



COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

**GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS
INDUSTRIALES**

TRABAJO FIN DE GRADO

**EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UNA RESIDENCIA
UNIVERSITARIA Y AHORRO CON ENERGÍAS
RENOVABLES**

Autor: Pablo Querejeta Apalategui

Director: Luís Javier Mata García

Madrid

Septiembre de 2022

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título Eficiencia energética en una residencia universitaria y ahorro con energías renovables en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el curso académico 2021/22 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.

P. Querejeta

Fdo.: Pablo Querejeta Apalategui

Fecha: 06/ 09/ 2022

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Luís Javier Mata García

Fecha: 06/ 09/ 2022



Luis Javier Mata
2022.09.06
09:24:50 +02'00'



GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UNA RESIDENCIA UNIVERSITARIA Y AHORRO CON ENERGÍAS RENOVABLES

Autor: Pablo Querejeta Apalategui

Director: Luís Javier Mata García

Madrid

Septiembre de 2022

Agradecimientos

Me gustaría empezar con un sincero agradecimiento a mi familia, en especial a mis padres, Iñigo y Marta, y a mi hermana Carmen, por ser mis pilares fundamentales, marcar mi dirección en esta vida y por su infinito esfuerzo y paciencia. También quiero agradecer a mi tutor Luís Javier Mata, por ayudarme en todo este proceso y estar siempre disponible ante cualquier duda. A todos mis amigos que me han ayudado y permitido ser la persona que soy. Por último, agradecer a ICAI, por ofrecerme la oportunidad de estudiar la carrera que siempre he querido y haberme hecho disfrutar de infinidad de experiencias en estos inolvidables 4 años de grado.

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UNA RESIDENCIA UNIVERSITARIA Y AHORRO CON ENERGÍAS RENOVABLES

Autor: Querejeta Apalategui, Pablo

Director: Mata García, Luís Javier

Entidad colaboradora: Universidad Pontificia de Comillas (ICAI)

RESUMEN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en utilizar las energías renovables para mejorar la eficiencia y el ahorro energético de una residencia universitaria. Se realizará a través de la energía solar fotovoltaica, basándose en el análisis de consumo y producción de la instalación, además de presentar tanto un análisis económico de la opción seleccionada como un análisis de impacto medioambiental a través del programa Ce3x.

Palabras claves: fotovoltaica, eficiencia, energía, consumo, placas solares, ahorro

1. Introducción

La situación actual en el mundo de la energía y el incremento de la población hace que la demanda energética sea cada vez sea mayor y más difícil de conseguir. El incremento del precio de las energías convencionales y la escasez de recursos, además del daño irreparable al planeta, requiere urgentemente de una solución rápida, factible y sostenible con el medioambiente.

Ante esta situación, las energías renovables se presentan cómo la única vía en la actualidad que cumplan estos tres requisitos. El autoabastecimiento a través de energías limpias se puede conseguir en múltiples ámbitos, tanto en la industria cómo en hogares y residencias. Esta producción autogenerada es capaz de satisfacer la demanda energética de un edificio, en especial con la energía solar fotovoltaica, además de otras fuentes renovables.

En este caso particular, el proyecto se centrará en una residencia de estudiantes, ubicada en la calle Buendía 9 en Madrid. Este edificio cuenta con 10 viviendas, en las cuales vive un estudiante por cada vivienda.

2. Definición del proyecto

Para la implantación de las placas solares en el edificio, se debe saber qué producción se quiere lograr. El objetivo es conseguir la producción del 75% de la demanda de la residencia a través de energía solar. La demanda se calcula a través de los consumos de la comunidad. Entre los factores de la instalación, destaca la superficie útil, la orientación de las placas, la radiación solar o la temperatura de la región.

Una vez obtenidos estos datos, se procede a seleccionar los componentes de la instalación que maximicen el rendimiento general de la instalación. Estos componentes a elegir minuciosamente son la placa solar y el inversor en función de su eficiencia y rendimiento, además de exponer su disposición en la cubierta del edificio. Una vez seleccionados, se

calcularán el rendimiento general de la instalación para obtener la producción real que esta entrega.

Se realizará además un análisis económico para calcular tanto el presupuesto de la instalación como el ahorro que supone frente a otras alternativas convencionales. Se obtendrán valores que determinen la rentabilidad de la operación y si es aconsejable.

Para la certificación energética, se empleará el programa Ce3X, que permite estimar la calificación según las características del edificio. Se realizará la comparación entre la etiqueta energética antes y después de la implementación de la energía solar fotovoltaica.

3. Resultados

En primer lugar, se calcula que el 75% de la demanda exigida es aproximadamente 16.200 kWh/año. A continuación, se realiza un estudio del tejado para saber la superficie disponible, resultando ser 137,35 metros cuadrados. Se procede a buscar, dentro de un largo listado de módulos e inversores, la mejor combinación de ambos (eficiencia, rendimiento y configuración eléctrica) para su instalación.

El mejor resultado que satisface las variables presentadas anteriormente es el módulo STM220 F y el inversor IG-40. Su conexión es 3 ramas en las que cada rama tenga 9 paneles en serie y 2 en paralelo, formando un total de 54 módulos, ocupando una superficie de 67,18 metros cuadrados. La orientación de estos paneles es sur, con el ángulo de inclinación 45° del tejado.

En cuanto al análisis económico, los datos muestran que la operación es muy rentable (TIR: 33,85%), y también muy aconsejable (VAN: 23.579,52 euros) para los residentes. Por su lado, el LCOE es de 52,94 €/MW y el payback de la inversión es de 5 años. Estas cuatro mediciones son las más objetivas y realistas a la hora de hacer una inversión.

La certificación eléctrica muestra un gran cambio con la adición de las energías renovables. Tras el estudio del edificio (ventilación, demanda ACS, aislante térmico, etc.), se determina que antes de la implementación, su calificación era una D. Con las energías renovables cubriendo el 75% de la demanda, la calificación cambia a una A (máxima eficiencia energética).

4. Conclusiones

Tras las múltiples mejoras que la energía solar fotovoltaica trae a el edificio objeto de estudio, la implementación de estas es muy recomendable. Para basarse en esta afirmación, este trabajo se ha focalizado en la consecución de tres puntos: el energético, el económico y el medioambiental.

Se ha realizado una comparación que constata la mejora con fuentes renovables en el certificado energético, la disposición factible en la cubierta por la combinación del mejor inversor y mejor modelo de placa posible y por el fuerte ahorro económico que esta instalación conlleva en comparación con sustraer la energía de la red.

El cumplimiento de todos los objetivos, mostrados de forma numérica y científica, permite afirmar que las energías renovables pueden satisfacer correctamente el 75% de la demanda

deseada en la residencia de estudiantes. Queda constatado que las energías renovables no solo son el futuro, sino también el presente del mundo energético.

ENERGY EFFICIENCY IN A UNIVERSITY RESIDENCE AND SAVINGS WITH RENEWABLE ENERGIES

Author: Querejeta Apalategui, Pablo

Director: Mata García, Luis Javier

Collaborating entity: Comillas Pontifical University (ICAI)

PROJECT SUMMARY

The project consists of using renewable energies to improve the efficiency and energy saving of a university residence. It will be carried out through photovoltaic solar energy, based on the analysis of consumption and production of the installation, in addition to presenting both an economic analysis of the selected option and an environmental impact analysis through the Ce3x program.

Keywords: photovoltaic, efficiency, energy, consumption, solar panels, saving

1. Introduction

The current situation in the world of energy and the increase in population means that the energy demand is becoming greater and more difficult to achieve. The increase in the price of conventional energy and the scarcity of resources, in addition to the irreparable damage to the planet, urgently requires a quick, feasible, and environmentally sustainable solution.

Faced with this situation, renewable energies are presented as the only way currently that meets these three requirements. Self-sufficiency through clean energy can be achieved in many areas, both in industry and in homes and residences. This self-generated production is capable of satisfying the energy demand of a building, especially with photovoltaic solar energy, in addition to other renewable sources.

In this particular case, the project will focus on a student residence, located at Calle Buendía 9 in Madrid. This building has 10 dwellings, with which one student lives in each dwelling.

2. Project definition

For the implementation of solar panels in the building, you must know what production you want to achieve. The objective is to achieve the production of 75% of the residents' demand

through solar energy. The demand is calculated through the consumption of the community. Among the factors of the installation, the useful surface, the orientation of the solar panels, the solar radiation, or the temperature of the region stand out.

Once these data have been obtained, the installation components that maximize the overall performance of the installation are selected. These components to choose carefully are the solar panel and the inverter based on their efficiency and performance, in addition to exposing their layout on the roof of the building. Once selected, the general performance of the installation will be calculated to obtain the actual production that it delivers.

An economic analysis will also be carried out to calculate both the budget of the installation and the savings it represents compared to other conventional alternatives. Values will be obtained that determine the profitability of the operation and if it is advisable.

For energy certification, the Ce3X program will be used, which allows estimating the rating according to the characteristics of the building. A comparison between the energy label before and after the implementation of photovoltaic solar energy will be made.

3. Results

In the first place, it is calculated that 75% of the required demand is approximately 16,200 kWh/year. Next, a study of the roof is carried out to find out the available surface, resulting in 137.35 square meters. It proceeds to search, within a long list of modules and inverters, for the best combination of both (efficiency, performance, and electrical configuration) for its installation.

The best result that satisfies the variables presented above is the STM220 F module and the IG-40 inverter. Its connection is 3 sections in which they have 9 panels in series and 2 in parallel for each section, forming a total of 54 modules, occupying an area of 67.18 square meters. The orientation of these panels is south, with a 45° angle of inclination of the roof.

Regarding the economic analysis, the data show that the operation is very profitable (IRR: 33.85%), and also highly advisable (NPV: 23,579.52 euros) for residents. On the other hand, the LCOE is € 52.94 / MW and the payback of the investment is 5 years. These four measurements are the most objective and realistic when making an investment.

The electrical certification shows a great change with the addition of renewable energies. After studying the building (ventilation, DHW demand, thermal insulation, etc.), it is determined that before implementation, its rating was a D. With renewable energies covering 75% of the demand, the rating changes to an A (maximum energy efficiency).

4. Conclusions

After the multiple improvements that photovoltaic solar energy brings to the building under study, the implementation of these is highly recommended. To be based on this statement, this work has focused on achieving three points: energy, economics, and the environment.

A comparison has been made that confirms the improvement with renewable sources in the energy certificate, the feasible layout on the roof by the combination of the best investor and

best possible plate model, and the significant economic savings that this installation entails compared to subtracting energy from the network. The fulfillment of all the objectives, shown numerically and scientifically, allows us to affirm that renewable energies can correctly satisfy 75% of the desired demand in the student residence. It is confirmed that renewable energies are not only the future but also the present of the energy world.

Índice de la memoria

1.- INTRODUCCIÓN	20
1.1.- <i>Introducción energética</i>	20
1.2.- <i>Motivación</i>	22
2.- ESTADO DEL ARTE	24
2.1.- <i>Principales energías renovables</i>	24
2.2.- <i>Selección de energía renovable para aplicación</i>	25
2.2.1- <i>Energía eólica</i>	25
2.2.2- <i>Energía biomasa</i>	26
2.2.3- <i>Energía solar</i>	27
2.3.- <i>Energía solar fotovoltaica. beneficios e inconvenientes</i>	28
2.4.- <i>Principio funcionamiento energía solar fotovoltaica. componentes y tipos</i>	32
2.5.- <i>Certificado eficiencia energética. balance neto</i>	42
3.- CONTEXTO POLÍTICO	44
3.1.- <i>Pandemia Covid-19</i>	44
3.2.- <i>Conflicto Ucrania/Rusia</i>	45
3.3.- <i>Subida del precio de electricidad. medidas del Gobierno</i>	47
4.- OBJETIVOS	49
4.1.- <i>Objetivos proyecto</i>	49
4.2.- <i>Objetivos ODS</i>	50
4.3.- <i>Edificación de energía casi nula</i>	53
5.- PROGRAMAS A EMPLEAR	53
5.1.- <i>Excel</i>	54
5.2.- <i>Ce3x</i>	60
6.- NORMATIVAS PARA INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES FOTVOLTAICOS	64
6.1.- <i>Legislación sistema fotovoltaico</i>	64

6.2.- <i>Legislación de autoconsumo fotovoltaico (con $p < 15kw$ o $p < 100kw$ sin excedentes) ...</i>	65
6.3.- <i>Legislación adicional.....</i>	66
7.- DESCRIPCIÓN PROYECTO.....	66
7.1.- <i>Edificio buendía 9.....</i>	66
7.2.- <i>Selección módulo e inversor.....</i>	67
7.3.- <i>Descripción componentes de trabajo</i>	72
8.- CÁLCULOS.....	78
8.1.- <i>Disposición módulos e inversores</i>	78
8.2.- <i>Cálculos pérdida energía</i>	82
8.2.1.- <i>Fórmula para cálculos de pérdidas.....</i>	82
8.2.2.- <i>Cálculos de pérdidas.....</i>	83
8.3.- <i>Cálculos programa ce3x</i>	90
8.3.1.- <i>Fórmulas para el cálculo ce3x.....</i>	90
8.3.2.- <i>Cálculos programa ce3x.....</i>	91
9.- ESTUDIO VIABILIDAD ECONÓMICA	95
9.1.- <i>Coste de proyecto</i>	95
9.1.1.- <i>Sin empresa instaladora.....</i>	96
9.1.2.- <i>Con empresa instaladora.....</i>	99
9.1.3.- <i>Selección plan Económico</i>	100
9.2.- <i>Ahorros.....</i>	100
9.3.- <i>Rentabilidad y viabilidad</i>	102
10.- IMPACTO MEDIOAMBIENTAL	106
11.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	108
12.- FUTUROS DESARROLLOS. EDIFICIOS INTELIGENTES	110
13.- CONCLUSIONES.....	112
14.- BIBLIOGRAFÍA.....	114
15.- ANEXOS	131

Índice de figuras

Ilustración 1. Partes placa solar [17]	34
Ilustración 2. Conexionado en serie [18].....	36
Ilustración 3. Conexionado en paralelo [19]	36
Ilustración 4. Conexión serie/paralelo [20]	37
Ilustración 5. Inversor solar [21]	38
Ilustración 6. Batería solar [23]	39
Ilustración 7. Equipo de producción [24]	41
Ilustración 8. Net Metering [25].....	43
Ilustración 9. Estructura generación Red Eléctrica [30].....	47
Ilustración 10. Evolución precio luz por meses [31].....	48
Ilustración 11. Objetivos ODS [33].....	51
Ilustración 12. Esquema legislación según tipo de instalación [35].....	64
Ilustración 13. Imagen edificio calle Buendía 9 [38]	67
Ilustración 14. Esquema instalación a la red [39].....	72
Ilustración 15. Placa solar STM 210/220 F [40]	72
Ilustración 16. Inversor Fronius IG 40 [41].....	74
Ilustración 17. Soporte fijo de placa en cubierta inclinada [42}	75
Ilustración 18. Contador bidireccional MAXGE [43].....	76
Ilustración 19. Caja de protección de strings para instalaciones fotovoltaicas [44].....	77
Ilustración 20. Ángulo de inclinación y acimut [45]	84
Ilustración 21. Porcentajes máximo de pérdida de energía según ángulos [47].....	85
Ilustración 22. Relación Voc/Isc con respecto a temperatura [48].....	86

Ilustración 23. Datos generales Ce3X	94
Ilustración 24. Calificación energética sin energías renovables	106
Ilustración 25. Calificación energética con energías renovables	107

Índice de tablas

Tabla 1. Porcentajes generación energía España [2]	21
Tabla 2. Cuadro de Configuraciones FV	54
Tabla 3. Cuadro de Producción	58
Tabla 4. Tabla de consumos	68
Tabla 5. Combinaciones módulo e inversor 1	70
Tabla 6. Combinaciones módulo e inversor 2	71
Tabla 7. Configuración FV	78
Tabla 8. Producción	79
Tabla 9. Comparación consumo/producción	80
Tabla 10. Porcentaje producción/consumo	80
Tabla 11. Pérdidas máximas permitidas según IDEA [46]	84
Tabla 12. Caudal mínimo vivienda [49]	91
Tabla 13. Demanda de referencia a 60°C [50]	93
Tabla 14. Nº de personas según dormitorios [51]	94
Tabla 15. Valor de factor de centralización [52]	94
Tabla 16. Precio de componentes	96
Tabla 17. Costes directos	97
Tabla 18. Costes indirectos	98

Tabla 19. Gráfico precio medio electricidad [53]	101
Tabla 20. Resultados económicos	105

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- INTRODUCCIÓN ENERGÉTICA

La energía es el motor de toda actividad humana. El uso de ésta posibilita y facilita muchas de las tareas que el ser humano tiene que hacer en el día a día, como movilizarse para trabajar, comunicarse con el móvil o encender la calefacción en invierno. La demanda de este bien es completamente indispensable en la actualidad. Y esta tendencia se incrementará mientras el ser humano siga expandiendo su población, y con ello las ciudades.

El incremento de la población lleva de la mano un aumento de la demanda energética. En 1980, el consumo en España era de 97231 GWh, mientras que en 2021 fue de 256482 GWh, indicando un crecimiento de 265%. No solo se explica por un aumento poblacional (en 1980, 37,5 millones personas comparada frente a los 47,4 millones de personas de 2021) sino que también con un aumento de kWh consumido per capita (2583 comparado con 5407) Es decir, una persona consume de media el doble en 2021 que en 1980. [1]

La procedencia de la energía a utilizar puede ser de ámbito renovable o no renovable. Las fuentes de energía no renovable por norma general son dañinas para el ecosistema, además de ser recursos extremadamente limitados que implican la explotación del planeta. A día de hoy, la mayor parte de la energía obtenida proviene de las fuentes no renovables.

Sin embargo, la creciente concienciación con el medioambiente y la sostenibilidad del planeta ha impulsado a las energías renovables a ser una de los pilares de la generación de energía. El siguiente gráfico muestra el porcentaje de energía generada en España, diferenciándose entre renovable y no renovable.

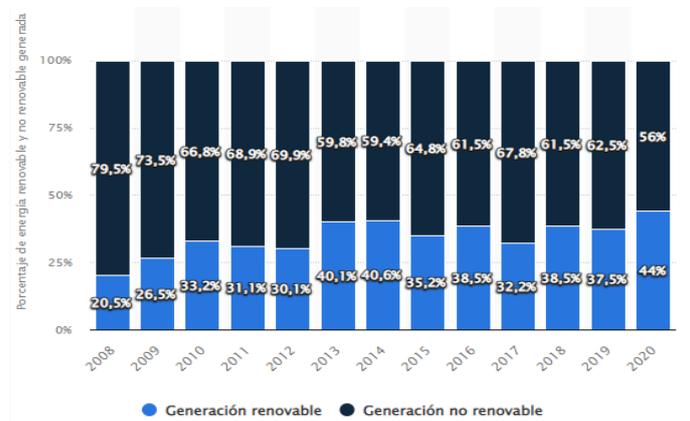


Tabla 1 Porcentajes generación energía España [2]

Este aumento gradual de la importancia de las energías renovables, además de la creciente necesidad de satisfacer la demanda energética, incita a estudiar en profundidad sobre las aplicaciones que estos tipos de energía tienen en la vida cotidiana.

Según un estudio realizado por IDEA (Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía), las familias representan torno al 36% del consumo total de energía, dividiéndose en un 18,5% en uso energético para la vivienda y el 17% al vehículo privado. [3]. Dado que aproximadamente una importante parte de la energía total consumida recae sobre las viviendas, el análisis en domicilios particulares y la implicación de energías resulta de vital importancia para el devenir energético renovable.

La transición energética supone un avance en el uso de las energías para satisfacer las necesidades humanas causando el menor impacto en el medioambiente posible. Las energías renovables es una de las únicas soluciones actuales que hace frente a esta cuestión, haciendo su análisis y estudio una cuestión urgente e importante para garantizar la sostenibilidad del planeta.

1.2.- MOTIVACIÓN

Al seleccionar un trabajo de TFG, el principal enfoque fue en tres cualidades fundamentales en las que se quiere profundizar: un trabajo relacionado con la rama de ingeniería eléctrica, una estrecha relación con el futuro inmediato de la humanidad y poder favorecer y apoyar de alguna forma la sostenibilidad del ecosistema.

El hecho de estudiar una carrera de ingeniería industrial (GITI) más una carrera en administración y dirección de empresas (ADE), limita el estudio en profundidad de ciertas materias y conceptos de otras ramas ingenieriles. Es por ello que se pretende expandir el conocimiento de ingeniería a alguna de las posibles ramas que no fueran organización, para adquirir un carácter más general y específico en otros ámbitos científicos.

Entre las ramas que se ofrecen, la que más importancia actual tiene es la eléctrica. La electricidad es uno de los descubrimientos que más ha cambiado el transcurso de la humanidad durante su breve instancia. Ejemplos claros de su aplicación son móviles, televisiones, bombillas, o a más grande escala, cómo cohetes espaciales, robótica o incluso calefacciones. Cómo se señalará a continuación en el trabajo, el uso inteligente de la electricidad y de sus instrumentos pueden cambiar radicalmente la vida diaria de una comunidad, tanto a nivel energético cómo económico, a la vez que ayudar al medioambiente.

Las energías renovables son a día de hoy la alternativa energética más viable para poder satisfacer la demanda humana mientras se respeta al máximo el medioambiente y el planeta. Realizar este trabajo permite y facilita acercarse a este tipo de obtención de energía. Conocer sus implicaciones y ventajas es clave para poder desarrollar e innovar en nuevos instrumentos que permitan mejorarlas, incrementando así la calidad de vida de las personas que se benefician de ella. Es importante también aprender cómo funcionan con un pensamiento en el futuro, porque en este caso, permitirá tener más información sobre sus usos en una materia que se está convirtiendo progresivamente en indispensable para cualquier ingeniero industrial.

El conflicto de Ucrania y Rusia tiene, entre muchos de sus daños colaterales, el corte de suministro de gas que satisface el 40% de la demanda energética en la UE. Esta falta de importación tiene que ser suplida por productos de autoabastecimiento u otras importaciones. Entre las soluciones disponibles, la más factible y con mejor prospecto de cara al medio y largo plazo son las energías renovables.

Tras una fuerte inversión por parte de la Comisión Europea, el desarrollo de tecnología e instalaciones de estas favorecerá su prosperidad entre los hogares. Es por ello vital realizar proyectos de instalaciones de autoabastecimiento para no tener que depender únicamente de los factores políticos externos. El caso de la energía solar fotovoltaica ha demostrado ser la líder en España a nivel de viviendas, por las que su estudio permitirá adquirir conocimiento sobre la revolución tecnológica que sacudirá a España en los próximos años.

Otro motivo por el cual elegir este proyecto es la creciente necesidad de encontrar soluciones para evitar los irreparables daños colaterales que dejan las grandes industrias energéticas a día de hoy. Es necesario enfocarse y desarrollar las nuevas formas para extraer energía sin afectar secundariamente al ecosistema. Estas energías renovables implican un ahorro importante en la emisión de CO₂ a la atmosfera. A nivel global, según un artículo del periódico La Vanguardia, “En 2019, por primera vez, estas emisiones (CO₂) quedaron estabilizadas. [...] Los factores más destacados de este balance positivo fueron “la disminución de las emisiones de la generación de electricidad de las economías avanzadas, gracias al papel creciente de las fuentes renovables (principalmente eólica y solar), el cambio de combustible del carbón al gas natural y una mayor generación de energía nuclear”, destaca la AFE”.^[4] Los paneles fotovoltaicos se posicionan en este sentido cómo una de las principales herramientas para obtener energía a partir de una fuente infinita cómo es el Sol.

Una de las razones principales para realizar este trabajo es demostrar que la instalación de paneles fotovoltaicos satisface una demanda necesaria además de poder ser económicamente viable y favorable para la comunidad. A través de los cálculos que se realizarán, junto con la instalación y planificación de los componentes necesarios, se confirmará la eficacia actual de la utilización de estos elementos.

Demostrar de forma matemática que la energía solar es una fuente viable para la supervivencia del ser humano es la manera más objetiva y plausible que existe. Es necesario dar un paso más hacia la revolución energética, y esto se comienza con las pruebas científicas que abalen su capacidad y potencial.

2.-ESTADO DEL ARTE

El primer paso para poder comenzar con el proyecto es determinar qué son las energías renovables, estudiando especialmente la energía solar fotovoltaica. Las energías renovables son, según recoge la página oficial de la ONU, “son un tipo de energías derivadas de fuentes naturales que llegan a reponerse más rápido de lo que pueden consumirse” [5]. Su generación produce menos emisiones que la quema de combustibles fósiles.

2.1.- PRINCIPALES ENERGÍAS RENOVABLES

A continuación, se dará a conocer brevemente cuáles son las principales energías renovables y sus características [6]:

Energía solar: capta la energía a través del Sol. Es la energía más abundante de todas. Su captación se realiza a través de placas solares. Las nuevas tecnologías permiten la aplicación de esta energía para producir calor, refrigeración, electricidad y combustible. El coste de instalación de estas placas es relativamente asequible en comparación con otros tipos de energías y garantizan un funcionamiento correcto durante 30 años.

Energía eólica: capta la energía a través del viento. Su producción potencial supera la demanda potencial estimada. Su captación se realiza a través de turbinas eólicas, produciendo electricidad. La localización de estas turbinas puede presentarse en tierra firme o en el mar.

Energía geotérmica: capta la energía térmica del interior de la tierra. Se extrae a través de pozos especializados, depositándose en depósitos geotérmicos. Su generación en electricidad es a través de la utilización de fluidos a varias temperaturas.

Energía hidroeléctrica: capta la energía a través del movimiento del agua. Es actualmente la mayor fuente de energía renovable dentro para obtener electricidad. Se genera a través de plantas hidroeléctricas, aplicadas tanto en embalses como en ríos. Su infraestructura es, sin embargo, dañina para los ecosistemas, por lo que es mejor su utilización a pequeña escala.

Energía oceánica: capta la energía a través de la energía térmica del mar, las olas, o corrientes de agua. Se encuentra en etapa experimental, innovando y buscando dispositivos que maximicen su extracción de energía, en especial para transformación en electricidad y calor. Su potencial teórico supera la necesidad energética a día de hoy.

Bioenergía: capta la energía a través de la biomasa. La biomasa es el conjunto de diversos materiales orgánicos cuya utilización es la producción de calor y electricidad. Se emplea en zonas rurales para dar iluminación, calefacción y cocina. La quema de esta biomasa forma gases de efecto invernadero a bajo nivel. Se utiliza a pequeña escala por sus posibles efectos negativos al ecosistema.

2.2.- SELECCIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE PARA APLICACIÓN

De entre las energías renovables explicadas anteriormente, se determinará cual es la energía más conveniente para ser instaurada en una residencia de estudiantes, destacando sus ventajas y desventajas para la correcta resolución del proyecto.

2.2.1- ENERGÍA EÓLICA

Las ventajas de la energía eólica es que es una energía 100% renovable, permite que la casa tenga autoabastecimiento o poder funcionar como sistema secundario y es una energía que no produce gases de efecto invernadero, añadiendo también que no contamina al ecosistema.

Las desventajas que conlleva este tipo de energía para su utilización en un edificio de vivienda sus múltiples. En primer lugar, el alto coste inicial que supone su instalación, rondando los 10000 euros. A continuación, se necesita grandes superficies de espacio para su instalación, situación que limita su implementación en muchas de los tejados de los hogares. Otro problema es la contaminación acústica causada por los autogeneradores que requiere su conexión al sistema. Una razón también es la elevada presencia de instalaciones defectuosas en hogares, provocando mala reputación y desconfianza.[7]

2.2.2- ENERGÍA BIOMASA

Las ventajas de la energía biomasa es su alta eficiencia o el bajo precio de los materiales a emplear. Al utilizar materiales residuales y orgánicos, su adquisición es considerablemente económica, puesto que son deshechos que en la gran mayoría de los casos, se generan de manera natural (hojas de árboles, ramas caídas) o que existen en abundancia (originados por actividad humana a diario) el económico mantenimiento de la instalación y la rápida amortización del sistema, además de poder regular y programar la calefacción.

Sin embargo, en cuanto a los aspectos negativos se pueden destacar su mala funcionalidad en establecimientos no rurales y espacios pequeños (por ende, mayores dificultades en entornos urbanos). No es recomendable utilizarlos en zonas que no estén relacionadas con la acumulación de deshecho orgánico, como el serrín, los deshechos ganaderos o incluso algunos residuos industriales. El escaso desarrollo que tiene a nivel urbano también hace dudar de su implantación en zonas residenciales, puesto que se focaliza más en zonas de ámbito rural.

Existe además posibles amenazas de descontrol o posibles fugas, que en caso de no controlarse puede acabar, en el peor de los casos, en quema del sistema, poniendo en jaque la integridad del edificio. En último lugar, la emisión de gases de efecto invernadero, aunque son a menor escala que la quema de combustibles, es un tema que se sigue intentando evitar, puesto que se está viendo que las ciudades tienen una transición hacia la emisión 0, por lo que esta energía en zona urbana no tendría una actividad prolongada a largo plazo.[8]

2.2.3- ENERGÍA SOLAR

Cabe resaltar en este grupo a dos tipos de energías solares para su uso en viviendas: energía solar térmica y energía solar fotovoltaica.

Energía solar térmica

Estos paneles solares consisten de tubos por donde fluye agua con anticongelante y al recibir directamente de la radiación del sol, este líquido eleva su temperatura y produce energía en forma de calor.

Entre sus ventajas destaca la alta eficiencia (en torno al 70%), su fácil instalación a niveles técnicos, la menor complejidad de tecnología que la fotovoltaica y su optimización para calentar el agua en comparación con otras energías renovables.

En cuanto a sus desventajas, resalta las pocas aplicaciones que tiene, puesto que solo puede calentar agua, que se emplea como calefacción solar o ACS (agua caliente sanitaria). Su poca durabilidad es otro de los elementos que dificulta su instalación, cuya esperanza de vida no suele superar los 10 años debido a los elementos corrosivos. El mantenimiento es más complejo que el de la placa solar fotovoltaica, por ejemplo, puesto que la corrosión vuelve a formar un factor importante en su empleo para hogares. En relación al precio, es un sistema de energía más costoso que la fotovoltaica, debido a mantenimientos constantes y sistemas internos. En los meses de invierno, puede sufrir problemas de congelación, empeorando así el rendimiento y eficacia del dispositivo.[9]

Energía solar fotovoltaica

Estos paneles solares consisten en células de silicio (pueden ser monocristalinas o policristalinas) que transforman la energía captada del sol en electricidad para la vivienda. Al conseguir transformar la energía del sol en electricidad, esta se puede aplicar a cualquier sistema que necesite carga eléctrica en la casa, ya sea calentar agua, funcionamiento de electrodomésticos, calefacción o iluminación.

Entre las ventajas de los paneles solares fotovoltaicos, se destaca su fiabilidad (30 años o más a buen funcionamiento), ningún tipo de congelación en la instalación, mantenimiento mínimo debido a alta fiabilidad, su utilidad para cualquier dispositivo eléctrico que necesite la vivienda, y sobre todo, un ahorro importante de energía (rondando el 60%), pudiendo llegar a satisfacer altas demandas de edificios de viviendas, abaratando costes y asegurando un ahorro energético importante en comparación con otros métodos convencionales.

A día de hoy, y gracias al avance de la fuerte inversión y avance en la tecnología fotovoltaica, es el tipo de energía solar predominante en los hogares a expensas de la energía térmica, que tiene menores aplicaciones [10]. Muestra de este gran impulso en la energía solar fotovoltaica a nivel no solo domiciliario, sino general, el 'Informe sobre el Estado Global de las Energías Renovables 2022' apunta que España alcanzó en 2021 su récord de capacidad en las instalaciones fotovoltaicas, llegando a un aumento de 4.9 GW, siendo un 44% más que en 2020. Para poner este dato en contexto global, supuso un 3% del aumento mundial con respecto a la energía solar fotovoltaica en 2021. [11]

Tras la descripción y comparación de las posibles energías renovables que se pueden emplear en el ámbito domiciliario, se decanta por la energía solar, en concreto con la energía solar fotovoltaica, dada su alta durabilidad, ahorro energético y capacidad para producir electricidad, útil para todo tipo de dispositivo eléctrico en la vivienda.

2.3.- ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA. BENEFICIOS E INCONVENIENTES

Una vez decidido el tipo de energía a utilizar, se procederá a explicar más detalladamente la implicación del uso de esta tecnología, beneficios e inconvenientes, y aplicaciones que pueden tener para el caso en concreto, la residencia de estudiantes en la calle Buendía 9 (Madrid).

Como se ha explicado de forma breve con anterioridad, la energía solar fotovoltaica es la energía producida por el sol para la generación de electricidad. Para la captación de esta energía solar se utilizan células de captación, que son materiales capaces de absorber partículas lumínicas (es decir, fotones), mientras liberan electrones. Este proceso, denominado efecto fotoeléctrico, es que permite la creación de la electricidad.

Esta producción de electricidad es una de las características principales por la que se ha seleccionado este tipo de energía, y es que la producción de electricidad permite la utilización de la gran mayoría de los elementos que se pueden encontrar en una casa. No se centra solo en calefacción o en la iluminación del complejo de viviendas, si no que permite también el funcionamiento correcto de otros sistemas, cómo la nevera, microondas, televisor...

La lucha contra el cambio climático es un tema candente que ha llevado a muchos gobiernos a tomar nuevas medidas para ralentizar o evitar este proceso destructor para el ecosistema. La energía solar y su captación no provocan gases que potencian el efecto invernadero, es decir, este tipo de energía no afecta en absoluto al calentamiento global y se posiciona como una alternativa fiable para la detención de este proceso.

Además de ser una solución viable para ponerle freno al calentamiento global, la energía solar fotovoltaica tampoco emite sustancias contaminantes o tóxicas al aire, acto que perjudicaría gravemente tanto al medioambiente, ecosistema y a los propios seres humanos. Su nulo impacto al ecosistema en términos de producción de gases tóxicos permite además solucionar un problema cada vez más grave, que es la escasez del agua.

Las alternativas convencionales dañan gravemente a los sistemas caudalosos de sus alrededores, imposibilitando la posibilidad de beber de estas aguas o teniendo que gastar millones de euros en plantas depuradoras para purificar estas aguas contaminadas y convertirlas así en aguas potables.

Tras el cambio de políticas de gran parte de los países modernos hacia alternativas verdes y no contaminantes, existe otra baza a favor de la energía solar. Todas las nuevas tecnologías

renovables están abaratándose, siendo así igual de competitivas a nivel económico que las energías convencionales.

Es más, la energía fotovoltaica es actualmente más barata que las energías típicas en gran parte del mundo. Esta alta competitividad entre renovables y no renovables hace viable la posibilidad de implementar las nuevas tecnologías verdes tanto en amplias zonas (explanadas) como en lugares reducidos (casas particulares) en lugar de las históricamente habituales. Es por esta razón que se está decidiendo aplicar este tipo de tecnologías en países en vía de desarrollo, como en las zonas interiores de África, donde se pueden encontrar grandes proyectos y trabajos enfocados en la implementación de la energía fotovoltaica por su bajo coste, fácil mantenimiento y rápido desplazamiento.

La instalación y utilización de estas placas solares permite que la energía se produzca en el mismo lugar donde está situado, es decir, se produce lo denominado “energía autóctona”[12]. Este factor propone una solución interesante a las incesantes necesidades de importar energía en nuestro país y poder ser capaces de tener una dependencia energética que se reduce a nivel local. Este mantenimiento puede producir multitud de beneficios a nivel local, favoreciendo la creación de nuevos puestos de trabajo y la contratación de más personas.

Cómo se ha mencionado numerosas veces, la energía solar fotovoltaica es inagotable, puesto que proviene de la extracción de energía proporcionada por el Sol, suministrador ilimitado de este bien. Al contar con esta fuente, la población puede desligarse de fuentes de energía que son limitadas y que ponen en riesgo tanto la viabilidad de su uso a medio y largo plazo (dependencia total para futuras generaciones si su uso sigue siendo continuado), como siendo un riesgo máximo y directo para la sostenibilidad del planeta. Con la energía solar, estos dos problemas se solucionan, puesto que la energía procedente del Sol se puede renovar y no produce efecto dañino en el medioambiente.

A diferencia de otros tipos de energía renovable, los paneles fotovoltaicos son por norma general silenciosos y discretos. Al no ser de un gran tamaño, su colocación en espacios

pequeños supone una ventaja a su favor, puesto que puede optimizar espacios de la cubierta aparentemente inutilizables y proporcionar energía a la comunidad.

Sin embargo, esta energía solar, cómo cualquier tipo de energía, tiene pequeños inconvenientes que han de tener presentes antes de su implementación.

En cuanto al costo de instalación inicial, se puede considerar un desembolso importante, dependiendo lógicamente del tamaño de la instalación que se quiera realizar y del tipo de módulo e inversos que se acoplen al sistema. Supone una gran inversión inicial en comparación con otras fuentes renovables, circunstancia que puede disuadir al consumidor de efectuar dicho desembolso.

