÓN DE LAS BATERÍAS		**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**
CASH FLOW	**-189.490 €**	**12.816 €**	**12.816 €**	**12.816 €**	**12.816 €**	**12.816 €**	**12.816 €**	**12.816 €**	**12.816 €**	**12.816 €**	**12.816 €**	**12.816 €**
		-176.674 €	-163.858 €	-151.042 €	-138.225 €	-125.409 €	-112.593 €	-99.777 €	-86.960 €	-74.144 €	-61.328 €	-48.512 €

K	5%
Valor Actual Neto	-12.128 €
TIR	4,34%
Periodo de recuperación	15 AÑOS

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
3.937 €	**5.812 €**	**5.812 €**	**5.812 €**	**5.812 €**	**5.812 €**	**5.812 €**	**5.812 €**	**5.812 €**	**5.812 €**	**5.812 €**	**5.812 €**	**5.812 €**	**5.812 €**
25.413 €	25.413 €	25.413 €	25.413 €	25.413 €	25.413 €	25.413 €	25.413 €	25.413 €	25.413 €	25.413 €	25.413 €	25.413 €	25.413 €
1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €
6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €
2.500 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €
5.249 €	7.749 €	7.749 €	7.749 €	7.749 €	7.749 €	7.749 €	7.749 €	7.749 €	7.749 €	7.749 €	7.749 €	7.749 €	7.749 €
1.312 €	1.937 €	1.937 €	1.937 €	1.937 €	1.937 €	1.937 €	1.937 €	1.937 €	1.937 €	1.937 €	1.937 €	1.937 €	1.937 €
6.380 €	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**
2.500 €	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**
12.816 €	**12.191 €**	**12.191 €**	**12.191 €**	**12.191 €**	**12.191 €**	**12.191 €**	**12.191 €**	**12.191 €**	**12.191 €**	**12.191 €**	**12.191 €**	**12.191 €**	**12.191 €**
-35.696 €	-23.504 €	-11.313 €	878 €	13.069 €	25.260 €	37.452 €	49.643 €	61.834 €	74.025 €	86.216 €	98.408 €	110.599 €	122.790 €

7. PRECIO+10%

AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
INVERSIÓN INICIAL	**-189.490 €**											
BENEFICIOS DESPUÉS DE IMPUESTOS		**7.402 €**	**7.402 €**	**7.402 €**	**7.402 €**	**7.402 €**	**7.402 €**	**7.402 €**	**7.402 €**	**7.402 €**	**7.402 €**	**7.402 €**
Ingresos anuales por venta		30.034 €	30.034 €	30.034 €	30.034 €	30.034 €	30.034 €	30.034 €	30.034 €	30.034 €	30.034 €	30.034 €
Costes de O&M		1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €
Amortización de la planta		6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €
Amortización de las baterías		2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €
Gestión de la ESCO		10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €
Beneficios antes de impuestos		9.869 €	9.869 €	9.869 €	9.869 €	9.869 €	9.869 €	9.869 €	9.869 €	9.869 €	9.869 €	9.869 €
Impuestos de sociedades (25%)		2.467 €	2.467 €	2.467 €	2.467 €	2.467 €	2.467 €	2.467 €	2.467 €	2.467 €	2.467 €	2.467 €
AMORTIZACIÓN DE LA PLANTA		**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**
AMORTIZACIÓN DE LAS BATERÍAS		**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**
CASH FLOW	**-189.490 €**	**16.282 €**	**16.282 €**	**16.282 €**	**16.282 €**	**16.282 €**	**16.282 €**	**16.282 €**	**16.282 €**	**16.282 €**	**16.282 €**	**16.282 €**
		-173.208 €	-156.927 €	-140.645 €	-124.363 €	-108.082 €	-91.800 €	-75.518 €	-59.237 €	-42.955 €	-26.673 €	-10.392 €

K	5%
Valor Actual Neto	36.714 €
TIR	6,88%
Periodo de recuperación	12 AÑOS

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
7.402 €	**9.277 €**	**9.277 €**	**9.277 €**	**9.277 €**	**9.277 €**	**9.277 €**	**9.277 €**	**9.277 €**	**9.277 €**	**9.277 €**	**9.277 €**	**9.277 €**	**9.277 €**
30.034 €	30.034 €	30.034 €	30.034 €	30.034 €	30.034 €	30.034 €	30.034 €	30.034 €	30.034 €	30.034 €	30.034 €	30.034 €	30.034 €
1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €
6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €
2.500 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €
9.869 €	12.369 €	12.369 €	12.369 €	12.369 €	12.369 €	12.369 €	12.369 €	12.369 €	12.369 €	12.369 €	12.369 €	12.369 €	12.369 €
2.467 €	3.092 €	3.092 €	3.092 €	3.092 €	3.092 €	3.092 €	3.092 €	3.092 €	3.092 €	3.092 €	3.092 €	3.092 €	3.092 €
6.380 €	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**
2.500 €	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**
16.282 €	**15.657 €**	**15.657 €**	**15.657 €**	**15.657 €**	**15.657 €**	**15.657 €**	**15.657 €**	**15.657 €**	**15.657 €**	**15.657 €**	**15.657 €**	**15.657 €**	**15.657 €**
5.890 €	21.547 €	37.203 €	52.860 €	68.517 €	84.173 €	99.830 €	115.487 €	131.143 €	146.800 €	162.457 €	178.113 €	193.770 €	209.427 €

