

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Proyecto Fin de Máster

USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA Y SOLAR TÉRMICA DE ACS PARA EL AUTOCONSUMO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

**Use of artificial intelligence in a photovoltaic and solar
thermal DHW installation project for the self-consumption
of a single-family house**

Para acceder al Título de

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Autor: Ainhoa Fernández de la Pedraja

Septiembre - 2024

TÍTULO DEL PROYECTO	Uso de la inteligencia artificial en proyecto de instalación fotovoltaica y solar térmica de ACS para el autoconsumo de una vivienda unifamiliar		
AUTOR	Ainhoa Fernández de la Pedraja		
DIRECTOR / PONENTE	Jose Ramón Aranda Sierra		
TITULACIÓN	Máster en Ingeniería Industrial	FECHA	20/09/2024

PALABRAS CLAVE

Inteligencia artificial, ChatGPT, instalación, fotovoltaica, autoconsumo, ACS, térmica.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El objetivo principal de este trabajo es poner a prueba la inteligencia artificial a la hora de realizar proyectos de ingeniería. Para ello, se plantea una instalación solar fotovoltaica y térmica para autoconsumo en una vivienda. El proyecto de instalación se desarrolla utilizando la herramienta ChatGPT como primera opción de cálculo y redacción de éste, viendo el alcance que tiene en la materia y analizando sus aportaciones.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto comienza analizando los datos de partida de la vivienda, tanto los consumos de electricidad y agua caliente sanitaria, como la ubicación y el espacio disponible para la instalación. Partiendo de esa base, se le pide a ChatGPT que dimensione la instalación fotovoltaica, por un lado, y la solar térmica, por otro. Los resultados obtenidos se revisan, determinando si son válidos o no y, en caso de ser necesario, se corrigen utilizando herramientas de simulación como PVGIS y RETScreen.

Una vez definidas las instalaciones, se le pide a la herramienta de inteligencia artificial que haga un estudio de viabilidad económica, para determinar la rentabilidad de la instalación. Además, se le solicita que redacte otros documentos del proyecto como el estudio básico de seguridad y salud y el pliego de condiciones. Toda esta información que aporta ChatGPT es analizada con el fin de comprobar hasta qué punto es capaz de desarrollar por sí mismo un proyecto de ingeniería, en qué partes resulta de mayor utilidad y en cuáles no es fiable.

CONCLUSIONES / PRESUPUESTO

Tras realizar un proyecto completo utilizando la ayuda de ChatGPT, se puede concluir que esta herramienta todavía no está preparada para redactar trabajos de esta índole por sí sola. Puede

ser útil, sobre todo aportando sugerencias sobre el tipo de componentes a utilizar en la instalación según las condiciones de la misma. También realiza correctamente cálculos económicos y se puede utilizar como guía de redacción de partes del documento como los planes de obra o el EBSS. Sin embargo, es necesario que el proyecto sea realizado por un ingeniero con conocimientos en la materia, que sea capaz de corregir los errores de la inteligencia artificial y llegar a donde ésta no llega.

Por otro lado, económicamente se concluye que el proyecto completo no es rentable. Esto se debe a que, estando la vivienda en Cantabria, la instalación solar térmica es muy costosa y no se le saca suficiente rendimiento. No obstante, la parte de la instalación fotovoltaica sí que es rentable, llegándose a amortizar en menos de 13 años. Por lo tanto, es una posibilidad llevar a cabo en la vivienda solo la instalación fotovoltaica.

A continuación, se resume el presupuesto del proyecto.

Presupuesto instalación fotovoltaica	4.519,90 €
Presupuesto instalación solar térmica	3.421,13 €
Presupuesto Ejecución Material	8.323,21 €
Presupuesto Base de Licitación	9.904,62 €
Presupuesto de Ejecución por Contrata	11.984,59 €
Presupuesto para Conocimiento de la Administración	10.960,01 €

BIBLIOGRAFÍA

- [1] *ChatGPT*. (septiembre de 2023). Open AI. [En línea]. Disponible en: <https://chatgpt.com/>
- [2] *RETScreen Expert*. (30 de mayo de 2023). Gobierno de Canadá. [En línea]. Disponible en: <https://natural-resources.canada.ca/maps-tools-and-publications/tools/modellingtools/retscreen/7465>
- [3] *AutoCAD*. (2024). Autodesk. [En línea]. Disponible en: <https://www.autodesk.com/es/products/autocad/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>
- [4] *QElectroTech*. (6 de enero de 2023). C++. QElectroTech. [En línea]. Disponible en: <https://qelectrotech.org/>
- [5] *CE3X*. Efinovatic, CENER, IDAE. [En línea]. Disponible en: <http://www.efinova.es/CE3X>
- [6] *PVGIS*. (1 de marzo de 2022). Comisión Europea. [En línea]. Disponible en: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/
- [7] *Generador de precios*. CYPE Ingenieros, S.A. [En línea]. Disponible en: <https://generadordeprecios.info/>
- [8] «Exiom Solution». [En línea]. Disponible en: <https://www.exiomsolution.com/>
- [9] «Huawei Solar». [En línea]. Disponible en: <https://solar.huawei.com/es/>
- [10] «Top Cable». [En línea]. Disponible en: <https://www.topcable.com/es/>
- [11] «Prysmian». [En línea]. Disponible en: <https://es.prysmian.com/>
- [12] «Krannich Solar». [En línea]. Disponible en: <https://shop.krannich-solar.com/es/es/estructuras/>
- [13] «Junkers Bosch». [En línea]. Disponible en: <https://www.junkers-bosch.es/inicio/>

- [14] «Immergas». [En línea]. Disponible en: <https://www.immerspagna.com/>
- [15] «Código Técnico de Edificación (CTE)». [En línea]. Disponible en: <https://www.codigotecnico.org/>
- [16] «Agencia Tributaria». [En línea]. Disponible en: <https://sede.agenciatributaria.gob.es/>
- [17] «Ayuntamiento Santa Cruz de Bezana». [En línea]. Disponible en: <https://aytobezana.com/>
- [18] DAE y ENERAGEN, «Guía Profesional de Tramitación del Autoconsumo v.4.1». 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/2023-01-10_Guia_Profesional_Tramitacion_autoconsumo_v.5.1_NIPO-2023.pdf
- [19] «Weather Online». [En línea]. Disponible en: <https://www.woespana.es/weather/maps/city?FMM=1&FY=2022&LMM=12&LY=2024&WMO=08023&CONT=eses®ION=0005&LAND=ES2&ART=SON&R=0&NOREGION=0&LEVEL=162&LANG=es&MOD=tab>
- [20] Asociación Solar de la Industria Térmica (ASIT), «Guía Técnica de Energía Solar Térmica». abril de 2020. [En línea]. Disponible en: https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/guiasolartermica_idae-asit_v3.0_20210111_nipo.pdf

PROJECT TITLE	Use of artificial intelligence in a photovoltaic and solar thermal DHW installation project for the self-consumption of a singlefamily house		
AUTHOR	Ainhoa Fernández de la Pedraja		
DIRECTOR	Jose Ramón Aranda Sierra		
DEGREE	Máster en Ingeniería Industrial	DATE	20/09/2024

KEY WORDS

Artificial intelligence, ChatGPT, installation, photovoltaic, self-consumption, DHW, thermal.