Existe una dependencia de clima y de la incidencia del Sol. Está comprobado que las sombras y los días de nublado bajan el rendimiento de las placas solares, generando así menor energía de la posiblemente demandada. Es un factor importante a tener en cuenta, y la localización de estas placas solares es recomendable en hacerse dónde existan muchas horas de incidencia directa del Sol sin impedimentos como los mencionados anteriormente. Es preferible la instalación en zonas de pocos cambios con respecto al tiempo para garantizar una funcionalidad correcta de la instalación.

El exceso de temperatura en la región puede aumentar las pérdidas y bajar el rendimiento de la instalación, menor eficiencia y una menor potencia de salida, provocando así deterioro de los materiales que forman la placa solar. Los inversores también sufren por las variaciones extremas del clima, puesto que suelen funcionar correctamente en temperaturas que oscilan entre los 0°C y los 40°C.

Otro problema es el precio de los almacenadores de energía, ya que suelen ser elevados y no tienen la durabilidad que los demás componentes de la instalación. Se está invirtiendo mucho tiempo y tecnología en almacenadores eléctricos, no solo a nivel de viviendas, si no a cualquier otro nivel eléctrico. Este rápido desarrollo implicará que un antiguo almacenador seleccionado para la vivienda pueda quedarse obsoleto en comparación con un nuevo almacenador más potentes en pocos años.

2.4.- PRINCIPIO FUNCIONAMIENTO ENERGÍA SOLAR FOTVOLTAICA. COMPONENTES Y TIPOS

Las instalaciones solares fotovoltaicas cuentan con varios componentes para poder producir la electricidad deseada. Es necesario primero explicar el proceso transformación de radiación solar a electricidad paso a paso y luego desarrollar los componentes que entran en acción. Estos son los pasos que describen el proceso de captación y transformación de energía [13]:

1.- El primer paso consiste en la captación de la energía solar a través de los paneles solares. El Sol incide con fotones en forma de radiación solar que son capturados por la superficie cristalina de la placa solar.

2.-Al capturar los fotones, las células fotovoltaicas transforman esa radiación solar en electrones mediante el mencionado efecto fotovoltaico. La corriente creada es corriente continua.

3.- La corriente continua creada no sirve para poder complacer la satisfacción de un edificio, que se compone de corriente alterna. Para ello, es necesaria la función del inversor, que cambia de corriente continua a alterna, para que se pueda utilizar en el día a día de una vivienda.

4.- La corriente se distribuye en función de la demanda de los consumos. Para las instalaciones solares conectadas a la red, si la producción es mayor que la demanda, se creará un excedente que se almacenará en la batería eléctrica. Otra solución a esta sobreproducción es su inyección a la red eléctrica. Por el contrario, si la electricidad generada no es suficiente para cubrir la demanda, la diferencia será contrarrestada con la extracción de energía procedente de la red eléctrica. Para las instalaciones solares aisladas, la inyección o extracción de la red no procede.

Una vez explicado el proceso fotovoltaico, se distinguirán entre los tipos de instalaciones fotovoltaicas que existen:

Instalación fotovoltaica a la red

Es un tipo de complejo eléctrico que vierte la energía generada sobrante a la red, de igual forma que cualquier generador eléctrico. De la misma forma, se alimenta de la electricidad proveniente de la red para poder completar su consumo si fuera necesario. Es necesario contratar por tanto el suministro de luz con alguna compañía en caso de necesitar este extra de energía. La potencia de los sistemas de autoconsumo tiene un rango entre los 1.5 kW y los 100 kW.[14]

Instalación fotovoltaica aislada

Este tipo de instalación no cuentan con el apoyo de la red, siendo necesario que cubran su propia demanda al 100%. Para poder conseguir este objetivo, es necesario que cuenten con baterías solares integradas que almacenen el excedente de energía para poder ser usado en algún momento del día donde se necesite. Tiene mayor autonomía que la instalación conectada a red. Se suele utilizar en zonas rurales, como en campos muy amplios, o cómo viviendas unifamiliares.

Una vez explicados los dos tipos de instalaciones, se da paso a explicar los componentes necesarios en una instalación fotovoltaica:

a) Paneles o módulos fotovoltaicos

Son placas solares donde se transforma la luz solar en un campo eléctrico que posteriormente fluye hacia los cables conductores. Están formadas por células, que es verdaderamente el encargado de generar energía. Las células están formadas por dos semiconductores, tipo p y tipo n, cuya unión es p-n. Esta unión crea un campo eléctrico, puesto que los electrones excitados se mueven hacia el lado positivo p y los denominados huecos (cargadas positivamente) hacia el negativo n. La energía del fotón se transfiere al electrón que está en el material semiconductor. Esta excitación produce que el electrón se mueva libremente por el material, creando de esta forma corriente eléctrica en la propia célula.[15]

Es necesario puntualizar que en las placas solares el rendimiento y la eficiencia son dos cosas distintas. Aunque ambas se centren en explicar la energía que se genera en función que la que se recibe, la eficiencia se mide bajo condiciones óptimas (por ejemplo, recibiendo una irradiancia de 1000 W/m²), mientras que el rendimiento es la medida bajo comportamiento real. Los paneles solares están formados por varias capas distintas.[16]

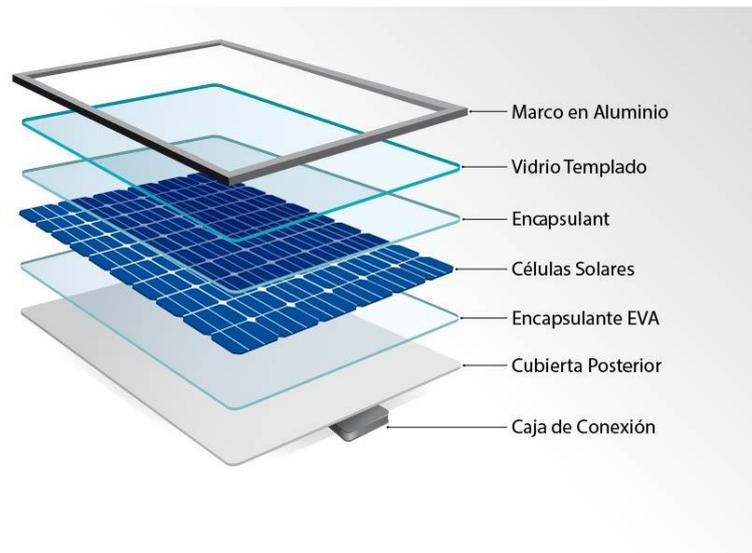


Ilustración 1 Partes placa solar [17]

Capa de silicio: facilita flujo de energía y la creación del campo eléctrico. Se fabrica a partir de arena y se corta en capas. Dependiendo del tratamiento del silicio, que marcará el tipo de célula y por ello, placa, se diferencian varios tipos:

- *Monocristalinas:* su objetivo es alcanzar la mayor pureza posible de la célula, consiguiéndose mediante la partición de un bloque de silicio en obleas. Es el tipo de panel solar con más rendimiento y eficiencia. Su inversión inicial es más costosa, pero garantiza mayor vida útil.
- *Policristalinas:* fundición del silicio y vertido en moldes para formar cristales de silicio. Mayor impureza en este proceso, que se traduce en menor eficiencia y rendimiento. Su inversión es menos costosa que la monocristalina.

- *Capa fina*: no es la unión de varias células, como en los casos anteriores. El silicio se lamina a medida y se instala en los módulos. Tiene menor densidad de potencia, lo que se traduce en la necesidad de mayor espacio. Es una opción económica, pero la degradación del rendimiento anual es mayor que en las otras alternativas.

Soporte metálico y bandas conductoras: debido a la fragilidad de la capa de silicio, es necesario tener un soporte de carácter metálico para mantener la estructura, además de bandas conductoras que permitan circular a la corriente hacia los otros componentes de la instalación.

Capa antirreflectante: se sitúa en la parte superior de las células solares, Es una lámina que mejora la eficiencia del panel, debido a la alta reflexión que tiene el silicio (30%). La onda solar reflejada en la parte superior de la lámina esta desfasada con respecto a la reflejada en el semiconductor, produciendo que interfieran entre si, y destruyéndose mutuamente.

Capa de vidrio y marco: la cubierta sirve de protección contra los problemas causados por elementos externos como el clima. Si el vidrio es de baja calidad, se enturbiaría y el panel solar perdería rendimiento rápidamente. El marco de aluminio suele conectar con el resto de la estructura y simplifica el mantenimiento de la placa, puesto que es relativamente sencillo de montar.

Caja de conexionado: elemento donde todas las celdas se interconectan. Permite que el flujo solo circule hacia un lado, puesto que tiene diodos de derivación que evita corrientes procedentes del inversor hacia la placa.

Estos paneles tienen dos tipos de conexiones: conexión en serie y conexión en paralelo.

Conexión en serie: con este tipo de conexión se consigue la suma de tensiones unitarias de todos los paneles que estén en serie. La corriente que circula por todos ellos la marca la menor corriente. Su conexión es del cable positivo de una placa con el negativo de la otra, como se puede apreciar en la siguiente imagen:

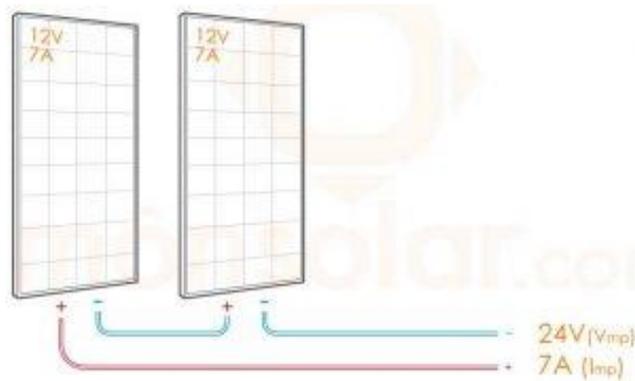


Ilustración 2 Conexión en serie [18]

Conexión en paralelo: con este tipo de conexión se obtiene una corriente de salida igual a la suma de cada una de las placas, y una tensión unitaria marcada por la menor de las tensiones de las placas. Su conexión es el cable negativo de una placa con el lado negativo de la otra placa, como se puede apreciar en la figura.

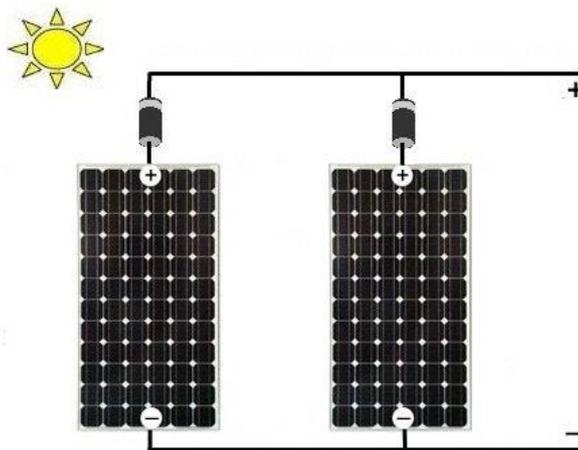


Ilustración 3 Conexión en paralelo [19]

Conexión serie/paralelo: es la combinación de las dos conexiones anteriores. Se obtiene la suma de todas las corrientes que circulan por el circuito en paralelo y las sumas de las tensiones de las placas conectadas en serie. Este es el esquema de la conexión de esta instalación:

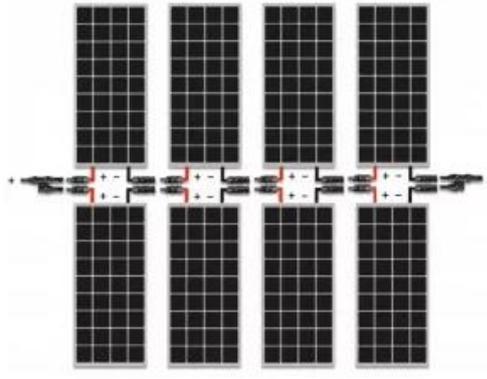


Ilustración 4 Conexión serie/paralelo [20]

b) Inversor

La función del inversor es transformar la corriente continua procedente de los paneles solares en corriente alterna para poder ser utilizada por los electrodomésticos de la vivienda. La transformación se consigue a través de electrónica de potencia, como transistores o condensadores, que consiguen transformar la corriente de lineal a sinusoidal. El proceso genera calor que ha de ser disipado para asegurar la eficiencia de la transformación. Además de convertir la corriente, estabiliza las ondas eléctricas, mejorando la calidad de la corriente y tiene un sistema de control y seguimiento que supervisa el correcto funcionamiento de la instalación.



Ilustración 5 Inversor solar [21]

Existen varios tipos de inversores, de los cuales destacan los siguientes [22]:

Inversor de cadena: óptimo para pequeñas instalaciones solares, estando instalado generalmente en el interior de las casas. Único inversor para toda la instalación. Son económicos y su mantenimiento es sencillo. Como desventaja existe el “cuello de botella”, produciendo la misma energía que el menor de los paneles, siendo su rendimiento ligado al correcto mantenimiento de las placas.

Sistema de microinversores: cada placa tiene un inversor propio integrado. Tienen mayor eficiencia que los de cadena y permite controlar cada panel de forma individual, detectando cualquier problema rápidamente. Por el contrario, son más difíciles de mantener (subir al tejado a repararlo) y más caros.

Optimizadores de potencia: se sitúan en la cubierta, de forma separada o conjunta a la placa. Se envía toda la energía al inversor central. Regula el voltaje de salida de corriente, haciendo que el inversor principal aproveche mejor la energía recibida. Como desventaja, este optimizador necesita de un inversor principal porque no puede transformar la corriente a alterna por sí solo. Su mantenimiento es caro y complejo.

c) Batería

Son acumuladores eléctricos que almacenan energía eléctrica que se genera en la placa solar a través de un proceso electroquímico. Se reserva la energía de las horas de mayor radiación solar y se utiliza por la noche, cuando no haya Sol. En ocasiones es mejor verter la energía excedente a la red en vez de almacenarla, reduciendo así la factura de la luz. La batería está formada por acumuladores de 2V, suministrando corriente continua a 6, 12, 24 y 48V. Suele tener una vida útil de entorno a los 10 años.



Ilustración 6 Batería solar [23]

Las baterías transforman la energía eléctrica en energía química mediante la sumersión de una placa positiva y negativa en un electrolito. Cuando la batería se descarga, la composición de plomo es similar en las dos placas, por lo cual disminuye la tensión entre ambas y se transforma la energía química en eléctrica otra vez.

Las características más importantes de la batería solar son la capacidad que tengan (intensidad que se puede obtener tras una descarga completa de la batería), eficiencia de carga (relación de energía utilizada y almacenada), autodescarga (descarga eléctrica sin uso) y profundidad de descarga (% de energía obtenida de descarga al tener carga plena). Entre los distintos tipos de batería para solar fotovoltaica, destacan:

Monoblock: batería más asequible con una eficacia del 85%. Su base de acumulación es un proceso químico que emite gases y necesita estar en un habitáculo con ventilación. Requiere un mantenimiento elevado y su vida útil dura de media 5 años.

AGM (Absorbent Glass Mat): misma química que Monoblock pero con malla de fibra de vidrio, aumentando durabilidad y estabilidad. Mantenimiento mínimo, puesto que cuenta con sistema de regulación de gases, almacenándose sin problema y soportando bajas temperaturas.

Estacionarias: principio químico similar a Monoblock (plomo y ácido), conectando los 2V en serie, permitiendo ajustar potencia según la necesidad. Alta capacidad, mitiga bien el efecto de los picos de consumos altos, sin necesidad de situarlo en habitación abierta, con una vida útil de 20 años, a pesar de ser un producto muy caro.

Litio: es la mejor batería, alcanzando un aprovechamiento energético cercano al 100% sin sufrir descargas completas. Óptimo para sistemas inteligentes de almacenamiento, con escaso mantenimiento y unos 20 años de vida útil. Precio más elevado que los anteriores

d) Contador bidireccional

Es un dispositivo que contabiliza la energía que discurre en una instalación en dos sentidos: de la red al usuario y del usuario a la red. El contador calcula la diferencia entre la energía producida y la consumida, inyectando a la red la sobrante si fuera necesario. Es indispensable para instalaciones de autoconsumo que generen excedentes, puesto que supone un ahorro importante en la factura al poder comercializar la energía sobrante de una vivienda.

e) Equipo de protección

La instalación fotovoltaica suele tener un sistema de protección en caso de producirse una sobrecarga que ponga en peligro la integridad de la vivienda o de sus habitantes. Al ser un sistema que mezcla tanto corriente continua como alterna, es necesario la protección eléctrica de ambos tipos.

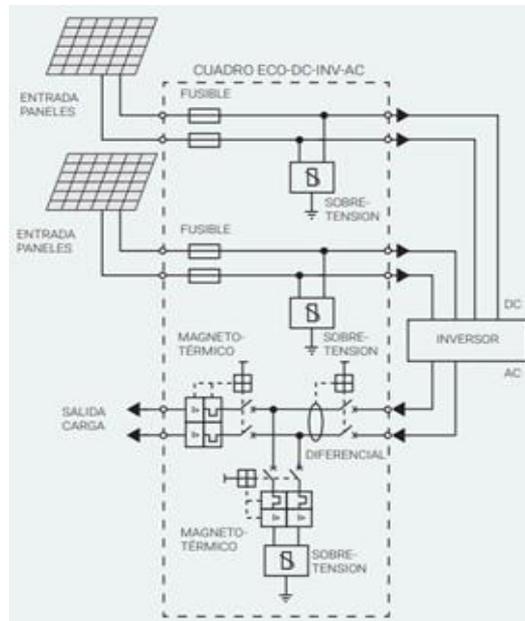


Ilustración 7 Equipo de producción [24]

En el ámbito de protecciones en continua, existen los fusibles fotovoltaicos, que protegen al módulo de corrientes cuando se supere el amperaje máximo del inversor, sirviendo como elemento de corte para tensiones elevadas en corriente continua. Para la protección en alterna, existe el interruptor diferencial, que protege a las personas de fugas por fugas de corriente e instalaciones a los cortocircuitos.

Las protecciones de sobretensión, igualmente que los fusibles en continua, protege los módulos e inversores de altas tensiones. Desvía estas tensiones por el cable conectado a tierra. También puede destacarse el interruptor magnetotérmico, que corta la corriente cuando supera el calibre de la protección por cortocircuitos, o el diferencial superinmunizado, que se adapta a los saltos en el diferencial por el paso de corriente continua a red alterna.

2.5.- CERTIFICADO EFICIENCIA ENERGÉTICA. BALANCE NETO

El certificado energético es un documento que especifica el nivel de eficiencia energética que tiene un edificio determinado, diferenciándose según letras y colores. El rango empieza desde la A (verde oscuro), siendo la calificación más eficiente y finaliza en la G (rojo) que indica el más ineficiente. El propósito principal es indicar el precio que un propietario del edificio tiene que pagar por utilizar electricidad u otras funciones, además de plasmar el consumo de CO₂ que cualquier actividad en el edificio conlleva.

Entre la información que proporciona el Certificado de Eficiencia Energética, se pueden encontrar la identificación del edificio, la descripción de las características energéticas del edificio, la clasificación de eficiencia energética y alguna recomendación para su mejora. Desde 2013, con el Real Decreto 235/2013, toda propiedad tiene obligación de tener el certificado con el rendimiento energético que esta misma posea.

La aplicación de energía renovables a los edificios siempre tiene un impacto positivo en el certificado energético de una vivienda. Su instalación implica una reducción sustancial en el consumo energético del edificio en cuestión. Otro punto a favor son las bajas emisiones de CO₂ (reducción de entorno al 80%), puesto que se tratan de energías limpias y sostenibles con el medioambiente.

Estas dos características principales son las que suponen una mejora de la eficiencia energética del edificio, y por tanto una mejor valoración en el certificado energético. Al emplear energías renovables, y en especial las placas solares, existe una clara mejora en el Certificado de Eficiencia Energética, obteniendo generalmente clasificaciones altas, como la A o la B.

Balance Neto

Un punto que facilita la consecución de un buen registro en el certificado y fomenta la implantación de energías renovables es el Balance neto. Este modelo plantea una relación eléctrica entre la instalación fotovoltaica de autoconsumo y la red eléctrica, donde se

producen cambios de electricidad, disminuyendo de esta forma la factura de luz de los propietarios y la menor dependencia sobre la producción externa para el consumo de la comunidad.

El balance neto estipula que en caso de sobreproducción por parte de las placas solares (energía excedente para la comunidad), la energía se puede inyectar a la red, abaratando costes en la factura de la luz. Si, por el contrario, la producción de autoabastecimiento no es suficiente, se recurre a la red eléctrica para cubrir esa necesidad, recibiendo la tarifa de la compañía que se tiene contratada.

Este proceso económico se llama Net Metering, que consiste en una facturación donde en el mismo contrato de suministro el consumidor consume y genera energía, dependiendo del momento del día. El sistema se lleva a través de un contador, que contabiliza la energía que se recibe y se inyecta a la red. En la siguiente gráfica se puede observar cómo funciona este sistema, apreciándose la actividad de la plantación fotovoltaica con respecto a la hora del día.

Posibles situaciones al usar Net Metering

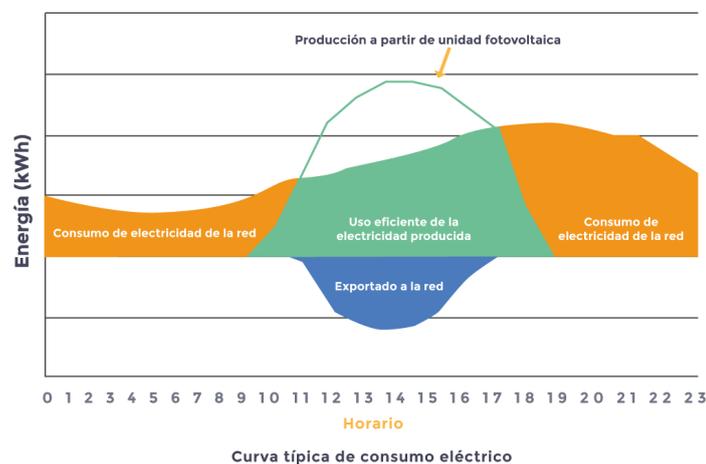


Ilustración 8 Net Metering [25]

Se puede observar que en las horas donde no hay sol, la captación solar se reduce a 0, siendo necesario el consumo de energía proveniente de la red eléctrica según la demanda

en cada momento de día. Nótese cómo durante el periodo del día donde se absorbe la luz, existe un excedente de luz, puesto que la producción de las placas es mayor a la demanda. Esta energía sobrante se exporta directamente a la red, recibiendo una remuneración económica por su contribución a la red.

3.- CONTEXTO POLÍTICO

3.1.- PANDEMIA COVID-19

La pandemia Covid-19 ha dejado, y sigue dejando, una marca en la historia de la humanidad sin precedentes. El fuerte impacto que ha tenido en todas las economías del mundo ha hecho replantearse a los gobiernos sus proyectos de futuro y cómo van a actuar para solventar esta crisis financiera en la que se ven sumergidos. Uno de los puntos a estudiar y de vital importancia es qué impacto tiene esta pandemia en la transición energética hacia opciones renovables.

Antes de la crisis provocada por la pandemia, se perfiló un plan en la UE para propulsar las medidas sostenibles y renovables en el ámbito energético. Como bien se estipuló en el Pacto Verde, la Comisión Europea tiene de objetivo prioritario la neutralidad climática de la UE en 2050. A raíz de la pandemia, las energías renovables han sido seleccionadas para tomar un papel vital en la recuperación energética europea.

Según la Asociación de Empresas de Energías Renovables, el parón generalizado en todos los sectores no tuvo el mismo impacto en el de las energías renovables, pero sí existió un cierto descenso en la construcción de energía solar, debido, lógicamente a la preocupación de no saber la forma en la que la economía se puede recuperar. El retraso de licencias y permisos para la construcción de plantas fotovoltaicas, impactando también en la energía potencial que podía haberse desarrollado de haberse llevado a cabo estos proyectos.

A pesar de este freno a la construcción fotovoltaica, durante los meses de marzo y abril, se afianzó la energía renovable ante la bajada de la demanda y precios eléctricos. Esta situación se tradujo en una producción del 50% de electricidad a través de eólica y también fotovoltaica, confirmando la potencia y fiabilidad de estas alternativas verdes. La confirmación de que las energías renovables podían jugar un factor clave no impactó a los gobiernos mundiales, puesto que la inversión en estos proyectos en 2020 se mantuvo en una línea descendente.

El Gobierno de España, en plena crisis pandémica, decidió lanzar la *Ley de cambio climático y transición energética* como posible salida frente al coronavirus. Entre los muchos puntos que se discuten, prevalece la emisión 0 de Co2 en 2050 y el 100% de la producción energética venga de energías limpias y sostenibles, estableciendo bases regulatorias de forma que se puedan realizar las inversiones en dicho sector. Centrarón a las energías renovables como uno de los ejes para poder salir de la crisis.[26]

A su vez, se comprometió a realizar una fuerte inversión de 200.000 millones de euros entre 2021 y 2030, siendo un 70% del capital privado y el resto del público, facilitando la transición hacia las energías verdes. Se estima la creación de entre 250.000 y 350.000 nuevos puestos de trabajo en 2030 a raíz de estas medidas.[27]

3.2.- CONFLICTO UCRANIA/RUSIA

El conflicto ucraniano y ruso ha sacudido recientemente al balance energético en toda la UE. Para entender el porqué de esta situación, se resume brevemente la razón por la que Ucrania y Rusia están en guerra y las repercusiones a nivel energético que esta situación genera. En 1954 el líder de la unión soviética Nikita Jrushchov, debido a la fuerte presión social, hizo que Crimea pasara de manos rusas a ucranianas, todo ello bajo el mismo manto de la Unión Soviética. Tras el colapso de la unión Soviética en 1991 y la independencia de Ucrania, se produce un acercamiento de Ucrania hacia la Unión Europea, elaborándose un Acuerdo de Asociación en 2012 entre ambas partes.

Debido a la fuerte presión rusa, el presidente ucraniano, Viktor Yanukovich, decidió suspender el acuerdo, provocando numerosos disturbios en la plaza de Independencia de Kiev y dando paso a grupos proeuropeos, nacionalistas y de extrema derecha, llamado Euromaidán. Tras la huida del país del presidente ucraniano Yanukovich en febrero del 2014, grupos armados prorrusos con el apoyo armamentístico de Moscú, capturaron instituciones principales en la península de Crimea, convocando un referéndum de Independencia que acabaría con la anexión de este territorio a Rusia.

Este movimiento militar y político provocó la expulsión de Rusia del G-8, mostrando un claro distanciamiento entre países Occidentales y Rusia, acompañado de duras sanciones económicas por parte de la UE sobre el país soviético. Meses después, las fuerzas prorrusas combatieron contra el ejército ucraniano y terminaron anexionando el territorio de Donbás, en el este de Ucrania. La OTAN acusó directamente a Rusia por estos altercados, negándolos desde Moscú.

El conflicto de fondo reside en la negativa de Putin de tener a la OTAN influenciando y anexionando países fronterizos con Rusia, cómo es el caso de Ucrania. Otra de las razones de conflicto es el bloqueo del gasoducto Nord Stream II, una enorme instalación que conecta Rusia y Alemania con fines energéticos. Actualmente, la mayor parte del gas ruso que la UE demanda llega a partir de Ucrania, que lo transporta a su vez al resto de países de la UE. El bloqueo del Nord Stream II por parte de la UE evita que Rusia pueda presionar a Ucrania a cortar el canal de transporte ucraniano y utilizar el nórdico.

Actualmente, el transporte de gas ruso a la UE reporta unos \$2000 millones anuales a Ucrania. El actual presidente ucraniano consideró que el corte de suministro ruso a través de Ucrania puede utilizarse cómo un arma geopolítica, ya que no hay ningún impedimento para un potencial ataque ruso.[28]

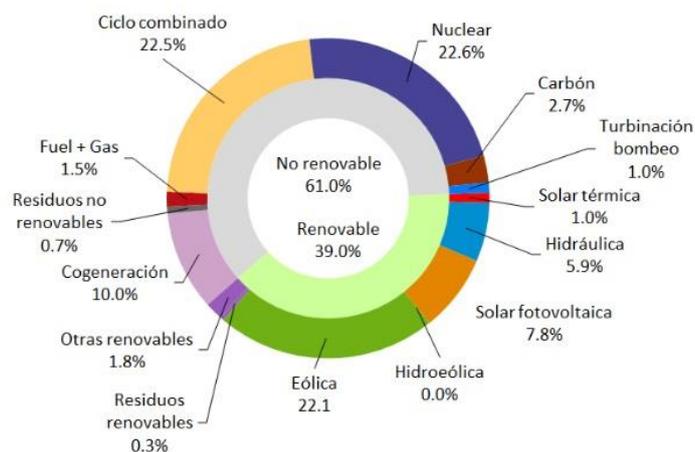
En mayo del 2022, la Comisión Europea prevé una inversión de 210.000 millones de euros para cortar la dependencia energética sobre Rusia. Su principal misión es impulsar las energías renovables (86.000 millones de euros, intención de que sean el 45% de la

producción), fomentar la eficiencia energética, financiación de nuevas estructuras y duplicar la producción de energía fotovoltaica para 2030, convirtiéndose así en principal fuente de energía.[29]

3.3.- SUBIDA DEL PRECIO DE ELECTRICIDAD. MEDIDAS DEL GOBIERNO

El incremento del precio de la electricidad se ha visto fuertemente potenciado por la situación bélica en Ucrania y, en 2021, por un incremento en el gas natural. La razón del año pasado fue una combinación entre el desplome de la energía eólica (racha de escaso viento generalizadas en todo el año) y el encarecimiento del gas natural (derechos de emisión CO2 incluidos), entrando como última tecnología de la puja en el mercado mayorista de la electricidad, lo cual incrementa sustancialmente el precio de la luz. Tal es la relación, que cada euro que sube el gas, la luz sube dos (relación 2,1). En el siguiente gráfico se puede observar la repartición de la Red Eléctrica de España en febrero del 2022:

Estructura de la generación de febrero de 2022. Fuente: Red Eléctrica de España



- Ilustración 9 Estructura generación Red Eléctrica [30]

Las razones políticas, explicadas previamente, hacen que el suministrador principal baje su oferta mientras que la demanda China no deje de ascender, sumándole el cierre africano del

gas debido al conflicto entre Argelia y Marruecos, afectando principalmente a España. Esta situación africana ha afectado a esta subida especialmente, puesto que, a finales de 2021, el gas importado argelino importado a España suponía un 42.7% del total del suministro.

En este gráfico se puede observar la evolución del precio de la luz a ojos del consumidor, por mes desde 2020 a 2022:

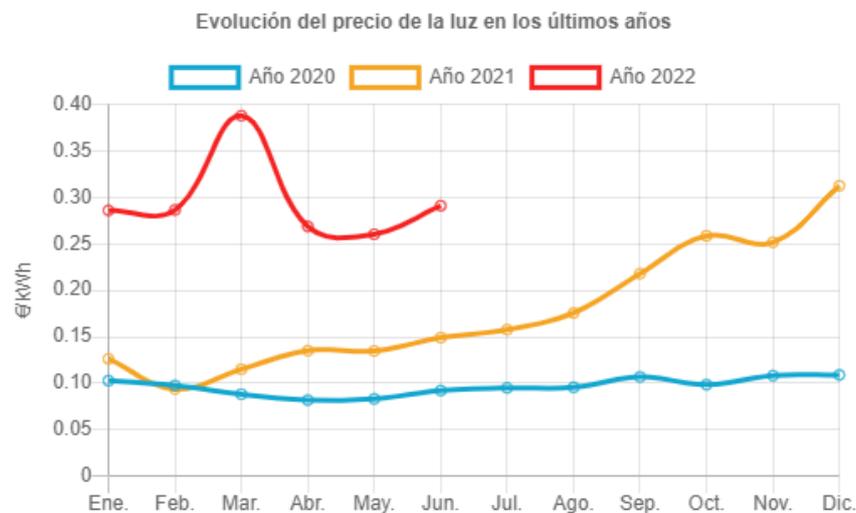


Ilustración 10 Evolución precio luz por meses [31]

Ante la subida del precio de la luz, el Gobierno se ha realizado una serie de propuestas para intentar mitigar el efecto en el consumidor y promover las energías renovables:

Rebaja de IVA de la electricidad: se mantiene el tipo reducido del 10% (Real Decreto 6/2022), impuesto especial de electricidad en 0.5% y el impuesto de producción de 0%.

Recorte en retribución renovables: se invierten 1.800 millones de euros en esta medida, reduciendo así los cargos para el sistema eléctrico en aproximadamente un 55% en 2022. Esta sobrerretribución se le llama “beneficios caídos del cielo”.

Nuevas subastas de energías: aporta mayor competencia entre las grandes industrias, que son las comercializadoras de carácter independiente.

Bono social eléctrico: prohibición de incrementar la factura del gas en más de un 5% cada trimestre para las personas más desfavorecidas. Medida orientada para personas con Tarifa de Último Recurso.

Limitación precio gas: a través de mecanismo que limiten el precio (tope de 40 euro/MWh vendido al sistema eléctrico), el precio medio de la electricidad descenderá de los 0,21 kWh/euro a los 0,13 kWh/euro.

Simplificación tramites renovables: aplicación reducción de plazos en procesos de autorización y proyectos de generación a través de energías renovables según el Real Decreto 6/2022.

Venta de producción energías renovables: la producción de la energía renovable no estará obligada a vender en el mercado mayorista, si no que puede buscar contratos bilaterales de forma directa. Esta medida será a partir del 1 de enero de 2023.

4.- OBJETIVOS

4.1.- OBJETIVOS PROYECTO

Una vez se ha explicado ampliamente las energías renovables, la energía solar fotovoltaica y el contexto político actual, se procede a numerar los objetivos que se proponen conseguir con este proyecto.

- Reducción de costes con aumento de eficiencia energética.

El propósito principal de este trabajo es encontrar una solución energética verde viable para comprobar la eficiencia energética y el ahorro de energía. Otro punto interesante a conseguir es la reducción de costes de carácter económico con respecto a otras alternativas. La selección de la energía solar fotovoltaica nos permitirá cumplir todas las

características requeridas para conseguir este primer objetivo, puesto que se trata de tipo de energía que garantiza ahorro energético y que conlleva también un ahorro económico

- Planificación e instalación del sistema.

Plantear un problema energético de esta índole requiere como solución la instalación y aplicación de paneles solares fotovoltaicos, añadiendo otros elementos como el inversor. Dado el amplio número de modelos en el mercado, es importante encontrar la combinación ideal de estos para poder cumplir con la demanda exigida. La selección implica la implementación en la cubierta, considerando el número de paneles e inversor y la disposición de estos (serie o paralelo) en la superficie del tejado. Se respaldará con cálculos y pérdidas de la instalación

- Viabilidad de la utilización de la energía solar

La demostración del impacto positivo al medioambiente en comparación con otras fuentes de energía y su fácil implementación en el mercado energético. Al construir este proyecto, a parte del importante carácter económico, se realizará la posibilidad de poder implementar este sistema a gran escala al mostrar los resultados medioambientales. Económicos, y fiabilidad de la instalación. Poner en escena la energía solar fotovoltaica a través de los resultados numéricos es otro punto relevante para la consecución de este objetivo.

4.2.- OBJETIVOS ODS

Las Naciones Unidas decidieron crear en 2015 un listado de 17 objetivos con la intencionalidad de mejorar la calidad de vida de los países y de sus ciudadanos, con una serie de propósitos que tengan un impacto beneficioso para la sociedad [32]. Entre estos objetivos propuestos, se encuentran algunos como la defensa del medio ambiente, frenar el cambio climático, eliminación de la pobreza o planes de sostenibilidad para las ciudades en un futuro.

 **OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE**



- Ilustración 11 Objetivos ODS [33]

Entre los múltiples objetivos que se pueden observar en la ilustración anterior, en este proyecto se procederá a cumplir los siguientes objetivos ODS:

Objetivo 7: Energía asequible y no contaminante

El tipo de energía es la solar fotovoltaica, cómo bien se ha explicado con anterioridad, siendo capturada a través de paneles solares. La energía solar es una de las energías renovables más utilizadas a nivel mundial. Al tener el Sol cómo fuente de energía inagotable y disponible en cualquier parte del planeta, cabe dentro del marco “asequible”. La energía fotovoltaica, a diferencia de otras convencionales cómo el petróleo o el gas natural, no es perjudicial para el medioambiente, implicando que no contamina de ninguna forma al ecosistema.

Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles

La creciente demanda de energía y la imparable expansión de las ciudades exige una satisfacción energética mucho mayor conforme pasa el tiempo. Con el problema existente de la elevada contaminación en las ciudades, seguir abasteciéndonos de las energías que hacemos en la actualidad contribuiría, de forma sustancial, a la rápida destrucción del ecosistema. Es necesario una revolución en la tecnología que se emplea. Se ha producido una concienciación generalizada en los gobiernos sobre la delicada situación actual. Es por

ello que la urgente creación de ciudades que se autoabastezcan de forma sostenible es un requisito indispensable para frenar la catastrófica situación a la que nos acercamos.

Energías como la solar fotovoltaica se postulan cómo una de las alternativas para satisfacer la demanda comunitaria de forma verde y sostenible. La dependencia de las energías convencionales altamente contaminantes debe dar paso a la dependencia de la energía renovable, y es en las ciudades, una de las zonas que más energía exigen, donde debe producirse este cambio de tendencia.

Objetivo 12: Producción y consumo responsable

El aumento poblacional implica tener que satisfacer las exigencias de mayor número de personas, traduciéndose en aumento de demanda. Esta demanda se debe cubrir con el correspondiente aumento de la producción. El consumo excesivo es un problema a día de hoy, puesto que el requerimiento de productos y materiales en ciertas ocasiones tienen un límite, como el petróleo, carbón o gas natural. Esta producción puede ser remplazada por energías renovables de forma absoluta. En el caso de las viviendas, la electricidad demandada es capaz de venir de las placas solares (energía fotovoltaica) y así cumplir las necesidades eléctricas del hogar con una fuente limpia e inagotable de energía.

Objetivo 13: Acción por el clima

Las energías convencionales plantean dilemas ecológicos severos. El impacto del ser humano en la naturaleza es más que evidente, pero gran parte de la problemática climática es el uso de tipos de materiales altamente dañinos para el medioambiente. Una de las causas del cambio climático es la emisión excesiva de gases de efecto invernadero y de CO₂, siendo producidos tanto por las grandes corporativas como un coche de gasolina de uso individual.

El efecto que tiene la plantación fotovoltaica en cuestión es la capacidad de erradicar esta expulsión de CO₂, entre otras muchas emisiones nocivas, teniendo un nulo impacto en la naturaleza y en el cambio del clima. Es necesario una concienciación ante este problema que se presenta al corto plazo, y las energías renovables son la llave para un futuro ecológico y verde.

4.3.- EDIFICACIÓN DE ENERGÍA CASI NULA

En España, desde el 1 de enero de 2020, todas las obras de construcción tienen que estar enfocadas al ahorro y eficiencia energética, siendo parte de la medida denominada Edificaciones de Energía Casi Nula (EECN). El acercamiento a las energías renovables permite poder desarrollar instalaciones que cubran gran parte de las necesidades de un edificio residencial. [34]

Uno de los objetivos en este proyecto es acercar aquellos edificios construidos previamente a la implementación del EECN a poder estar bajo el marco de “edificios casi 0”. Es por ello que la instalación de energía fotovoltaica permite cumplir con los requisitos necesarios y bajar la demanda energética de fuentes convencionales.

El propósito de las placas solares es el abastecimiento del 75% de la demanda energética de los residentes a través del autoabastecimiento. Este importante incremento en las energías renovables, y la menor independencia sobre las energías convencionales, hacen que la consecución de la energía casi 0 sea uno de los objetivos con los que orientarse e intentar aspirar a consumarse en un futuro cercano.

5.- PROGRAMAS A EMPLEAR

En este proyecto, se utilizarán dos programas como herramientas necesarias para poder realizar correctamente la distribución de las placas fotovoltaicas y el ahorro energético que implica. A continuación, se procede a explicar la mecánica de funcionamiento de estos dos para obtener los resultados.

5.1.- EXCEL

Este programa nos permitirá discernir entre las múltiples opciones de módulos e inversores en el mercado cual es la que satisfaga mejor a la residencia de estudiantes. Consiste en encontrar la combinación lineal ideal entre el número de módulos en serie, el número de módulos en paralelo, el número de ramas, el tipo de módulo y el tipo de inversor para una producción necesaria, a su vez teniendo en cuenta la superficie que el conjunto de la instalación requiera en el tejado del edificio. Varios de los datos se adjuntarán en el Anexo.

a) Hoja Configuración FV

Este es el aspecto de la primera hoja de Excel, dónde se pueden observar muchos de los aspectos que se tiene que tener en cuenta para la edificación de los paneles.

CONFIGURADOR DE INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS DE CONEXIÓN A RED *

MÓDULO GAMESA SOLAR SLK60P6L (230)			MÓDELO INVERSOR IG-40			CAMPO FOTOVOLTAICO 9900 Número Módulos 54 27 6,8																																																																																						
Número Series 9			Número ramas 3			CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA																																																																																						
Número Paralelos 2						<table border="1"> <tr><td>Icc</td><td>16,48</td><td>A</td><td>O.K.</td></tr> <tr><td>I_{pmp}</td><td>15,24</td><td>A</td><td>O.K.</td></tr> <tr><td>Voc</td><td>334,80</td><td>V</td><td>O.K.</td></tr> <tr><td>V_{pmp}</td><td>271,80</td><td>V</td><td>O.K.</td></tr> <tr><td>Voc (-10 °C)</td><td>374,87</td><td>V</td><td>O.K.</td></tr> </table>			Icc	16,48	A	O.K.	I _{pmp}	15,24	A	O.K.	Voc	334,80	V	O.K.	V _{pmp}	271,80	V	O.K.	Voc (-10 °C)	374,87	V	O.K.																																																																
Icc	16,48	A	O.K.																																																																																									
I _{pmp}	15,24	A	O.K.																																																																																									
Voc	334,80	V	O.K.																																																																																									
V _{pmp}	271,80	V	O.K.																																																																																									
Voc (-10 °C)	374,87	V	O.K.																																																																																									
PROPIEDADES ELÉCTRICAS MÓDULO			PROPIEDADES ELÉCTRICAS INVERSOR			POTENCIA DEL CAMPO FOTOVOLTAICO 191.400																																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr><th>MODELO</th><th>SLK60P6L (230)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>Potencia Nominal</td><td>230</td><td>Wp</td></tr> <tr><td>I_{cc}</td><td>8,24</td><td>A</td></tr> <tr><td>I_{pmp}</td><td>7,62</td><td>A</td></tr> <tr><td>Voc</td><td>37,20</td><td>V</td></tr> <tr><td>V_{pmp}</td><td>30,20</td><td>V</td></tr> <tr><td>Voc(-10 °C)</td><td>41,65</td><td>V</td></tr> <tr><td>Coef T²</td><td>- 127,20</td><td>mV/°C</td></tr> <tr><td>TONC</td><td>46,00</td><td>°C</td></tr> <tr><td>CLASE II</td><td>748,00</td><td>V</td></tr> </tbody> </table>			MODELO	SLK60P6L (230)		Potencia Nominal	230	Wp	I _{cc}	8,24	A	I _{pmp}	7,62	A	Voc	37,20	V	V _{pmp}	30,20	V	Voc(-10 °C)	41,65	V	Coef T ²	- 127,20	mV/°C	TONC	46,00	°C	CLASE II	748,00	V	<table border="1"> <thead> <tr><th>MODELO</th><th>IG-40</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>FABRICANTE</td><td>FRONIUS</td><td></td></tr> <tr><td>Potencia Nominal</td><td>3.500</td><td>W</td></tr> <tr><td>V_{pmp} mínima</td><td>150</td><td>V</td></tr> <tr><td>V_{pmp} máxima</td><td>400</td><td>V</td></tr> <tr><td>V máx admitida</td><td>500</td><td>V</td></tr> <tr><td>Potencia PV máx</td><td>4.800</td><td>Wp</td></tr> <tr><td>I máx</td><td>27</td><td>A</td></tr> <tr><td>V arranque</td><td>150</td><td>V</td></tr> <tr><td>V parada</td><td>-</td><td>V</td></tr> </tbody> </table>			MODELO	IG-40		FABRICANTE	FRONIUS		Potencia Nominal	3.500	W	V _{pmp} mínima	150	V	V _{pmp} máxima	400	V	V máx admitida	500	V	Potencia PV máx	4.800	Wp	I máx	27	A	V arranque	150	V	V parada	-	V	<table border="1"> <tr><td>Potencia Instalada</td><td>12.420</td><td>Wp</td><td>O.K.</td></tr> <tr><td>Potencia Inversores</td><td>10.500</td><td>W</td><td></td></tr> <tr><td>Ratio Wp/W</td><td>18,29%</td><td></td><td>O.K.</td></tr> <tr><td>T² mínima módulo (°C)</td><td>20</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Voc módulo</td><td>42,92</td><td>V</td><td></td></tr> <tr><td>Voc generador</td><td>386,32</td><td>V</td><td>O.K.</td></tr> </table>			Potencia Instalada	12.420	Wp	O.K.	Potencia Inversores	10.500	W		Ratio Wp/W	18,29%		O.K.	T ² mínima módulo (°C)	20			Voc módulo	42,92	V		Voc generador	386,32	V	O.K.
MODELO	SLK60P6L (230)																																																																																											
Potencia Nominal	230	Wp																																																																																										
I _{cc}	8,24	A																																																																																										
I _{pmp}	7,62	A																																																																																										
Voc	37,20	V																																																																																										
V _{pmp}	30,20	V																																																																																										
Voc(-10 °C)	41,65	V																																																																																										
Coef T ²	- 127,20	mV/°C																																																																																										
TONC	46,00	°C																																																																																										
CLASE II	748,00	V																																																																																										
MODELO	IG-40																																																																																											
FABRICANTE	FRONIUS																																																																																											
Potencia Nominal	3.500	W																																																																																										
V _{pmp} mínima	150	V																																																																																										
V _{pmp} máxima	400	V																																																																																										
V máx admitida	500	V																																																																																										
Potencia PV máx	4.800	Wp																																																																																										
I máx	27	A																																																																																										
V arranque	150	V																																																																																										
V parada	-	V																																																																																										
Potencia Instalada	12.420	Wp	O.K.																																																																																									
Potencia Inversores	10.500	W																																																																																										
Ratio Wp/W	18,29%		O.K.																																																																																									
T ² mínima módulo (°C)	20																																																																																											
Voc módulo	42,92	V																																																																																										
Voc generador	386,32	V	O.K.																																																																																									
PROPIEDADES FÍSICAS MÓDULO			TIPO INSTALACIÓN FUA			<table border="1"> <tr><td>T² máxima módulo (°C)</td><td>50</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Voc módulo</td><td>34,02</td><td>V</td><td></td></tr> <tr><td>Voc generador</td><td>204,12</td><td>V</td><td>O.K.</td></tr> </table>			T ² máxima módulo (°C)	50			Voc módulo	34,02	V		Voc generador	204,12	V	O.K.																																																																								
T ² máxima módulo (°C)	50																																																																																											
Voc módulo	34,02	V																																																																																										
Voc generador	204,12	V	O.K.																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr><th>MODELO</th><th>SLK60P6L (230)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>Largo</td><td>0,990</td><td>m</td></tr> <tr><td>Alto</td><td>1,640</td><td>m</td></tr> <tr><td>Profundo</td><td>0,0500</td><td>m</td></tr> <tr><td>Peso</td><td>19,00</td><td>kg</td></tr> <tr><td>Fabricante</td><td>SILIKEN</td><td></td></tr> <tr><td>Célula</td><td>6" (156x156)</td><td></td></tr> <tr><td>Material</td><td>Policristalino</td><td></td></tr> </tbody> </table>			MODELO	SLK60P6L (230)		Largo	0,990	m	Alto	1,640	m	Profundo	0,0500	m	Peso	19,00	kg	Fabricante	SILIKEN		Célula	6" (156x156)		Material	Policristalino		Emplazamiento MADRID			<table border="1"> <tr><td>Superficie módulos</td><td>97,416</td><td>m2</td></tr> <tr><td>Peso total</td><td>1.140,0</td><td>kg</td></tr> <tr><td>T² amb media sup</td><td>24,4</td><td>°C</td></tr> <tr><td>T² amb media inf</td><td>6,2</td><td>°C</td></tr> <tr><td>TONC (T² amb media sup)</td><td>57</td><td>°C</td></tr> </table>			Superficie módulos	97,416	m2	Peso total	1.140,0	kg	T ² amb media sup	24,4	°C	T ² amb media inf	6,2	°C	TONC (T ² amb media sup)	57	°C																																													
MODELO	SLK60P6L (230)																																																																																											
Largo	0,990	m																																																																																										
Alto	1,640	m																																																																																										
Profundo	0,0500	m																																																																																										
Peso	19,00	kg																																																																																										
Fabricante	SILIKEN																																																																																											
Célula	6" (156x156)																																																																																											
Material	Policristalino																																																																																											
Superficie módulos	97,416	m2																																																																																										
Peso total	1.140,0	kg																																																																																										
T ² amb media sup	24,4	°C																																																																																										
T ² amb media inf	6,2	°C																																																																																										
TONC (T ² amb media sup)	57	°C																																																																																										
			PRODUCCION ESTIMADA																																																																																									
			CONFIGURACION E SPACIAL																																																																																									

Tabla 2 Cuadro de Configuración FV

En primer lugar, destacar aquellos valores con los que se puede realizar las posibles combinaciones lineales. El módulo gamesa solar es el tipo de módulo que se quiere implementar. También aparece el número de serie y de paralelo que se quiera instalar. El modelo inversor indica el tipo de módulo a utilizar, y el número de ramas con la cantidad que se quieren emplear.

Debajo aparecen las características principales de tanto el módulo (eléctricas y físicas) y el inversor (eléctricas). La información de estos modelos viene en la hoja “Módulo” e “Inversor”, las cuales se expondrán posteriormente. Estos datos permitirán determinar la viabilidad o no del conjunto instalado en función de la demanda requerida. A la derecha se puede observar el apartado “Campo Fotovoltaico”, que es el resultado de multiplicar el número de módulos en serie, paralelo y número de ramas.

La instalación es posible siempre y cuándo se puedan establecer los requisitos eléctricos que relaciona el módulo con el inversor. En este Excel, se pueden diferenciar dos tipos de requisitos: la “Configuración Eléctrica” y la “Potencia de campo fotovoltaico”.

Configuración Eléctrica

La “Configuración Eléctrica” es uno de los múltiples apartados que indican si es posible realizar la instalación a nivel eléctrico. Este subapartado se divide en varias celdas, cada una indicando con un “Ok” si la configuración es válida, o “Error” si excede algún límite marcado. Para saber qué se necesitan cumplir para realizar la instalación, se procede a exponer primeramente aquellos en relación con este apartado:

Icc: es la intensidad de corriente en el ensayo de cortocircuito. Se produce el “Error” si la intensidad de corto en el conjunto de módulos (I_{cc}) es mayor que la intensidad máxima permitida por un inversor ($I_{m\acute{a}x}$).

I_{pmp}: es la intensidad de máxima potencia, es decir, corriente eléctrica en funcionamiento perfecto del sistema. Se produce “Error” si la intensidad de máxima

potencia en el conjunto de módulos (I_{pmp}) es mayor que la intensidad máxima permitida en un inversor ($I_{m\acute{a}x}$).

Voc: es el voltaje en circuito abierto, es decir, el voltaje que el panel entrega estando desconectado. Se produce “Error” si el voltaje en circuito abierto en el conjunto de los módulos (V_{oc}) es menor al voltaje de arranque del inversor ($V_{arranque}$) o si es mayor al voltaje máximo admitido por el inversor ($V_{m\acute{a}x\ admitida}$).

V_{pmp}: es el voltaje de máxima potencia, es decir, el voltaje que genera la placa en funcionamiento perfecto del sistema. Se produce “Error” si el voltaje de máxima potencia del conjunto de los módulos (V_{pmp}) es menor al voltaje de mínima potencia del inversor ($V_{pmp\ m\acute{i}nima}$) o si es mayor al voltaje de máxima potencia del inversor ($V_{pmp\ m\acute{a}xima}$).

Voc (-10°C): es el voltaje en circuito abierto, es decir, el voltaje que el panel entrega estando desconectado, a bajas temperaturas. Se produce “Error” si el voltaje en circuito abierto a -10°C en el conjunto de módulos ($V_{oc\ (-10^{\circ}C)}$) es menor al voltaje de mínima potencia del inversor ($V_{pmp\ m\acute{i}nima}$) o si es mayor al voltaje de máxima potencia admitida del inversor ($V_{m\acute{a}x\ admitida}$).

Potencia del campo fotovoltaico

Este segundo apartado, al igual que la configuración eléctrica, determina la viabilidad eléctrica de la instalación, comparando los valores producidos por módulos y ajustándose a los márgenes que el inversor proporciona. También menciona la temperatura mínima y máxima de los módulos. Al igual que la “Configuración Eléctrica”, el programa determina “Ok” o “Error” para las combinaciones que se deseen. Estos son los subapartados a tener en cuenta:

Potencia Instalada: es la potencia total que suman el conjunto de los módulos. Se produce el “Error” si la potencia instalada dividida entre el número de inversores

empleados (Potencia Instalada / nº ramas) es mayor a la Potencia PV máxima admitida por un solo inversor.

Potencia inversores: es la potencia total que proporciona el inversor. Se multiplica la potencia nominal por el número de inversores instalados

Ratio W_p/W : es la relación entre la potencia pico y la potencia del sistema. La potencia pico (W_p) es la potencia que el sistema de módulos fotovoltaicos genera bajo condiciones CEM (Condiciones estándares de medida), siendo estas 1000 W/m² de irradiancia, AM1.5G de distribución espectral y 25°C de temperatura. Estas medidas se emplearán más adelante para el cálculo de rendimientos. Se produce “Ok” si el resultado que da la división de la diferencia de potencia instalada y potencia inversores entre la potencia inversores ((Potencia instalada-potencia inversores) / potencia inversores) oscila entre 10 y 20%. Si el valor es mayor a 20% dará “Alto”, entre 0% y 10% dará “Bajo”, y si es menor a 0%, dará “Muy bajo”.

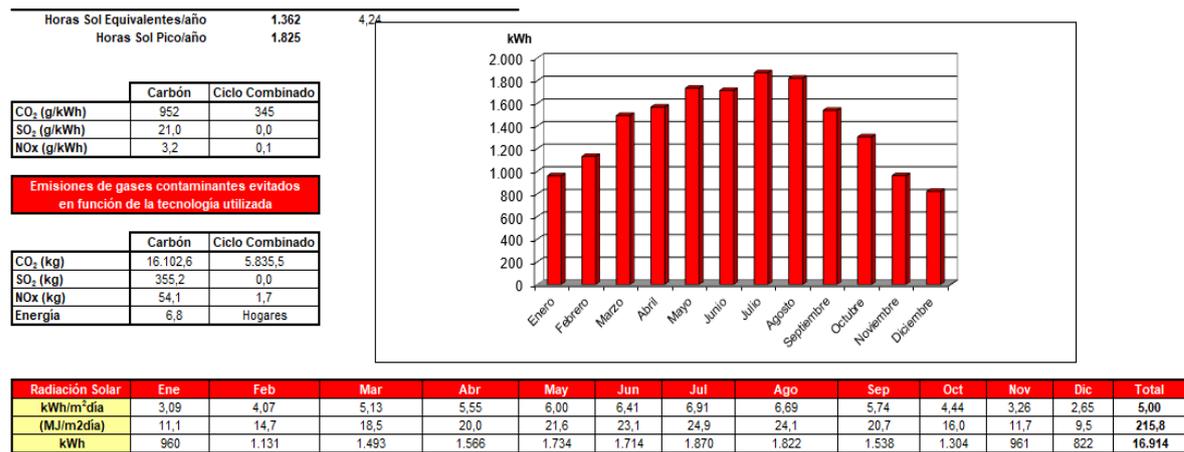
Temperatura mínima módulo: es la temperatura mínima que el módulo puede soportar para funcionar correctamente. Se produce “Error” si el voltaje en circuito abierto del generador (V_{oc} generador) es menor que el voltaje de mínima potencia del inversor (V_{pmp} admitida) o si es mayor que la potencia máxima admitida por el inversor ($V_{máx}$ admitida). El cálculo del V_{oc} generador se obtiene de la multiplicación del número de paneles en serie y el V_{oc} de un módulo. Para obtener el V_{oc} módulo, su fórmula relaciona la temperatura mínima del módulo, los 25°C de temperatura CEM, la V_{oc} del modelo y el coeficiente de temperatura, que dicta la bajada del voltaje según la temperatura.

Temperatura máxima módulo: es la máxima temperatura que el módulo puede soportar para funcionar correctamente. Del mismo modo que en la temperatura mínima, se produce “Error” si el voltaje en circuito abierto del generador (V_{oc} generador) es menor que el voltaje de mínima potencia del inversor (V_{pmp} admitida) o si es mayor que la potencia máxima admitida por el inversor ($V_{máx}$ admitida).

b) Hoja Producción

En esta hoja se especifica que influencia energética tiene el modelo diseñado en el apartado anterior. Indica, grosso modo, la producción de kWh/mes y el precio que conlleva producir esta electricidad, ajustándose a la comunidad autónoma que se desee, siendo en este proyecto Madrid.

El planteamiento inicial a tener en cuenta es saber qué demanda se desea satisfacer, y crear una producción que la complemente. Es por eso importante saber en todo momento cual es la producción objetivo y crear un complejo que cumpla estos requisitos. Se puede observar en la siguiente fotografía los datos que se ofrece a nivel energético.



ESTIMACION PRODUCCION

Emplazamiento	MADRID	1434kwh/kwp	suntec	0,97023	Tipo instalación	FUJA
		1478 kwh/h	17307,38	1,0400188		

Mes	Nº días	kWh/m ² día	Producción kWh/mes	€
Enero	31	3,09	959,68	307,10
Febrero	28	4,07	1.130,89	361,89
Marzo	31	5,13	1.493,22	477,83
Abril	30	5,55	1.566,27	501,21
Mayo	31	6,00	1.733,60	554,75
Junio	30	6,41	1.713,78	548,41
Julio	31	6,91	1.869,92	598,37
Agosto	31	6,69	1.821,90	583,01
Septiembre	30	5,74	1.537,88	492,12
Octubre	31	4,44	1.303,80	417,22
Noviembre	30	3,26	961,43	307,66
Diciembre	31	2,65	822,12	263,08
Promedio	365	5,00	16.914	5.412,63

Wp	230
nº mod	54
kWp	12,42
kW	10,50
€/kWh	0,32000 €
Ganancia	0%
Otras Perdidas	100%

BASES RADIACION *	
CENSOLAR	SI
IES-ISPRA	SI
REGIONAL	NO

por 8 representacion 10.808,35 * Orientación: Sur. Inclinación 30°

Tabla 3 Cuadro de Producción

En el primer cuadrante, se puede observar la producción por cada mes para la instalación planteada en el apartado de Configuración FV. Es muy importante fijarse anteriormente que no existe ningún “Error” en el anterior punto, puesto que esta información de la producción es únicamente útil si se puede realizar el planteamiento a nivel eléctrico.

La segunda tabla a estudiar es la emisión de los gases contaminantes, y cómo afecta la reducción de estos si se utiliza la alternativa renovable en lugar de las energías convencionales. La comparación se realiza en función de la producción energética de las placas solares. Cómo se puede observar, la diferencia en cuanto a impacto ambiental es sustancial.

c) Hoja Latitud-Temperatura

Proporciona las temperaturas medias en cada mes para todas las grandes ciudades de España. También da información sobre la latitud en las que se encuentran las provincias, y cuál es la inclinación óptima de cada provincia para situar el complejo solar. En este caso particular, la información de única relevancia es la de la Comunidad de Madrid.

d) Hoja Radiación

En esta hoja, se presenta la radiación incidente en cada provincia de España por cada mes del año. Será necesaria para los cálculos de producción energética según la incidencia solar. Los datos con los que se van a trabajar son los de la región de Madrid.

e) Hoja Módulo

Todos los posibles paneles solares fotovoltaicos con los que se desea trabajar están en esta hoja. Se compone de 106 opciones diferentes, en las cuales habrá que seleccionar aquella que más se adapte a las condiciones de la cubierta y de las demandas de los vecinos. En esta hoja aparecen características de fábrica de cada uno de los módulos, tanto eléctricas como físicas, además del fabricante de estas y el material que lo constituye.

f) Hoja Inversor

De igual forma que la hoja con los módulos, se presenta una hoja con el listado de 36 inversores en los cuales habrá que seleccionar el que mejor se acople al sistema. En esta enumeración de inversores, se pueden observar principalmente las características eléctricas, cómo potencia nominal, voltaje máximo, intensidad máxima, etc. El fabricante de cada uno de estos componentes aparece con el modelo.

g) Hoja Rendimiento Inversores

Se proporciona el rendimiento de alguno de los inversores que se pueden utilizar, además de facilitar la formula del rendimiento europeo, con el que se comparará más adelante para la toma de decisiones del inversor.

5.2.- CE3X

Este programa permite calificar la forma energética de la vivienda antes y después de la implementación de las energías renovables. El certificado energético es una etiqueta que relaciona una vivienda con su energía consumida. Es un amplio abanico, siendo la letra A como máxima eficiencia energética, y G como la mínima eficiencia energética. Para poder saber el ahorro energético de la vivienda, es necesario comparar el certificado energético antes de las pocas fotovoltaicas y después de su instalación.

El programa Ce3X permite calificar a la vivienda acorde a los parámetros que se le estipulen. Una vez introducidos los datos de la vivienda, el programa tiene una opción donde mostrar la etiqueta energética.

A continuación, se muestra las pestañas del programa que se van a utilizar para conseguir este objetivo y mostrar su funcionamiento.

a) Hoja Datos administrativos

En este apartado, se indica la información administrativa del edificio, cómo su localización o dirección. Se dan los datos del cliente con el que se trabaja y los datos del certificador técnico.

b) Hoja Datos generales

Se proporciona los datos a nivel técnico del edificio para poder dar el certificado energético. Se define el edificio a nivel físico, ofreciendo la superficie útil habitable (metros cuadrados útiles), la altura libre de planta (altura del suelo al techo de cada vivienda), número de plantas habitables, ventilación del inmueble, demanda diaria de ACS y masas de las particiones internas. A su vez, es necesario conocer la norma vigente en la región de estudio y el año de construcción del edificio.

c) Hoja Envoltente térmica

Se precisa la localización de las placas solares, en este caso en la cubierta, estando en contacto con el aire. Además, se informa de la dimensión del tejado para poder instaurar energías renovables, el patrón de las sombras o la transmitancia térmica. También se realiza un estudio de los elementos esenciales del edificio que tiene función de envoltente térmica. Entre los múltiples datos que el programa necesita, destacan los siguientes:

- Cubierta: la parte acoplada a la casa que está en la zona superior del edificio o de un habitáculo subterráneo (garaje). Puede ser en contacto con el aire (cubierta del edificio) o enterrada (techo del garaje enterrado en el suelo). Se necesita dar los datos de la superficie en metros cuadrados, patrón de sombras y de qué clase es la cubierta (plana o inclinada).
- Muro: compuesto por las partes laterales del edificio. Existen tres categorías: en contacto con el terreno (subterráneas), de fachada (expuestas al exterior) y de medianería (tipo de muro que separa el edificio objeto de estudio de otros). Se necesita la superficie en metros cuadrados de cada uno de ellos, así como la orientación del muro, patrón de sombras y propiedades térmicas.

- Suelo: compuesto por la parte inferior de un espacio no colindante con otras partes del edificio. Existen dos categorías: en contacto con el terreno (subterráneo) y en contacto con el aire exterior. Se pide en metros cuadrados y las propiedades térmicas del edificio. En el caso de contacto con el terreno se pide también la profundidad a la que se encuentra ese espacio del edificio con respecto al suelo.
- Partición interior: es el conjunto de separaciones entre espacios habitables y espacios no habitables en contacto con el exterior. Existen tres categorías: vertical (misma altura entre partición y cerramiento), horizontal en contacto con espacio NH superior (cerramiento encima de la zona habitable) y horizontal en contacto con espacio NH inferior (cerramiento debajo de zona habitable). Se pide la superficie en metros cuadrados, las propiedades térmicas, si el tipo de espacio no habitable es cubierta inclinada/plana o si se trata de una cámara sanitaria, garaje o local en superficie.
- Hueco: espacios que conectan el exterior del edificio con los espacios habitables. Se necesita la dimensión en metros cuadrados del hueco. El tipo de vidrio y marco, la permeabilidad del hueco, la absorción del marco, patrón de sombras y el cerramiento asociado.

d) Hoja Instalaciones

En esta sección se precisa las energías que se utilizan para cumplir con la demanda. Pueden existir varios tipos de instalaciones, siendo las cuatro principales el equipo de Agua Caliente Sanitaria (ACS), el equipo de calefacción, el equipo de refrigeración y las contribuciones energéticas. En este proyecto, se estudia la viabilidad de las contribuciones eléctricas, donde se ha de determinar el porcentaje de la demanda a cubrir, dependiendo de la instalación del edificio.

De entre las múltiples opciones de instalaciones, aparece el equipo de ACS, equipo de sólo calefacción, equipo de sólo refrigeración, equipo de calefacción y refrigeración, equipo mixto de calefacción y ACS, equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS y contribuciones energéticas. En este proyecto se procederá a realizar el análisis con la

combinación de equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS con contribuciones energéticas.

En el equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS, se piden varios datos a rellenar. En primer lugar, las características del equipo, que son el tipo de generador (bomba de calor o equipo de rendimiento constante) y tipo de combustible (gas natural, gasóleo C, electricidad, GLP, carbón, biocarburante, biomasa, etc.). es necesario precisar el rendimiento medio estacional (desconocido, se supondrá estimado según instalación), y la antigüedad del equipo (anterior a 1994, entre 1994 y 2013, y posterior a 2013). Por último, la demanda cubierta por el ACS, la calefacción y la refrigeración, medidas según el porcentaje que cubran de ésta.

En las contribuciones energéticas, existen dos formas de poner los datos de la instalación. La primera forma es fuentes de energía renovable, en donde se precisa el porcentaje de demanda de ACS cubierto, el porcentaje de calefacción cubierto y el porcentaje de demanda de refrigeración cubierto. Otra forma es indicar la generación de electricidad mediante energías renovables, especificando la energía eléctrica generada para autoconsumo, el calor recuperado para ACS, calor recuperado para calefacción, frío recuperado y la energía consumida.

e) Calificación Energética

Una vez calculadas y relacionadas todas las variables que el programa necesita, se realiza un informe sobre la calificación energética del edificio, siendo la letra G la de menor eficiencia y la A de mayor eficiencia. Para poder comparar el impacto de las energías renovables, se realizarán dos calificaciones: antes de las energías renovables y después de las energías renovables.

6.- NORMATIVAS PARA INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS

Para poder realizar la instalación fotovoltaica, es necesario acogerse a la normativa vigente. En el siguiente esquema, se puede observar las diferentes leyes a seguir dependiendo del caso que se estudie (en el de este proyecto, autoconsumo y potencia menor a 15kW):

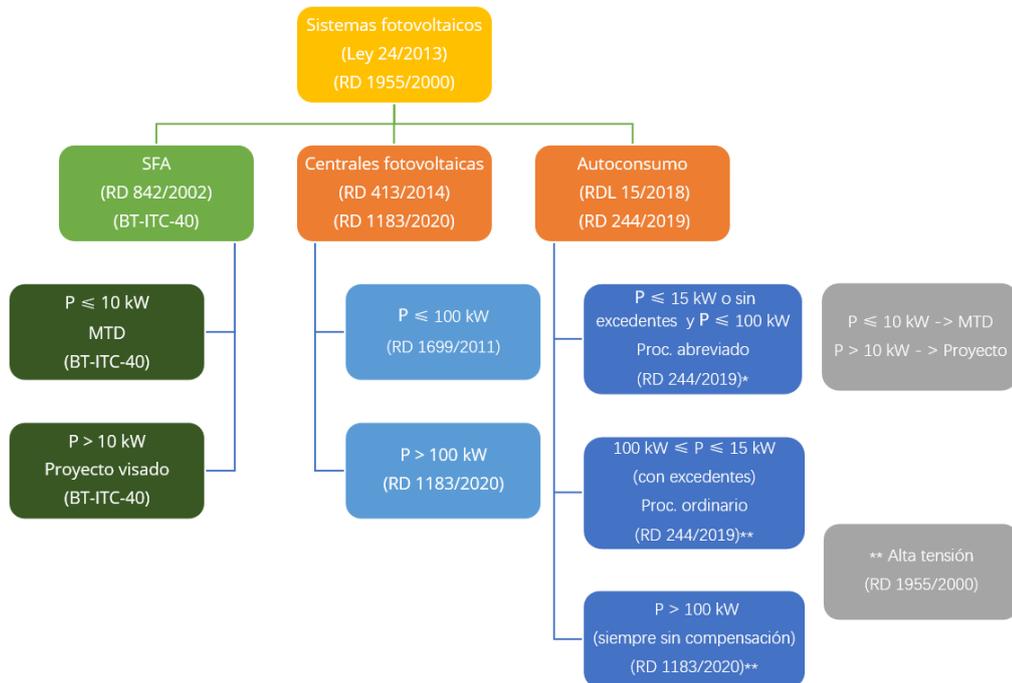


Ilustración 12 Esquema legislación según tipo de instalación [35]

6.1.- LEGISLACIÓN SISTEMA FOTOVOLTAICO

Ley 24/2013: del Sector eléctrico. En la práctica no es tenida en cuenta ya que se desarrolla lo mismo en diferentes reales decretos, como el RD 1955/2000.

Real Decreto 1955/2000: se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía.

Marca regulación de todas las actividades del sector eléctrico, debe ser siempre tenido en consideración.

Real Decreto 842/2002: aprueba Reglamento electrotécnico para sistemas de conectados a baja tensión (REBT), de obligado cumplimiento para todos los sistemas fotovoltaicos.

6.2.- LEGISLACIÓN DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO (CON $P < 15KW$ O $P < 100KW$ SIN EXCEDENTES)

Real Decreto Ley 15/2018: (deroga casi totalidad de RD 900/2015, llamado “impuesto al Sol”) medidas urgentes para transición energética y protección de consumidores. Completado por RD 244/2019.

Real Decreto 244/2019: regula condiciones económicas, técnicas y administrativas de autoconsumo de energía eléctrica. Instalaciones menores a 15 kW de potencia. Deroga el impuesto del sol (energía de autoconsumo no tiene impuestos), eliminación limite potencia, posibilidad alquiler tejados, compensación simplificada de excedentes (remuneración económica si existe energía excedente que se inyecte a la red). Se necesitará de un proyecto firmado por un técnico competente (instalaciones más de 10 kW) según directrices ITC-BT-04 y adjuntarlo al CI (Certificado de instalaciones). El procedimiento abreviado es el siguiente:

- Solicitud de permiso de obra al ayuntamiento, en el caso de Madrid, supresión de obligatoriedad según Orden 1110/2021.
- Diseñar y ejecutar instalación
- Emitir el certificado de instalaciones eléctricas (CIE). En este caso particular, proyecto visado. Realización de nuevo contrato para remuneración por compensación de excedentes. Firma de contrato de compensación entre productor y consumidor asociado para compensación de excedentes

- Solicitar el código de autoconsumo (CAU) a la empresa distribuidora en la región. Cambio de contrato de conexión de red de ese suministro.
- Inscripción Registro Administrativo de Autoconsumo de energía eléctrica: instalaciones de autoconsumo con excedentes deben inscribirse, pero es proceso administrativo sin cargo a los consumidores
- Puesta en marcha.

6.3.- LEGISLACIÓN ADICIONAL

Real Decreto 477/2021: ayudas para fomentar el autoconsumo, con un presupuesto de 30.000.000 euros para nuevas instalaciones fotovoltaicas y almacenamiento de baterías solares. [36]

Orden 1110/2021: La comunidad de Madrid ha suprimido la obligatoriedad de pedir licencias para realizar instalaciones de carácter fotovoltaico que tengan como objetivo el autoconsumo. Se busca que el autoconsumo sea un camino adicional para la recuperación economía.[37]

7.- DESCRIPCIÓN PROYECTO

7.1.- EDIFICIO BUENDÍA 9

El edificio objeto de estudio está situado en la calle Buendía 9, en Madrid, con código postal 28053. Es un edificio de clase urbano, con una superficie construida de 824 m² en total, siendo su año de construcción el 2008. El edificio, tratado como una residencia de estudiantes, cuenta con 10 viviendas, en las cuales residen una persona por cada vivienda. Tiene un total de 5 plantas habitables y consta de 490 metros cuadrados de superficie útil habitable.

La consulta gráfica de datos catastrales de bien inmueble refleja que la parcela de construcción tiene una superficie gráfica es de 199 metros cuadrados. La participación del inmueble es del 100%, y el tipo de parcela es una parcela construida sin división horizontal. Esta es la imagen del edificio vista desde fuera de él:



Ilustración 13 Imagen edificio calle Buendía 9 [38]

Tiene una superficie total en el tejado de 137,35 metros cuadrados para la instalación de los elementos solares. Actualmente el sistema con el que proporciona la producción necesaria para el ACS, calefacción y refrigeración se obtiene a través de una bomba de calor.