8. COSTES O&M-10%

AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
INVERSIÓN INICIAL	**-189.490 €**											
BENEFICIOS DESPUÉS DE IMPUESTOS		**5.766 €**	**5.766 €**	**5.766 €**	**5.766 €**	**5.766 €**	**5.766 €**	**5.766 €**	**5.766 €**	**5.766 €**	**5.766 €**	**5.766 €**
Ingresos anuales por venta		27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €
Costes de O&M		1.157 €	1.157 €	1.157 €	1.157 €	1.157 €	1.157 €	1.157 €	1.157 €	1.157 €	1.157 €	1.157 €
Amortización de la planta		6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €
Amortización de las baterías		2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €
Gestión de la ESCO		10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €
Beneficios antes de impuestos		7.688 €	7.688 €	7.688 €	7.688 €	7.688 €	7.688 €	7.688 €	7.688 €	7.688 €	7.688 €	7.688 €
Impuestos de sociedades (25%)		1.922 €	1.922 €	1.922 €	1.922 €	1.922 €	1.922 €	1.922 €	1.922 €	1.922 €	1.922 €	1.922 €
AMORTIZACIÓN DE LA PLANTA		**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**
AMORTIZACIÓN DE LAS BATERÍAS		**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**
CASH FLOW	**-189.490 €**	**14.645 €**	**14.645 €**	**14.645 €**	**14.645 €**	**14.645 €**	**14.645 €**	**14.645 €**	**14.645 €**	**14.645 €**	**14.645 €**	**14.645 €**
		-174.845 €	-160.200 €	-145.554 €	-130.909 €	-116.264 €	-101.618 €	-86.973 €	-72.328 €	-57.682 €	-43.037 €	-28.392 €

K	5%
Valor Actual Neto	13.651 €
TIR	5,72%
Periodo de recuperación	13 AÑOS

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
5.766 €	**7.641 €**	**7.641 €**	**7.641 €**	**7.641 €**	**7.641 €**	**7.641 €**	**7.641 €**	**7.641 €**	**7.641 €**	**7.641 €**	**7.641 €**	**7.641 €**	**7.641 €**
27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €
1.157 €	1.157 €	1.157 €	1.157 €	1.157 €	1.157 €	1.157 €	1.157 €	1.157 €	1.157 €	1.157 €	1.157 €	1.157 €	1.157 €
6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €
2.500 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €
7.688 €	10.188 €	10.188 €	10.188 €	10.188 €	10.188 €	10.188 €	10.188 €	10.188 €	10.188 €	10.188 €	10.188 €	10.188 €	10.188 €
1.922 €	2.547 €	2.547 €	2.547 €	2.547 €	2.547 €	2.547 €	2.547 €	2.547 €	2.547 €	2.547 €	2.547 €	2.547 €	2.547 €
6.380 €	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**
2.500 €	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**
14.645 €	**14.020 €**	**14.020 €**	**14.020 €**	**14.020 €**	**14.020 €**	**14.020 €**	**14.020 €**	**14.020 €**	**14.020 €**	**14.020 €**	**14.020 €**	**14.020 €**	**14.020 €**
-13.746 €	274 €	14.294 €	28.315 €	42.335 €	56.355 €	70.376 €	84.396 €	98.416 €	112.437 €	126.457 €	140.477 €	154.497 €	168.518 €