PROBLEM STATEMENT

The main objective of this work is to test artificial intelligence when carrying out engineering projects. For this purpose, a photovoltaic and thermal solar installation for self-consumption in a house is proposed. The installation project is developed using the ChatGPT tool as the first option for its calculation and drafting, seeing the scope it has in the field and analysing its contributions.

PROJECT DESCRIPTION

This project begins by analysing the starting data of the house, both the consumption of electricity and domestic hot water, as well as the location and space available for the installation. On this basis, ChatGPT is asked to dimension the photovoltaic installation, on the one hand, and the solar thermal installation, on the other. The results obtained are reviewed to determine whether they are valid or not and, if necessary, corrected using simulation tools such as PVGIS and RETScreen.

Once the installations have been defined, the artificial intelligence tool is asked to carry out an economic feasibility study to determine the profitability of the installation. In addition, it is asked to compose other project documents such as the basic health and safety study and the specifications. All this information provided by ChatGPT is analysed to check to what extent it is capable of developing an engineering project on its own, in which parts it is most useful and in which parts it is not reliable.

CONCLUSION / BUDGET

After finishing a complete project using ChatGPT's help, it can be concluded that ChatGPT is not yet ready to write such a project on its own. It can be useful, especially in providing suggestions on the type of components to be used in the installation according to the installation conditions. It also correctly performs economic calculations and can be used as a drafting guide for parts of

the document such as site plans or basic health and safety studies. However, it is necessary for the project to be carried out by an engineer with knowledge in the field, who is able to correct the errors of artificial intelligence and reach where it does not.

On the other hand, economically, it is concluded that the entire project is not cost-effective. This is due to the fact that, as the house is located in Cantabria, the solar thermal installation is very expensive and does not provide a sufficient return on investment. However, the photovoltaic part of the installation is profitable and pays for itself in less than 13 years. Therefore, it is possible to install only the photovoltaic system in the house.

The project budget is summarised below.

Photovoltaic installation budget	4.519,90 €
Solar thermal installation budget	3.421,13 €
Material Execution Budget	8.323,21 €
Base Tender Budget	9.904,62 €
Contract Execution Budget	11.984,59 €
Budget to the Knowledge of the Administration	10.960,01 €

BIBLIOGRAPHY

- [1] *ChatGPT*. (septiembre de 2023). Open AI. [En línea]. Disponible en: <https://chatgpt.com/>
- [2] *RETScreen Expert*. (30 de mayo de 2023). Gobierno de Canadá. [En línea]. Disponible en: <https://natural-resources.canada.ca/maps-tools-and-publications/tools/modellingtools/retscreen/7465>
- [3] *AutoCAD*. (2024). Autodesk. [En línea]. Disponible en: <https://www.autodesk.com/es/products/autocad/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>
- [4] *QElectroTech*. (6 de enero de 2023). C++. QElectroTech. [En línea]. Disponible en: <https://qelectrotech.org/>
- [5] *CE3X*. Efinovatic, CENER, IDAE. [En línea]. Disponible en: <http://www.efinova.es/CE3X>
- [6] *PVGIS*. (1 de marzo de 2022). Comisión Europea. [En línea]. Disponible en: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/
- [7] *Generador de precios*. CYPE Ingenieros, S.A. [En línea]. Disponible en: <https://generadordeprecios.info/>
- [8] «Exiom Solution». [En línea]. Disponible en: <https://www.exiomsolution.com/>
- [9] «Huawei Solar». [En línea]. Disponible en: <https://solar.huawei.com/es/>
- [10] «Top Cable». [En línea]. Disponible en: <https://www.topcable.com/es/>
- [11] «Prysmian». [En línea]. Disponible en: <https://es.prysmian.com/>
- [12] «Krannich Solar». [En línea]. Disponible en: <https://shop.krannich-solar.com/es/es/estructuras/>
- [13] «Junkers Bosch». [En línea]. Disponible en: <https://www.junkers-bosch.es/inicio/>
- [14] «Immergas». [En línea]. Disponible en: <https://www.immerspagna.com/>
- [15] «Código Técnico de Edificación (CTE)». [En línea]. Disponible en: <https://www.codigotecnico.org/>

- [16] «Agencia Tributaria». [En línea]. Disponible en: <https://sede.agenciatributaria.gob.es/>
- [17] «Ayuntamiento Santa Cruz de Bezana». [En línea]. Disponible en: <https://aytobezana.com/>
- [18] DAE y ENERAGEN, «Guía Profesional de Tramitación del Autoconsumo v.4.1». 2023. [En línea]. Disponible en:
https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/2023-01-10_Guia_Profesional_Tramitacion_autoconsumo_v.5.1_NIPO-2023.pdf
- [19] «Weather Online». [En línea]. Disponible en:
<https://www.woespana.es/weather/maps/city?FMM=1&FY=2022&LMM=12&LY=2024&WMO=08023&CONT=eses®ION=0005&LAND=ES2&ART=SON&R=0&NOREGION=0&LEVEL=162&LANG=es&MOD=tab>
- [20] Asociación Solar de la Industria Térmica (ASIT), «Guía Técnica de Energía Solar Térmica». abril de 2020. [En línea]. Disponible en:
https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/guiasolartermica_idae-asit_v3.0_20210111_nipo.pdf

A mis padres, por apoyarme y animarme siempre.

ÍNDICE

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA	8
1. MEMORIA	9
1.1. OBJETO	9
1.2. ANTECEDENTES	9
1.3. NORMAS Y REFERENCIAS	9
1.4.1. Disposiciones legales	9
1.4.2. Programas de cálculo	10
1.4.3. Bibliografía	10
1.4. JUSTIFICACIÓN DE SOLUCIÓN ADOPTADA.	11

1.5. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.	12
1.6. PROGRAMA DE TRABAJOS	13
1.7. PLAZOS DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA	13
1.8. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES	13
1.9. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	13
1.10. GESTIÓN DE RESIDUOS	14
1.11. TERRENOS NECESARIOS PARA LAS OBRAS	14
1.12. ABONO DE LAS PARTIDAS ALZADAS	14
1.13. PRESUPUESTO	14
1.14. VIABILIDAD DEL PROYECTO	15
2. ANEJOS DE LA MEMORIA	16
ANEJO 1.- UTILIZACIÓN DE LA HERRAMIENTA CHATGPT	16
ANEJO 2.- CUADRO RESUMEN. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.	17
ANEJO 3.- DATOS DE PARTIDA. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.	18
ANEJO 4.- VIABILIDAD TÉCNICA DEL PROYECTO.	19
ANEJO 5.- CÁLCULOS EFICIENCIA ENERGÉTICA.	23
ANEJO 6.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS.	36
5.1. Dimensionamiento	36
5.2. Inversores	40
5.3 Cables de conexión	42
5.4 Protecciones	46
5.5. Estructura de montaje.....	48
ANEJO 7. CÁLCULOS TÉRMICOS	54
6.1. Dimensionamiento	54