Los planos de la vivienda dividido por pisos, además de una sección transversal de todo el edificio, se pueden observar en la sección de "Planos", concretamente en "Sección AA".

7.2.- SELECCIÓN MÓDULO E INVERSOR

Se ha explicado con anterioridad la razón por la que se selecciona la energía solar fotovoltaica como energía renovable para poder realizar este trabajo. Dentro de las muchas de opciones que ofrece los fabricantes de paneles e inversores solares, este trabajo se centra en la existencia de 106 módulos diferentes y 36 diferentes inversores en concreto, de los cuales es necesario extraer la mejor solución para la residencia de estudiantes.

En primer lugar, se necesita saber que consumo tiene la comunidad de estudiantes, formada por 10 viviendas con un estudiante por vivienda. Este dato es necesario para saber qué producción de energía solar es necesaria y así poder cubrir el objetivo de 75% de la demanda necesaria. En la siguiente tabla, se mostrará la tabla de consumos (kW) de la comunidad por meses.

ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	total
2,19	2,50	2,01	1,60	1,56	1,34	1,33	1,26	1,50	1,37	2,10	2,88	21,6

Tabla 4 Tabla de consumos. Creación Propia

Como bien se puede observar, el consumo total de las 10 viviendas es de 21.600 kWh/año, siendo una media aproximada de 180 kWh/mes por cada vecino. Para poder satisfacer esta demanda, es la producción objetivo del complejo solar debe ser de 16.200 kWh/ año.

En segundo lugar, es necesario saber la superficie que se tiene de tejado para poder realizar la instalación de las placas e inversores. Como se ha explicado en la descripción del lugar de trabajo, el edificio cuenta con una superficie del tejado, según se pueden calcular en los planos del edificio ("Sección AA"), de 137,35 metros cuadrados disponibles.

Dados las principales variables para edificar en el tejado, se procede a seleccionar aquellas posibilidades que entren dentro del límite superficial, se aproxime a la producción objetivo, y no tenga ningún "Error" de carácter eléctrico o de potencia. Al buscar soluciones con estos parámetros, se encuentran hasta 365 posibles candidatos, cada uno de ellos con un número concreto de paneles en serie y paralelo y número de ramas.

El número de soluciones es muy amplio, por lo que es necesario acotar más la búsqueda. En primer lugar, se intenta acotar según el €/kWh producido. Sin embargo, ya que este parámetro es universal para todos los casos (puesto que todos tienen el mismo ahorro por energía producida), rápidamente se desestima. En segundo lugar, se busca los valores en los que se alcance más kWh/m² producidos, puesto que cuantos menos metros cuadrados de paneles necesiten ser construidos, menor será el precio de la instalación. Esta es la tabla de las posibles opciones según los parámetros establecidos:

Inversor	Módulo	Serie	Paralelo	Ramas	superficie (m2)	kWh/año	kWh/m2
IG-20	TE-2000 (210)	10	1	6	89,88	17159,62	190,9
IG-20	SLK60P6L (230)	9	1	6	87,67	16914,48	192,9
IG-20	REC PREM-235	9	1	6	89,1	17282,19	194,0
IG-30	SLK60P6L (230)	6	2	5	97,42	18793,87	192,9
IG-30	REC PREM-235	6	2	5	99	19202,43	194,0
IG-40	SLK60P6L (230)	9	2	3	87,67	16914,48	192,9
IG-40	STM220 F	9	2	3	67,18	16179,07	240,8
INGECON SUN 2.5	STM220 F	6	2	5	74,64	17976,74	240,8
INGECON SUN 5	STM220 F	6	4	3	89,57	21572,09	240,8
SUNNY BOY 2500	TE-2000 (210)	12	1	5	89,88	17159,62	190,9
SUNNY BOY 2500	REC PREM-235	11	1	5	90,75	17602,23	194,0
SUNNY BOY 2500	SW 185- MONO	7	2	5	92,29	17636,27	191,1
SUNNY BOY 2500	STM220 F	6	2	5	74,64	17976,74	240,8

SINVERT 20 KW	STM220 F	15	5	1	93,31	22470,93	240,8
CICLO 3000	TE-2000 (210)	13	1	5	97,37	18589,59	190,9
CICLO 3000	SLK60P6L (230)	12	1	5	97,42	18793,87	192,9

Tabla 5: Combinaciones módulo e inversor 1

Las soluciones acotadas se reducen a 16 posibles opciones. El siguiente paso para seguir reduciendo es encontrar el rendimiento que estos paneles e inversores tengan según su ficha técnica (Anexo I y Anexo II, respectivamente). Para calcular la eficiencia (distinto de rendimiento) de los módulos solares, se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia placa (\%)} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{módulos} * \text{Pmax}}{\text{Área} * \text{E}}$$

Siendo cada elemento:

- Nº módulos: multiplicación del número de módulos en serie, en paralelo y ramas.
- Pmax: potencia máxima del módulo según condiciones óptimas o STC (Condiciones Standard de Medida), que son temperatura panel 25°C, distribución espectral AM de 1.5G e irradiancia de 1000W/m2.
- Área: superficie que ocupan la instalación en el tejado.
- E: irradiancia en STC, teniendo esta un valor de 1000 W/m2.

La búsqueda determina que el módulo con mayor eficiencia es el STM220 F del listado de módulos (eficiencia de 17,68%), coincidiendo con ser uno de los paneles con menor superficie por módulo. La búsqueda se vuelve a reducir a 5 resultados posibles. Al elegir el módulo, es necesario buscar el inversor que mejor rendimiento tenga, fijándose en el rendimiento europeo cómo baremo para medir, puesto que el rendimiento máximo del

inversor solo funciona en condiciones óptimas. Estos rendimientos generalmente aparecen en las fichas técnicas de los inversores. Estos son los 5 candidatos finales:

Inversor	Módulo	Serie	Paralelo	Ramas	Superficie (m ²)	kWh/año	kWh/m ²	Eficiencia
IG-40	STM220 F	9	2	3	67,18	16179,07	240,8	17,68
INGECON SUN 2.5	STM220 F	6	2	5	74,64	17976,74	240,8	17,68
INGECON SUN 5	STM220 F	6	4	3	89,57	21572,09	240,8	17,68
SUNNY BOY 2500	STM220 F	6	2	5	74,64	17976,74	240,8	17,68
SINVERT 20 KW	STM220 F	15	5	1	93,31	22470,93	240,8	17,68

Tabla 6: Combinaciones módulo e inversor 2

Una vez comparados los 5 resultados en función del rendimiento del inversor, se decide optar por el inversor IG-40, con un rendimiento europeo de 93.5%. Al ser las dos mejores opciones a nivel energético, y puesto que el precio de la electricidad generada es el mismo, se decide trabajar con el **STM220 F** como módulo y el **IG-40** como inversor.

7.3.- DESCRIPCIÓN COMPONENTES DE TRABAJO

Una vez seleccionados los módulos e inversores de trabajo, se procede a desarrollar los elementos de trabajo que formarán el conjunto de la instalación. En la siguiente, se puede observar un esquema sencillo de los principales elementos y cuál es su disposición:

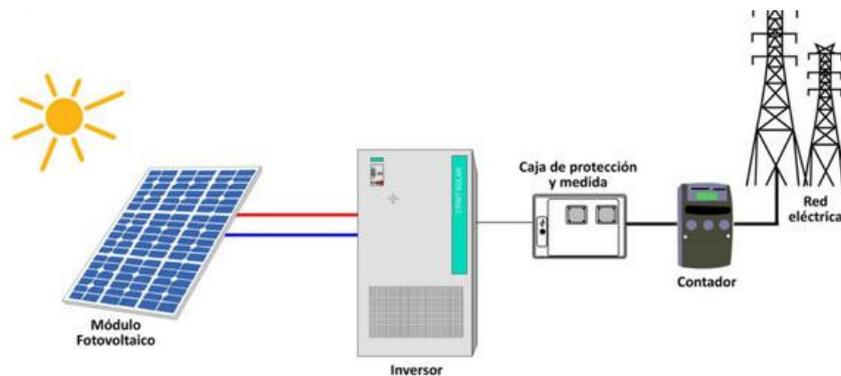


Ilustración 14 Esquema instalación a la red [39]

Módulo solar STM220 F

Es la placa solar con mayor eficiencia en el listado, con un valor en torno al 17,68%, mucho mayor que el resto de opciones. Es la placa que más energía produce por cada metro cuadrado empleado, alcanzando el valor de 240,85 kWh/metro cuadrado por año. Este dato permite garantizar que los costos de la instalación sean menores, puesto que será necesario dotar menor superficie del tejado para captar energía solar que otras opciones.



Ilustración 15 Placa solar STM 210/220 F [40]

En líneas generales, las otras opciones de dotación rondaban los 90 metros cuadrado para satisfacer la demanda requerida, cifra que cabe dentro de los 137,35 metros cuadrados que se tienen. La opción de STM220 F consigue el mismo objetivo en 67,18 metros cuadrados. Otro factor positivo de contar con menor superficie de placas es que el mantenimiento de estas será mucho más sencillo, puesto que abarca una superficie menor que las otras opciones.

En el Anexo V expone la ficha técnica del módulo, donde se pueden encontrar tanto características eléctricas y físicas de la placa. Cuenta con 72 células de silicio monocristalinas, las cuales son encargadas de la captación solar. En este anexo se puede observar además el cableado que contiene el módulo en la parte posterior, conectándose a la red de placas y al conjunto de cableados por los que discurre la corriente continua hasta el inversor.

Inversor solar IG-40

Es el inversor solar con mayor rendimiento posible dentro del listado de posibles opciones, con un rendimiento europeo de 93.5%. Una vez seleccionado el módulo, se decide proceder a seleccionar el mejor inversor posible, basándose en el rendimiento europeo que aparece en la ficha técnica de estos, puesto que el rendimiento máximo solo se alcanza en situación óptima, siendo el europeo una mejor visión del verdadero rendimiento el inversor. En el Anexo VI se puede ver su ficha técnica.



Ilustración 16 Inversor Fronius IG 40 [41]

A pesar de que, dentro de la marca Fronius, existen mejores inversores, ninguno de estos satisface las cualidades técnicas del módulo seleccionado. El Fronius IG-40 se adapta perfectamente a las características del módulo y ofrece un mejor servicio para la instalación.

Tiene además un amplio rango de temperaturas ambiente, siendo de -20°C a 50°C . Este dato es relevante puesto que se trata de uno de los “Errores” de potencia que no se puede cometer en programa Excel. Otros inversores restringen el número de módulos en serie que se pueden implementar, dado que superaría la temperatura máxima y mínima que soporta el sistema, afectando al voltaje en abierto del generador requerido por la instalación de potencia fotovoltaica para su correcto funcionamiento.

El inversor se debe situar en una zona seca y en un espacio interior. Se colocará en el cuanto de contadores que existe en la parte superior del edificio, es decir, la planta superior del ático.

Soporte equipo

Es la estructura externa al inversor, módulo y batería en la cual se dispone la instalación. Formará parte del tejado, en la zona externa de la casa, donde se situarán los módulos solares. Dependiendo del ángulo de inclinación que se le desee dar a los módulos, su disposición puede variar.

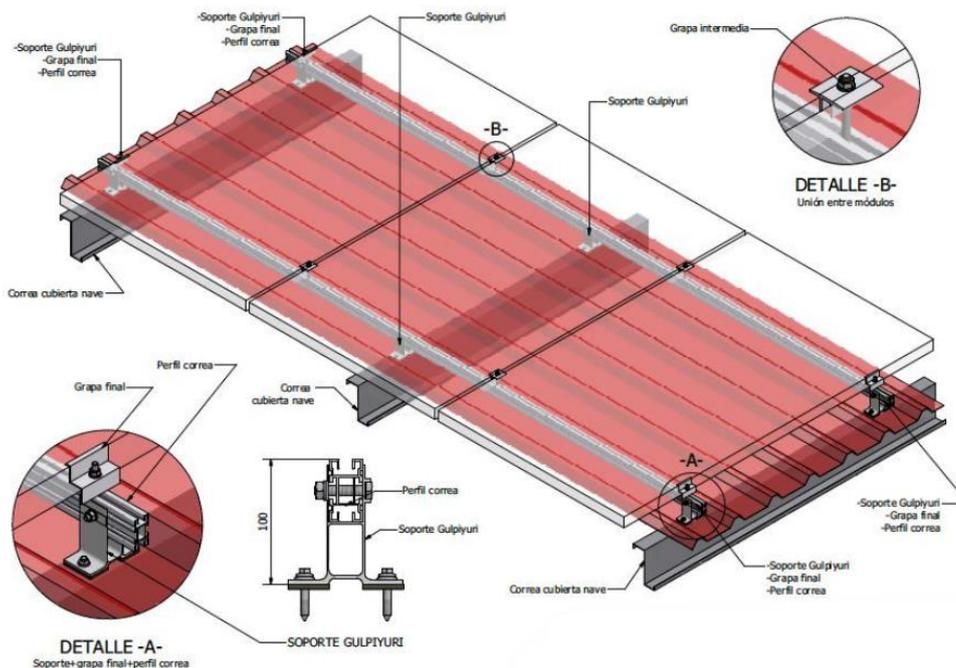


Ilustración 17 Soporte fijo de placa en cubierta inclinada [42]

Dado que la cubierta es inclinada, se emplearán soportes solares de estructura coplanar para ajustarse a la inclinación del tejado y proporcionar el ángulo necesario extra a los módulos que se requiera. No generan un gran impacto visual con la instalación de las placas y son sencillos a la par que prácticos.

La instalación solar es de carácter fijo. Esto quiere decir que las placas solares no rotan o giran en función de la posición del Sol o la estación del año. La razón para aplicar esta metodología es facilitar la instalación del soporte, mejorar el mantenimiento y buscar una forma económica de instalar las placas.

Contador bidireccional

La instalación de la casa antes de la implantación de las placas fotovoltaicas está conectada a la red. Se trata en este caso de una instalación fotovoltaica conectada a red, dónde se puede extraer la energía de la red para cubrir con la demanda que no cubre la fotovoltaica y se puede inyectar en ella en caso de sobreproducción de las placas.

El mecanismo que tiene la contabilidad de tanto la extracción de energía de la red y la inyección de energía a ésta se llama contador bidireccional. Su función es esencial en este tipo de instalaciones con más de 12 MVA de generación de potencia, así lo estipula el Real Decreto 244/2019.



Ilustración 18 Contador bidireccional SMA EMETER-20 [43]

Este contador contabiliza en kWh, siendo homologado por la empresa comercializadora. El hecho de verter la energía excedente a la red implica que no hace falta instalar una batería en el sistema. Dado que la instalación tiene una potencia instalada inferior a los 100 kW (11,8 kW en este caso particular), no es necesario que los excedentes vertidos sean en régimen de venta eléctrica, facilitando así los procesos legales y burocráticos. En el Anexo VII se puede ver su ficha técnica.

Equipo de protección

Cómo en toda instalación, es necesario contar con un equipo de protección para proteger al sistema y a los vecinos de posibles cortocircuitos o sobretensiones, ya sea de forma directa o indirecta. Este equipo también se le aplica a la batería utilizada, estando resguardadas con

fusibles o disyuntores electromagnéticos. Sue colocará justo después del convertidor, estando este equipo en un cuadro de protecciones parecido a de las viviendas de los vecinos.



Ilustración 19 Caja de protección de strings para instalaciones fotovoltaicas [44]

Entre las medidas de seguridad que tiene, destacan los interruptores electro-magnéticos (contra los cortocircuitos, abriendo el circuito), fusibles (contra los cortocircuitos, abriendo también el circuito), descargador de sobretensión (derivados al terreno) y seleccionadores de corte (permite abrir el circuito DC).

Con este modelo de caja de protección (Caja de protección de strings para instalaciones fotovoltaicas (DC), Serie Kfvboxc) se cumplen las restricciones que existe en el circuito ante posibles sobretensiones o cortocircuitos. Su tensión de circuito en abierto máxima que puede aguantar es 500 V, superior al Voc del conjunto de los módulos e igual al voltaje máximo admitido por el inversor. La corriente máxima en caso de cortocircuito es 16 A. De nuevo, es superior a la máxima posible por el circuito, que se sitúa en torno a los 11,9 A.

Al tener valores mayores a los máximos del circuito, se asegura que, si el problema tiene problemas de sobrecargas o cortocircuitos, estos no afectarán a la instalación ni a la seguridad de las personas en el edificio. Los datos técnicos aparecen en el Anexo VII.

8.- CÁLCULOS

8.1.- DISPOSICIÓN MÓDULOS E INVERSORES

Al fijarse la producción objetivo en 16.200 kWh/año y teniendo una superficie disponible de 137.35 metros, se decide optar por el módulo STM220 F y el inversor IG-40. La disposición de esta instalación consistirá de 3 ramas. Cada rama estará formada por 9 placas en serie y 2 en paralelo, formando un total de 54 módulos en el conjunto.

El combinado de 54 módulos genera 16179,07 kWh/año, muy próximo a la demanda objetivo. En esta producción es importante haberle incluido un rendimiento de aproximadamente el 70% (rendimiento común en una instalación entre potencia generada real y potencia generada útil) y corroborando esta aproximación al hacer el rendimiento real de la instalación elegida (69,4% de rendimiento, subapartado de "Cálculo de pérdidas"). Este es el resultado que muestra el programa de Excel para la combinación elegida:

CONFIGURADOR DE INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS DE CONEXIÓN A RED *

<p>MÓDULO GAMESA SOLAR</p> <p>STM220 F</p> <p>Número Series: 9</p> <p>Número Paralelos: 2</p> <p>PROPIEDADES ELÉCTRICAS MÓDULO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>MODELO</th> <th>STM220 F</th> <th>Wp</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Potencia Nominal</td><td>220</td><td>Wp</td></tr> <tr><td>Icc</td><td>5,95</td><td>A</td></tr> <tr><td>Ipm</td><td>5,50</td><td>A</td></tr> <tr><td>Voc</td><td>47,75</td><td>V</td></tr> <tr><td>Vpmp</td><td>40,00</td><td>V</td></tr> <tr><td>Voc(-10 °C)</td><td>52,54</td><td>V</td></tr> <tr><td>Coef T²</td><td>- 136,80</td><td>mV/°C</td></tr> <tr><td>TONC</td><td>48,50</td><td>°C</td></tr> <tr><td>CLASE II</td><td>1.000,00</td><td>V</td></tr> </tbody> </table> <p>PROPIEDADES FÍSICAS MÓDULO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>MODELO</th> <th>STM220 F</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Largo</td><td>0,798</td><td>m</td></tr> <tr><td>Alto</td><td>1,559</td><td>m</td></tr> <tr><td>Profundo</td><td>0,0460</td><td>m</td></tr> <tr><td>Peso</td><td>16,50</td><td>kg</td></tr> <tr><td>Fabricante</td><td>SUNTECHNICS</td><td></td></tr> <tr><td>Célula</td><td>6" (156x156)</td><td></td></tr> <tr><td>Material</td><td>Monocristalino</td><td></td></tr> </tbody> </table>	MODELO	STM220 F	Wp	Potencia Nominal	220	Wp	Icc	5,95	A	Ipm	5,50	A	Voc	47,75	V	Vpmp	40,00	V	Voc(-10 °C)	52,54	V	Coef T²	- 136,80	mV/°C	TONC	48,50	°C	CLASE II	1.000,00	V	MODELO	STM220 F		Largo	0,798	m	Alto	1,559	m	Profundo	0,0460	m	Peso	16,50	kg	Fabricante	SUNTECHNICS		Célula	6" (156x156)		Material	Monocristalino		<p>MÓDELO INVERSOR</p> <p>IG-40</p> <p>Número ramas: 3</p> <p>PROPIEDADES ELÉCTRICAS INVERSOR</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>MODELO</th> <th>IG-40</th> <th>W</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">FABRICANTE FRONIUS</td> </tr> <tr><td>Potencia Nominal</td><td>3.500</td><td>W</td></tr> <tr><td>Vpmp mínima</td><td>150</td><td>V</td></tr> <tr><td>Vpmp máxima</td><td>400</td><td>V</td></tr> <tr><td>V máx admitida</td><td>500</td><td>V</td></tr> <tr><td>Potencia PV máx</td><td>4.800</td><td>Wp</td></tr> <tr><td>I máx</td><td>27</td><td>A</td></tr> <tr><td>V arranque</td><td>150</td><td>V</td></tr> <tr><td>V parada</td><td>-</td><td>V</td></tr> </tbody> </table> <p>TIPO INSTALACIÓN: FIJA</p> <p>Emplazamiento: MADRID</p> <p>PRODUCCION ESTIMADA</p> <p>CONFIGURACION E SPACIAL</p>	MODELO	IG-40	W	FABRICANTE FRONIUS			Potencia Nominal	3.500	W	Vpmp mínima	150	V	Vpmp máxima	400	V	V máx admitida	500	V	Potencia PV máx	4.800	Wp	I máx	27	A	V arranque	150	V	V parada	-	V	<p>CAMPO FOTOVOLTAICO</p> <p>9900</p> <p>Número Módulos: 54</p> <p>27 6,8</p> <p>CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr><td>Icc</td><td>11,90</td><td>A</td><td>O.K.</td></tr> <tr><td>Ipm</td><td>11,00</td><td>A</td><td>O.K.</td></tr> <tr><td>Voc</td><td>429,75</td><td>V</td><td>O.K.</td></tr> <tr><td>Vpmp</td><td>360,00</td><td>V</td><td>O.K.</td></tr> <tr><td>Voc (-10 °C)</td><td>472,84</td><td>V</td><td>O.K.</td></tr> </tbody> </table> <p>POTENCIA DEL CAMPO FOTOVOLTAICO</p> <p>191.400</p> <p>Potencia Instalada: 11.880 Wp O.K.</p> <p>Potencia Inversores: 10.500 W</p> <p>Ratio Wp/W: 13,14% O.K.</p> <p>T² mínima módulo (°C): 20</p> <p>Voc módulo: 53,91 V</p> <p>Voc generador: 485,15 V O.K.</p> <p>T² máxima módulo (°C): 50</p> <p>Voc módulo: 44,33 V</p> <p>Voc generador: 398,97 V</p> <p>Superficie módulos: 67,180 m²</p> <p>Peso total: 891,0 kg</p> <p>T² amb media sup: 24,4 °C</p> <p>T² amb media inf: 6,2 °C</p> <p>TONC (T² amb media sup): 60 °C</p>	Icc	11,90	A	O.K.	Ipm	11,00	A	O.K.	Voc	429,75	V	O.K.	Vpmp	360,00	V	O.K.	Voc (-10 °C)	472,84	V	O.K.
MODELO	STM220 F	Wp																																																																																																								
Potencia Nominal	220	Wp																																																																																																								
Icc	5,95	A																																																																																																								
Ipm	5,50	A																																																																																																								
Voc	47,75	V																																																																																																								
Vpmp	40,00	V																																																																																																								
Voc(-10 °C)	52,54	V																																																																																																								
Coef T²	- 136,80	mV/°C																																																																																																								
TONC	48,50	°C																																																																																																								
CLASE II	1.000,00	V																																																																																																								
MODELO	STM220 F																																																																																																									
Largo	0,798	m																																																																																																								
Alto	1,559	m																																																																																																								
Profundo	0,0460	m																																																																																																								
Peso	16,50	kg																																																																																																								
Fabricante	SUNTECHNICS																																																																																																									
Célula	6" (156x156)																																																																																																									
Material	Monocristalino																																																																																																									
MODELO	IG-40	W																																																																																																								
FABRICANTE FRONIUS																																																																																																										
Potencia Nominal	3.500	W																																																																																																								
Vpmp mínima	150	V																																																																																																								
Vpmp máxima	400	V																																																																																																								
V máx admitida	500	V																																																																																																								
Potencia PV máx	4.800	Wp																																																																																																								
I máx	27	A																																																																																																								
V arranque	150	V																																																																																																								
V parada	-	V																																																																																																								
Icc	11,90	A	O.K.																																																																																																							
Ipm	11,00	A	O.K.																																																																																																							
Voc	429,75	V	O.K.																																																																																																							
Vpmp	360,00	V	O.K.																																																																																																							
Voc (-10 °C)	472,84	V	O.K.																																																																																																							

Tabla 7 Configuración FV

Se puede observar que todos los valores de la "Configuración eléctrica" y de "Potencia de Campo Fotovoltaico" son "O.K.". Los siguientes valores provienen de las expresiones:

$$I_{cc} = I_{cc \text{ modelo}} * \text{número en paralelo} = 5,595 * 2 = 11,9 \text{ A}$$

$$I_{pmp} = I_{pmp \text{ modelo}} * \text{número en paralelo} = 5,5 * 2 = 11 \text{ A}$$

$$V_{oc} = V_{oc \text{ modelo}} * \text{número en serie} = 47,45 * 9 = 429,75 \text{ V}$$

$$V_{pmp} = I_{cc \text{ modelo}} * \text{número en serie} = 440 * 9 = 360 \text{ V}$$

$$\text{Potencia Instalada} = \text{Pot nominal modelo} * \text{número módulos} = 220 * 54 = 11880 \text{ Wp}$$

ESTIMACION PRODUCCION

Emplazamiento	MADRID	1434kwh/kwp	suntec	0,97023	Tipo instalación	FUA
		1478 kwh/h	17307,38	1,0400188		

Mes	Nº días	kWh/m² día	Producción kWh/mes	€
Enero	31	3,09	917,96	233,44
Febrero	28	4,07	1.081,72	275,08
Marzo	31	5,13	1.428,29	363,21
Abril	30	5,55	1.498,17	380,98
Mayo	31	6,00	1.658,23	421,69
Junio	30	6,41	1.639,26	416,87
Julio	31	6,91	1.788,62	454,85
Agosto	31	6,69	1.742,68	443,16
Septiembre	30	5,74	1.471,01	374,08
Octubre	31	4,44	1.247,12	317,14
Noviembre	30	3,26	919,63	233,86
Diciembre	31	2,65	786,37	199,98
Promedio	365	5,00	16.179	4.114,34

Wp	220
nº mod	54
kWp	11,88
kW	10,50
€/kWh	0,25430 €
Ganancia	0%
Otras Perdidas	100%

BASES RADIACION *	
CENSOLAR	SI
IES-ISPRA	SI
REGIONAL	NO

por 8 representacion **8.212,49** * Orientación: Sur. Inclinación 30°

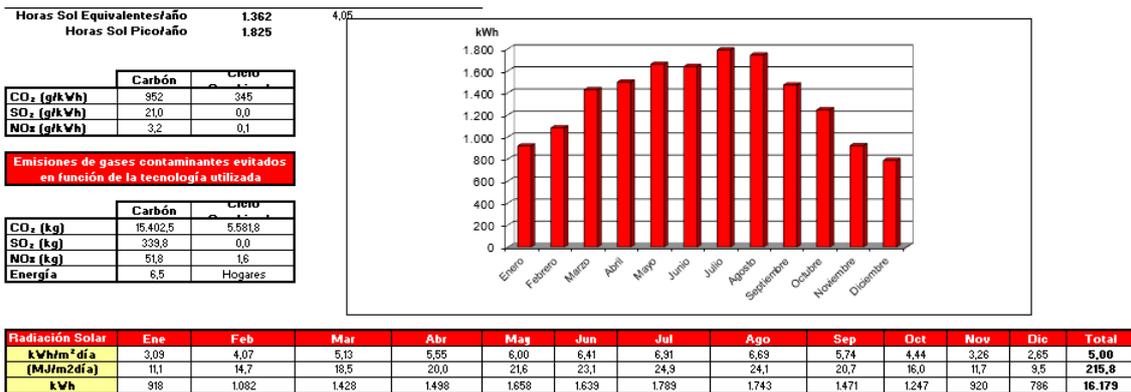


Tabla 8 Producción

Como es de esperar, la producción en los meses de verano son los que más producción dan, puesto que es cuanto mayor radiación solar recibe. Se compara ahora la producción con el gráfico de consumos realizado a partir de la Tabla 8.

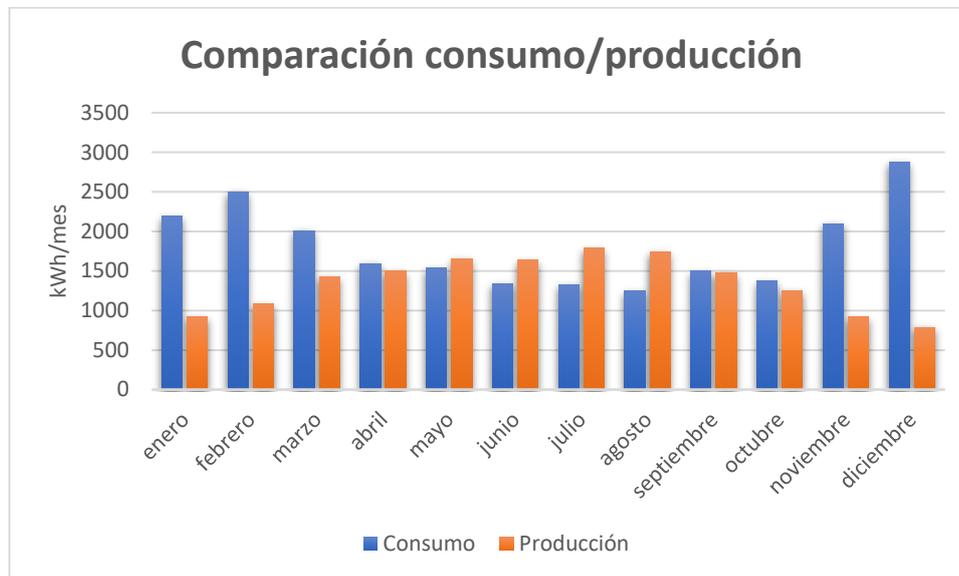


Tabla 9 Comparación consumo/producción

La producción energética que la tabla de consumos satisface se puede observar en la siguiente tabla:

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total
Producción	917	1081	1428	1498	1658	1639	1788	1742	1471	1247	919	786	16179
Consumo	2193	2501	2012	1596	1564	1342	1330	1245	1497	1372	2100	2878	21600
%	41,8	43,2	71,0	93,9	100	100	100	100	98,3	90,9	43,8	27,3	74,9%

Tabla 10 Porcentaje producción/consumo. Creación propia

Como es lógico, si la producción es mayor que el consumo, el 100% del consumo provendrá de las energías renovables. Se puede observar que el 75% del consumo total de la residencia proviene de las energías renovables.

Ahora se procede a explicar el posicionamiento de las placas. La instalación de estas placas será de carácter fijo. Pese a que las placas con soporte de seguimiento pueden ser más adecuadas para mejorar el rendimiento de la instalación, presenta tres problemas, dos de carácter económico y un tercero de vida útil.

El primer problema es el coste adicional de realizar la instalación de seguimiento. Los soportes deberían estar elevados, imposibilitando la superposición que se desea de la placa

sobre el tejado, para simplificar los costes. El segundo problema es el mantenimiento, ya que requeriría muchas más atenciones debido al posible malfuncionamiento de alguno de los ejes, aumentando los costes de mantenimiento. En tercer lugar, la garantía que ofrece. La vida útil de estos elementos baja a los 5/10 años en comparación con los 20/25 años que ofrecen las placas con soporte fijo.

La disposición de las 3 ramas, con 9 módulos en serie y 2 en paralelo está condicionada por 3 pequeños bloques que tienen presencia en el tejado, cómo se puede observar en el detalle de la cubierta (Plano "Detalle de la cubierta"). Estos elementos limitan el posicionamiento de las placas, por lo que es necesario encontrar una forma exacta para su colocación. En la sección de planos, se puede observar de qué forma se posicionan en medidas reales.

En el plano estudiado, las medidas están expresadas en metros. Las chimeneas están marcadas en rojo y las líneas discontinuas son las placas que necesitan un apoyo externo (soportándose desde un soporte auxiliar en el propio soporte o con otras herramientas desde la otra parte del tejado). Se puede contabilizar 9 placas en serie y dos en paralelo, divididas en 3 ramas. La primera rama está conformada por las dos primeras hileras de placas, la rama central son la tercera y cuarta sección, siendo la última la conformada por las dos series restantes en la parte derecha del plano "Instalación fotovoltaica en medidas reales".

Dado que el tamaño del tejado es ligeramente inferior a la suma de los lados en serie (6,56 metros de cubierta frente a 7,18 metros de módulo), es necesario un soporte adicional para contrarrestar esta diferencia. El soporte adicional bien se puede colocar debajo de la placa, o a modo de apoyo sosteniéndose con la otra parte del tejado.

El conexionado de las placas e inversor con el resto de la instalación se puede apreciar en los planos de sistema de control y conexionado superior, en el conexionado de la cubierta y el ático. El equipo de protección se puede instaurar en cualquier punto de las placas solares al inversor, preferiblemente en una zona no expuesta al sol, puesto que el equipo seleccionado (Caja de protección de strings para instalaciones fotovoltaicas (DC), Serie KfvBOXC) trabaja con energía continua.

8.2.- CÁLCULOS PÉRDIDA ENERGÍA

Son muchas las variables que afectan al rendimiento de la instalación solar. Entre los factores que más afectan al rendimiento del panel solar, los siguientes:

8.2.1.- FÓRMULA PARA CÁLCULOS DE PÉRDIDAS

En toda instalación, siempre existe un componente de pérdidas asociado que hace que la instalación no tenga un rendimiento del 100%. Entre las múltiples pérdidas, varias de ellas se estiman aproximadamente del porcentaje que afecta en relación al rendimiento, pero otras son necesarias calcularlas con fórmulas matemáticas, de las cuales destacan las siguientes:

Pérdidas inclinación y orientación

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 * (1,2 * 10^{-4} * (\beta - \varphi + 10)^2 + 3,5 * 10^{-3} * \alpha^2) \text{ para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 * (1,2 * 10^{-4} * (\beta - \varphi + 10)^2) \text{ para } \beta < 15^\circ$$

Siendo:

β : ángulo inclinación con respecto a horizontal

φ : latitud de la región

α : ángulo acimut con respecto a Sur

Pérdidas temperatura

$$\% \text{ coeficiente } T^a = \frac{\text{coeficiente } T^a \left(\frac{\text{mV}}{^\circ\text{C}} \right)}{V_{oc}}$$

Siendo:

- Coeficiente T^a : bajada de rendimiento del voltaje frente a aumento de temperatura

- Voc: voltaje en circuito abierto

$$\% \text{ Pérdida por temperatura} = |\% \text{ coeficiente } T^a| * (T^a \text{ NOCT} - T^a \text{ STC})$$

Siendo:

- % Coeficiente T^a: bajada de rendimiento frente a aumento de temperatura en tanto por ciento
- T^a NOCT: temperatura en circunstancias NOCT (temperatura de las células en condiciones normales de funcionamiento)
- T^a STC: temperatura bajo circunstancias STC (Condiciones Standard de Medida)

Pérdidas totales

$\% \text{ Pérdida total} = \% \text{ pérdidas inclinación y orientación} + \% \text{ pérdidas sombreado} +$
 $\% \text{ pérdidas temperatura} + \% \text{ pérdidas inversor} + \% \text{ pérdidas disparidad} +$
 $\% \text{ pérdidas cableado y empalmes} + \% \text{ pérdidas reflexión} + \% \text{ pérdidas suciedad} +$
 $\% \text{ pérdidas potencia nominal}$

Rendimiento instalación

$\% \text{ Rendimiento instalación} = 100\% - \% \text{ pérdida total}$

8.2.2.- CÁLCULOS DE PÉRDIDAS

A) Pérdidas por inclinación y orientación

Para el cálculo de la pérdida según estos dos factores, es necesario recordar en qué disposición se colocan los módulos. Dado que se sabe que la instalación de los módulos será en superposición conforme al ángulo de inclinación del tejado (45° con respecto a la horizontal), encontramos aquí el primer condicionante. Para optimizar la efectividad de las placas, se deberá definir las dos variables principales:

- a) Ángulo de inclinación (β): es el ángulo que forma la superficie del módulo con el plano horizontal (0° para módulos horizontales, 90° para módulos verticales)
- b) Ángulo de acimut (α): es el ángulo formado entre la normal de la superficie de la placa y el meridiano del lugar (0° para orientación sur, 90° para orientación oeste, -90° para orientación este)

Se muestra en esta representación visual cómo son los ángulos.