9. COSTES O&M+10%

AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
INVERSIÓN INICIAL	**-189.490 €**											
BENEFICIOS DESPUÉS DE IMPUESTOS		**5.573 €**	**5.573 €**	**5.573 €**	**5.573 €**	**5.573 €**	**5.573 €**	**5.573 €**	**5.573 €**	**5.573 €**	**5.573 €**	**5.573 €**
Ingresos anuales por venta		27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €
Costes de O&M		1.414 €	1.414 €	1.414 €	1.414 €	1.414 €	1.414 €	1.414 €	1.414 €	1.414 €	1.414 €	1.414 €
Amortización de la planta		6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €
Amortización de las baterías		2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €
Gestión de la ESCO		10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €
Beneficios antes de impuestos		7.431 €	7.431 €	7.431 €	7.431 €	7.431 €	7.431 €	7.431 €	7.431 €	7.431 €	7.431 €	7.431 €
Impuestos de sociedades (25%)		1.858 €	1.858 €	1.858 €	1.858 €	1.858 €	1.858 €	1.858 €	1.858 €	1.858 €	1.858 €	1.858 €
AMORTIZACIÓN DE LA PLANTA		**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**
AMORTIZACIÓN DE LAS BATERÍAS		**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**
CASH FLOW	**-189.490 €**	**14.453 €**	**14.453 €**	**14.453 €**	**14.453 €**	**14.453 €**	**14.453 €**	**14.453 €**	**14.453 €**	**14.453 €**	**14.453 €**	**14.453 €**
		-175.038 €	-160.585 €	-146.132 €	-131.680 €	-117.227 €	-102.775 €	-88.322 €	-73.870 €	-59.417 €	-44.964 €	-30.512 €

K	5%
Valor Actual Neto	10.934 €
TIR	5,58%
Periodo de recuperación	14 AÑOS

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
5.573 €	**7.448 €**	**7.448 €**	**7.448 €**	**7.448 €**	**7.448 €**	**7.448 €**	**7.448 €**	**7.448 €**	**7.448 €**	**7.448 €**	**7.448 €**	**7.448 €**	**7.448 €**
27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €
1.414 €	1.414 €	1.414 €	1.414 €	1.414 €	1.414 €	1.414 €	1.414 €	1.414 €	1.414 €	1.414 €	1.414 €	1.414 €	1.414 €
6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €
2.500 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €
7.431 €	9.931 €	9.931 €	9.931 €	9.931 €	9.931 €	9.931 €	9.931 €	9.931 €	9.931 €	9.931 €	9.931 €	9.931 €	9.931 €
1.858 €	2.483 €	2.483 €	2.483 €	2.483 €	2.483 €	2.483 €	2.483 €	2.483 €	2.483 €	2.483 €	2.483 €	2.483 €	2.483 €
6.380 €	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**
2.500 €	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**
14.453 €	**13.828 €**	**13.828 €**	**13.828 €**	**13.828 €**	**13.828 €**	**13.828 €**	**13.828 €**	**13.828 €**	**13.828 €**	**13.828 €**	**13.828 €**	**13.828 €**	**13.828 €**
-16.059 €	-2.232 €	11.596 €	25.423 €	39.251 €	53.078 €	66.906 €	80.734 €	94.561 €	108.389 €	122.216 €	136.044 €	149.871 €	163.699 €

10. COSTES ESCO-10%

AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
INVERSIÓN INICIAL	**-189.490 €**											
BENEFICIOS DESPUÉS DE IMPUESTOS		**6.419 €**	**6.419 €**	**6.419 €**	**6.419 €**	**6.419 €**	**6.419 €**	**6.419 €**	**6.419 €**	**6.419 €**	**6.419 €**	**6.419 €**
Ingresos anuales por venta		27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €
Costes de O&M		1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €
Amortización de la planta		6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €
Amortización de las baterías		2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €
Gestión de la ESCO		9.000 €	9.000 €	9.000 €	9.000 €	9.000 €	9.000 €	9.000 €	9.000 €	9.000 €	9.000 €	9.000 €
Beneficios antes de impuestos		8.559 €	8.559 €	8.559 €	8.559 €	8.559 €	8.559 €	8.559 €	8.559 €	8.559 €	8.559 €	8.559 €
Impuestos de sociedades (25%)		2.140 €	2.140 €	2.140 €	2.140 €	2.140 €	2.140 €	2.140 €	2.140 €	2.140 €	2.140 €	2.140 €
AMORTIZACIÓN DE LA PLANTA		**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**
AMORTIZACIÓN DE LAS BATERÍAS		**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**
CASH FLOW	**-189.490 €**	**15.299 €**	**15.299 €**	**15.299 €**	**15.299 €**	**15.299 €**	**15.299 €**	**15.299 €**	**15.299 €**	**15.299 €**	**15.299 €**	**15.299 €**
		-174.191 €	-158.892 €	-143.593 €	-128.294 €	-112.995 €	-97.696 €	-82.398 €	-67.099 €	-51.800 €	-36.501 €	-21.202 €