6.2. Almacenamiento	60
6.3. Sistema de apoyo	62
6.4. Estructura de montaje.....	62
6.5. Accesorios.....	64
6.6. Conexiones	66
ANEJO 8.- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	73
8.1 MEMORIA	73
8.1.1. Consideraciones Preliminares: Justificación, Objeto y Contenido	73
8.1.1.1. Justificación	73
8.1.1.2. Objeto	73
8.1.1.3. Contenido del EBSS	73
8.1.2. Datos Generales	73
8.1.2.1. Agentes	73
8.1.2.2. Características Generales del Proyecto	73
8.1.2.3. Emplazamiento y Condiciones del Entorno	74
8.1.3. Instalaciones de Higiene y Bienestar de los Trabajadores	74
8.1.3.1. Vestuarios	74
8.1.3.2. Aseos	74
8.1.4. Identificación de Riesgos y Medidas Preventivas	74
8.1.4.1. Riesgos Generales y Medidas Preventivas	74
8.1.4.2. Equipos de Protección Individual (EPI)	74
8.1.5. Medidas de Auxilio	75
8.1.5.1. Medios de Auxilio en Obra	75
8.1.5.2. Medios de Auxilio en Caso de Accidente	75

8.2. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLES	76
8.3. PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS Y TÉCNICAS	77
8.3.1. Formación en Seguridad	77
8.3.2. Medios de Protección	77
8.3.3. Instalaciones Provisionales de Salud y Confort	77
ANEJO 9.- ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	78
9.1. Normativa considerada	78
9.2. Presupuesto de la gestión de residuos	79
9.2.1. Residuos unitarios	79
9.2.2. Residuos parciales	80
9.2.3. Precios unitarios	80
9.2.4. Presupuestos parciales	81
ANEJO 10.- PROGRAMA DE TRABAJO. PLAN DE OBRA.....	82
10.1. Actividades y fases del proyecto	82
10.2. Recursos necesarios	82
10.3. Contingencias y riesgos	82
ANEJO 11.- INCENTIVOS Y SUBVENCIONES	84
ANEJO 12.- ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA	94
12.1. Beneficios instalación fotovoltaica	94
12.2. Beneficios instalación solar térmica	94
12.3. Subvenciones y bonificaciones.....	95
12.4. Estudio económico	95
DOCUMENTO Nº 2 PLANOS	99
DOCUMENTO Nº 3 PLIEGO DE CONDICIONES	106
1. Objeto del Proyecto	107
2. Descripción de la Instalación	107
3. Ubicación del Proyecto	107
4. Normativa Aplicable	107

5. Componentes y Especificaciones Técnicas	107
5.1. Módulo Solar Fotovoltaico	107
5.2. Estructura Soporte para Módulo Solar Fotovoltaico	108
5.3. Inversor Fotovoltaico	108
5.4. Cable Eléctrico solar para Baja Tensión	109
5.5. Interruptor Diferencial.....	110
5.6. Interruptor Automático Magnetotérmico	110
5.7. Fusibles	111
5.8. Protector contra sobretensiones	111
5.9. Interruptor seccionador	112
5.10. Sistema de Captación Solar Térmica para Instalación Individual	112
6. Condiciones Económicas	113
7. Garantías y Seguros	113
8. Penalizaciones y Bonificaciones	113
DOCUMENTO Nº 4. PRESUPUESTO.....	114
1. ESTADO DE MEDICIONES	115
2. CUADRO DE PRECIOS	116
2.1. CUADRO DE PRECIOS Nº 1	116
2.2. CUADRO DE PRECIOS Nº 2	118
3. PRESUPUESTOS PARCIALES	121
4. PRESUPUESTOS GENERALES	123
4.1.- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE MATERIAL. (PEM)	123
4.2.- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	124

4.3.- PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN.	125
--	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Consumo eléctrico mensual de la vivienda. Fuente: Elaboración propia.	18
Figura 2: Producción mensual cara noreste	39
Figura 3: Producción mensual cara sudoeste	39
Figura 4: Resultados con una instalación de 3 paneles Bosch. Fuente: RETScreen [2]	59
Figura 5: Datos de radiación solar aportados por RETScreen en Cantabria. Fuente: RETScreen [2]	60
Figura 6: Normativa referente a los diámetros mínimos de los diferentes tramos de la red de suministro. Fuente: Código Técnico de Edificación (CTE). [15]	69

ÍNDICE DE TABLAS

Fuente: Elaboración propia	52
Tabla 2: Accesorios de la instalación solar térmica. Fuente: elaboración propia	72
Tabla 3: Normativa considerada para la gestión de residuos. Fuente: elaboración propia	84
Tabla 4: Residuos unitarios. Fuente: Generador de precios. [7]	84
Tabla 5: Volumen de residuos de papel y cartón. Fuente: elaboración propia	85
Tabla 6: Precios unitarios gestión de residuos. Fuente: Generador de precios. [7]	86
Tabla 7: Presupuesto parcial de residuos de papel y cartón. Fuente: elaboración propia	86
Tabla 8: Mediciones de la instalación. Fuente: elaboración propia.....	124
Tabla 9: Cuadro de precios nº 1. Fuente: Generador de precios. [7].....	125
Tabla 10: Cuadro de precios nº 2. Fuente: Generador de precios. [7].....	127
Tabla 11: Presupuesto parcial instalación fotovoltaica. Fuente: elaboración propia	130
Tabla 12: Presupuesto parcial instalación térmica. Fuente: elaboración propia.....	131

Tabla 1: materiales necesarios para el montaje de las placas fotovoltaicas, Krannich Solar [12].	
--	--

BIBLIOGRAFÍA

- [1] *ChatGPT*. (septiembre de 2023). Open AI. [En línea]. Disponible en: <https://chatgpt.com/>
- [2] *RETScreen Expert*. (30 de mayo de 2023). Gobierno de Canadá. [En línea]. Disponible en: <https://natural-resources.canada.ca/maps-tools-and-publications/tools/modellingtools/retscreen/7465>
- [3] *AutoCAD*. (2024). Autodesk. [En línea]. Disponible en: <https://www.autodesk.com/es/products/autocad/overview?term=1YEAR&tab=subscription>
- [4] *QElectroTech*. (6 de enero de 2023). C++. QElectroTech. [En línea]. Disponible en: <https://qelectrotech.org/>
- [5] *CE3X*. Efinovatic, CENER, IDAE. [En línea]. Disponible en: <http://www.efinova.es/CE3X>
- [6] *PVGIS*. (1 de marzo de 2022). Comisión Europea. [En línea]. Disponible en: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/
- [7] *Generador de precios*. CYPE Ingenieros, S.A. [En línea]. Disponible en: <https://generadordeprecios.info/>
- [8] «Exiom Solution». [En línea]. Disponible en: <https://www.exiomsolution.com/>
- [9] «Huawei Solar». [En línea]. Disponible en: <https://solar.huawei.com/es/>
- [10] «Top Cable». [En línea]. Disponible en: <https://www.topcable.com/es/>
- [11] «Prysmian». [En línea]. Disponible en: <https://es.prysmian.com/>
- [12] «Krannich Solar». [En línea]. Disponible en: <https://shop.krannich-solar.com/eses/estructuras/>
- [13] «Junkers Bosch». [En línea]. Disponible en: <https://www.junkers-bosch.es/inicio/>
- [14] «Immergas». [En línea]. Disponible en: <https://www.immerspagna.com/>
- [15] «Código Técnico de Edificación (CTE)». [En línea]. Disponible en: <https://www.codigotecnico.org/>
- [16] «Agencia Tributaria». [En línea]. Disponible en: <https://sede.agenciatributaria.gob.es/>
- [17] «Ayuntamiento Santa Cruz de Bezana». [En línea]. Disponible en: <https://aytobezana.com/>
- [18] DAE y ENERAGEN, «Guía Profesional de Tramitación del Autoconsumo v.4.1». 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/2023-01-10_Guia_Profesional_Tramitacion_autoconsumo_v.5.1_NIPO-2023.pdf
- [19] «Weather Online». [En línea]. Disponible en: <https://www.woespana.es/weather/maps/city?FMM=1&FYY=2022&LMM=12&LYY=2024&WMO=08023&CONT=eses®ION=0005&LAND=ES2&ART=SON&R=0&NOREGION=0&LEVEL=162&LANG=es&MOD=tab>
- [20] Asociación Solar de la Industria Térmica (ASIT), «Guía Técnica de Energía Solar Térmica». abril de 2020. [En línea]. Disponible en: https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/guiasolartermica_idae-asit_v3.0_20210111_nipo.pdf