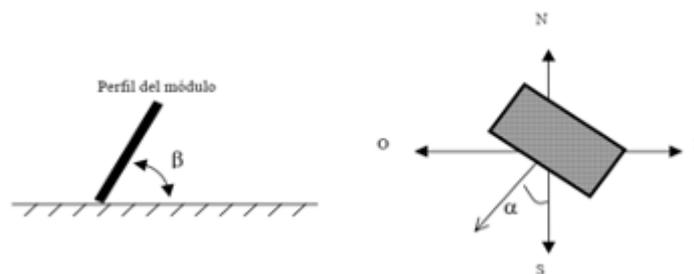


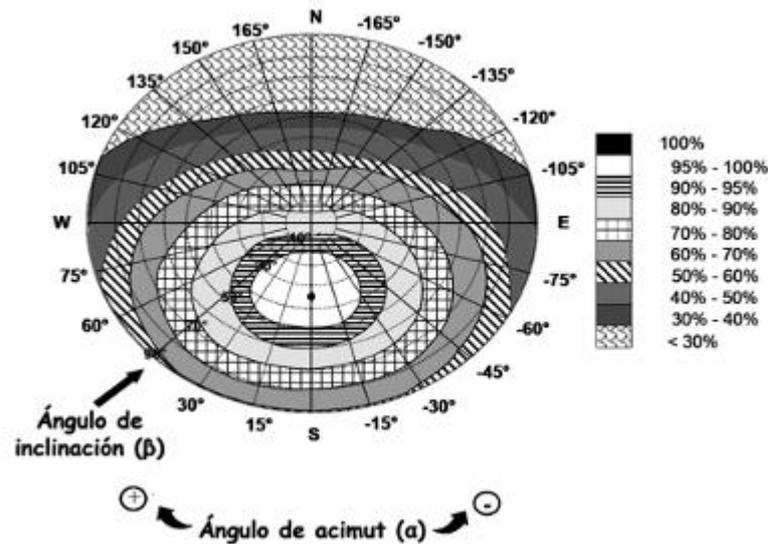
Ilustración 20 Ángulo de inclinación y acimut [45]

El IDAE (Instituto para Diversificación y Ahorro de Energía) admite unas pérdidas máximas para cada caso en particular. Estas se exponen en la tabla dónde se observa el límite de pérdidas por orientación e inclinación

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

Tabla 11 Pérdidas máximas permitidas según IDEA [46]

La región de Madrid se encuentra en la latitud $40,4^\circ$ (Anexo III), se puede saber de forma aproximada el porcentaje de pérdida de energía máximo en función de sus ángulos de inclinación y ángulo acimut. Para que el siguiente grafico funcione, las placas solares no pueden tener más de un 20% de pérdidas según el IDAE. El siguiente gráfico (únicamente para latitudes de 41°) muestra la relación entre las pérdidas máximas y los ángulos de colocación de las placas.



- Ilustración 21 Porcentajes máximo de pérdida de energía según ángulos [47]

Dado que la orientación de los paneles es completamente hacia el sur, el ángulo de acimut será 0° . El ángulo de inclinación, por el contrario, será de 45° , como se ha explicado anteriormente en la disposición de las placas. Si bien se observa en el gráfico, este se sitúa en la zona blanca (mínimo 13° , máximo 50°), donde hay un porcentaje máximo de pérdida por ángulos de instalación de hasta 5% .

Sin embargo, este dato no es definitivo. Como Madrid está en una latitud diferente a la 41° , es necesario hacer una aproximación para saber si la inclinación de 45° entra dentro de los nuevos márgenes para el error máximo del 5% . Aplicamos las fórmulas explicadas en el apartado de sub-anterior de fórmulas.

$$\text{Inclinación máxima} = 50^\circ - (41^\circ - 40.4^\circ) = 49.4^\circ$$

$$\text{Inclinación mínima} = 13^\circ - (41^\circ - 40.4^\circ) = 12.4^\circ$$

Como 45° está dentro de los límites de inclinación para la latitud 40.4° , el máximo de pérdida que puede tener por inclinación y orientación es de 5% . Después de haber comprobado que estos ángulos son válidos para el objetivo fijado (5%), se procede a realizar la pérdida exacta por estos ángulos. La fórmula tendrá el siguiente aspecto:

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 * (1,2 * 10^{-4} * (45 - 40,4 + 10)^2 + 3,5 * 10^{-3} * 0^2) = 2,5\%$$

Las pérdidas son menores a 5%, cómo era de esperar, y se sitúan en un valor de **2,5%**

B) Pérdidas por sombreado

Cómo su propio nombre indica, este tipo de pérdidas se produce debido a la aparición de objetos que proyecten su sombra en las placas solares, haciendo que la incidencia solar en esa zona sea mucho menor. Para poder realizar el cálculo según el IDAE, es necesario contar con un instrumento llamado teodolito para poder calcular el perfil de sombras. Puesto que no se tiene este instrumento, el cálculo de sombras se obtendrá de forma aproximada en comparación con otros proyectos de placas solares. El valor medio de las pérdidas por sombra es del **2%**.

C) Pérdidas por temperatura

La temperatura es uno de los factores claves para el funcionamiento correcto de las placas. A altas temperaturas, el rendimiento de la instalación cae de forma pronunciada. En el siguiente gráfico se puede observar el efecto de la temperatura en la bajada del voltaje producido.

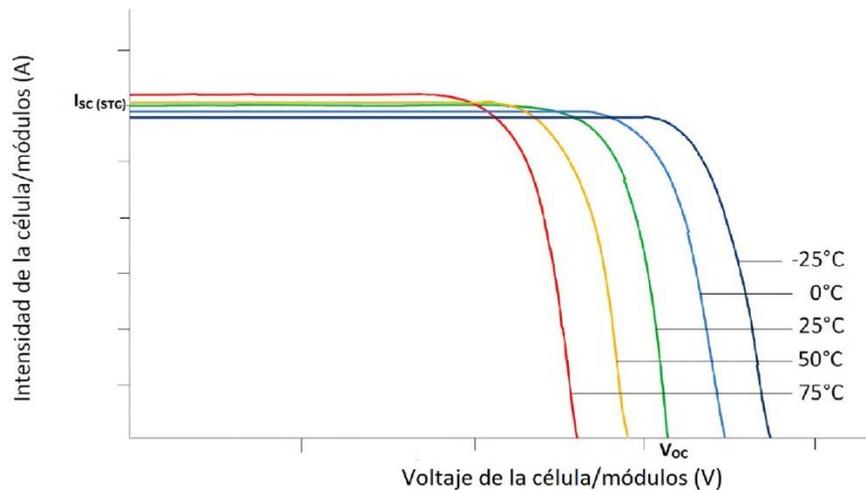


Ilustración 22 Relación Voc/Isc con respecto a temperatura [48]

Para poder calcular estas pérdidas, es necesario tener dos datos: la temperatura NOCT de la placa solar y el coeficiente de rendimiento de temperatura de la placa. El NOCT es la temperatura normal de funcionamiento de la célula en condiciones normales, siendo estas 800 W/m² de insolación, temperatura ambiental desde -20°C hasta 45/50°C bajo influencia solar, viento de 1 m/s y espectro de radiación para densidad atmosférica de 1.5 AM.

Tanto el valor del NOCT como el coeficiente de temperatura de las placas aparecen en la ficha técnica del STM220 F. El NOCT tiene un valor de 48,5°C y el coeficiente de temperatura (Voc) es de -0.1368V/°C. Es necesario cambiar el coeficiente a porcentaje, puesto que todas las pérdidas se están calculando en función del porcentaje.

La conversión es sencilla, puesto que solamente es necesario el porcentaje por grado Celsius, calculándose este como la división entre el coeficiente de temperatura y el voltaje en circuito abierto (Voc), puesto que el coeficiente está referido a esta medida.

$$\% \text{ coeficiente } T^a = \frac{-0,1368}{47,75} = -0,286 \frac{\%}{^{\circ}\text{C}}$$

Para calcular el porcentaje de pérdida, se toma como valores la temperatura de calentamiento en NOCT, la tasa de pérdida y la temperatura según condiciones STC ((Condiciones Standard de Medida), que son temperatura panel 25°C, distribución espectral AM de 1.5G e irradiancia de 1000W/m²), puesto que con 25°C es cuando más eficiencia tiene. La fórmula a aplicar, conocida en el subapartado de fórmulas pérdidas, da el siguiente resultado:

$$\% \text{ Pérdida por temperatura} = |-0,286| * (48,5 \text{ }^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) = 6,7\%$$

Como puede comprobarse, las pérdidas por temperatura suponen uno de los valores más altos, alcanzando un **6,7%**

D) Pérdidas por inversor

Como bien se ha explicado anteriormente, la búsqueda de un inversor con un buen rendimiento es crucial para mejorar el rendimiento general de la instalación. Al seleccionar

el inversor con el mejor rendimiento posible en el listado, se asegura que el impacto en las pérdidas sea el menor posible.

El valor de referencia para comparar los inversores ha sido el rendimiento europeo, que es el rendimiento en cualquier circunstancia. El rendimiento máximo, por lo contrario, solo se da en condiciones óptimas de trabajo. Es por ello que se aplicará el rendimiento europeo como medida de pérdida, puesto que el inversor no va a estar trabajando toda su vida útil al máximo. Dado que el rendimiento europeo es de 93,5%, las pérdidas generadas por el inversor serán de **6,5%**.

E) Pérdidas por disparidad o mismatch

Estas pérdidas surgen por la desigualdad entre las placas solares. Al ser materiales fabricados, es bastante improbable que dos placas solares diferentes absorban exactamente la misma energía solar. Es por ello que se le suele atribuir un porcentaje de error a esta disparidad, rondando generalmente entre el 3,3% y el 3,8%. Se escogerá el **3,5%** como pérdida.

F) Pérdidas por cableado y empalmes

La transmisión de la energía de la placa solar al panel de control de la casa o incluso al inversor se produce a través del sistema de cableado. La corriente eléctrica que circular por los cables irradia calor, que es energía que se transforma en pérdida irrecuperable. Se puede considerar dos grupos en las pérdidas por cableado.

Cableado DC: son aquellas pérdidas provocadas por el efecto Joule. La corriente continua es la que circula de la placa solar al inversor. Al estar expuestas al Sol, además de la corriente que circula por ellos se ven calentados por recibir al descubierto los rayos de sol. Sus pérdidas suelen ser de entorno al **0,2%**.

Cableado AC: la corriente alterna circula del inversor al panel central de la residencia. Debido al calentamiento producido por el transcurso de la corriente y a las largas distancias,

su pérdida es ligeramente mayor a la del cableado DC. Se estima que sus pérdidas rondan en torno al **0,5%**.

G) Pérdidas por reflexión

Debido al material utilizado en las placas solares (silicio, alta reflexión), las pérdidas por reflexión en los módulos solares suelen ser elevadas. La importancia de la capa antirreflectante es importante, puesto que, si no estuviese, las pérdidas serían mucho mayores.

La elección de cristales monocristalinos, que tienen un color más oscuro, favorece más a la absorción solar, disminuyendo así la cantidad de luz reflejada. La pérdida provocada por la reflexión se sitúa en torno al **3.7%**

H) Pérdidas por suciedad

Una de las principales formas de mantenimiento para el correcto uso de las placas solares es tener los paneles solares limpios para recibir mejor la radiación solar. Los paneles solares, al estar expuestos al aire libre, es un lugar donde se puede acumular el polvo, la lluvia o los extractores de cocina.

Otra de las razones de pérdida es la conexión de los paneles en serie. Si existe suciedad, bajará la eficiencia y todos los paneles se verán afectados (cuello de botella). La suciedad acumulada en los paneles dificulta la absorción adecuada de la energía. La suciedad acarrea unas pérdidas de entorno al **2%**

I) Pérdidas por potencia nominal

En la ficha técnica del panel STM F 220, (Anexo V), se puede apreciar que la placa solar acepta un porcentaje de tolerancia de potencia de +/- 3%. Es por ello que el porcentaje de pérdida por tolerancia con respecto a la potencia nominal es del **3%**.

J) Pérdidas totales

Una vez calculadas todas las pérdidas por separado, se procede a realizar el sumatorio de todas para saber consecuentemente cuál es el rendimiento real de la instalación. Según la fórmula de pérdidas totales:

$$\begin{aligned}\% \text{ Pérdida totales} &= 2,5\% + 2\% + 6,7\% + 6,5\% + 3,5\% + 0,7\% + 3,7\% + 2\% + 3\% \\ &= 30,6\%\end{aligned}$$

$$\% \text{ Rendimiento instalación} = 100\% - 30,6\% = 69,4\%$$

La instalación tiene unas pérdidas de **30,6%** y un rendimiento total de **69,4%**.

8.3.- CÁLCULOS PROGRAMA CE3X

Para poder obtener la letra energética del programa Ce3X, es necesario rellenar los datos generales del edificio. En esta hoja, además de existir datos que se conocen, existen algunos que son necesario calcular.

8.3.1.- FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO CE3X

En este programa la mayoría de los datos se obtienen a través de la ficha técnica del hogar, pero hay ciertas fórmulas que el programa necesita para poder ser completado. Se explicarán ahora las fórmulas necesarias.

Ventilación de inmueble

$$\text{renovaciones por hora} = \frac{\text{caudal minimo total} * 3,6}{\text{volumen edificio}}$$

$$\text{Volumen edificio (m}^3\text{)} = \text{superficie util habitable} * \text{altura habitable}$$

$$\frac{3600\text{s}}{1000\text{l}} = \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

90

Caudal minimo total(l/s) = caudal minimo vivienda*nº viviendas

Caudal minimo vivienda(tipo 1) (l/s) = $8\frac{1}{s}$ *nº dormitorio + $6\frac{1}{s}$ *nº sala de estar + $6\frac{1}{s}$ *nº cuarto de baño + $6\frac{1}{s}$ *nº cocina + $6\frac{1}{s}$ *nº lavadero

Demanda diaria de ACS

$$ACS \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) = n^{\circ} \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \text{ por unidad} \right) * n^{\circ} \text{ personas} * \text{factor centralización}$$

8.3.2.- CÁLCULOS PROGRAMA CE3X

Ventilación de inmueble

- Paso 1: Cálculo caudal mínimo

Según la nueva actualización del cálculo del Certificado Energético, concretamente la sección H3S (cálculo de la ventilación), la fórmula comienza con el cálculo del caudal constante, siendo establecido según la tabla 12.

Tipo de vivienda	Caudal mínimo q_v en l/s				
	Locales secos ^{(1) (2)}			Locales húmedos ⁽²⁾	
	Dormitorio principal	Resto de dormitorios	Salas de estar y comedores ⁽³⁾	Mínimo en total	Mínimo por local
0 ó 1 dormitorios	8	-	6	12	6
2 dormitorios	8	4	8	24	7
3 o más dormitorios	8	4	10	33	8

(1) En los locales secos de las viviendas destinados a varios usos se considera el caudal correspondiente al uso para el que resulte un caudal mayor

(2) Cuando en un mismo local se den usos de local seco y húmedo, cada zona debe dotarse de su caudal correspondiente

(3) Otros locales pertenecientes a la vivienda con usos similares (salas de juego, despachos, etc.)

Tabla 12 Caudal mínimo vivienda [49]

En el caso concreto, el tipo de vivienda entra en el apartado de 0 ó 1 dormitorio. El edificio en cuestión cuenta con 1 dormitorio por casa, 1 sala de estar por casa, 1 cuarto de baño y 1 cocina. El cálculo del caudal mínimo sería el sumatorio de todos estos valores según la tabla 12, siendo su resultado:

$$\text{Caudal minimo vivienda}(q) = 8\frac{1}{s} * 1 \text{ dormitorio} + 6\frac{1}{s} * 1 \text{ sala de estar} + \\ 6\frac{1}{s} * 1 \text{ cuarto de baño} + 6\frac{1}{s} * 1 \text{ cocina} + 6\frac{1}{s} * 1 \text{ lavadero} = 32 \text{ l/s}$$

Brevemente, la suma de los dos primeros componentes correspondiente a los locales secos y la suma de los tres últimos componentes los locales húmedos. Se puede observar cómo en la sección de locales húmedos, el mínimo en total (12) es menor a la suma de los mínimos por local (6+6+6=18), por lo que no hace falta utilizar el mínimo total. Si el mínimo total fuera superior a la suma de los mínimos de local, sería necesario poner en la fórmula el mínimo en total.

El caudal mínimo de la totalidad es la suma de los caudales de cada vivienda, por ello, dado que hay 10 edificios, el caudal mínimo total sería calculado de esta forma:

$$\text{Caudal minimo total}(q) = 32\frac{1}{s} * 10 \text{ viviendas} = 320 \text{ l/s}$$

- Paso 2: Factor de conversión

La ventilación se mide en renovaciones por hora. Para poder pasar de caudal en litros por segundo a renovaciones por hora es necesario hacer un factor de conversión. La relación entre m³/h y l/s, cómo se ha explicado en las fórmulas, es de 3,6.

- Paso 3: Volumen edificio

El volumen del edificio es necesario también para el cálculo de la ventilación. El volumen del edificio es el siguiente:

$$\text{Volumen edificio} = 490 \text{ m}^2 \text{ totales} * 2,5\text{m altura cada piso} = 1225 \text{ m}^3$$

- Paso 4: Calculo renovaciones/hora

Finalmente, se aplica la fórmula de renovaciones por hora para saber la ventilación de la vivienda:

$$\text{renovaciones por hora} = \frac{320 \cdot 3,6}{1225} = 0,94$$

Demanda Diaria de ACS

Es la demanda de agua caliente sanitaria necesaria para el certificado energético. Sigue las instrucciones del documento básico DB-HE-4 de ahorro de energía del CTE. Para Su cálculo en el programa CE3x, se siguen los siguientes pasos:

- Paso 1: Se obtiene el consumo de ACS en litros /día por persona. Según la tabla 13, se puede observar que para una referencia de 60°C, se considera el valor de referencia 28 l/día por persona para un edificio de vivienda.

Criterio de demanda	Litros/día-unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Tabla 13 Demanda de referencia a 60°C [50]

- **Paso 2:** Se obtiene el número de dormitorios que tiene la vivienda. Según la tabla 12, se observa que al ser 10 dormitorios (1 dormitorio por vivienda), se obtiene el valor de 7 personas.

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥6
Número de Personas	1,5	3	4	5	6	6	7

Tabla 14 N° de personas según dormitorios [51]

- **Paso 3:** Al ser un bloque de viviendas, se aplica un factor de centralización. Según la tabla 15, el valor de centralización del edificio formado con 10 viviendas es de 0,95.

Nº viviendas	N≤3	4≤N≤10	11≤N≤20	21≤N≤50	51≤N≤75	76≤N≤100	N≥101
Factor de centralización	1	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70

Tabla 15 Valor de factor de centralización [52]

- **Paso 4:** Se obtiene la demanda de ACS en litros/día. Siguiendo la fórmula del ACS, el resultado para la vivienda será:

$$\text{ACS} \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) = 28 \frac{\text{litros}}{\text{día}} \text{ por persona} * 7 \text{ personas} * 0,95 = 186,2 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$$

Una vez calculados estos datos, esta es la imagen de la hoja general del edificio:

Datos generales

Normativa vigente: CTE 2006 Año construcción: 2008

Tipo de edificio: Bloque de Viviendas

Provincia/Ciudad autónoma: Madrid Localidad: Madrid

Zona climática: D3 HE-1 HE-4 IV

Definición edificio

Superficie útil habitable: 490 m²

Altura libre de planta: 2,5 m

Número de plantas habitables: 5

Ventilación del inmueble: 0,94 ren/h

Demanda diaria de ACS: 186,2 l/día

Masa de las particiones internas: Media

Ilustración 23 Datos generales Ce3X

Posteriormente, se requiere realizar el envolvente térmico del edificio. Para realizar el envolvente, es necesario fijarse en los planos del edificio ("Sección AA") y discernir entre las diferentes partes que lo conforman. La cubierta, que es la parte superior del edificio, tiene una superficie de 137,35 metros. El muro, que se divide en contacto con el terreno, de fachada y medianería (tipo pesado), tiene unas medidas de 50,38 m, 255,1 m y 461,67 metros, respectivamente. El suelo en contacto con el terreno tiene una superficie de 201,92 metros y en contacto con el aire exterior es de 41,47 metros. Por último, la partición de carácter vertical y horizontal en contacto con espacio inferior (garaje) es de 38,9 m y 146,77 metros.

9.- ESTUDIO VIABILIDAD ECONÓMICA

A continuación, se realiza el análisis financiero de la instalación. Se estudiará si la opción adoptada es económicamente rentable. Para realizar este cálculo, es necesario saber la potencia instalada, el coste del proyecto, el coste de la energía en red, el aprovechamiento de los recursos y el ahorro anual del autoconsumo.

9.1- COSTE DE PROYECTO

En primer lugar, se definirán cuáles son los costes del proyecto, dividiéndose en dos partes: CAPEX y OPEX. El CAPEX es el *Capital Expenditure* y abarca la cantidad de recursos empleados en la inversión realizada. El OPEX, por su parte, es el *Operational Expenditure*, que son los costos para el funcionamiento del sistema.

Para poder calcular el coste CAPEX, es necesario saber la potencia instalada (kWp) y el precio unitario por cada kWp. Otro elemento que es necesario para el cálculo del CAPEX son las ayudas o subvenciones por instalación. Según el "Programa de ayudas para Renovables en Autoconsumo, Almacenamiento y Sistemas Térmicos", en el programa de incentivos 4, apartado "Valores de referencia para el cálculo de las ayudas", se estipula que una instalación fotovoltaica de autoconsumo colectivo entre 10 kWp y 100kWp recibe una ayuda de 535 euros por cada kWp instalado.

En el apartado del OPEX, se tiene únicamente en cuenta los costos por mantenimiento anuales. Estos mantenimientos implican reparación de placas, revisión de inversores y comprobación de la caja de protecciones. Se supone un mantenimiento lineal en toda la vida útil de la instalación.

Se realizará en primer lugar una estimación del precio de la instalación en función del precio de mercado de los elementos, y se comparará con las ofertas en el mercado de instaladoras. Se seleccionará la opción económica más viable para la residencia universitaria.

9.1.1.- SIN EMPRESA INSTALADORA

En primer lugar, se realizará el estudio del CAPEX para la opción de hacer frente a los pagos de forma independiente sin compañía instaladora. Es necesario calcular el importe de la inversión inicial. Para ello, es necesario calcular el valor total de los elementos que constituyen la operación, además de otros gastos derivados de esta. En la siguiente tabla, se puede observar los precios de los componentes seleccionados para la instalación:

Componente	Nº elementos	Precio unitario	Precio del componente
Placa STM220 F	54	107,8 €	5821,2 €
Inversor IG-40	1	2707,5 €	2707,5 €
Equipo de soporte	54	60 €	3240 €
Contador bidireccional	1	387,2 €	387,2 €
Equipo de protección	1	124,6 €	124,63 €
Precio total			12280,49 €

Tabla 16: Precio de componentes

Una vez obtenido el gasto inicial con únicamente la compra de los materiales, es necesario calcular el importe que proviene de costes directos. Entre estos gastos se puede diferenciar dependiendo del carácter que tenga, ya sea administrativo o de construcción, cómo la mano de obra.

En el ámbito administrativo se puede observar costes cómo el ICIO (Impuesto sobre Construcciones, Instalaciones y Obras, RD 2/2004) y otros gastos legislativos (autorizaciones, tramites, certificados, contratos, permisos, licencias, etc). La mayoría de estos gastos se obtienen con estimaciones porcentuales en relación con el valor de la compra de los materiales. En los costes directos en relación con la instalación se tiene en cuenta el sistema de montaje, los cableados y la mano de obra, incluyendo transporte de los materiales. En la siguiente tabla se exponen los costes directos de la instalación:[53]

Tipo de coste directo	% con respecto a precio total componente	Valor del gasto
Costes legislativos (no ICIO)	2%	245,61€
Sistema montado	7%	859,63 €
Cableado	8%	982,43 €
Mano de obra	25%	3070,12 €
	Precio total	5157,81€

Tabla 17: Costes directos

Para sumar el coste directo total, se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Coste directo total} = \text{coste componentes} + \text{coste gastos directos}$$

Sumando este valor al precio de la compra de los materiales, da un valor en el gasto directo (sin ICIO, puesto que se calcula después) de la inversión de:

$$\text{Coste directo total} = 12280,49 + 5157,81\text{€} = 17438,30\text{€}$$

Una vez obtenido este valor, se puede calcular el ICOI.

$$\text{Impuesto ICOI} = 17438,30\text{€} * 4\% = 697,53\text{€}$$

En cuanto a costes indirectos, se simplifican en dos: beneficio indirecto y otros costes. El beneficio indirecto es el porcentaje de la obra que corresponde al contratista en cuestión, y los otros costes son medidas de precaución cómo deudas a ingenieros, posibles gastos imprevistos con el contratista, etc. En la siguiente tabla se calcularán los valores de los dos costes indirectos en base al valor de coste directo total:

Tipo de coste indirecto	% con respecto a coste directo total	Valor de gasto
Beneficio indirecto	6%	1046,3€
Otros costes	3%	523,15€
	Precio total	1569,45€

Tabla 18: Costes indirectos

Además de sumar los gastos directos y los gastos indirectos, es necesario incluir tanto el IVA en el CAPEX de la operación cómo el descuento por las ayudas (535€ por cada kWp instalado, teniendo instalados 11,8 kWp). El CAPEX sin la instaladora es el siguiente:

$$\text{CAPEX sin instaladora} = (\text{Coste directo total} + \text{Impuesto ICOI} + \text{Coste indirecto total}) * (1 + \text{IVA}) - (\text{Ud. ayuda} * \text{Potencia Instalada})$$

Siendo el resultado final:

$$\text{CAPEX sin instaladora} = (17438,30\text{€} + 697,53\text{€} + 1569,45\text{€}) * (1 + 0.21) - (535 * 11,8) = 17530,37\text{€}$$

Por el otro lado, el OPEX sería formado por los elementos de mantenimiento y demás pagos a realizar durante la vida útil de la instalación. En el caso particular de no contar con la instaladora, la fórmula sería la siguiente:

$$\text{OPEX sin instaladora} = \text{mantenimiento} + \text{seguro}$$

El valor del mantenimiento se estima que es 200€ anuales, y el seguro serán alrededor de 100€ anuales también. El resultado sería:

$$\text{OPEX sin instaladora} = 200\text{€} + 100\text{€} = 300\text{€}$$

9.1.2.- CON EMPRESA INSTALADORA

Tras una larga comparación entre las instaladoras que existen en el mercado, una instalación de este tamaño tiene un precio medio de 1600 €/kWp. Esto quiere decir que cada kWp instalado tiene un precio de 1600 euros. Este precio abarca todos los elementos de la instalación (compra de cada componente que se seleccione e instalación), además de incluir costos directos, indirectos y también los impuestos legislativos y burocráticos del proceso.

Coste de proyecto

$$\text{CAPEX} = (\text{Ud instaladora} * \text{Potencia instalada}) * (1 + \text{IVA}) - (\text{Ud ayuda} * \text{Potencia instalada})$$

$$\text{OPEX} = \text{mantenimiento}$$

Siendo:

- Ud instaladora: 1600 €/kWp
- Potencia instalada: 11.8 kWp
- IVA: 0,21

- Ud ayuda: 535 €/kWp
- Mantenimiento: 200 €

$$\text{CAPEX} = (1600 \cdot 11.8) \cdot (1 + 0,21) - (535 \cdot 11.8) = 16351,8\text{€}$$

$$\text{OPEX} = 200\text{€}$$

9.1.3.- SELECCIÓN PLAN ECONÓMICO

Una vez desarrolladas ambas metodologías, se escoge entre la más económica para los vecinos. Para ello, se realiza la comparación entre los CAPEX y OPEX.

$$\text{CAPEX sin instaladora} = 17530,37\text{€}$$

$$\text{CAPEX} = 16351,8\text{€}$$

El CAPEX de la instaladora es 1178.57€ más económica.

$$\text{OPEX sin instaladora} = 300\text{€}$$

$$\text{OPEX} = 200\text{€}$$

El OPEX de la instaladora es 100€ más económica.

Al comparar tanto el CAPEX como el OPEX de ambas de las opciones (con o sin instaladora), es mejor optar por el proyecto que ofrece la instaladora, ya que va a ser más rentable y viable para los vecinos, ya que tienen que hacer frente a una menor inversión inicial y a un menor gasto anual en cuanto a los costes operativos.

9.2.- AHORROS

Una vez calculado el coste del proyecto, es necesario saber ahora qué coste tiene la energía y el ahorro que se produce con la utilización de las placas solares. Para ello es necesario saber que coste tiene la energía y de qué forma se aprovecha la energía generada por la planta.

La energía de la red tiene un coste actual de 0,25 €/kWp de media entre el precio punta, llano y valle. Este precio incluye también el IVA y el IVA eléctrico. Es necesario hacer una estimación de cuál va a ser el precio en el futuro, puesto que afectará directamente al ahorro económico de la comunidad al contar con energía de autoabastecimiento. En la siguiente tabla se puede apreciar el precio medio de electricidad entre 2010 y 2022.

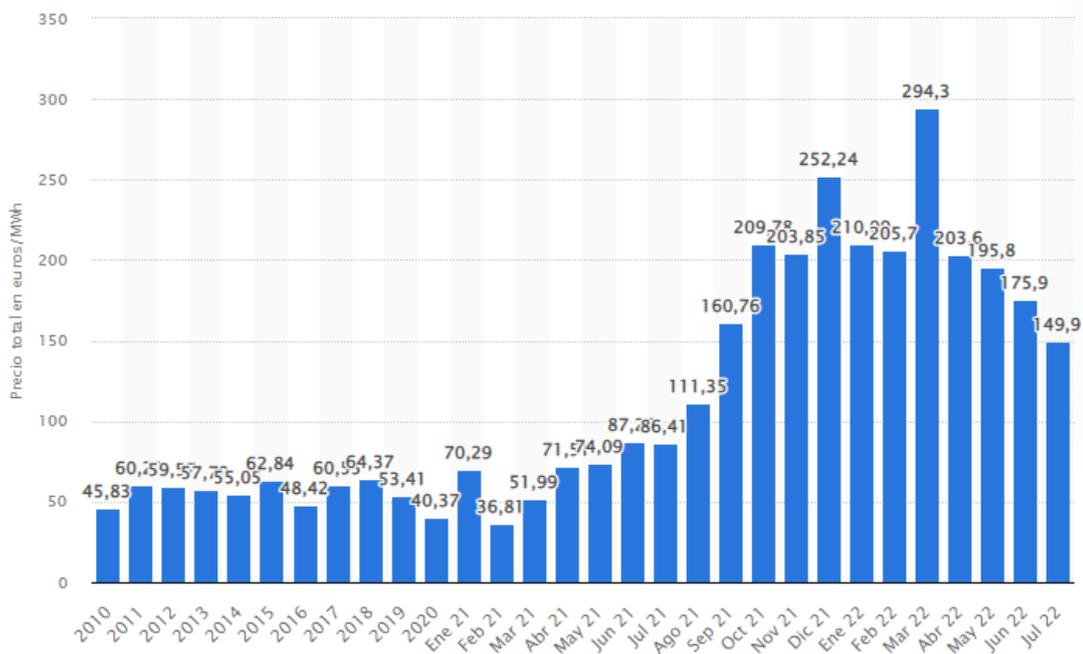


Tabla 19 Gráfico precio medio electricidad [53]

Según esta tabla, se puede calcular que el precio de la electricidad aumenta en torno a un 8,8% anual. Dada que la cierta situación de conflicto ha aumentado el valor medio de la electricidad, se estima que el aumento anual del precio de electricidad de aquí a 25 años vista será de entorno al 2% anual.

La placa tiene una vida útil de entorno a los 25 años. Esto quiere decir que en el año 1 no produce la misma energía que en el año 25. Es por ello necesario añadir un porcentaje de pérdida en cuanto a la capacidad de producción, denominándose pérdidas anuales por degradación, teniendo un valor de 0,5% anual de pérdida a partir del segundo año.

El aprovechamiento de la energía es también un factor a tener en cuenta. Se puede dividir en aprovechamiento para el autoconsumo y para el excedente. Dado que no se tienen los datos de consumos diarios divididos por horas, el cálculo de excedentes es muy aleatorio, puesto que no se conocen los datos. Otro punto a tener en cuenta es que la producción de la instalación se ha considerado únicamente para beneficio de los residentes, por lo que el excedente entra dentro de forma del aprovechamiento de autoconsumo.

Los ahorros de esta forma serán únicamente de autoconsumo, puesto que se desconocen los ahorros generados por vertidos a la red al no tener los datos de excedentes. La forma de ahorro anual es la siguiente:

Ahorro anual = generación total*(coste energía red*% autoconsumo + coste energía excedentes*% vertidos)*(1-pérdidas anuales degradación)

Siendo para el primer año:

- Generación total: 16179 kWh/año
- Coste energía red: 0,254 €/kWh
- % autoconsumo: 100%
- Coste energía excedentes: 0,06 €/kWh
- % vertidos: 0%
- Pérdidas anuales degradación: 0% (primer año no tiene)

Ahorro anual (primer año) = $16179 * (0,256 * 1 + 0,06 * 0) = 4142,1€$

9.3.- RENTABILIDAD Y VIABILIDAD

Para medir la rentabilidad del proyecto a lo largo de un periodo de 25 años (vida útil) es necesario calcular dos valores en particular: el VAN y el TIR.

El VAN (Valor actual Neto) es una fórmula que permite conocer el estado de cobros y pagos que se realiza en una inversión al cabo de un tiempo específico. Es una herramienta que sirve

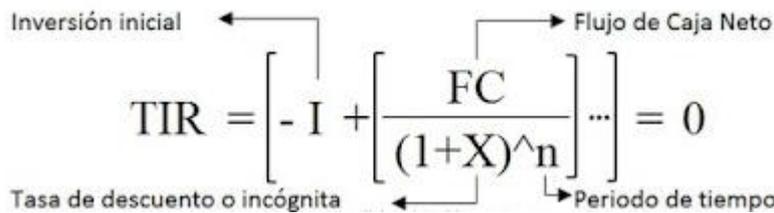
para indicar la viabilidad del proyecto y si debería realizarse. La fórmula para calcular el VAN de una operación es la siguiente: [54]

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Siendo:

- F_t : flujo de caja en función del tiempo
- I_0 : inversión inicial
- K : tasa de descuento aplicada
- T : tiempo

El TIR (Tasa interna de retorno) es un indicador financiero parecido al VAN, pero que permite calcular la rentabilidad de una inversión. Es un porcentaje de ingresos o pérdidas que se obtiene al final de una inversión concreta. Esta es la fórmula con la que se calcula, y qué partes de la inversión se tienen en cuenta: [55]



$$TIR = \left[-I + \left[\frac{FC}{(1+X)^n} \right] \dots \right] = 0$$

Otra medida que permite observar el alcance real de la inversión en energías renovables es el LCOE (Levelized Cost of Energy), o Coste Nivelado de la Energía. Este valor es el coste actual total de implementar (construcción y mantenimiento) una instalación de generación durante su vida útil. Mide los costes totales de la instalación y los divide según la producción de energía que tenga la instalación. Esta es la fórmula del LCOE [56]:

$$\frac{\sum_{t=1}^n \frac{I_t + M_t + F_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}}$$

Siendo:

- It: gastos de inversión de cada año
- Mt: costes de operación y mantenimiento
- Ft: coste de combustible (caso de renovable, Ft = 0)
- r: tasa de descuento aplicada
- Et: energía generada en cada año
- t: tiempo

En la siguiente tabla se observa la tabla para poder realizar los cálculos de TIR, VAN. Se tiene en consideración una tasa de descuento de 10% y un incremento anual de la factura de la luz del 2%.

	Energía generada	CAPEX	MANTENIMIENTO	AHORROS	Resultado Anual	Resultado Acumulado
Año 1	16189,6 kW	-16531,8€	-200 €	4142,10 €	-12589,70 €	-12589,70 €
Año 2	16108,7 kW		-200 €	4203,82 €	4003,82 €	-8585,88 €
Año 3	16028,1 kW		-200 €	4266,45 €	4066,45 €	-4519,43 €
Año 4	15948,0 kW		-200 €	4330,02 €	4130,02 €	-389,41 €
Año 5	15868,2 kW		-200 €	4394,54 €	4194,54 €	3805,13 €
Año 6	15788,9 kW		-200 €	4460,02 €	4260,02 €	8065,15 €
Año 7	15709,9 kW		-200 €	4526,47 €	4326,47 €	12391,63 €
Año 8	15631,4 kW		-200 €	4593,92 €	4393,92 €	16785,54 €
Año 9	15553,2 kW		-200 €	4662,37 €	4462,37 €	21247,91 €
Año 10	15475,5 kW		-200 €	4731,84 €	4531,84 €	25779,75 €
Año 11	15398,1 kW		-200 €	4802,34 €	4602,34€	30382,09 €
Año 12	15321,1 kW		-200 €	4873,90 €	4673,90 €	35055,99 €
Año 13	15244,5 kW		-200 €	4946,52 €	4746,52 €	39802,50 €
Año 14	15168,3 kW		-200 €	5020,22 €	4820,22 €	44622,72 €
Año 15	15092,4 kW		-200 €	5095,02 €	4895,02 €	49517,75 €

Año 16	15017,0 kW		-200 €	5170,94 €	4970,94 €	54488,68 €
Año 17	14941,9 kW		-200 €	5247,98 €	5047,98 €	59536,67 €
Año 18	14867,2 kW		-200 €	5326,18 €	5126,18 €	64662,85 €
Año 19	14792,8 kW		-200 €	5405,54 €	5205,54 €	69868,39 €
Año 20	14718,9 kW		-200 €	5486,08 €	5286,08 €	75154,47 €
Año 21	14645,3 kW		-200 €	5567,82 €	5367,82 €	80522,29 €
Año 22	14572,1 kW		-200 €	5650,79 €	5450,79 €	85973,08 €
Año 23	14499,2 kW		-200 €	5734,98 €	5534,98 €	91508,06 €
Año 24	14426,7 kW		-200 €	5820,43 €	5620,43 €	97128,49 €
Año 25	14354,6 kW		-200 €	5907,16 €	5707,16 €	102835,65 €

Tabla 20 Resultados económicos

Con estos datos, el cálculo de TIR y VAN son los siguientes:

TIR: 32,85%

VAN: 23.579,52 €

LCOE: 52,94 €/MW

El resultado del TIR apunta a que la inversión en este tipo de instalación tiene una rentabilidad muy alta, mientras que el VAN positivo indica que la inversión es aconsejable. El LCOE es ligeramente superior al esperado, puesto que la media para energía solar es de entre 35 €/MW y 40 €/MW, aunque este valor se corresponde con grandes centrales fotovoltaicas.