K	5%
Valor Actual Neto	22.863 €
TIR	6,19%
Periodo de recuperación	13 AÑOS

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
6.419 €	**8.294 €**	**8.294 €**	**8.294 €**	**8.294 €**	**8.294 €**	**8.294 €**	**8.294 €**	**8.294 €**	**8.294 €**	**8.294 €**	**8.294 €**	**8.294 €**	**8.294 €**
27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €
1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €
6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €
2.500 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
9.000 €	9.000 €	9.000 €	9.000 €	9.000 €	9.000 €	9.000 €	9.000 €	9.000 €	9.000 €	9.000 €	9.000 €	9.000 €	9.000 €
8.559 €	11.059 €	11.059 €	11.059 €	11.059 €	11.059 €	11.059 €	11.059 €	11.059 €	11.059 €	11.059 €	11.059 €	11.059 €	11.059 €
2.140 €	2.765 €	2.765 €	2.765 €	2.765 €	2.765 €	2.765 €	2.765 €	2.765 €	2.765 €	2.765 €	2.765 €	2.765 €	2.765 €
6.380 €	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**
2.500 €	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**
15.299 €	**14.674 €**	**14.674 €**	**14.674 €**	**14.674 €**	**14.674 €**	**14.674 €**	**14.674 €**	**14.674 €**	**14.674 €**	**14.674 €**	**14.674 €**	**14.674 €**	**14.674 €**
-5.903 €	8.771 €	23.445 €	38.119 €	52.793 €	67.467 €	82.141 €	96.815 €	111.489 €	126.163 €	140.837 €	155.511 €	170.184 €	184.858 €

11. COSTES ESCO+10%

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
4.919 €	**6.794 €**	**6.794 €**	**6.794 €**	**6.794 €**	**6.794 €**	**6.794 €**	**6.794 €**	**6.794 €**	**6.794 €**	**6.794 €**	**6.794 €**	**6.794 €**	**6.794 €**
27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €
1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €
6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €
2.500 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
11.000 €	11.000 €	11.000 €	11.000 €	11.000 €	11.000 €	11.000 €	11.000 €	11.000 €	11.000 €	11.000 €	11.000 €	11.000 €	11.000 €
6.559 €	9.059 €	9.059 €	9.059 €	9.059 €	9.059 €	9.059 €	9.059 €	9.059 €	9.059 €	9.059 €	9.059 €	9.059 €	9.059 €
1.640 €	2.265 €	2.265 €	2.265 €	2.265 €	2.265 €	2.265 €	2.265 €	2.265 €	2.265 €	2.265 €	2.265 €	2.265 €	2.265 €
6.380 €	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**
2.500 €	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**	**0 €**
13.799 €	**13.174 €**	**13.174 €**	**13.174 €**	**13.174 €**	**13.174 €**	**13.174 €**	**13.174 €**	**13.174 €**	**13.174 €**	**13.174 €**	**13.174 €**	**13.174 €**	**13.174 €**
-23.903 €	-10.729 €	2.445 €	15.619 €	28.793 €	41.967 €	55.141 €	68.315 €	81.489 €	94.663 €	107.837 €	121.011 €	134.184 €	147.358 €

AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
INVERSIÓN INICIAL	**-189.490 €**											
BENEFICIOS DESPUÉS DE IMPUESTOS		**4.919 €**	**4.919 €**	**4.919 €**	**4.919 €**	**4.919 €**	**4.919 €**	**4.919 €**	**4.919 €**	**4.919 €**	**4.919 €**	**4.919 €**
Ingresos anuales por venta		27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €	27.724 €
Costes de O&M		1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €	1.285 €
Amortización de la planta		6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €	6.380 €
Amortización de las baterías		2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €
Gestión de la ESCO		11.000 €	11.000 €	11.000 €	11.000 €	11.000 €	11.000 €	11.000 €	11.000 €	11.000 €	11.000 €	11.000 €
Beneficios antes de impuestos		6.559 €	6.559 €	6.559 €	6.559 €	6.559 €	6.559 €	6.559 €	6.559 €	6.559 €	6.559 €	6.559 €
Impuestos de sociedades (25%)		1.640 €	1.640 €	1.640 €	1.640 €	1.640 €	1.640 €	1.640 €	1.640 €	1.640 €	1.640 €	1.640 €
AMORTIZACIÓN DE LA PLANTA		**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**	**6.380 €**
AMORTIZACIÓN DE LAS BATERÍAS		**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**	**2.500 €**
CASH FLOW	**-189.490 €**	**13.799 €**	**13.799 €**	**13.799 €**	**13.799 €**	**13.799 €**	**13.799 €**	**13.799 €**	**13.799 €**	**13.799 €**	**13.799 €**	**13.799 €**
		-175.691 €	-161.892 €	-148.093 €	-134.294 €	-120.495 €	-106.696 €	-92.898 €	-79.099 €	-65.300 €	-51.501 €	-37.702 €

K	5%
Valor Actual Neto	1.722 €
TIR	5,09%
Periodo de recuperación	14 AÑOS

A