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

1. MEMORIA

1.1. OBJETO

Debido al auge de la inteligencia artificial a lo largo de la última década, se han desarrollado multitud de herramientas de libre acceso para el usuario. Estas herramientas son capaces de realizar tareas complejas de manera eficiente y en tiempo real. Pueden automatizar procesos, analizar grandes volúmenes de datos, generar contenido creativo y asistir en la toma de decisiones. Su accesibilidad ha permitido que tanto profesionales como personas sin conocimientos técnicos avanzados puedan aprovechar sus capacidades para mejorar la productividad, la innovación y la resolución de problemas en distintos contextos.

El objetivo de este proyecto es la instalación de paneles solares fotovoltaicos y térmicos para autoconsumo en una vivienda unifamiliar, a la vez que analizar el alcance de la herramienta ChatGPT en el desarrollo de proyectos de estas características o similares. Se quiere comprobar si esta herramienta es capaz de redactar un proyecto completo o alguna de sus partes, y hasta qué punto los resultados aportados son fiables o no.

Por otro lado, el propietario de la vivienda quiere llevar a cabo la instalación mencionada previamente para consumir una energía renovable, menos contaminante y que a la larga le produzca un ahorro en sus facturas energéticas.

1.2. ANTECEDENTES

La vivienda estudiada se encuentra en la Urbanización Las Llanas fase 1, chalet 1, 39110 Sancibrián, Cantabria. Las coordenadas UTM son: 43°27'40.6"N, 3°52'50.6"W. No tiene antecedentes de instalaciones de energías renovables para autoconsumo previas a este estudio. Actualmente consume electricidad suministrada por la red y gas natural de la red para agua caliente sanitaria y calefacción.

1.3. NORMAS Y REFERENCIAS

1.4.1. Disposiciones legales

- Constitución Española
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT)
- Código Técnico de la Edificación (CTE)
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)
- Ley de prevención de riesgos laborales
- Ley de residuos y suelos contaminados
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico
- RDL 15/2018, de 5 de octubre
- RD 244/2019, de 5 de abril
- RD 1699/2011, de 18 de noviembre
- RD 1627/97

1.4.2. Programas de cálculo

En la elaboración de este proyecto se han utilizado diversas herramientas software:

- ChatGPT versión GPT-3.5 [1]
- RETScreen Expert [2]
- AutoCAD [3]
- QElectroTech [4]
- CE3Xv2.3 [5]
- PVGIS [6]
- Generador de precios CYPE [7]

1.4.3. Bibliografía

- [1] *ChatGPT*. (septiembre de 2023). Open AI. [En línea]. Disponible en: <https://chatgpt.com/>
- [2] *RETScreen Expert*. (30 de mayo de 2023). Gobierno de Canadá. [En línea]. Disponible en: <https://natural-resources.canada.ca/maps-tools-and-publications/tools/modellingtools/retscreen/7465>
- [3] *AutoCAD*. (2024). Autodesk. [En línea]. Disponible en: <https://www.autodesk.com/es/products/autocad/overview?term=1YEAR&tab=subscription>
- [4] *QElectroTech*. (6 de enero de 2023). C++. QElectroTech. [En línea]. Disponible en: <https://qelectrotech.org/>
- [5] *CE3X*. Efinovatic, CENER, IDAE. [En línea]. Disponible en: <http://www.efinova.es/CE3X>
- [6] *PVGIS*. (1 de marzo de 2022). Comisión Europea. [En línea]. Disponible en: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/
- [7] *Generador de precios*. CYPE Ingenieros, S.A. [En línea]. Disponible en: <https://generadordeprecios.info/>
- [8] «Exiom Solution». [En línea]. Disponible en: <https://www.exiomsolution.com/>
- [9] «Huawei Solar». [En línea]. Disponible en: <https://solar.huawei.com/es/>
- [10] «Top Cable». [En línea]. Disponible en: <https://www.topcable.com/es/>
- [11] «Prysmian». [En línea]. Disponible en: <https://es.prysmian.com/>
- [12] «Krannich Solar». [En línea]. Disponible en: <https://shop.krannich-solar.com/es/es/estructuras/>
- [13] «Junkers Bosch». [En línea]. Disponible en: <https://www.junkers-bosch.es/inicio/>
- [14] «Immergas». [En línea]. Disponible en: <https://www.immerspagna.com/>
- [15] «Código Técnico de Edificación (CTE)». [En línea]. Disponible en: <https://www.codigotecnico.org/>
- [16] «Agencia Tributaria». [En línea]. Disponible en: <https://sede.agenciatributaria.gob.es/>
- [17] «Ayuntamiento Santa Cruz de Bezana». [En línea]. Disponible en: <https://aytobezana.com/>
- [18] DAE y ENERAGEN, «Guía Profesional de Tramitación del Autoconsumo v.4.1». 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/2023-01-

10_Guia_Profesional_Tramitacion_autoconsumo_v.5.1_NIPO-2023.pdf

- [19] «Weather Online». [En línea]. Disponible en:
<https://www.woespana.es/weather/maps/city?FMM=1&FYY=2022&LMM=12&LYY=2024&WMO=08023&CONT=eses®ION=0005&LAND=ES2&ART=SON&R=0&NOREGION=0&LEVEL=162&LANG=es&MOD=tab>
- [20] Asociación Solar de la Industria Térmica (ASIT), «Guía Técnica de Energía Solar Térmica». abril de 2020. [En línea]. Disponible en:
https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/guiasolartermica_idae-asit_v3.0_20210111_nipo.pdf

1.4. JUSTIFICACIÓN DE SOLUCIÓN ADOPTADA.

En este proyecto se estudian dos instalaciones de aprovechamiento de la energía solar para autoconsumo en una vivienda unifamiliar. La primera es la implantación de paneles solares fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica. En segundo lugar, se desarrolla la instalación de captadores solares térmicos para producir agua caliente sanitaria (ACS). Los cálculos y estudios realizados para ambas instalaciones están detallados en los anejos de la memoria.