Otro dato a tener en cuenta en las inversiones es el payback, que es el plazo de recuperación de la inversión medido en años. En este caso, es necesario fijarse únicamente en cuándo es positivo el resultado acumulado, puesto que contiene todos los gastos e ingresos en la inversión. El payback en esta inversión es de 5 años.

10.- IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

El impacto de las energías renovables es notable, cómo se ha reiterado numerosas veces durante el proyecto. Esta sección demuestra de forma objetiva a través de los cálculos anteriores de Excel y Ce3X. Se reflejará el certificado energético del edificio antes y después de la instalación, además de las emisiones de gases contaminantes.

Las instalaciones del edificio se dividen en dos subpartes: el equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS y por el otro lado las contribuciones renovables. Al haber definido las características físicas del edificio y la envolvente térmica, es necesario ahora precisar qué porcentaje de la demanda tendrá que cubrir cada equipo. Para poder observar la comparación, se realizará primero la contribución del equipo mixto al 100% (es decir, cómo si no se implementasen energías renovables). El certificado energético sería el siguiente:

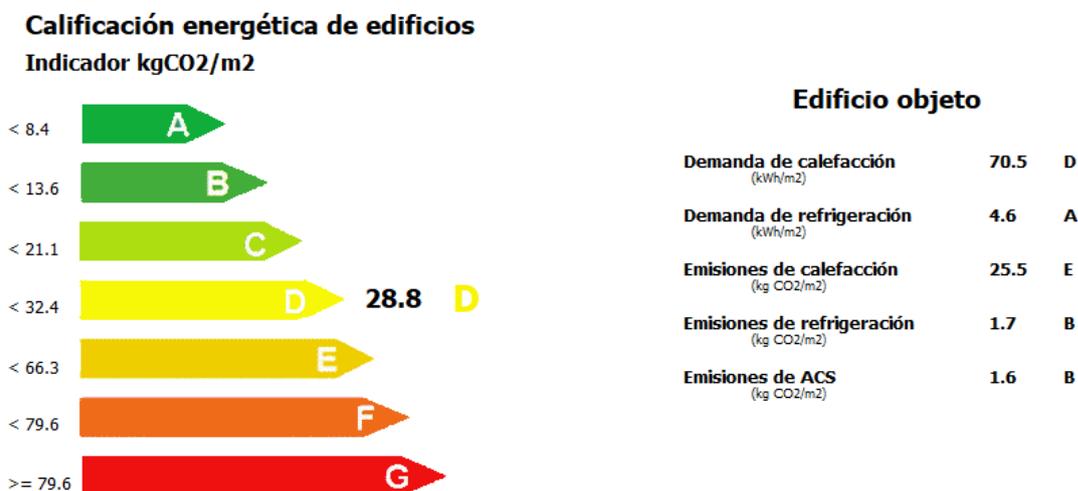


Ilustración 24 Calificación energética sin energías renovables

Como puede observarse, la calificación D indica que no es un edificio verdaderamente eficiente a niveles energéticos. La alta demanda de calefacción y refrigeración son los únicos componentes que no varían respecto a las contribuciones energéticas, puesto que indican la demanda que tiene la comunidad para satisfacer sus necesidades. El impacto que tiene

utilizar el equipo mixto para satisfacer el 100% de la demanda se observa en las emisiones de CO₂ que expulsan.

Las emisiones de calefacción por el uso único de la bomba de calor (tipo de generador en el edificio) son bastantes dañinos para el ecosistema, con una calificación E. Por el otro lado es cierto que las emisiones de ACS y refrigeración son más bajas y obtienen una buena calificación a nivel de eficiencia energética (B).

A continuación, entrará el paquete de mejoras que conlleva la instalación de renovables, fijando la satisfacción de la demanda general en un 75%. Esto quiere decir que el equipo mixto (bomba de calor) satisface el 25% de la demanda energética mientras que las contribuciones energéticas harán lo mismo, pero con el 75% de la demanda. Este es el resultado:



Ilustración 25 Calificación energética con energías renovables

Se puede observar el importante efecto que tiene la incorporación de las energías renovables en la calificación energética del edificio, obteniendo la máxima nota, la A. Indica el gran cambio que tiene incorporar energías limpias a no hacerlo, puesto que el conjunto de viviendas pasa de una calificación de D a una A. En cuanto a la demanda de calefacción y refrigeración, las notas no varían, puesto que es la demanda del edificio, sin tener en cuenta la instauración o no de estas energías. Los cambios principales, además del cambio de

calificación, se observan en las emisiones CO₂ de calefacción (calificación B), de refrigeración (A) y de ACS (A).

El programa Ce3X ha reflejado el impacto de las energías renovables, en este caso la solar fotovoltaica, en el certificado energético de la instalación, observando el ahorro y eficiencia energética que la residencia presente, cumpliendo así uno de los principales objetivos del trabajo.

También se puede apreciar en la Tabla 8 (del apartado del cálculo de disposición de módulos) el descenso de las emisiones de gases contaminantes para la atmosfera. En cuanto a la comparación de gramos/ kWh producido, las emisiones de CO₂ se reducen un 64% sobre el total (952 con uso de carbón frente a 345 con la instauración del panel), un 97% las emisiones de NO_x (de 3,2 con carbón a 0,1 con placas) y hasta un 100% en SO₂ (ninguna emisión con placas solares). Esta energía muestra el cambio radical que su implantación conlleva en cuanto a gases nocivos, puesto que los erradica casi en su totalidad.

11.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Según el Real Decreto 1627/97, este tipo de proyecto (pequeña instalación) tiene por obligación incluir un “Estudio Básico de Seguridad y Salud en los Proyectos de edificación y obras públicas” y dentro del marco de la Ley 31/1995, donde existe una obligatoriedad para aplicar la “Ley de Prevención de Riesgos Laborales” [57].

El artículo 6 de este Real Decreto indica que este estudio básico (elaborado por un técnico competente elegido por el promotor o un coordinador en materia de seguridad) consta de las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, teniendo que identificarse los riesgos laborales e indicando las medidas técnicas para evitarse, cómo descripción de elementos de protección, recordatorios de riesgos posibles a evitar, etc. También contempla previsiones e información útil para los futuros trabajos posteriores, cómo mantenimiento del complejo.

El objetivo para instaurar un estudio de seguridad y riesgo en la instalación fotovoltaica es poder tener un plan de control sobre las acciones, medios y personas durante la instalación

de la fotovoltaica y para asegurar el mismo plan de gestión cuando sea necesario realizar una instalación. Con este fin se intenta definir claramente las normas a seguir y evitar riesgos de carácter laboral que puedan ser dañinos para los trabajadores y también para la instalación.

Es una actividad a desarrollar desde el principio del proyecto, siendo utilizada durante todas las fases de la obra, desde el comienzo hasta la última revisión técnica de mantenimiento. Afecta a todas las personas y materiales relacionados con la instalación, desde el promotor, el contratista y el trabajador hasta los elementos a emplear para conseguir un montaje acorde al marco legal.

En relación a la reparación, conservación y mantenimiento, estos son algunos de los riesgos más comunes enumerados y cómo plantear las medidas preventivas para evitar daños.

- 1.- Caída de operario del tejado al suelo: utilización de sistemas EPI's para garantizar seguridad.
- 2.- Caída de operario en el propio tejado: mantener un orden y limpieza en el entorno del trabajo.
- 3.- Caída de altura por huecos horizontales: tener un cinturón de seguridad amarrado a algún elemento firme, tener ropa de trabajo adecuada para la ocasión y tener tableros o planchas en los huecos horizontales que existan.
- 4.- Caída por resbalón en el tejado: tener siempre botas antideslizantes, especialmente en la época de invierno.
- 5.- Caída de objetos sobre operarios: utilización constante del casco de seguridad, además de redes verticales en el perímetro del tejado
- 6.- Caída objetos mediante transporte: utilización de EPI's y prohibición de estar bajo la trayectoria del objeto desplazado.
- 7.- Contactos eléctricos directos e indirectos: a la hora de instalación o mantenimiento, tener guantes PVC además de botas de seguridad aislantes.

- 8.- Condiciones meteorológicas adversas: traje de lluvia más botas antideslizantes.
- 9.- Sobreesfuerzos: utilización de faja para la protección lumbar
- 10.- Vibraciones: utilización de protectores auditivos acompañado de un cinturón elástico para la antivibración.
- 11.- Quemaduras en impermeabilizaciones: guantes de cuero para impermeabilización, botas polainas y mandiles.
- 12.- Choques contra objetos o aplastamientos: ropa de trabajo adecuada para minimizar el daño hasta que se consiga ayuda.

12.- FUTUROS DESARROLLOS. EDIFICIOS INTELIGENTES

Con este proyecto se intenta dar visibilidad a las alternativas renovables con resultados objetivos a nivel de eficiencia energética y de ahorro económico. El futuro a corto y medio plazo pasa por las manos de conseguir un desarrollo tecnológico en las energías renovables y su implementación en las actividades humanas cotidianas, cómo es la dotación de energía a la demanda energética que se exigen en los edificios de todo el mundo. No es sostenible seguir respondiendo a esta necesidad con tipos de energías que perjudican el equilibrio del medio ambiente y dañan los recursos del planeta.

Estas razones, entre otras muchas innumerables, hacen necesario el paso a la creación de edificios inteligentes. Estos edificios tienen un sistema de gestión integrado que permite autoabastecer sus necesidades además de proporcionar una alta eficiencia energética, convirtiéndoles en sostenibles y ecoeficientes. Estos edificios están diseñados además para maximizar el confort del ocupante, puesto que consiste de varios sistemas que tienen propósitos específicos, cómo la seguridad del edificio, facilitación de actividades dentro de él, maximización de los recursos...

Estos edificios inteligentes cumplen varios objetivos. Son respetuosos con el medio ambiente, puesto que utiliza energías sostenibles y controlan su consumo de suministros, decidiendo en qué se gasta la energía producida por las fuentes renovables en función de las necesidades. Se estima que entorno los edificios son los responsables del 40% del consumo de toda la energía. Ser capaz de autoabastecerse mediante energía solar sería un gran avance contra el control del consumo y el descenso de las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Otro de los puntos fuertes que se ha mencionado antes es que cuenta con un sistema de control integrado, encargándose el propio edificio de que toda actividad dentro de él pueda ser eficiente. Esto se basa en la conexión total de los programas que la empresa utiliza además de la relación directa entre todos sus dispositivos, monitorizando la actividad y solucionando cualquier imprevisto que suceda. Es más, el control total de su actividad favorece el confort del usuario, como la temperatura, la luminosidad de las luces y el reconocimiento facial de las personas del interior.

La seguridad es un principio fundamental que cualquier edificio inteligente debe cumplir. Entre las numerosas medidas, destacan los rigurosos controles para acceder al edificio, reduciendo la usurpación de identidad y posibles robos, detección de emergencias y planificación en caso de evacuación por problemas que atente contra la salud tanto de los integrantes como del edificio.

En último lugar, la flexibilidad del edificio, en el sentido de facilitar los mantenimientos oportunos que se tenga que realizar al edificio para que pueda seguir satisfaciendo las necesidades en el futuro. El sistema central permite detectar qué fallo específico hay y llamar al técnico para poder solucionarlo.

El auge de este tipo de tecnología en las ciudades se puede confirmar con las cifras objetivas. Según la revista Schneider Electric, la inversión en 2015 en edificios inteligentes fue de 5.816 millones de euros, mientras que en 2019 casi se triplicó, con un desembolso de 14.460 millones de euros.[58]

La fiabilidad e inversión en estos edificios a medio/largo plazo conlleva unos resultados excepcionales, no solo a nivel económico, sino a nivel de felicidad de los usuarios, que pueden percibir claramente cómo sus vidas mejoran sustancialmente con la implementación de los avances tecnológicos en construcciones inmobiliarias.

13.- CONCLUSIONES

Las energías renovables han demostrado en muchas ocasiones las consecuencias positivas que su implementación conlleva. En este trabajo, se ha podido demostrar de forma numérica y objetiva la mejora de la instalación solar fotovoltaica en tres ámbitos: energético, económico y medioambiental.

Muchos de los objetivos iniciales se han cumplido en este proyecto. En primer lugar, la reducción de costes con aumento de eficiencia energética. Este punto se ha conseguido debido a la mejora en el certificado energético con una inversión económica que resulta tener una alta rentabilidad a pocos años vista.

El segundo objetivo es la planificación e instalación del complejo, que se ha podido realizar gracias a la correcta combinación entre los componentes a utilizar y su disposición en el tejado, como aparece en el plano de disposición de placas ("Instalación fotovoltaica en medidas reales") y otro esquema unifilar con el conexionado con el edificio.

El tercer objetivo es mostrar la viabilidad de la utilización de la energía solar, punto que se ha demostrado con la larga longevidad que tiene esta aplicación de sistemas y la facilidad con la que se pueden instaurar este tipo de medidas, ya que existen Reales Decretos que facilitan y promueven su actividad con ayudas y simplificaciones.

A lo largo de este trabajo, se ha demostrado que la energía solar fotovoltaica es una solución óptima para mejorar la eficiencia energética de cualquier edificio que tenga, por lo menos, una superficie de cubierta necesaria para la instalación, además de una buena orientación.

Las exigencias de las demandas de varias viviendas pueden ser satisfechas con la contribución parcial o total de las energías renovables, impulsando el autoabastecimiento y la mentalidad verde en los hogares que disfrutan de ella.

La elección de los módulos STM220 F y el inversor Fronius IG-40 han probado ser una solución efectiva y con un buen rendimiento para aprovechar al máximo la radiación solar. Su producción de 16179 kWh/año ha probado satisfacer el 75% de la demanda general de la comunidad de estudiantes, además de poderse colocar toda la disposición en una cubierta con orientación sur de forma claramente ordenada.

El certificado energético es la prueba de la clara mejora en términos energéticos y de sostenibilidad medioambiental en el ámbito de las emisiones de CO₂. La utilización de energías verdes ha permitido un cambio positivo en la letra energética del edificio, pasando de una D a una A. Las emisiones de otros gases contaminantes como el SO₂ o el NO_x se reducen considerablemente tras la implementación de la energía fotovoltaica, reduciendo ambas a prácticamente 0 (SO₂ con 0 g/kWh y NO_x a 0,1 g/kWh)

En cuanto al análisis financiero, los valores de TIR (33,85%) y VAN (23.579,52 euros), confirman tanto la rentabilidad como la viabilidad de la operación a 25 años vista, incluyendo parámetros como la degradación de los paneles, los costes de mantenimiento y la progresiva subida en el precio de la electricidad. Otras mediciones son el LCOE, con un valor de 52,94 €/MW (ligeramente superior a lo esperado) y el payback de la inversión es de 5 años.

Por todas estas razones fundamentadas a lo largo del proyecto, se puede concluir que la energía solar fotovoltaica produce una mejora en la eficiencia energética y supone un ahorro importante a nivel económico y medioambiental que permite una visión optimista y realista para resolver todas las cuestiones energéticas que se plantean actualmente tanto a corto, medio y muy largo plazo.

14.- BIBLIOGRAFÍA

- [1] “España - Consumo de electricidad 2021.” Datosmacro.com. [Consultado el 4 de julio 2022]. Website: <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/electricidad-consumo/espana>
- [2] “Electricidad: generación renovable vs renovable en España 2008-2020.” Statista. [Consultado el 4 de julio 2022]. Website: <https://es.statista.com/estadisticas/1004086/porcentaje-de-energia-renovable-y-no-renovable-generada-en-espana/>
- [3] “Consumo de Energía en España | Consumo eléctrico | guiaenergia.idae.es.” GuiaEnergia. May, 2020. [Consultado el 4 de julio 2022]. Website: <https://guiaenergia.idae.es/el-consumo-energia-en-espana/>
- [4] Elcacho, J. “Las renovables ayudan a frenar las emisiones de CO2 del sector eléctrico.” La Vanguardia. Febrero, 2020.” [Consultado el 15 de abril 2022]. Website: <https://www.lavanguardia.com/natural/20200211/473451305490/las-renovables-ayudan-a-frenar-las-emisiones-de-co2-del-sector-energetico.html?msclkid=f2e99178c52c11ec92a6bdd6f1ae6075>
- [5] Nations, U. “¿Qué son las energías renovables?” | Naciones Unidas. United Nations. [Consultado el 6 de julio 2022]. Website: <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-renewable-energy>
- [6] Nations, U. “¿Qué son las energías renovables?” | Naciones Unidas. United Nations. [Consultado el 6 de julio 2022]. Website: <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-renewable-energy>
- [7] Ruiz, G. “Energía eólica para el hogar.” Erenovable.com. June, 2015. [Consultado el 6 de julio 2022]. Website: <https://erenovable.com/energia-eolica-para-el-hogar/#:~:text=Ventajas%20de%20la%20energ%C3%ADa%20e%C3%B3lica%20para%20el%20hogar>
- [8] “Energía biomasa ventajas y desventajas: pros y contras.” Roams. [Consultado el 7 de julio 2022]. Website <https://energia.roams.es/energia-renovable/biomasa/ventajas/>

- [9] “Energía solar térmica | Funcionamiento, ventajas y desventajas.”, SunFields Mayorista Fotovoltaica: Placas Solares, Inversores... Agosto, 2020. [Consultado el 7 de julio 2022]. Website: <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/energia-solar-termica/>
- [10] “Diferencias entre paneles térmicos y paneles fotovoltaicos.” SunFields Mayorista Fotovoltaica: Placas Solares, Inversores... Febrero, 2020. [Consultado el 7 de julio 2022]. Website: <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/diferencias-paneles-solares-termicos-y-fotovoltaicos/>
- [11] “Informe sobre el Estado Global de las Energías Renovables 2022.” (2022). Interempresas. [Consultado el 7 de julio 2022]. Website: <https://www.interempresas.net/Energia/Articulos/392400-Informe-sobre-el-Estado-Global-de-las-Energias-Renovables-2022.html>
- [12] “¿Qué beneficios tiene la energía solar?” Www.acciona.com. [Consultado el 8 de julio 2022]. Website: https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/?_adin=01833301559
- [13] “Cómo funcionan y se instalan las placas solares.” REPSOL. [Consultado el 8 de julio 2022]. Website: <https://www.repsol.es/particulares/asesoramiento-consumo/funcionamiento-instalacion-placas-solares/>
- [14] “Instalación solar fotovoltaica conectada a la red.” SoftDoc. Noviembre, 2021. [Consultado el 9 de julio 2022]. Website: <https://www.softdoc.es/instalacion-solar-fotovoltaica-conectada-red-tipos-componentes/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20una%20instalaci%C3%B3n%20solar%20fotovoltaica%20conectada%20a>
- [15] “Célula fotovoltaica - Enciclopedia de Energía.” Energyeducation.ca. (2015). [Consultado el 9 de julio 2022]. Website: https://energyeducation.ca/Enciclopedia_de_Energia/index.php/C%C3%A9lula_fotovoltaica#:~:text=Una%20c%C3%A9lula%20fotovoltaica%20es%20una%20tecnolog%C3%ADa%20de%20captaci%C3%B3n,fotones%20del%20Sol%20y%20generar%20una%20corriente%20el%C3%A9ctrica.
- [16] “Paneles fotovoltaicos: qué son, cómo funcionan, para qué sirven.” EcoInventos. Abril, 2022. [Consultado el 9 de julio 2022]. Website: <https://ecoinventos.com/paneles-fotovoltaicos/#:~:text=Las%20placas%20fotovoltaicas%2C%20o%20paneles%20solares%20fotovoltaicos%2C%20transforman,alterna%20que%20puede%20utilizarse%20para%20alimentar%20una%20propiedad.>

- [17] “¿De qué están hechos los paneles solares?”. [Consultado el 9 de julio 2022]. Website: <https://ineldec.com/de-que-estan-hechos-los-paneles-solares-fotovoltaicos/>
- [18] Insa, J. “Conexión serie de placas solares.” Monsolar. [Consultado el 10 de julio 2022]. Website: <https://www.monsolar.com/blog/conexion-serie-de-placas-solares/>
- [19] “Cómo Conectar los Paneles Solares Fotovoltaicos en Paralelo.” MPPTSOLAR. [Consultado el 10 de julio 2022]. Website: <https://www.mpptsolar.com/es/paneles-solares-paralelo.html>
- [20] Alonso, J. A. “¿Cómo conectar paneles solares en serie o en paralelo?” SunFields Mayorista Fotovoltaica: Placas Solares, Inversores... Septiembre, 2019. [Consultado el 15 de julio 2022]. Website: <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/conectar-placas-solares-serie-paralelo/>
- [21] “Cómo funciona un inversor solar fotovoltaico” Besun Energy. Julio 2020. [Consultado el 15 de julio 2022]. Website: <https://besunenergy.com/como-funciona-un-inversor-solar/#:~:text=%C2%BFC%C3%B3mo%20funciona%20un%20inversor%20solar%20fotovoltaico%3F%20El%20inversor,paneles%20solares%2C%20en%20corriente%20alterna%2C%20que%20podemos%20utilizar.>
- [22] “Cómo funciona un inversor solar fotovoltaico”. Besun Energy. Julio 2020. [Consultado el 15 de julio 2022]. Website: <https://besunenergy.com/como-funciona-un-inversor-solar/#:~:text=%C2%BFC%C3%B3mo%20funciona%20un%20inversor%20solar%20fotovoltaico%3F%20El%20inversor,paneles%20solares%2C%20en%20corriente%20alterna%2C%20que%20podemos%20utilizar.>
- [23] “Batería Solar de Litio.” Kit Fotovoltaico, Panel Solar Precio, Victron Energy MPPT, Inversor off Grid. [Consultado el 15 de julio 2022]. Website: <https://www.naturaenergy.cl/collection/bateria-solar-de-litio>
- [24] Co.KG, K. S. G. und. “Protecciones eléctricas en instalaciones fotovoltaicas de ámbito residencial e instalaciones aisladas.” SOLAR BLOG - Krannich the Global PV Experts [Consultado el 15 de julio 2022]. Website: <https://blog.krannich-solar.com/es/blog/lector-de-blogs/protecciones-el%C3%A9ctricas-en-instalaciones-fotovoltaicas-de-%C3%A1mbito-residencial-e-instalaciones-aisladas.html#:~:text=El%20dispositivo%20funciona%20desviando%20las%20tensiones%20eleva>

[das%20mediante,1100V%2F40KA%2C%20este%20dispositivo%20que%20puede%20soportar%20hasta%201100V.](#)

[25] “¿Qué es Net Metering y cómo funciona? – Blog Sunwise.” [Consultado el 18 de julio 2022].
Website: <https://blog.sunwise.io/que-es-net-metering-y-como-funciona/>

[26] BBVA. “Carlos Torres Vila, en Davos: “España puede ser un exportador de energía a Europa.”
BBVA NOTICIAS. [Consultado el 10 de julio 2022].
Website:<https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/carlos-torres-vila-en-davos-espana-puede-ser-un-exportador-de-energia-a-europa/>

[27] Planelles, M “El Gobierno lanza la ley de cambio climático como vía para salir de la crisis del coronavirus.” El País. Mayo, 2020. [Consultado el 10 de julio 2022]. Website:
<https://elpais.com/sociedad/2020-05-19/el-gobierno-lanza-la-ley-de-cambio-climatico-como-via-para-salir-de-la-crisis-del-coronavirus.html>

[28] “¿Cuál es el origen del conflicto entre Ucrania y Rusia y por qué tiene relevancia internacional?”. Www.youtube.com. [Consultado el 11 de julio 2022]. Website:
<https://www.youtube.com/watch?v=zcPj4eEnhyM>

[29] Herrera, E. “Plan europeo de 210.000 millones para desconectarse de la energía rusa.” La Vanguardia. Mayo, 2020. [Consultado el 11 de julio 2022]. Website:
<https://www.lavanguardia.com/economia/20220519/8277213/plan-europeo-210-000-millones-desconectarse-energia-rusa.amp.html>

[30] Barrero, A “Panorama - España en 2022: crece la producción de electricidad solar un 70%; crece el precio del gas un 651%.” Energías Renovables, El Periodismo de Las Energías Limpias. Marzo 2022. [Consultado el 11 de julio 2022]. Website: <https://www.energias-renovables.com/panorama/espana-en-2022-crece-la-produccion-de-20220302>

[31] “Consulta el precio de la luz (€/kWh): tarifas y comparativa.”. [Consultado el 12 de julio 2022].
Website: <https://tarifasgasluz.com/comparador/precio-kwh>

[32] Naciones Unidas. “Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible.”
Desarrollo Sostenible. 2015 [Consultado el 15 de abril 2022]. Website:
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

- [33] “Los Objetivos de Desarrollo Sostenible – ODS” (n.d.). Wwww.pactoglobal-Colombia.org. [Consultado el 15 de abril 2022]. Website: <https://www.pactoglobal-colombia.org/ods/los-objetivos-de-desarrollo-sostenible-ods.html>
- [34] “Guía de la Edificación de Consumo Casi Nulo y eficiencia energética.” El Blog de La Ventilación Inteligente. Octubre, 2019.[Consultado el 18 de julio 2022]. Website: <https://www.siberzone.es/blog-sistemas-ventilacion/guia-edificacion-consumo-casi-nulo/>
- [35] Soria, A. “Legislación fotovoltaica en España (2021).” Censolar. Mayo, 2021. [Consultado el 20 de abril 2022]. Website: [https://www.censolar.org/legislacion-fotovoltaica-2021/#iLightbox\[gallery7554\]/0](https://www.censolar.org/legislacion-fotovoltaica-2021/#iLightbox[gallery7554]/0)
- [36] Comercial. “Madrid elimina el permiso de obra para instalar paneles solares | Isla Solar.” Isla Solar; Isla Solar. Octubre, 2021. [Consultado el 20 de julio 2022]. Website: <https://www.islasolarweb.com/blog/madrid-elimina-el-permiso-de-obra-en-las-placas-solares/#:~:text=La%20licencia%20de%20obra%20en%20instalaciones%20fotovoltaicas%2C%20ya.instalaciones%20fotovoltaicas%20de%20autoconsumo%2C%20seg%C3%BAAn%20la%20Orden%201110%2F2021.>
- [37] Comercial. “Madrid elimina el permiso de obra para instalar paneles solares”. Isla Solar; Isla Solar. Octubre, 2021. [Consultado el 20 de julio 2022]. Website: <https://www.islasolarweb.com/blog/madrid-elimina-el-permiso-de-obra-en-las-placas-solares/#:~:text=La%20licencia%20de%20obra%20en%20instalaciones%20fotovoltaicas%2C%20ya.instalaciones%20fotovoltaicas%20de%20autoconsumo%2C%20seg%C3%BAAn%20la%20Orden%201110%2F2021.>
- [38] “Sede Electrónica del Catastro - Fondo mapa de España.”. Sedecatastro.gob.es. 2022 [Consultado el 20 de abril 2022]. Website: <https://www1.sedecatastro.gob.es/Cartografia/mapa.aspx?del=28&mun=900&refcat=3106516VK4730E0001GU&final=&ZV=NO&anyoZV>
- [39] Alda, J. A. “¿Qué es el balance neto? - vatios verdes.” Consultoria Energetica Zaragoza. Febrero, 2015. [Consultado el 20 de julio 2022]. Website: <https://www.vatiosverdes.com/que-es-el-balance-neto/#:~:text=%C2%BFEn%20qu%C3%A9%20consiste%20el%20Balance%20Neto%3F%20Se%20trata,en%20el%20cual%20hay%20un%20intercambio%20de%20electricidad>

- [40] “Mono SunTechnics - STM 210 FWS”. Secondsol Der Photovoltaik Marktplatz. [Consultado el 25 de julio 2022]. Website: <https://www.secondsol.com/en/anzeige/16054/solar-panel/crystalline/mono/suntechnics/stm-210-fws#gallery>
- [41] “FRONIUS IG 40 / IG 60 HV OUTDOOR.” . [Consultado el 25 de julio 2022]. Website: <https://gold-coast-solar-power-solutions.com.au/wp-content/uploads/2016/07/Fronius-IG-60HV-datasheet.pdf>
- [42] “Sistema GULPIYURI | Estructuras Coplanares | Paneles solares, Montaje, Creaciones de madera.” Pinterest. [Consultado el 25 de julio 2022]. Website: <https://www.pinterest.es/pin/457326537138484694/>
- [43] “SMA EMETER-20 Contador bidireccional - Mundosolar.”. [Consultado el 25 de julio 2022]. Website: <https://www.mundosolar.es/solar-fotovoltaica/sma-emeter-20-contador-bidireccional/>
- [44] “Caja Protección Fotovoltaica DC, 1 String, 1 Entrada, 1 Salida, 16A, 500Vdc, Configuración Y Kfvboxc1116 Chint. al mejor precio con envío rápido - laObra.”. [Consultado el 25 de julio 2022]. Website: <https://www.laobra.es/energia-solar/cajas-proteccion/fotovoltaica-1-string-16a.html>
- [45] Fernández, E “Cálculo de pérdidas en los captadores solares debidas a orientación e inclinación”. Blogsaverroes.juntadeandalucia.es. Junio, 2020. [Consultado el 5 de agosto 2022]. Website: <https://blogsaverroes.juntadeandalucia.es/elblogdeeladio/2020/06/01/calculo-de-perdidas-en-los-captadores-solares-debidas-a-orientacion-e-inclinacion>
- [46] “Inclinación, Orientación y Sombras en Fotovoltaica. Cálculo de Pérdidas.” Areatecnologia.com. [Consultado el 5 de agosto 2022]. Website: <https://areatecnologia.com/electricidad/perdidas-fotovoltaica.html>
- [47] Fernández, E (“Cálculo de pérdidas en los captadores solares debidas a orientación e inclinación”. Blogsaverroes.juntadeandalucia.es. Junio, 2020. [Consultado el 5 de agosto 2022]. Website: <https://blogsaverroes.juntadeandalucia.es/elblogdeeladio/2020/06/01/calculo-de-perdidas-en-los-captadores-solares-debidas-a-orientacion-e-inclinacion>
- [48] Collado, E. “Fotovoltaica - Los efectos de la temperatura en la producción de las instalaciones fotovoltaicas.” Energías Renovables, El Periodismo de Las Energías Limpias. Julio, 2015.

[Consultado el 7 de agosto 2022]. Website: <https://www.energias-renovables.com/fotovoltaica/los-efectos-de-la-temperatura-en-la-20150713>

[49] “Ejemplo de cálculo de la ventilación de una vivienda con el nuevo HS3.”. [Consultado el 17 de julio 2022]. Website: <https://www.certificadosenergeticos.com/ejemplo-calculo-ventilacion-vivienda-nuevo-hs3>

[50] Milian, X “Cómo calcular la demanda de ACS para un certificado energético.”

www.certicalia.com . Marzo 2022[Consultado el 17 de julio 2022].

Website: <https://www.certicalia.com/blog/como-hacer-calculo-demanda-ac>

[51] Milian, X “Cómo calcular la demanda de ACS para un certificado energético.”

www.certicalia.com. Marzo 2022[Consultado el 17 de julio 2022].

Website: <https://www.certicalia.com/blog/como-hacer-calculo-demanda-ac>

[52] Milian, X “Cómo calcular la demanda de ACS para un certificado energético.”

www.certicalia.com . Marzo 2022[Consultado el 17 de julio 2022].