La idea principal era llevar a cabo las dos instalaciones, sin embargo, como se verá más adelante en el estudio de viabilidad, dadas las características y ubicación de la vivienda solamente resulta rentable la instalación solar fotovoltaica.

1.5. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.

La vivienda sobre la que se va a llevar a cabo la instalación es una vivienda unifamiliar ubicada en Cantabria, concretamente en el municipio de Santa Cruz de Bezana, en la que residen 4 personas. La superficie de la vivienda es de 135,02 m².

El consumo de agua caliente sanitaria (ACS) es de 112 litros diarios entre las 4 personas. El consumo eléctrico anual ronda los 2980 kWh aproximadamente. Actualmente la vivienda consume electricidad de la red y obtiene el agua caliente sanitaria con una caldera de condensación. Los datos de partida se exponen más detalladamente en el **Anejo nº 3**.

Resumen de características del proyecto

Denominación: Instalación solar fotovoltaica y térmica para ACS

Potencia instalada: 4,4 kW (Fotovoltaica)

Nº de paneles fotovoltaicos: 8

Tipo de paneles fotovoltaicos: monocristalino.

Nº de captadores térmicos: 3

Tipo de captadores térmicos: tubos de vacío.

Almacenamiento ACS: 200 L

Protecciones: Magnetotérmico 1P+N de 25 A, Diferencial monofásico de 25A sensibilidad 30mA y tipo clase A

Presupuesto Ejecución Material: 8323,21 €

Presupuesto Ejecución por Contrata: 11.984,59 €

Presupuesto para Conocimiento de la Administración: 10960,01 €

1.6. PROGRAMA DE TRABAJOS

Para la realización de las obras incluidas en el presente proyecto se considera necesario un plazo de CUATRO (4) días.

En el **Anejo nº 10** del presente proyecto se especifica la distribución temporal de cada una de las actuaciones.

1.7. PLAZOS DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA

Del Plan de Trabajos se deduce un plazo de ejecución de CUATRO (4) días a contar de la fecha de comprobación del replanteo.

En cualquier caso, el Contratista podrá proponer planificaciones alternativas que deberán ser aprobadas por la Dirección Técnica de las Obras, y que en ningún caso podrán rebasar el plazo indicado.

De acuerdo con lo establecido en el artículo 243 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, el plazo de garantía de la obra será de UN (1) año a partir del levantamiento del acta de recepción de las obras.

1.8. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

La normativa que regirá en la construcción de las obras del proyecto de “Instalación fotovoltaica y solar térmica de ACS para el autoconsumo de una vivienda unifamiliar”, está contemplada en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares que figura en el **Documento número 3** del presente Proyecto.

1.9. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El ESS se incorpora en el **Anejo nº 8** de la memoria de este Proyecto.

1.10. GESTIÓN DE RESIDUOS

En el **Anejo nº 9** de la memoria de este Proyecto se presenta la valoración de la gestión de los residuos producidos por la obra.

1.11. TERRENOS NECESARIOS PARA LAS OBRAS

Las obras incluidas en el presente proyecto se realizarán en terrenos que pertenecen a la Propiedad y disponen de acceso desde vial público.

1.12. ABONO DE LAS PARTIDAS ALZADAS

Las partidas alzadas recogidas en el presente proyecto, se abonarán por la medición resultante de las unidades realmente ejecutadas, aplicando los precios de los cuadros de precios 1 y 2.

1.13. PRESUPUESTO

El PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL de la obra asciende a la cantidad de OCHO MIL TRESCIENTOS VEINTITRÉS EUROS Y VEINTIÚN CÉNTIMOS DE EURO (8323,21 €).

El PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN de la obra que se obtiene añadiendo al Presupuesto Ejecución Material, los gastos generales y el beneficio industrial, asciende a la cantidad de NUEVE MIL NOVECIENTOS CUATRO EUROS Y SESENTA Y DOS CÉNTIMOS DE EURO (9.904,62 €).

El PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA de la obra que se obtiene añadiendo al Presupuesto Base de Licitación, el correspondiente IVA, al tipo del 21%, asciende a la cantidad de ONCE MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS Y CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS DE EURO (11.984,59 €)

El PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN de la obra que se obtiene añadiendo al Presupuesto Base de Licitación la ingeniería de proyecto y dirección de obra con el IVA, la licencia de obra, permisos, tasas, las expropiaciones necesarias y los servicios afectados por la ejecución de la obra, que en el caso que nos ocupa no existen, asciende a la cantidad de DIEZ MIL NOVECIENTOS SESENTA EUROS Y UN CÉNTIMO DE EURO (10.960,01 €)

Resumen de Presupuestos

Presupuesto Ejecución Material	8323,21 €
Presupuesto Base de Licitación	9.904,62 €
Presupuesto de Ejecución por Contrata	11.984,59 €
Presupuesto para Conocimiento de la Administración	10.960,01 €

1.14. VIABILIDAD DEL PROYECTO

La viabilidad del proyecto completo no está justificada, ya que el VAN sale negativo y el TIR menor a la tasa de descuento.

Si se estudia la viabilidad de las dos instalaciones por separado, se comprueba que la parte fotovoltaica sí que es rentable. El VAN y el TIR en ese caso son positivos, y la inversión se recuperaría en 13 años.

Por su parte, la instalación solar térmica no sale rentable. Esto se puede deber a la ubicación de la vivienda, ya que Cantabria es una zona que no tiene una alta irradiación, lo que lleva a utilizar mayor superficie de captación y un tipo de captador con un coste más elevado. El precio sube mientras que los beneficios no aumentan.

El estudio de viabilidad detallado se encuentra en el **Anejo nº 12**.

Santander, Septiembre 2024

Ainhoa Fernández de la Pedraja

2. ANEJOS DE LA MEMORIA

ANEJO 1.- UTILIZACIÓN DE LA HERRAMIENTA CHATGPT

A lo largo de la redacción del proyecto, se le han ido planteando preguntas detalladas a la versión gratuita de ChatGPT, buscando que calculase o redactase por sí solo la mayor parte del proyecto posible. Una vez obtenida cada respuesta, se ha analizado y contrastado para comprobar si esta es válida o si, por el contrario, la herramienta estaba equivocada. En los casos en los que la primera respuesta no ha sido adecuada, se plantea una o varias preguntas más con el fin de determinar si es capaz de llegar a un razonamiento correcto.

Las preguntas formuladas se redactan con este formato. A su vez, las respuestas van escritas con este otro formato.

En algunas ocasiones, sobre todo en el caso del dimensionamiento de las instalaciones, la respuesta de ChatGPT va muy desencaminada y no está cerca de ser correcta, por lo que se tiene que calcular de cero utilizando otros métodos y herramientas. Esto también sucede en

la búsqueda de las leyes y normativa aplicables, no busca bien las que corresponden a cada caso y, de hecho, hay veces que aporta leyes que no existen.

Otras veces, como en el caso de los cálculos económicos o en las recomendaciones sobre tipos de aparatos y materiales que utilizar, sus respuestas son realmente útiles y se pueden dar por válidas o solo tener que ajustar ligeramente. También en la redacción de documentos como el estudio básico de seguridad y salud o el pliego de condiciones, dándole algún ejemplo y la información adecuada, aporta soluciones que sirven de base, teniendo que simplemente añadir o detallar algún apartado. Incluso si se le solicita, es capaz de dar la información en un documento Word o PDF.

Un dato a tener en cuenta es que la versión gratuita (GPT-3.5) tiene un límite de análisis diario, por lo que no permite hacer cálculos complejos o creación de documentos ilimitados.

ANEJO

2.- CUADRO RESUMEN. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.

Denominación: Instalación solar fotovoltaica y térmica para ACS

Potencia instalada: 4,4 kW (Fotovoltaica)

Nº de paneles fotovoltaicos: 8

Tipo de paneles fotovoltaicos: monocristalino.

Nº de captadores térmicos: 3

Tipo de captadores térmicos: tubos de vacío.

Almacenamiento ACS: 200 L

Protecciones: Magnetotérmico 1P+N de 25 A, Diferencial monofásico de 25A sensibilidad 30mA y tipo clase A

Presupuesto Ejecución Material: 8323,21 €

Presupuesto Ejecución por Contrata: 11.984,59 €

Presupuesto para Conocimiento de la Administración: 10960,01 €

3.- DATOS DE PARTIDA. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.

La vivienda sobre la que se va a llevar a cabo la instalación es una vivienda unifamiliar ubicada en Cantabria, concretamente en el municipio de Santa Cruz de Bezana, en la que residen 4 personas. La superficie de la vivienda es de 135,02 m². Tiene un tejado de teja mixta a dos aguas, una parte orientada al sudoeste (74º de azimuth) y la otra al noreste (-106º de azimuth). Las dos caras del tejado tienen una inclinación respecto a la horizontal de 30º.

El consumo de agua caliente sanitaria (ACS) es de 112 litros diarios entre las 4 personas. La curva de consumo eléctrico anual se muestra en la Figura 1, siendo el total 2980 kWh aproximadamente. Actualmente la vivienda consume electricidad de la red y obtiene el agua caliente sanitaria con una caldera de condensación.

ANEJO

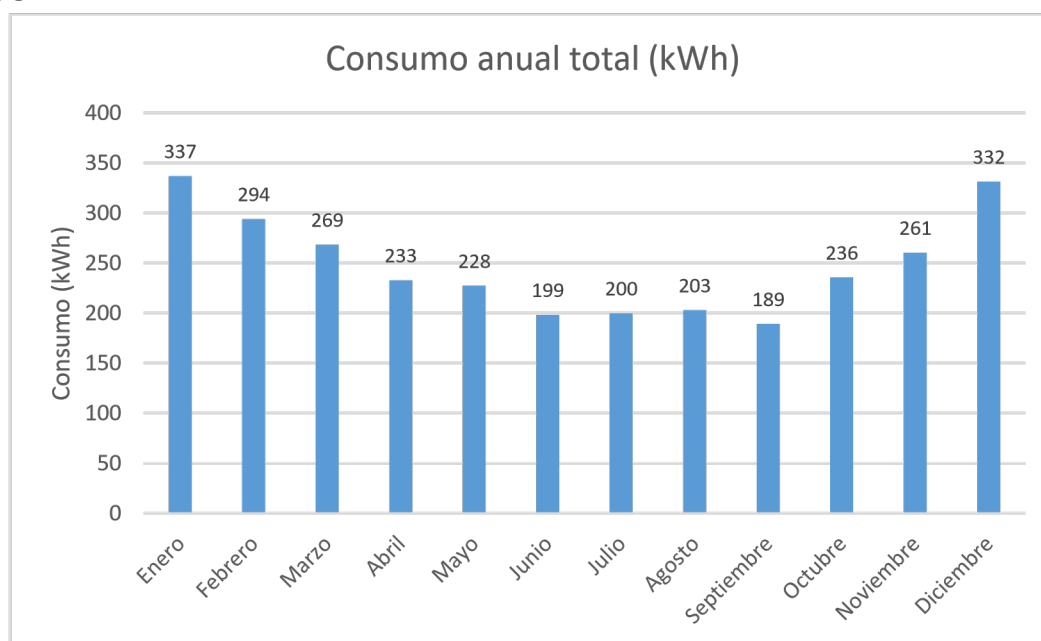


Figura 1: Consumo eléctrico mensual de la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

Las medidas útiles del tejado son aproximadamente:

- Cara noreste (azimut -106°): $7 \times 2,5$ m + otros dos huecos de $1,7 \times 2,5$ m. •

Cara sudoeste (azimut 74°): $7 \times 2,8$ m

4.- VIABILIDAD TÉCNICA DEL PROYECTO.

3.1.- Capacidad del cliente para llevar a cabo el proyecto.

La propiedad de la vivienda pertenece al cliente. El tejado tiene el espacio y las condiciones adecuadas para colocar paneles solares.

3.2.- Normativa y restricciones.

Pregunta a ChatGPT: Dime las normas concretas locales y nacionales para una instalación solar fotovoltaica y de ACS de autoconsumo en Cantabria, España

Respuesta de ChatGPT: Aquí te proporciono las normativas específicas tanto a nivel nacional como autonómico para las instalaciones de autoconsumo de energía solar fotovoltaica y solar térmica (ACS) en Cantabria, España:

Normativa Nacional:

ANEJO

1. Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica: Este Real Decreto establece el marco normativo para el autoconsumo de energía eléctrica en España, incluyendo el autoconsumo con balance neto y la venta de excedentes a la red eléctrica.
2. Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero, por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia del suministro de energía: Este Real Decreto establece los requisitos técnicos y administrativos para la conexión a la red de instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial, incluidas las instalaciones fotovoltaicas de pequeña potencia.

Normativa Autonómica (Cantabria):

1. Decreto 7/2019, de 7 de febrero, por el que se regula el régimen jurídico de las instalaciones de producción de energía eléctrica para autoconsumo en la Comunidad Autónoma de Cantabria: Este decreto establece las condiciones y requisitos específicos para la instalación y operación de sistemas de autoconsumo de energía eléctrica en Cantabria. Incluye disposiciones sobre las condiciones técnicas de conexión, los procedimientos administrativos y las garantías de acceso y legalidad de las instalaciones.
2. Orden EFT/26/2019, de 26 de septiembre, por la que se establecen las bases reguladoras y se aprueba la convocatoria de ayudas a la inversión en instalaciones de energía térmica con fuentes de energía renovable para la producción de agua caliente de uso doméstico, en la Comunidad Autónoma de Cantabria: Esta orden regula las ayudas económicas para la

instalación de sistemas de energía solar térmica para ACS en Cantabria. Establece los criterios de elegibilidad, los procedimientos de solicitud y los requisitos para acceder a estas ayudas.