Website: <https://www.certicalia.com/blog/como-hacer-calculo-demanda-ac>

[53] “¿Cuánto cuesta instalar placas solares en una vivienda?”. Www.hogarsense.es. [Consultado el

9 de agosto 2022]. Website: <https://www.hogarsense.es/placas-solares/coste-paneles-fotovoltaicos#:~:text=El%20cableado%20el%20C3%A9ctrico%20que%20une%20todos%20los%20elementos,toda%20la%20instalaci%C3%B3n.%20Fuente%20de%20la%20imagen%3A%20C2%A9Hogarsense.es>

[53] “Electricidad: precio medio final España 2010-2022.”. Statista. [Consultado el 7 de agosto

2022]. Website: <https://es.statista.com/estadisticas/993787/precio-medio-final-de-la-electricidad-en-espana/>

[54] “Cómo calcular la viabilidad económica de una inversión.”. Hablemos de Empresas. Agosto,

2019. [Consultado el 7 de agosto 2022]. Website:

<https://hablemosdeempresas.com/empresa/calculo-van-excel/>

[55] “Cómo calcular la TIR con calculadora Científica.”. Cómo Calcular La TIR Con Calculadora Científica. [Consultado el 7 de agosto 2022]. Website: <https://willybendezu.blogspot.com/2017/05/como-calcular-la-tir-con-calculadora.html>

[56] “¿Qué es el Levelized Cost of Energy (LCOE)?”. Energya. Mayo, 2020 [Consultado el 7 de agosto 2022]. Website: <https://www.energyavm.es/que-es-el-levelized-cost-of-energy-lcoe/>

[57] BOE.es - BOE-A-1997-22614 Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción. (2022). Wwww.boe.es. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1997-22614>

[58] “La inversión en edificios inteligentes supera los 14.000 M de euros el 2019 según Schneider Electric.” [Consultado el 14 de agosto 2022]. Website: https://www.finanzas.com/empresas/la-inversion-en-edificios-inteligentes-supera-los-14-000-m-de-euros-el-2019-segun-schneider-electric_13913221_102.html

ANEXOS

Anexo I.a: Listado módulos

MODULO	Potencia	Icc	Ippm	Voc	Vpmp	Voc (10 °C)	Cos φ ¹	Archie	Alto	Profundo	Peso	TONC	Fabricante	Tipo	Célula	Material	CLASE II
GS-16S1	165	10,14	9,48	21,60	17,40	24,40	-80,00	0,989	1,310	0,0395	15,0	47,00	GAMES SOLAR	GS-G-4	4° (103x103)	Monocristalino	760
GS-16S1	161	9,81	9,25	21,60	17,40	24,40	-80,00	0,989	1,310	0,0395	15,0	47,00	GAMES SOLAR	GS-G-4	4° (103x103)	Monocristalino	760
GS-16S1	160	9,81	9,19	21,60	17,40	24,40	-80,00	0,989	1,310	0,0395	15,0	47,00	GAMES SOLAR	GS-G-4	4° (103x103)	Monocristalino	760
GS-15S1	155	9,81	8,91	21,60	17,40	24,40	-80,00	0,989	1,310	0,0395	15,0	47,00	GAMES SOLAR	GS-G-4	4° (103x103)	Monocristalino	760
GS-15S1	150	9,24	8,62	21,60	17,40	24,40	-80,00	0,989	1,310	0,0395	15,0	47,00	GAMES SOLAR	GS-G-4	4° (103x103)	Monocristalino	760
GS-15S1	150	8,90	8,70	21,60	17,30	24,50	-82,86	1,047	1,224	0,0395	17,0	47,00	GAMES SOLAR	GS-S	5° (125x125)	Monocristalino	760
GS-15S1	150	4,45	4,35	43,20	34,60	48,00	-82,86	1,047	1,224	0,0395	17,0	47,00	GAMES SOLAR	GS-S	5° (125x125)	Monocristalino	760
GS-15S1	150	9,30	8,70	21,60	17,30	24,50	-82,86	1,047	1,224	0,0395	15,0	47,00	GAMES SOLAR	GS-S	5° (125x125)	Monocristalino	760
GS-15S1	150	4,70	4,35	43,20	34,60	48,00	-82,86	1,047	1,224	0,0395	15,0	47,00	GAMES SOLAR	GS-S	5° (125x125)	Monocristalino	760
GS-15S1	160	10,20	9,20	21,90	17,60	24,80	-82,86	1,047	1,224	0,0395	15,0	47,00	GAMES SOLAR	GS-S	5° (125x125)	Monocristalino	760
GS-15S1	160	9,30	8,70	21,60	17,30	24,50	-82,86	1,047	1,224	0,0395	15,0	47,00	GAMES SOLAR	GS-S	5° (125x125)	Monocristalino	760
GS-15S1	150	4,70	4,35	43,20	34,60	48,00	-82,86	1,047	1,224	0,0395	15,0	47,00	GAMES SOLAR	GS-S	5° (125x125)	Monocristalino	760
GS-15S1	155	9,30	8,95	21,60	17,30	24,50	-82,86	1,047	1,224	0,0395	15,0	47,00	GAMES SOLAR	GS-S	5° (125x125)	Monocristalino	760
GS-15S1	155	4,70	4,48	43,20	34,60	48,49	-82,86	1,047	1,224	0,0395	15,0	47,00	GAMES SOLAR	GS-S	5° (125x125)	Monocristalino	760
GS-15S1	160	5,00	4,61	43,20	34,70	48,49	-82,86	1,047	1,224	0,0395	13,5	47,00	GAMES SOLAR	GS-S	5° (125x125)	Monocristalino	760
GS-15S1	170	5,18	4,82	44,20	35,30	50,00	-82,86	1,047	1,224	0,0395	14,4	47,00	GAMES SOLAR	GS-S	5° (125x125)	Monocristalino	760
GS-15S1	120	7,45	6,94	21,60	17,30	24,50	-82,86	0,982	1,515	0,0395	13,5	47,00	GAMES SOLAR	GS-S	5° (125x125)	Monocristalino	760
GS-15S1	180	7,45	6,94	21,60	17,30	24,50	-82,86	0,982	1,515	0,0395	16,8	47,00	GAMES SOLAR	GS-S	5° (125x125)	Monocristalino	760
GS-15S1	150	9,30	8,70	21,60	17,30	24,50	-82,86	0,990	1,590	0,0395	14,4	47,00	GAMES SOLAR	GS-S	5° (125x125)	Monocristalino	760
GS-15S1	150	4,70	4,35	43,20	34,60	48,00	-82,86	0,990	1,590	0,0395	14,4	47,00	GAMES SOLAR	GS-S	5° (125x125)	Monocristalino	760
GS-15S1	155	9,30	8,95	21,60	17,30	24,50	-82,86	0,990	1,590	0,0395	14,4	47,00	GAMES SOLAR	GS-S	5° (125x125)	Monocristalino	760
GS-15S1	155	4,70	4,48	43,20	34,60	48,00	-82,86	0,990	1,590	0,0395	14,4	47,00	GAMES SOLAR	GS-S	5° (125x125)	Monocristalino	760
GS-200 (S) 2	200	4,70	4,35	57,60	46,08	66,30	-248,58	1,047	1,590	0,0395	22,0	47,00	ISOFTON	ISOFTON S-224	5° (125x125)	Monocristalino	760
GS-207 (S) 3	207	4,70	4,49	57,60	46,08	66,30	-248,58	1,047	1,590	0,0395	22,0	47,00	ISOFTON	ISOFTON S-224	5° (125x125)	Monocristalino	760
TE-2000 (17)	170	7,40	6,50	32,60	26,60	38,90	-180,00	0,994	1,507	0,0390	18,0	46,00	TOTAL ENERGIE	TOTAL	6° (156x156)	Policristalino	730
TE-2000 (18)	180	7,60	6,80	32,90	26,90	39,10	-180,00	0,994	1,507	0,0390	18,0	46,00	TOTAL ENERGIE	TOTAL	6° (156x156)	Policristalino	730
TE-2000 (19)	190	7,70	7,10	33,10	26,80	39,40	-180,00	0,994	1,507	0,0390	18,0	46,00	TOTAL ENERGIE	TOTAL	6° (156x156)	Policristalino	730
TE-2000 (20)	200	7,90	7,40	33,40	27,10	39,70	-180,00	0,994	1,507	0,0390	18,0	46,00	TOTAL ENERGIE	TOTAL	6° (156x156)	Policristalino	730
TE-2000 (21)	210	8,00	7,70	33,60	27,30	39,90	-180,00	0,994	1,507	0,0390	18,0	46,00	TOTAL ENERGIE	TOTAL	6° (156x156)	Policristalino	730
IBC-215S	215	7,75	7,17	38,60	30,00	43,10	-180,00	0,990	1,660	0,0420	26,0	46,00	IBC	IBC	6° (156x156)	Policristalino	750
SLK6P6L	212	7,71	7,19	36,50	29,50	40,95	-127,20	0,990	1,640	0,0500	19,0	46,00	SILKEN	SILKEN	6° (156x156)	Policristalino	748
SLK6P6L	215	7,80	7,26	36,60	29,60	41,05	-127,20	0,990	1,640	0,0500	19,0	46,00	SILKEN	SILKEN	6° (156x156)	Policristalino	748
SLK6P6L	218	7,88	7,36	36,70	29,60	41,15	-127,20	0,990	1,640	0,0500	19,0	46,00	SILKEN	SILKEN	6° (156x156)	Policristalino	748
SLK6P6L	230	8,24	7,62	37,20	30,20	41,65	-127,20	0,990	1,640	0,0500	19,0	46,00	SILKEN	SILKEN	6° (156x156)	Policristalino	748
REC SCM-2	205	7,93	7,33	38,09	28,08	39,73	-104,00	0,991	1,665	0,0430	22,0	43,00	REC	REC	6° (156x156)	Policristalino	1.000
REC SCM-2	210	8,10	7,50	38,30	28,20	39,94	-104,00	0,991	1,665	0,0430	22,0	43,00	REC	REC	6° (156x156)	Policristalino	1.000
REC SCM-2	215	8,20	7,60	38,40	28,30	40,04	-104,00	0,991	1,665	0,0430	22,0	43,00	REC	REC	6° (156x156)	Policristalino	1.000
REC SCM-2	220	8,30	7,70	38,50	28,30	40,14	-104,00	0,991	1,665	0,0430	22,0	43,00	REC	REC	6° (156x156)	Policristalino	1.000
REC SCM-2	225	8,50	7,90	38,70	28,40	40,34	-104,00	0,991	1,665	0,0430	22,0	43,00	REC	REC	6° (156x156)	Policristalino	1.000
REC SCM-2	230	8,60	8,00	38,70	28,50	40,34	-104,00	0,991	1,665	0,0430	22,0	43,00	REC	REC	6° (156x156)	Policristalino	1.000
REC Premi	210	8,10	7,50	38,10	28,00	40,34	-121,00	0,991	1,665	0,0430	22,0	43,00	REC	REC	6° (156x156)	Policristalino	1.000
REC Premi	215	8,10	7,60	38,30	28,30	40,54	-121,00	0,991	1,665	0,0430	22,0	43,00	REC	REC	6° (156x156)	Policristalino	1.000
REC Premi	220	8,20	7,70	38,60	28,70	40,84	-121,00	0,991	1,665	0,0430	22,0	43,00	REC	REC	6° (156x156)	Policristalino	1.000
REC Premi	225	8,20	7,70	38,80	29,10	41,04	-121,00	0,991	1,665	0,0430	22,0	43,00	REC	REC	6° (156x156)	Policristalino	1.000
REC Premi	230	8,30	7,80	37,10	29,40	41,34	-121,00	0,991	1,665	0,0430	22,0	43,00	REC	REC	6° (156x156)	Policristalino	1.000
REC Premi	235	8,30	7,90	37,40	29,80	41,64	-121,00	0,991	1,665	0,0430	22,0	43,00	REC	REC	6° (156x156)	Policristalino	1.000
SUNTECH S	260	8,04	7,43	44,30	35,00	48,33	-115,00	0,992	1,956	0,0600	23,0	48,00	SUNTECH	SUNTECH	6° (156x156)	Policristalino	1.000
SW 16S-MC	165	4,70	5,20	44,10	35,30	50,18	-165,00	0,810	1,610	0,0340	15,0	46,00	SOLARWORLD	SOLARWORLD	5° (125x125)	Monocristalino	1.000
SW 17S-MC	175	4,90	5,40	44,40	35,70	50,28	-165,00	0,810	1,610	0,0340	15,0	46,00	SOLARWORLD	SOLARWORLD	5° (125x125)	Monocristalino	1.000
SW 18S-MC	185	5,10	5,50	44,50	36,00	50,45	-165,00	0,810	1,610	0,0340	15,0	46,00	SOLARWORLD	SOLARWORLD	5° (125x125)	Monocristalino	1.000
SW 19A-POI	190	7,20	6,60	36,00	28,60	40,45	-127,00	1,001	1,675	0,0340	22,0	46,00	SOLARWORLD	SOLARWORLD	6° (156x156)	Policristalino	1.000
SW 20A-POI	200	7,60	7,00	36,20	28,60	40,65	-127,00	1,001	1,675	0,0340	22,0	46,00	SOLARWORLD	SOLARWORLD	6° (156x156)	Policristalino	1.000
SW 21A-POI	220	5,75	5,37	48,60	40,00	43,84	-79,80	1,001	1,675	0,0340	22,0	46,00	SOLARWORLD	SOLARWORLD	6° (156x156)	Policristalino	1.000
SW 22A-POI	220	8,00	7,40	38,60	29,90	41,05	-127,00	1,001	1,675	0,0340	22,0	46,00	SOLARWORLD	SOLARWORLD	6° (156x156)	Policristalino	1.000

Anexo I.b: Listado módulos

Módulo	Potencia	Icc	Ipmp	Vcc	Vmp	Vcc (-10 °C)	Coe f ^o	Ancho	Alto	Profundo	Peso	TONC	Fabricante	Tipo	Célula	Material	Clase II
AL.E0 S-16	175	8,10	7,38	30,20	23,70	33,68	-0,33%	0,830	1,660	0,6500	17,0	47,00	ALEO	ALEO	6' (156x156)	Policristalino	1,000
AL.E0 S-16	180	8,15	7,53	30,30	23,90	33,80	-0,33%	0,830	1,660	0,6500	17,0	47,00	ALEO	ALEO	6' (156x156)	Policristalino	1,000
AL.E0 S-16	185	8,20	7,68	30,50	24,10	34,02	-0,33%	0,830	1,660	0,6500	17,0	47,00	ALEO	ALEO	6' (156x156)	Policristalino	1,000
AL.E0 S-03	150	4,90	4,35	43,30	34,90	48,60	-0,35%	0,800	1,600	0,6500	16,0	47,00	ALEO	ALEO	5' (125x125)	Monocristalino	1,000
AL.E0 S-03	155	5,00	4,39	43,20	35,30	48,48	-0,35%	0,800	1,600	0,6500	16,0	47,00	ALEO	ALEO	5' (125x125)	Monocristalino	1,000
AL.E0 S-03	160	5,05	4,52	43,40	35,40	48,72	-0,35%	0,800	1,600	0,6500	16,0	47,00	ALEO	ALEO	5' (125x125)	Monocristalino	1,000
AL.E0 S-03	165	5,10	4,65	43,60	35,50	48,94	-0,35%	0,800	1,600	0,6500	16,0	47,00	ALEO	ALEO	5' (125x125)	Monocristalino	1,000
AL.E0 S-03	170	5,15	4,78	43,80	35,60	49,17	-0,35%	0,800	1,600	0,6500	16,0	47,00	ALEO	ALEO	5' (125x125)	Monocristalino	1,000
AL.E0 S-02	175	5,20	4,90	44,00	35,70	49,39	-0,35%	0,800	1,600	0,6500	16,0	47,00	ALEO	ALEO	5' (125x125)	Monocristalino	1,000
AL.E0 S-02	180	4,90	4,49	43,60	35,60	48,54	-0,33%	0,800	1,600	0,6500	16,0	46,00	ALEO	ALEO	5' (125x125)	Policristalino	1,000
AL.E0 S-17	170	8,40	7,52	30,20	22,60	33,79	-0,34%	0,830	1,660	0,6500	17,0	47,00	ALEO	ALEO	6' (156x156)	Monocristalino	1,000
AL.E0 S-17	175	8,41	7,58	30,30	22,80	33,91	-0,34%	0,830	1,660	0,6500	17,0	47,00	ALEO	ALEO	6' (156x156)	Monocristalino	1,000
AL.E0 S-17	180	8,42	7,63	30,40	23,60	34,02	-0,34%	0,830	1,660	0,6500	17,0	47,00	ALEO	ALEO	6' (156x156)	Monocristalino	1,000
AL.E0 S-17	185	8,43	7,68	30,50	24,10	34,13	-0,34%	0,830	1,660	0,6500	17,0	47,00	ALEO	ALEO	6' (156x156)	Monocristalino	1,000
AL.E0 S-17	190	8,44	7,72	30,60	24,60	34,24	-0,34%	0,830	1,660	0,6500	17,0	47,00	ALEO	ALEO	6' (156x156)	Monocristalino	1,000
MLL.PV-600	160	4,90	4,50	44,00	36,00	49,78	-1,6500	0,825	1,572	0,0480	17,0	47,00	MLLENIUM	MLLENIUM	5' (125x125)	Policristalino	??
ASE-160-GT	150	3,03	2,65	69,40	56,50	78,65	-270,00	1,070	1,282	0,0500	19,2	47,00	SCHOTT	SCHOTT	4' (100x100)	Policristalino	750
ASE-160-GT	155	3,08	2,73	69,60	56,70	79,05	-270,00	1,070	1,282	0,0500	19,2	47,00	SCHOTT	SCHOTT	4' (100x100)	Policristalino	750
ASE-160-GT	163	3,20	2,86	70,00	57,50	79,45	-270,00	1,070	1,282	0,0500	19,2	47,00	SCHOTT	SCHOTT	4' (100x100)	Policristalino	750
ASE-160-GT	169	3,28	2,94	70,40	57,50	79,85	-270,00	1,070	1,282	0,0500	19,2	47,00	SCHOTT	SCHOTT	4' (100x100)	Policristalino	750
ASE-160-GT	175	3,34	3,02	71,00	58,00	80,45	-270,00	1,070	1,282	0,0500	19,2	47,00	SCHOTT	SCHOTT	4' (100x100)	Policristalino	750
MULTISOL	150	4,97	4,49	42,40	33,40	47,30	-0,33%	0,810	1,594	0,0420	16,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	750
MULTISOL	160	5,00	4,57	43,90	35,00	48,97	-0,33%	0,810	1,594	0,0420	16,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	750
MULTISOL	165	7,81	7,25	32,30	25,50	36,14	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	750
MULTISOL	165	8,28	7,67	32,60	25,50	36,48	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	750
MULTISOL	180	7,75	7,16	32,20	25,20	36,03	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	185	7,87	7,29	32,40	25,40	36,25	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	190	7,98	7,43	32,60	25,50	36,36	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	195	8,10	7,57	32,80	25,70	36,70	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	200	8,22	7,71	33,00	25,90	36,93	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	205	8,33	7,85	33,10	26,10	37,04	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	150	4,97	4,49	42,40	33,40	47,30	-0,33%	0,810	1,594	0,0420	16,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	160	5,00	4,57	43,90	35,00	48,97	-0,33%	0,810	1,594	0,0420	16,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	165	7,81	7,25	32,30	25,50	36,14	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	165	8,28	7,67	32,60	25,50	36,48	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	180	7,75	7,16	32,20	25,20	36,03	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	185	7,87	7,29	32,40	25,40	36,25	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	190	7,98	7,43	32,60	25,50	36,36	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	195	8,10	7,57	32,80	25,70	36,70	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	200	8,22	7,71	33,00	25,90	36,93	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	205	8,33	7,85	33,10	26,10	37,04	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	150	4,97	4,49	42,40	33,40	47,30	-0,33%	0,810	1,594	0,0420	16,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	160	5,00	4,57	43,90	35,00	48,97	-0,33%	0,810	1,594	0,0420	16,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	165	7,81	7,25	32,30	25,50	36,14	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	165	8,28	7,67	32,60	25,50	36,48	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	180	7,75	7,16	32,20	25,20	36,03	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	185	7,87	7,29	32,40	25,40	36,25	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	190	7,98	7,43	32,60	25,50	36,36	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	195	8,10	7,57	32,80	25,70	36,70	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	200	8,22	7,71	33,00	25,90	36,93	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	205	8,33	7,85	33,10	26,10	37,04	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	150	4,97	4,49	42,40	33,40	47,30	-0,33%	0,810	1,594	0,0420	16,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	160	5,00	4,57	43,90	35,00	48,97	-0,33%	0,810	1,594	0,0420	16,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	165	7,81	7,25	32,30	25,50	36,14	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	165	8,28	7,67	32,60	25,50	36,48	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	180	7,75	7,16	32,20	25,20	36,03	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	185	7,87	7,29	32,40	25,40	36,25	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	190	7,98	7,43	32,60	25,50	36,36	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	195	8,10	7,57	32,80	25,70	36,70	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	200	8,22	7,71	33,00	25,90	36,93	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	205	8,33	7,85	33,10	26,10	37,04	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	150	4,97	4,49	42,40	33,40	47,30	-0,33%	0,810	1,594	0,0420	16,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	160	5,00	4,57	43,90	35,00	48,97	-0,33%	0,810	1,594	0,0420	16,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	165	7,81	7,25	32,30	25,50	36,14	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	165	8,28	7,67	32,60	25,50	36,48	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	180	7,75	7,16	32,20	25,20	36,03	-0,34%	1,000	1,500	0,0420	20,0	45,00	SCHEUTEN	SCHEUTEN	6' (156x156)	Policristalino	1,000
MULTISOL	185	7,87															

Anexo II: Listado inversores

MODELO	FABRICANTE	Potencia Nominal	Vpmp mínima	Vpmp máxima	V máx admitida	Potencia PV máx	I máx	V arranque	V parada
INVERSOR III 100 kW	ENERTRON	100.000	450	750	900	120.000	266,7	710,0	
INVERSOR III 85 kW	ENERTRON	85.000	450	750	900	100.000	222,2	710,0	
INVERSOR III 45 kW	ENERTRON	45.000	450	750	900	55.000	122,2	710,0	
INVERSOR III 30 kW	ENERTRON	30.000	450	750	900	37.000	82,2	710,0	
SOLETE 2500 ISOF	ENERTRON	2.500	300	525	650	3.100	10,3	350,0	
SOLETE 2500 GS	ENERTRON	2.500	190	350	490	3.100	16,3	200,0	
SOLETE 5000	ENERTRON	5.000	190	360	500	6.000	31,6	200,0	
IG-15	FRONIUS	550	45	125	155	700	2,3	45,0	
IG-20	FRONIUS	1.800	150	400	500	2.500	13,6	150,0	
IG-30	FRONIUS	2.500	150	400	500	3.500	18,0	150,0	
IG-40	FRONIUS	3.500	150	400	500	4.800	26,1	170,0	
IG-60	FRONIUS	4.600	150	400	500	6.100	33,0	150,0	
INGECON SUN 2,5	INGETEAM	2.500	125	450	450	3.500	16,0	125,0	
INGECON SUN 5	INGETEAM	5.000	125	450	450	7.000	33,0	125,0	
INGECON SUN 10	INGETEAM	10.000	230	500	600	12.500	45,8	230,0	
INGECON SUN 20	INGETEAM	20.000	420	750	900	25.000	55,0	420,0	
INGECON SUN 25	INGETEAM	25.000	420	750	900	31.250	68,0	420,0	
INGECON SUN 60	INGETEAM	60.000	405	750	900	66.000	172,0	420,0	
INGECON SUN 80	INGETEAM	80.000	450	750	900	100.000	204,0	450,0	
INGECON SUN 100	INGETEAM	100.000	450	750	900	125.000	255,0	450,0	
SUNNY BOY 700 (150V)	SMA	460	73	150	150	640	7,0	73,0	
SUNNY BOY 850	SMA	850	125	250	250	1.250	8,0	125,0	
SUNNY BOY 2500	SMA	2.200	224	600	600	3.450	12,0	224,0	
SINVERT 100 kW	SIEMENS	100.000	450	750	900	111.000	243,0		390,0
SINVERT 80 kW	SIEMENS	70.000	450	750	900	80.000	176,0		390,0
SINVERT 60 kW	SIEMENS	57.000	450	750	900	68.000	149,0		390,0
SINVERT 40 kW	SIEMENS	34.000	450	750	900	39.000	86,0		390,0
SINVERT 30 kW	SIEMENS	26.000	450	750	900	30.000	66,0		390,0
SINVERT 20 kW	SIEMENS	15.000	450	750	900	18.000	40,0		390,0
CICLO 6000	ATERSA	5.000	250	550	550	6.000	24,0	250,0	
CICLO 3000	ATERSA	2.500	250	550	550	3.200	12,8	250,0	
ALTAIR/SOLEIL 100	ATERSA	100.000	200	600	900	120.000	300,0	200,0	
POWER PV100	GREENPOWER	100.000	450	750	900	110.000	300,0	510,0	425,0
SOLARMAX 100C	SOLARMAX	100.000	430	800	900	130.000	225,0	430,0	
GT500	XANTREX	500.000	450	800	880	600.000	1.333,3	450,0	
GT100E	XANTREX	100.000	330	600	600	105.000	319,0	330,0	

Anexo III: Latitud-Temperatura

COMUNIDAD	PROVINCIA	LATTUD	INCLINACION OPTIMA	TEMPERATURA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX	MIN
ANDALUCIA	ALMERIA	36,9	33	ALBACETE	5,0	6,3	8,5	10,9	15,3	20,0	24,0	23,7	20,0	14,1	8,5	5,3	24,0	5,0
	CADIZ	36,5	31	ALICANTE	11,6	12,4	13,8	15,7	18,6	22,2	25,0	25,5	23,2	19,1	15,0	12,3	25,5	11,6
	CÓRDOBA	37,9	30	ALMERIA	12,4	13,0	14,4	16,1	18,7	22,3	25,5	26,0	24,1	20,1	16,2	13,1	26,0	12,4
	GRANADA	37,2	31	AVILA	3,1	4,0	5,6	7,6	11,5	16,0	19,9	19,4	16,5	11,2	6,0	3,4	19,9	3,1
	HUELVA	37,3	31	BADALAJAZ	8,7	10,1	12,0	14,2	17,9	22,3	25,3	25,0	22,6	17,4	12,1	9,0	25,3	8,7
	JÁEN	37,8	29	BARCELONA	8,8	9,5	11,1	12,8	16,0	19,7	22,9	23,0	21,0	17,1	12,5	9,6	23,0	8,8
ARAGON	MÁLAGA	36,7	31	BILBAO	8,9	9,6	10,4	11,8	14,6	17,4	19,7	19,8	18,8	16,0	11,8	9,9	19,8	8,9
	SEVILLA	37,4	30	BURGOS	2,6	3,9	5,7	7,6	11,2	15,0	18,4	18,3	15,8	11,1	5,8	3,2	18,4	2,6
	HUESCA	42,1	35	CACERES	7,8	9,3	11,7	13,0	16,6	22,3	26,1	24,4	23,6	17,4	12,0	8,0	26,1	7,8
	TERUEL	40,4	32	CADIZ	12,8	13,5	14,7	16,2	18,7	21,5	24,0	24,5	23,5	20,1	16,1	13,3	24,5	12,8
ASTURIAS	ZARAGOZA	41,7	35	CASTELLON	10,1	11,1	12,7	14,2	17,2	21,3	24,1	24,5	22,3	18,3	13,5	11,2	24,5	10,1
	ASTURIAS	43,4	36	CEUTA	11,5	11,6	12,6	13,9	16,3	18,8	21,7	22,2	20,2	17,7	14,1	12,1	22,2	11,5
BALEARES	BALEARES	39,6	34	CIUDAD REAL	5,7	7,2	9,6	11,9	16,0	20,8	25,0	24,7	21,0	14,8	9,1	5,9	25,0	5,7
	LAS PALMAS	28,5	24	CÓRDOBA	9,5	10,9	13,1	15,2	19,2	23,1	26,9	26,7	23,7	18,4	12,9	9,7	26,9	9,5
CANARIAS	STA. CRUZ DE TENERIFE	28,5	21	A CORUÑA	10,2	10,5	11,3	12,1	14,1	16,4	18,4	18,9	18,1	15,7	12,7	10,9	18,9	10,2
	CANTABRIA	43,5	35	CIENCA	4,2	5,2	7,4	9,6	13,6	18,2	22,4	22,1	18,6	12,9	7,6	4,8	22,4	4,2
CASTILLA LA MANCHA	ALBACETE	39	32	GRONA	6,8	7,9	9,8	11,6	15,4	19,4	22,8	22,4	19,9	15,2	10,2	7,7	22,8	6,8
	CIUDAD REAL	39	32	GRANADA	6,5	8,4	10,5	12,4	16,3	21,1	24,3	24,1	21,1	15,4	10,6	7,4	24,3	6,5
	CIENCA	40,1	31	GUADALAJARA	5,5	6,8	8,8	11,6	15,3	19,8	23,5	22,8	19,5	14,1	9,0	5,9	23,5	5,5
	GUADALAJARA	40,6	33	HUELVA	12,2	12,8	14,4	16,5	19,2	22,2	25,3	25,7	23,7	20,0	15,4	12,5	25,7	12,2
	TOLEDO	39,9	31	HUESCA	4,7	6,7	9,0	11,3	15,3	19,5	23,3	22,7	19,7	14,6	8,7	5,3	23,3	4,7
	AVILA	40,7	31	JÁEN	8,7	9,9	12,0	14,3	18,5	23,1	27,2	27,1	23,6	17,6	12,2	8,7	27,2	8,7
CASTILLA Y LEON	BURGOS	42,3	32	LEON	3,1	4,4	6,6	8,6	12,1	16,4	19,7	19,1	16,7	11,7	6,8	3,8	19,7	3,1
	LEON	42,6	34	LLEIDA	5,5	7,8	10,3	13,0	17,1	21,2	24,6	24,0	21,1	15,7	9,2	5,8	24,6	5,5
	PALENCIA	41	33	LOGROÑO	5,8	7,3	9,4	11,5	15,1	19,0	22,2	21,8	19,2	14,4	9,1	6,3	22,2	5,8
	SALAMANCA	41	33	LUGO	5,8	6,5	7,8	9,5	11,7	14,9	17,2	17,5	16,0	12,5	8,6	6,3	17,5	5,8
	SEGOVIA	41	32	MADRID	6,2	7,4	9,9	12,2	16,0	20,7	24,4	23,9	20,5	14,7	9,4	6,4	24,4	6,2
	SORIA	41,8	34	MÁLAGA	12,2	12,8	14,0	15,8	18,7	22,1	24,7	25,3	23,1	19,1	15,1	12,6	25,3	12,2
CATALUÑA	VALLADOLID	41,7	32	MELILLA	13,2	13,8	14,6	15,9	18,3	21,5	24,4	25,3	23,5	20,0	16,6	14,1	25,3	13,2
	ZAMORA	41,5	32	MURCIA	10,6	11,4	12,6	14,5	17,4	21,0	23,9	24,6	22,5	18,7	14,3	11,3	24,6	10,6
	BARCELONA	41,4	35	OURENSE	7,4	9,3	10,7	12,4	15,3	19,3	21,9	21,7	19,8	15,0	10,6	8,2	21,9	7,4
	GERONA	42	39	OVIDEO	7,5	8,5	9,5	10,3	12,8	15,8	18,0	18,3	17,4	14,0	10,4	8,7	18,3	7,5
	LLEIDA	41,7	35	PALENCIA	4,1	5,6	7,5	9,5	13,0	17,2	20,7	20,3	17,9	13,0	7,6	4,4	20,7	4,1
	TARRAGONA	41,1	37	PALMA DE MALLORCA	11,6	11,8	12,9	14,7	17,6	21,8	24,6	25,3	23,5	20,0	15,6	13,0	25,3	11,6
CEUTA Y MELILLA	CEUTA	35,9	32	LAS PALMAS	17,5	17,6	18,3	18,7	19,9	21,4	23,2	24,0	23,9	22,5	20,4	18,3	24,0	17,5
	MELILLA	35,3	31	PAMPLONA	4,5	6,5	8,0	9,9	13,3	17,3	20,5	20,3	18,2	13,7	8,3	5,7	20,5	4,5
	BADAJOS	38,9	31	PONTEVEDRA	9,9	10,7	11,9	13,6	15,4	18,8	20,7	20,5	19,1	16,1	12,6	10,3	20,7	9,9
	CACERES	39,5	32	SAN SEBASTIAN	7,9	8,5	9,4	10,7	13,5	16,1	18,4	18,7	18,0	15,2	10,9	8,6	18,7	7,9
	LA CORUÑA	43,4	37	SALAMANCA	3,7	5,3	7,3	9,6	13,4	17,8	21,0	20,3	17,5	12,3	7,0	4,1	21,0	3,7
	STA. CRUZ DE TENERIFE	17,9	18,0	STA. CRUZ DE TENERIFE	17,9	18,0	18,6	19,1	20,5	22,2	24,6	25,1	24,4	22,4	20,7	18,8	25,1	17,9
GALICIA	ORENSE	42,3	32	SAINTANDER	9,7	10,3	10,8	11,9	14,3	17,0	19,3	19,5	18,5	16,1	12,5	10,5	19,5	9,7
	PONTEVEDRA	42,4	35	SEGOVIA	4,1	5,2	7,1	9,1	13,1	17,7	21,6	21,2	17,9	12,6	7,3	4,3	21,6	4,1
	LA RIOJA	42,5	34	SEVILLA	10,7	11,9	14,0	16,0	19,6	23,4	26,8	26,8	24,4	19,5	14,3	11,1	26,8	10,7
	NAVARRA	42,8	34	SORIA	2,9	4,0	5,8	8,0	11,8	16,1	19,9	19,5	16,5	11,3	6,1	3,4	19,9	2,9
	MADRID	40,4	33	TARRAGONA	10,0	11,3	13,1	15,3	18,4	22,2	25,3	25,3	22,7	18,4	13,5	10,7	25,3	10,0
	MURCIA	38	35	TERUEL	3,8	4,8	6,8	9,3	12,6	17,5	21,3	20,6	17,9	12,1	7,0	4,5	21,3	3,8
PAIS VASCO	ALAVA	42,9	33	TOLEDO	6,1	8,1	10,9	12,8	16,8	22,5	26,5	25,7	22,6	16,2	10,7	7,1	26,5	6,1
	GUIPÚZCOA	43,3	37	VALENCIA	10,4	11,4	12,6	14,5	17,4	21,1	24,0	24,5	22,3	18,3	13,7	10,9	24,5	10,4
	VIZCAYA	43,3	34	VALLADOLID	4,1	6,1	8,1	9,9	13,3	18,0	21,5	21,3	18,6	12,9	7,6	4,8	21,5	4,1
	ALICANTE	38,4	34	VITORIA	4,6	6,0	7,2	9,2	12,4	15,6	18,3	18,5	16,5	12,7	7,5	5,0	18,5	4,6
C.VALENCIANA	CASTELLON	40	37	ZAMORA	4,3	6,3	8,3	10,5	14,0	18,5	21,8	21,3	18,7	13,4	8,1	4,9	21,8	4,3
	VALENCIA	39,5	34	ZARAGOZA	6,2	8,0	10,3	12,8	16,8	21,0	24,3	23,8	20,7	15,4	9,7	6,5	24,3	6,2

Anexo IV: Radiación

	MIX												Promedio
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
ÁLAVA	2,11	2,88	4,08	4,33	4,80	5,17	5,64	5,48	4,91	3,67	2,41	1,80	3,94
ALBACETE	3,36	4,24	5,33	5,65	5,95	6,45	6,81	6,54	6,06	4,83	3,70	3,13	5,17
ALICANTE	3,84	4,63	5,48	5,59	6,17	6,33	6,60	6,31	5,84	5,11	4,00	3,54	5,29
ALMERÍA	3,96	4,66	5,48	5,64	6,15	6,29	6,47	6,22	5,77	5,10	4,03	3,63	5,28
ASTURIAS	2,40	2,95	3,92	3,95	4,44	4,57	4,80	4,60	4,28	3,61	2,53	2,03	3,67
ÁVILA	2,65	3,53	4,91	5,36	5,68	6,26	7,16	7,34	6,21	4,35	2,95	2,25	4,89
BADAJOS	3,18	3,93	5,23	5,47	6,11	6,46	6,76	6,81	5,91	4,81	3,50	2,96	5,09
BALEARES	3,27	4,05	4,92	5,11	5,84	6,06	6,38	6,00	5,38	4,61	3,57	3,01	4,85
BARCELONA	3,10	3,82	4,74	5,26	5,66	5,94	6,12	5,74	5,16	4,28	3,29	2,91	4,67
BURGOS	2,25	3,13	4,45	4,91	5,38	5,93	6,35	6,16	5,61	3,97	2,77	1,97	4,41
CÁCERES	3,20	3,91	5,42	5,56	6,10	6,54	7,05	7,06	6,22	4,81	3,69	2,97	5,21
CÁDIZ	3,72	4,36	5,39	5,51	6,17	6,31	6,66	6,52	5,85	5,25	3,99	3,32	5,25
CANTABRIA	2,22	2,86	4,01	4,16	4,72	4,90	5,16	4,79	4,47	3,58	2,44	2,03	3,78
CASTELLÓN	3,48	4,50	5,12	5,18	5,65	5,76	6,20	5,72	5,41	4,82	3,59	3,23	4,89
CEUTA	3,85	4,70	5,88	5,82	6,34	6,60	6,64	6,57	5,88	5,13	4,14	3,65	5,43
CIUDAD REAL	3,36	4,04	5,45	5,53	6,06	6,36	6,69	6,60	6,04	4,77	3,70	3,02	5,14
CÓRDOBA	3,51	4,10	5,38	5,43	6,08	6,57	6,92	6,70	6,11	4,81	3,64	3,21	5,20
CUENCA	3,02	3,72	4,96	5,37	5,66	6,12	6,76	6,49	5,86	4,51	3,29	2,75	4,88
GIRONA	3,26	4,00	4,90	5,16	5,55	5,72	6,12	5,67	5,06	4,31	3,35	3,09	4,68
GRANADA	3,72	4,29	5,37	5,50	6,10	6,43	6,76	6,48	5,90	4,93	3,92	3,31	5,23
GUADALAJARA	3,01	3,69	5,17	5,38	5,76	6,27	6,75	6,67	5,89	4,52	3,34	2,55	4,92
GUIPÚZCOA	2,20	2,85	3,80	4,05	4,62	4,91	4,97	4,68	4,40	3,63	2,53	2,02	3,72
HUELVA	3,62	4,33	5,52	5,69	6,47	6,53	7,06	6,96	6,50	5,43	3,84	3,39	5,44
HUESCA	2,85	3,65	4,84	5,32	5,47	5,88	6,17	5,88	5,56	4,24	3,23	2,57	4,64
JAÉN	3,34	4,11	5,27	5,42	5,90	6,40	6,76	6,60	6,00	4,67	3,50	3,08	5,09
LA CORUÑA	2,36	3,03	4,19	4,01	4,52	4,83	4,92	4,79	4,49	3,92	2,71	2,12	3,82
LA RIOJA	2,54	3,45	4,80	4,98	5,42	5,79	6,16	5,96	5,37	4,09	2,91	2,22	4,47
LAS PALMAS	5,07	5,60	6,10	6,03	6,01	5,87	6,07	6,23	6,35	5,78	5,21	4,87	5,77
LEÓN	2,49	3,31	4,75	5,06	5,39	5,92	6,43	6,11	5,63	3,96	2,92	2,04	4,50
LLEIDA	2,57	3,65	5,39	5,53	5,90	6,14	6,33	6,03	5,38	4,28	2,93	2,20	4,69
LUGO	2,35	3,00	4,28	4,49	4,78	5,29	5,38	5,36	4,82	3,71	2,67	1,96	4,01
MADRID	3,09	4,07	5,13	5,55	6,00	6,41	6,91	6,69	5,74	4,44	3,26	2,65	5,00
MÁLAGA	3,76	4,51	5,25	5,39	6,17	6,33	6,60	6,31	5,81	5,03	3,72	3,49	5,20
MELILLA	4,02	4,69	5,56	5,73	6,14	6,31	6,39	6,20	5,66	5,13	4,23	3,82	5,32
MURCIA	4,45	5,47	5,65	5,87	6,35	6,45	6,87	6,46	5,91	5,18	4,05	3,76	5,54
NAVARRA	2,29	3,04	4,40	4,59	5,03	5,40	5,72	5,51	5,38	3,96	2,67	2,12	4,18
ORENSE	2,33	3,01	4,32	4,43	4,82	5,23	5,32	5,28	4,87	3,72	2,53	1,93	3,98
PALENCIA	2,31	3,45	4,67	5,24	5,57	6,01	6,58	6,38	5,70	4,19	2,79	1,96	4,57
PONTEVEDRA	2,60	3,29	4,70	4,83	5,11	5,71	5,83	5,73	5,07	4,26	2,99	2,36	4,37
SALAMANCA	2,67	3,64	4,87	5,15	5,66	6,30	6,78	6,76	5,86	4,34	3,08	2,21	4,78
SEGOVIA	2,54	3,45	4,85	5,51	5,84	6,29	7,03	7,22	6,23	4,43	2,94	2,22	4,88
SEVILLA	3,50	4,15	4,76	5,62	5,98	6,19	6,46	6,47	5,69	4,43	3,59	2,93	4,98
SORIA	2,61	3,42	4,63	5,22	5,66	6,05	6,63	6,55	5,86	4,33	3,24	2,47	4,72
STA. CRUZ DE TENERIFE	5,03	5,50	6,22	6,39	6,54	6,38	6,73	6,92	6,69	6,12	4,97	4,62	6,01
TARRAGONA	3,32	4,12	5,12	5,53	5,92	6,19	6,37	6,03	5,42	4,55	3,65	3,01	4,93
TERUEL	3,25	3,74	4,89	5,23	5,76	6,08	6,31	6,02	5,56	4,49	3,44	2,93	4,81
TOLEDO	2,98	3,76	5,22	5,60	6,00	6,50	7,02	6,84	5,90	4,53	3,25	2,57	5,01
VALENCIA	3,39	4,09	4,97	5,30	5,66	5,93	6,17	5,90	5,43	4,59	3,61	3,00	4,84
VALLADOLID	2,40	3,41	4,88	5,19	5,65	6,20	6,81	6,73	6,03	4,30	2,90	1,83	4,69
VIZCAYA	2,11	2,73	3,74	4,14	4,71	4,95	5,14	4,87	4,41	3,45	2,46	1,90	3,72
ZAMORA	2,40	3,44	4,73	5,17	6,06	6,03	6,52	6,58	5,76	4,26	2,83	1,98	4,65
ZARAGOZA	2,74	3,65	4,83	5,26	5,69	6,06	6,23	6,14	5,69	4,46	3,24	2,60	4,72