Normativa Local:

1. A nivel municipal, las instalaciones deben cumplir con los códigos de construcción y urbanismo locales, que establecen requisitos relacionados con la ubicación, tamaño y aspectos estéticos de las instalaciones solares.
2. Es posible que existan regulaciones adicionales a nivel municipal, como ordenanzas específicas sobre energía solar y medio ambiente, que deben tenerse en cuenta durante la planificación y ejecución de proyectos de energía solar.

Es importante consultar las normativas específicas y vigentes al momento de planificar e implementar cualquier proyecto de energía solar en Cantabria, ya que estas pueden estar sujetas a cambios y actualizaciones periódicas. Además, se recomienda obtener asesoramiento legal y técnico especializado para garantizar el cumplimiento adecuado de todas las regulaciones aplicables. Principio del formulario

Pregunta a ChatGPT: Dime las normas concretas autonómicas, locales y nacionales para una instalación solar térmica de ACS en una vivienda en Cantabria, España

Respuesta de ChatGPT: Para una instalación solar térmica de agua caliente sanitaria (ACS) en una vivienda en Cantabria, España, es importante tener en cuenta las normativas autonómicas, locales y nacionales aplicables. A continuación, te proporcionaré un resumen general de las normativas que podrían ser relevantes:

Normativa Nacional:

1. **Código Técnico de la Edificación (CTE):** El CTE establece los requisitos básicos que deben cumplir los edificios en cuanto a seguridad, habitabilidad, accesibilidad, eficiencia energética, etc. La sección HE4 del CTE se ocupa de la contribución solar mínima para la producción de agua caliente sanitaria.
2. **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE):** Este reglamento establece las condiciones que deben cumplir las instalaciones térmicas de los edificios en España, incluidos los sistemas solares térmicos.

Normativa Autonómica (Cantabria):

1. **Normativa de Edificación de Cantabria:** Es posible que Cantabria tenga regulaciones específicas relacionadas con la construcción y las instalaciones en edificaciones. Estas regulaciones

podrían incluir requisitos adicionales en materia de eficiencia energética y uso de energías renovables.

Normativa Local:

1. **Ordenanzas Municipales:** Los municipios pueden tener ordenanzas específicas relacionadas con la construcción y las instalaciones en viviendas dentro de su jurisdicción. Estas ordenanzas pueden incluir requisitos o recomendaciones adicionales para la instalación de sistemas solares térmicos.
2. **Trámites y Licencias Municipales:** Para la instalación de cualquier sistema en una vivienda, es probable que se requieran trámites y permisos municipales. Es importante verificar con el ayuntamiento correspondiente los requisitos específicos y obtener todas las autorizaciones necesarias.

Recomendaciones:

- Consulta con un profesional cualificado en energía solar térmica para asegurarte de cumplir con todas las normativas y requisitos aplicables en tu área.
- Verifica la normativa actualizada en los sitios web oficiales de los organismos pertinentes a nivel nacional, autonómico y local.

Ten en cuenta que las normativas pueden variar y es fundamental verificar la información más reciente y específica para tu caso particular.

El Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero no aplica en este caso, ya que está dirigido a instalaciones en empresas.

El Decreto 7/2019 que menciona de la normativa de Cantabria no existe en el BOC, por lo que no aplica. Lo mismo ocurre con la orden EFT/26/2019.

En definitiva, la normativa aplicable a la instalación fotovoltaica:

- RDL 15/2018, de 5 de octubre, que modifica el artículo 9 de la ley 24/2013, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- RD 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- RD 842/2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT).

- RD 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico Por otro lado, la normativa para la instalación solar térmica es:
- Código Técnico de la Edificación (CTE), Sección HE 4 Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)

ANEJO 5.- CÁLCULOS EFICIENCIA ENERGÉTICA.

Se utiliza la herramienta CE3X v2.3, desarrollada por Efinovatic y el Centro Nacional de Energías Renovables (CENER), para realizar un certificado energético de la vivienda anterior a la instalación. [5]

Este será utilizado para el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica, ya que se requiere una mejora del 30% del indicador de consumo de energía primaria no renovable para la obtención de la deducción que ofrece la Agencia Tributaria, como se indica en el **Anejo nº 11**.

También se incluye la instalación térmica solar y se hace un informe de mejoras, para poder observar por separado el impacto que tendría cada una de las instalaciones en la eficiencia energética de la vivienda.

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda unifamiliar pareada		
Dirección	Urbanización Las Llanas fase 1, chalet 1		
Municipio	Sancibrian	Código Postal	39110
Provincia	Cantabria	Comunidad Autónoma	Cantabria
Zona climática	C1	Año construcción	1997
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	9026020VP2192N0001XZ		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

☐ Edificio de nueva construcción	☒ Edificio Existente
☒ Vivienda ☒ Unifamiliar ☐ Bloque ☐ Bloque completo ☐ Vivienda individual	☐ Terciario ☐ Edificio completo ☐ Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Ainhoa Fernández de la Pedraja	NIF(NIE)	72184564F
Razón social	Ainhoa Fernández de la Pedraja	NIF	72184564F
Domicilio	Urbanización Las Llanas fase 1, chalet 1		
Municipio	Sancibrian	Código Postal	39110
Provincia	Cantabria	Comunidad Autónoma	Cantabria
e-mail:	afd331@alumnos.unican.es	Teléfono	634541680
Titulación habilitante según normativa vigente	Ingeniero Industrial		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
 138.4 E	 29.3 D

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 01/04/2024

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable m²	135.02
---	--------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Cubierta con aire	Cubierta	28.26	0.68	Estimadas
Fachada N	Fachada	17.61	1.69	Estimadas
Fachada S1	Fachada	1.67	1.69	Estimadas
Fachada S2	Fachada	23.06	1.69	Estimadas
Fachada E	Fachada	4.5	1.69	Estimadas
Fachada O1	Fachada	17.34	1.69	Estimadas
Fachada O2	Fachada	10.69	1.69	Estimadas
Medianería	Fachada	19.25	0.00	
Suelo con terreno	Suelo	83.36	0.94	Estimadas
Suelo con aire	Suelo	3.45	1.89	Estimadas
Partición superior	Partición Interior	55.1	1.19	Estimadas

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Hueco 7	Hueco	5.93	5.70	0.67	estimado	estimado
Hueco 2-1	Hueco	0.83	5.70	0.67	estimado	estimado
Hueco 2-2	Hueco	0.83	5.70	0.69	estimado	estimado
Hueco 1	Hueco	3.53	2.60	0.52	estimado	estimado
Hueco 3	Hueco	2.06	5.70	0.67	estimado	estimado

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Hueco 4	- ueco	2.69	5.70	0.67	st mado	st mado
Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Hueco 5	Hueco	2.46	2.60	0.52	stimado	stimado
Hueco 6	- ueco	2.62	2.60	0.52	st mado	st mado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Condensación	28	83.0	Gas Natural	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	112.0
---	-------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Condensación	28	83.0	Gas Natural	Estimado
TOTALES	ACS				