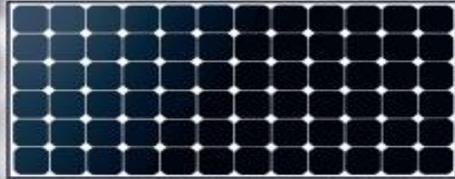
Anexo V: Ficha técnica módulo STM220 F

MÓDULO SOLAR STM 210 / STM 220

DATOS TÉCNICOS STM 210 / STM 220



SunTechnics

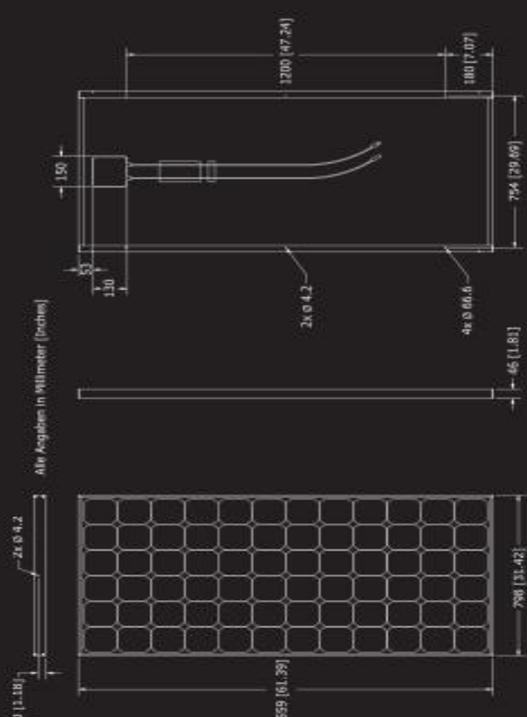



	STM 210 PHS	STM 210 PWS	STM 220 PWS
1000 W/m² (STC)			
Prmax	210 W	210 W	220 W
Isc	5,85 A	5,75 A	5,95 A
Uoc	47,65 V	47,7 V	47,75 V
Umpp	40,0 V	40,0 V	40,0 V
Imp	5,25 A	5,25 A	5,5 A
800 W/m² (NOCT, AM 1,5)			
Prmax	150 W	150 W	163,4 W
Isc	4,5 A	4,5 A	4,8 A
Uoc	43,8 V	43,8 V	44,5 V
Umpp	36,2 V	36,2 V	36,8 V
Imp	4,15 A	4,15 A	4,4 A
NOCT	50,5 °C	48,5 °C	48,5 °C
Coefficiente de temperatura Isc	2,27 mA/°C	2,27 mA/°C	2,27 mA/°C
Coefficiente de temperatura Uoc	-0,1368 V/°C	-0,1368 V/°C	-0,1368 V/°C
Prmax (200 W/m ² , 25 °C, AM 1,5)	40 W	40 W	N/A
Tensión máxima del sistema	1000 V	1000 V	1000 V

- 210/220 Wp de potencia nominal (STC)
- +/- 3 % de tolerancia de potencia
- 20 % de eficiencia mínima de la célula
- 25 años de garantía (80 % de la potencia nominal)
- 10 años de garantía de producto
- 72 células de contacto al dorso de silicio monocristalino de alto rendimiento (Back Contact Cell)
- Conexiones tipo Multi-Contact
- Marco de aluminio anodizado en negro
- Dimensiones: 1559 x 798 x 46 mm (L x A x P)
- Peso: 16,5 kg
- Protección de Caja de Conexión: IP 65
- Certificación: IEC 61215

Clase de protección eléctrica II (hasta máx. 1000 V)

STM 210 / 220 - Fabricado en exclusiva para SunTechnics



Alto Angles in millimeter (Inches)

1559 [61.39] 798 [31.42] 46 [1.81] 794 [39.69] 1007 [47.91] 130 [5.12] 150 [5.91] 2x 0 4.2 4x 0 66.6

Vista frontal del STM 210 / 220 Vista superior del STM 210 / 220

SunTechnics Technics Solar S.L. | C/Elle de Salvia, 27-2ª planta | 28033 Madrid
Tel. +34 91 72 35 111 | Fax +34 91 61 72 35 110 | info@suntechnics.com | www.suntechnics.com

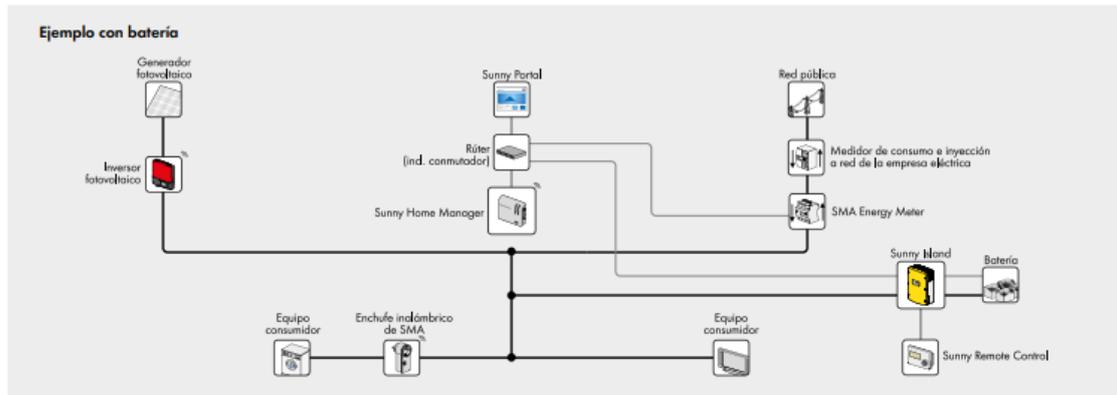
Anexo VI: Ficha técnica inversor IG-40

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Por supuesto, cada FRONIUS IG cumple con todas las directivas y normativas necesarias en cada país. Encontrará información adicional y certificados en www.fronius.com, en Solar Electronics en "Downloads". Naturalmente, todos los FRONIUS IG llevan el distintivo **CE**.

DATOS TÉCNICOS	FRONIUS IG 15	20	30	40	60
Gama de tensión MPP	150 - 400 V	150 - 400 V	150 - 400 V	150 - 400 V	150 - 400 V
Tensión máx. de entrada (a 1000 W/m ² ; -10°C)	500 V	500 V	500 V	500 V	500 V
Potencia del generador fotovoltaico	1300 - 2000 Wp	1800 - 2700 Wp	2500 - 3600 Wp	3500 - 5500 Wp	4600 - 6700 Wp
Potencia nominal de salida	1300 W	1800 W	2500 W	3500 W	5000 W
Potencia máx. de salida	1500 W	2000 W	2650 W	4100 W	5000 W
Rendimiento máx.	94,2 %	94,3 %	94,3 %	94,3 %	94,3 %
Rendimiento Euro	91,4 %	92,3 %	92,7 %	93,5 %	93,5 %
Tensión de red / frecuencia	230 V / 50 Hz				
Dimensiones (l x a x h)	366 x 344 x 220 mm (500 x 435 x 225 mm) 610 x 344 x 220 mm (733 x 435 x 225 mm)				
Peso	9 Kg (12 Kg)		16 Kg (20 Kg)		
Refrigeración	ventilación forzada regulada				
Variantes de la carcasa	carcasa interior de diseño; carcasa exterior opcional				
Gama de temperatura ambiente	-20 50 °C				

Anexo VII: Contador bidireccional



Datos técnicos	SMA Energy Meter
Comunicación	
Bus de campo	Speedwire, 10 / 100 Mbit/s
Alcance inalámbrico máximo	
Speedwire / Fast Ethernet	100 m (entre dos equipos)
Entradas (tensión y corriente)	
Tensión nominal	230 V / 400 V
Frecuencia	50 Hz, 60 Hz / ±5%
Corriente nominal / corriente límite por fase	5 A / 63 A
Corriente de arranque	< 25 mA
Sección de conexión	1,0 mm ² - 25 mm ²
Par de apriete para bornes roscados	2,0 Nm
Condiciones ambientales durante el funcionamiento	
Temperatura ambiente	-25 °C ... +40 °C (-13 °F ... +104 °F)
Rango de temperatura de almacenamiento	-25 °C ... +70 °C (-13 °F ... +158 °F)
Clase de protección (según IEC 62103)	II
Tipo de protección (según IEC 60529)	IP2X
Valor máximo permitido para la humedad relativa del aire (sin condensación)	5% - 95%
Datos generales	
Dimensiones (ancho / alto / fondo)	88 / 70 / 65 mm (3,46 / 2,76 / 2,56 in)
Partes	4
Peso	0,3 kg (0,66 lb)
Lugar de montaje	Armario de distribución o de contadores
Tipo de montaje	Montaje sobre carril DIN
Indicación de estado	2 leds
Autoconsumo	< 2 W
Exactitud de medición	1 %
Frecuencia de muestreo	< 1 Hz
Idiomas de las instrucciones	Alemán, inglés, italiano, francés, español, neerlandés, portugués, griego
Equipamiento	
Garantía	2 años
Certificados y autorizaciones (otros a petición)	www.SMA-Solar.com

Anexo VIII: Equipo de protección

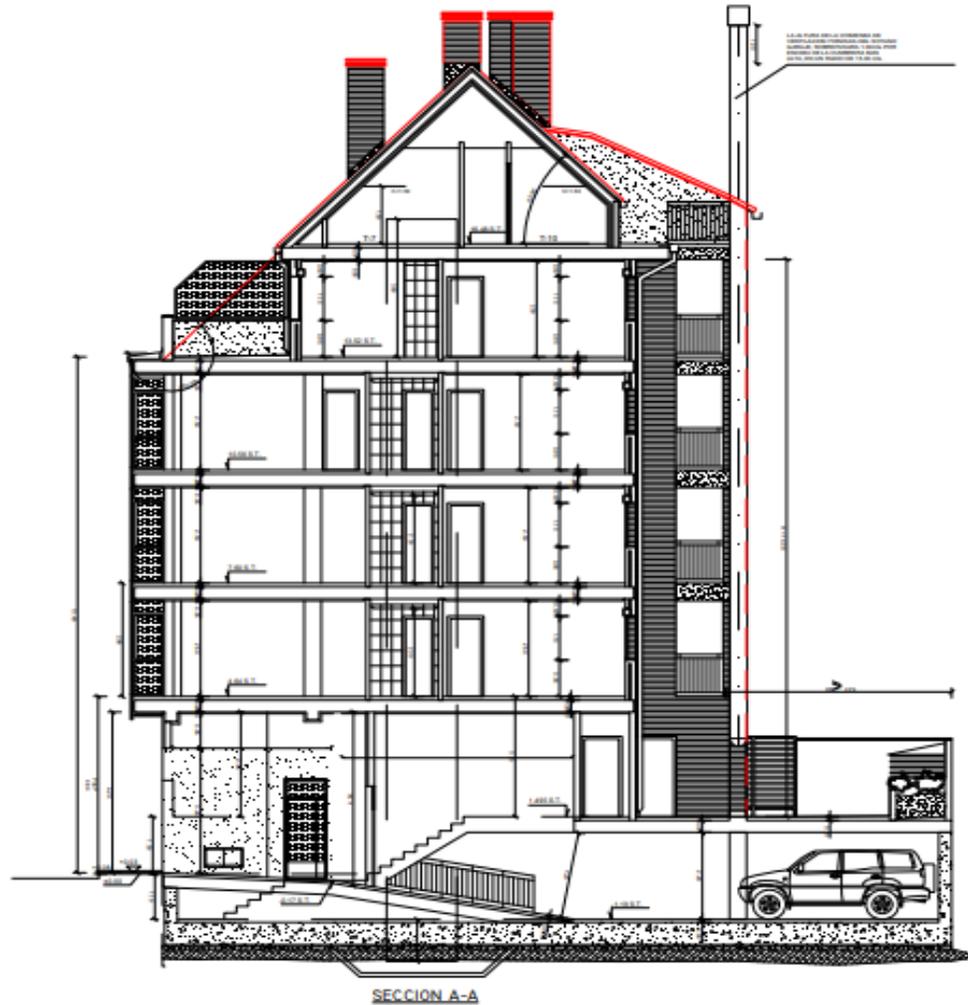
3. Datos técnicos

	Referencia	KFVBOXC1110U	KFVBOXC1116U	KFVBOXC1110	KFVBOXC1116	KFVBOXC2210	KFVBOXC2216	
Envolvente	Dimensiones Envolvente (Al/An/Pr) (mm)	201x128x120	201x128x120	201x128x120	201x128x120	256x320x144	256x320x144	
	Formato envolvente	Distribución. Superficie						
	Material	PVC						
	Código IP (según EN 60529)	IP65						
Características eléctricas	Máxima tensión DC de circuito abierto	500Vdc						
	Máx. corriente de cortocircuito DC por entrada	10A	16A	10A	16A	10A	16A	
	Protección sobretensión para DC	600Vdc			1200Vdc			
	Tipo y Clase	Tipo 2 / Clase II						
	Corriente nominal de descarga	20 kA (8/20 µs)						
	Corriente máxima de descarga	40 kA (8/20 µs)						
	Número de Strings	1	1	1	1	2	2	
	Entradas	1	1	1	1	2	2	
	Salidas	1	1	1	1	2	2	
	Tipo de conectores (Strings)	MC4						

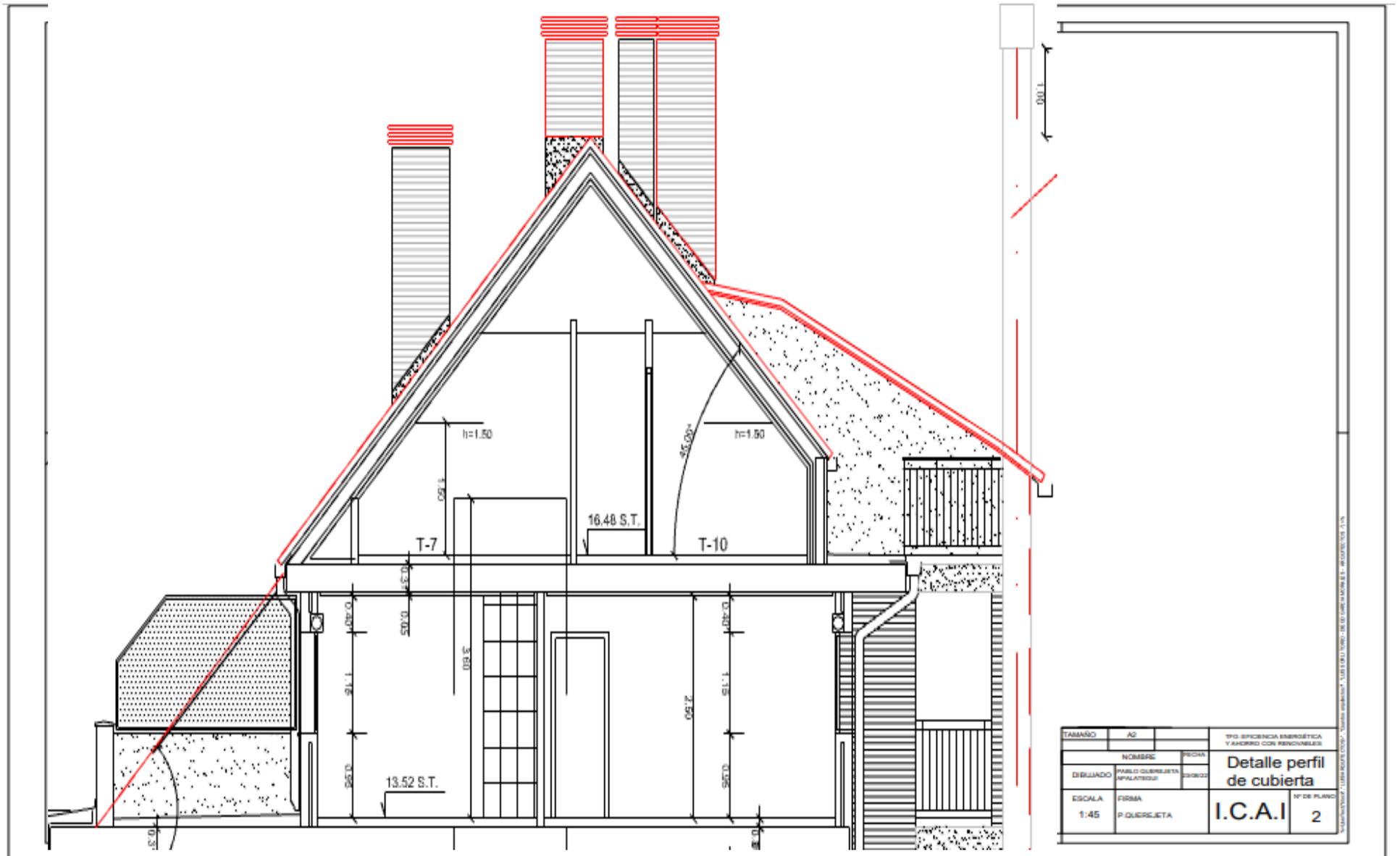
	Referencia	KFVBOXC22M16	KFVBOXC22M20	KFVBOXC33M16
Envolvente	Dimensiones Envolvente (Al/An/Pr) (mm)	390x320x144	390x320x144	540x320x144
	Formato envolvente	Distribución. Superficie		
	Material	PVC		
	Código IP (según EN 60529)	IP65		
Características eléctricas	Máxima tensión DC de circuito abierto	1000Vdc		
	Máx. corriente de cortocircuito DC por entrada	16A	20A	16A
	Protección sobretensión para DC	1200Vdc		
	Tipo y Clase	Tipo 2 / Clase II		
	Corriente nominal de descarga	20 kA (8/20 µs)		
	Corriente máxima de descarga	40 kA (8/20 µs)		
	Número de Strings	2	2	3
	Entradas	2	2	3
	Salidas	2	2	3
	Tipo de conectores (Strings)	MC4		

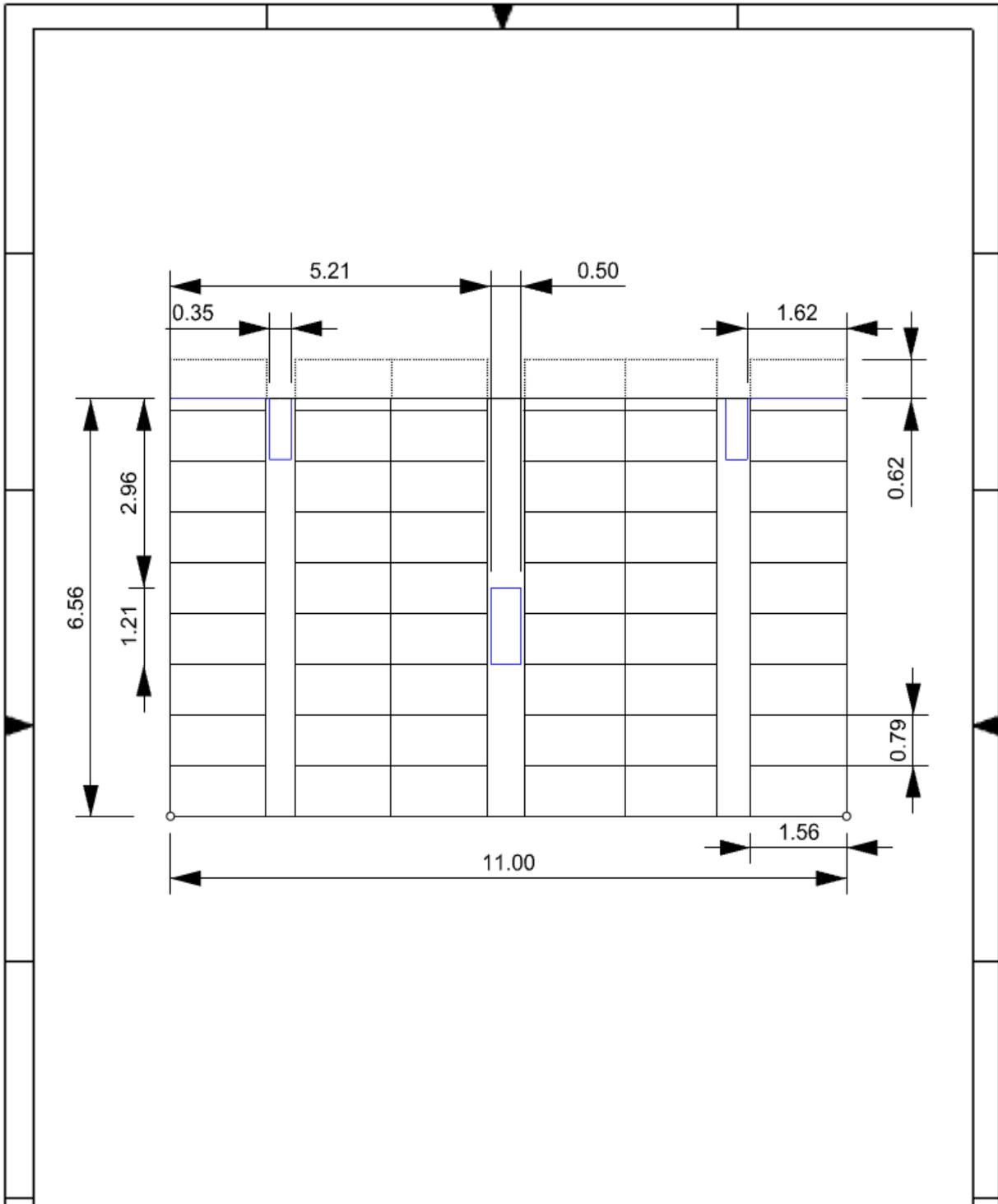
PLANOS

Plano 1. Sección AA de Buendía 9.....	132
Plano 2. Detalle perfil de cubierta	133
Plano 3. Plano ático	134
Plano 4. Instalación fotovoltaica en medidas reales	135
Plano 5. Alzado instalación fotovoltaica	136
Plano 6. Esquema unifilar.....	137
Plano 7. Conexión instalación con ático	138
Plano 8. Ubicación Buendía 9	139

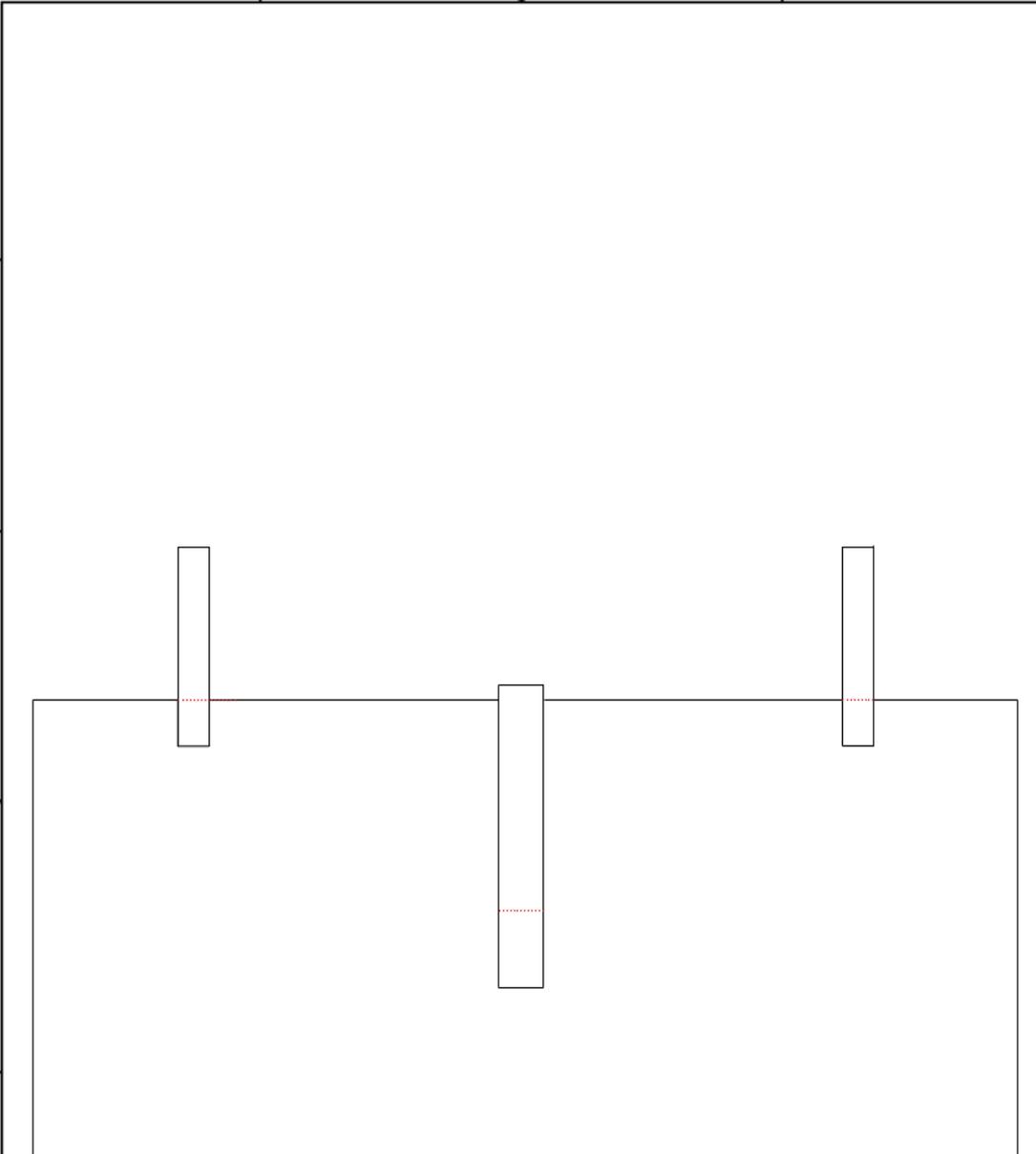


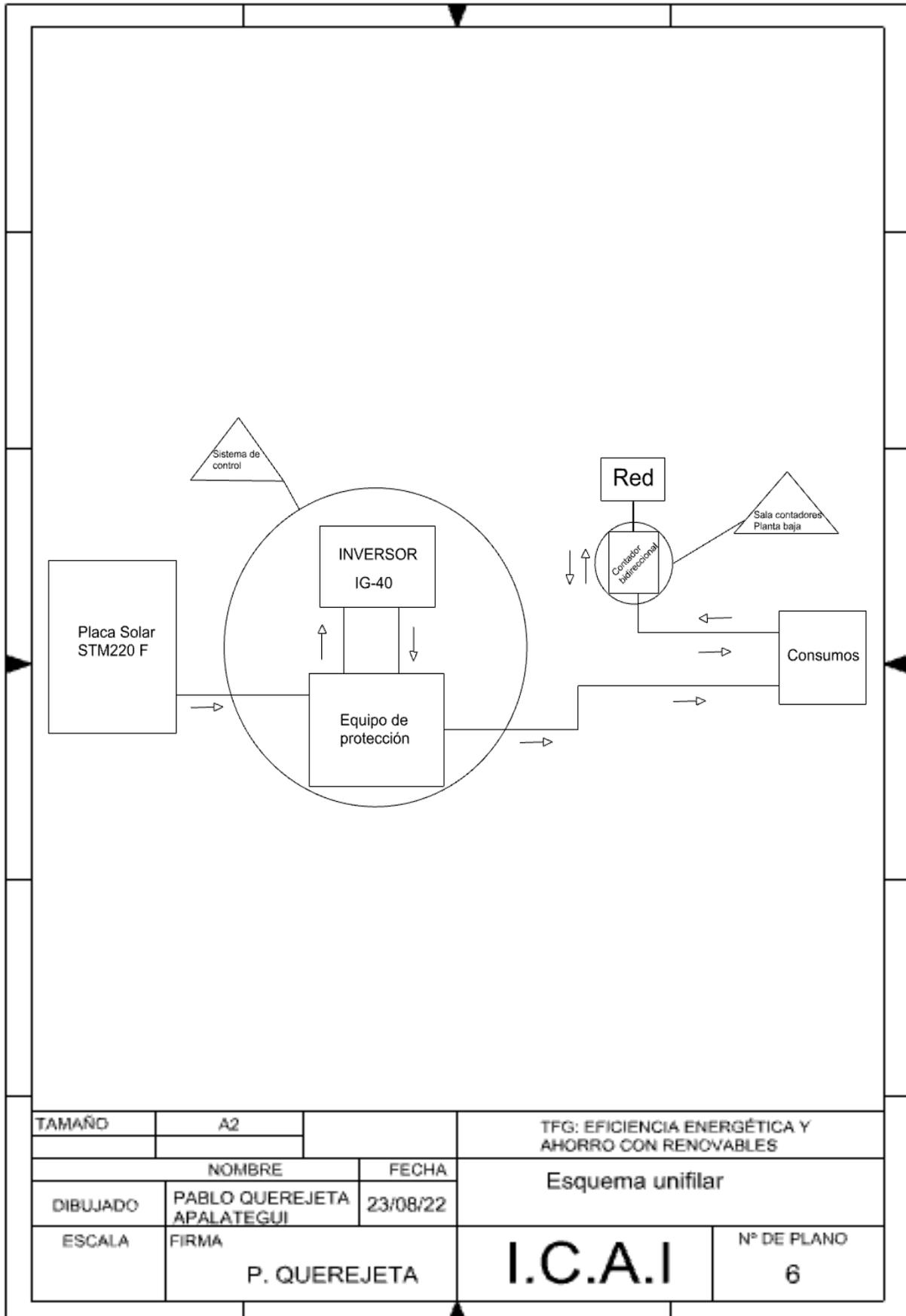
TAMAÑO	A2	TÍT. EFICIENCIA ENERGÉTICA Y AHORRO CON RENOVABLES	
DISEÑADO	NOMBRE PABLO QUEREJETA	FECHA	Sección A-A Buendía 9
	APALATELLI	2020/01	
ESCALA	FIRMA P. QUEREJETA	Nº DE PLANO 1	
1:70		I.C.A.I.	



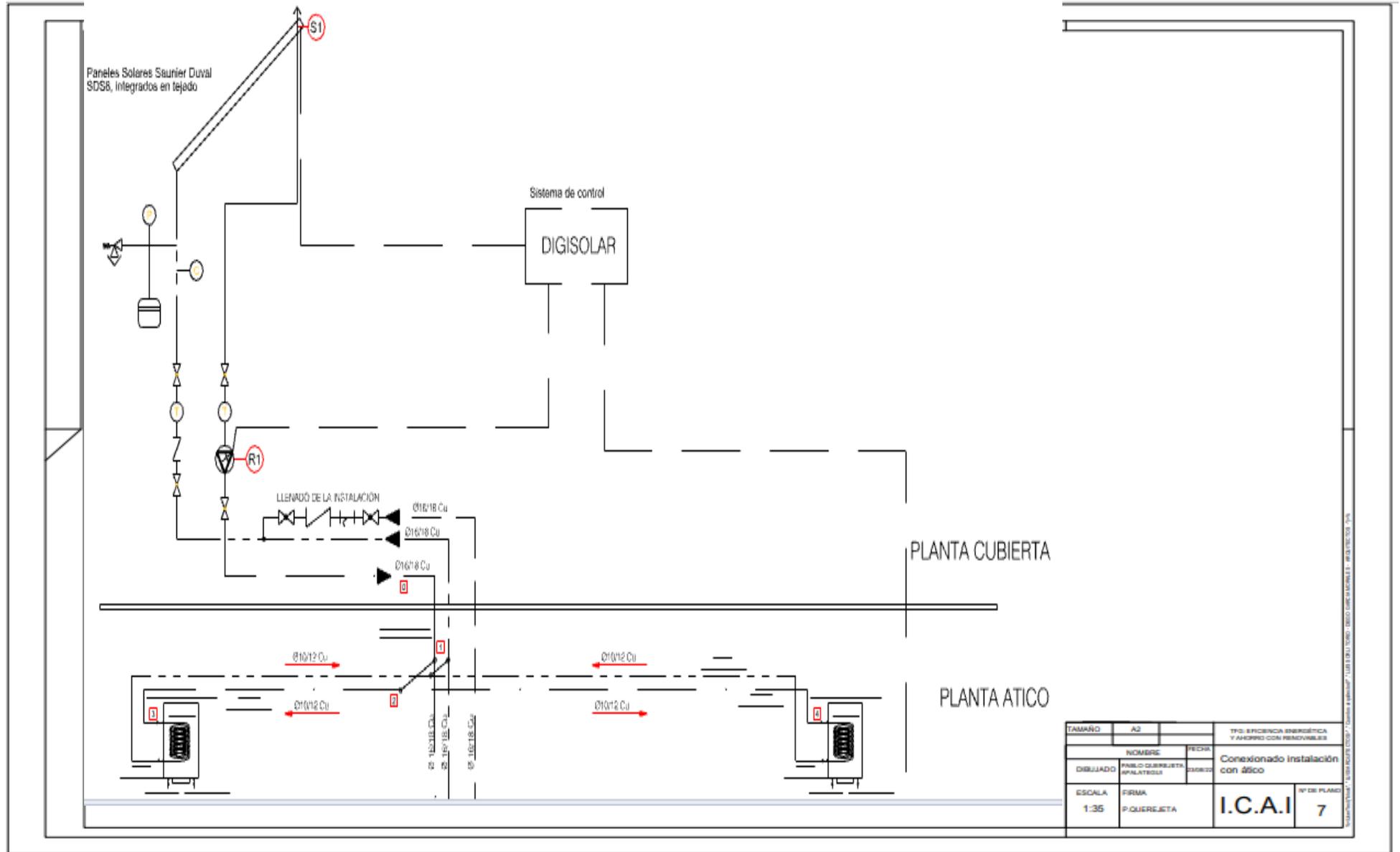


TAMAÑO	A2			TFG: EFICIENCIA ENERGÉTICA Y AHORRO CON RENOVABLES
NOMBRE		FECHA		Instalación fotovoltaica en medidas reales
DIBUJADO	PABLO QUEREJETA APALATEGUI	23/08/22		
ESCALA	FIRMA			Nº DE PLANO
1:50	P. QUEREJETA	I.C.A.I		4

			
TAMAÑO	A2		TFG: EFICIENCIA ENERGÉTICA Y AHORRO CON RENOVABLES
		NOMBRE	FECHA
DIBUJADO	PABLO QUEREJETA APALATEGUI	23/08/22	Alzado instalación fotovoltaica
ESCALA	FIRMA	I.C.A.I	Nº DE PLANO
1:50	P. QUEREJETA		5



TAMAÑO	A2	TFG: EFICIENCIA ENERGÉTICA Y AHORRO CON RENOVABLES	
NOMBRE		FECHA	Esquema unifilar
DIBUJADO	PABLO QUEREJETA APALATEGUI	23/08/22	
ESCALA	FIRMA	I.C.A.I	Nº DE PLANO
	P. QUEREJETA		6



TAMANO	A2	TÍT. EFICIENCIA ENERGÉTICA Y AHORRO CON RENOVABLES	
NOMBRE		FECHA	Conexión instalación con ático
DISEÑADO PABLO QUEREJETA SPALATREDA		23/06/22	
ESCALA 1:35	FIRMA P. QUEREJETA	I.C.A.I.	Nº DE PLANO 7

Vertical/Plan/Sheet: "Solar Heating System" - Comillas University - ICAI - License: "Licencia de uso personal" - ICAI/ETSII/2023 - 07/06/2023



TAMAÑO	A2	TFG: EFICIENCIA ENERGÉTICA Y AHORRO CON RENOVABLES	
NOMBRE		FECHA	Ubicación Buendía 9
DIBUJADO	PABLO QUEREJETA APALATEGUI	23/08/22	
ESCALA	FIRMA	I.C.A.I	Nº DE PLANO 8
	P. QUEREJETA		