Zona climática	C1	Uso	Residencial
-----------------------	----	------------	-------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES					
< 8.1A 8.1-13.1B 13.1-20.3C 20.3-31.1D 31.1-58.3E 58.3-73.4F ≥ 73.4G	29.3D	CALEFACCIÓN		ACS			
		Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]	D	Emisiones ACS [kgCO2/m² año]	D		
		24.23		4.99			
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN			
		Emisiones globales [kgCO2/m² año]		Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]	-	Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]	-
				0.07		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO2/m² año	kgCO2/año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	0.07	10.06
Emisiones CO2 por otros combustibles	29.22	3945.10

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES					
< 35.8 A 35.8-58.1 B 58.1-90.0 C 90.0-138.4 D 138.4-254.1 E 254.1-305.0 F ≥ 305.0 G	138.4 E	CALEFACCIÓN		ACS			
		Energía primaria calefacción [kWh/m² año]	E	Energía primaria ACS [kWh/m² año]	D		
		114.41		23.56			
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN			
		Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]		Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]	-	Energía primaria iluminación [kWh/m² año]	-
				0.44		-	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
< 19.7 A 19.7-32.0 B 32.0-49.5 C 49.5-76.2 D 76.2-125.7 E 125.7-147.0 F ≥ 147.0 G	79.8 E	No calificable	
Demanda de calefacción [kWh/m² año]		Demanda de refrigeración [kWh/m² año]	

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	9026020VP2192N0001XZ	Versión informe asociado	01/04/2024
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	28/08/2024

DEMANDA DE CALEFACCIÓN <i>[kWh/ m² año]</i>	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN <i>[kWh/m² año]</i>
--	---



IDENTIFICACIÓN

9026020VP2192N0001XZ

01/04/2024

CEXv2.3

28/08/2024

 < 19.7 A 19.7-32.0 B 32.0-49.5 C 49.5-76.2 D 76.2-125.7 E 125.7-147.0 F ≥ 147.0 G		No calificable	
	79.8 E		

		Ref. Catastral		Versión informe asociado	
Id. Mejora		Programa y versión		Fecha	

Informe descriptivo de la medida de mejora

DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Paneles fotovoltaicos
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida 3450.0 €
Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
 < 35.8 A 35.8-58.1 B 58.1-90.0 C 90.0-138.4 D 138.4-254.1 E 254.1-305.0 F ≥ 305.0 G	 < 8.1 A 8.1-13.1 B 13.1-20.3 C 20.3-31.1 D 31.1-58.3 E 58.3-73.4 F ≥ 73.4 G
96.11 D	22.54 D

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la	Valor	ahorro respecto a la	Valor	ahorro respecto a la	Valor	ahorro respecto a la	Valor	ahorro respecto a la

	IDENTIFICACIÓN			Ref. Catastral	9026020VP2192N0001XZ	Versión informe asociado	01/04/2024
	Id. Mejora			Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	28/08/2024

			situación original			situación original			situación original			situación original			situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	102.97		-7.1%	0.23		0.0%	21.21		-7.1%	-		-%	97.74		15.9%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	122.53	E	-7.1%	0.44	-	0.0%	25.24	E	-7.1%	-	-	-%	96.11	D	30.6%
Emissiones de CO2 [kgCO2/m² año]	25.95	E	-7.1%	0.07	-	0.0%	5.34	D	-7.1%	-	-	-%	22.54	D	23.0%
Demanda [kWh/m² año]	79.80	E	0.0%	0.45	-	0.0%									

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]
Cubierta con aire	Cubierta	28.26	0.68	28.26	0.68
Fachada N	Fachada	17.61	1.69	17.61	1.69
Fachada S1	Fachada	1.67	1.69	1.67	1.69
Fachada S2	Fachada	23.06	1.69	23.06	1.69
Fachada E	Fachada	4.50	1.69	4.50	1.69
Fachada O1	Fachada	17.34	1.69	17.34	1.69
Fachada O2	Fachada	10.69	1.69	10.69	1.69
Medianería	Fachada	19.25	0.00	19.25	0.00
Suelo con terreno	Suelo	83.36	0.94	83.36	0.94
Suelo con aire	Suelo	3.45	1.89	3.45	1.89
Partición superior	Partición Interior	55.10	1.19	55.10	1.19

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual del hueco[W/m² K]	Transmitancia actual del vidrio[W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m² K]
--------	------	------------------------	--	---	-----------------------------	------------------------------------	---



IDENTIFICACIÓN

9026020VP2192N0001XZ

01/04/2024

CEXv2.3

28/08/2024

Id. Mejora	Ref. Catastral	Programa y versión	Versión informe asociado	Fecha
Hueco 7	Hueco	5.93	5.70	5.70
Hueco 2-1	Hueco	0.83	5.70	5.70
Hueco 2-2	Hueco	0.83	5.70	5.70
Hueco 1	Hueco	3.53	2.60	2.70
Hueco 3	Hueco	2.06	5.70	5.70
Hueco 4	Hueco	2.69	5.70	5.70
Hueco 5	Hueco	2.46	2.60	2.70
Hueco 6	Hueco	2.62	2.60	2.70

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Calefacción y ACS	Caldera Condensación	28	83.0%	-	Caldera Estándar	28	77.5%	-	-
TOTALES									

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
TOTALES		-		-		-		-	-

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	9026020VP2192N0001XZ	Versión informe asociado	01/04/2024
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	28/08/2024

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Calefacción y ACS	Caldera Condensación	28	83.0%	-	Caldera Estándar	28	77.5%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

ENERGÍAS RENOVABLES

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año]	Energía eléctrica generada y autoconsumida post mejora [kWh/año]
Contribuciones energéticas	-	3600
TOTALES	-	3600.0

DEMANDA DE CALEFACCIÓN <i>[kWh/ m² año]</i>	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN <i>[kWh/m² año]</i>
---	--



IDENTIFICACIÓN

9026020VP2192N0001XZ

01/04/2024

CEXv2.3

28/08/2024

 < 19.7 A 19.7-32.0 B 32.0-49.5 C 49.5-76.2 D 76.2-125.7 E 125.7-147.0 F ≥ 147.0 G		No calificable	
	79.8 E		

Informe descriptivo de la medida de mejora

DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Paneles solares térmicos
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida 2453.0 €
Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
 < 35.8 A 35.8-58.1 B 58.1-90.0 C 90.0-138.4 D 138.4-254.1 E 254.1-305.0 F ≥ 305.0 G	 < 8.1 A 8.1-13.1 B 13.1-20.3 C 20.3-31.1 D 31.1-58.3 E 58.3-73.4 F ≥ 73.4 G
119.07 D	25.2 D

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	9026020VP2192N0001XZ	Versión informe asociado	01/04/2024
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	28/08/2024

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	96.15	0.0%	0.23	0.0%	3.54	82.1%	-	-%	99.92	14.0%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	114.4 1	E 0.0%	0.44	- 0.0%	4.22	A 82.1%	-	- -%	119.0 7	D 14.0%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	24.23	D 0.0%	0.07	- 0.0%	0.89	A 82.1%	-	- -%	25.20	D 14.0%
Demanda [kWh/m² año]	79.80	E 0.0%	0.45	- 0.0%						

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]
Cubierta con aire	Cubierta	28.26	0.68	28.26	0.68
Fachada N	Fachada	17.61	1.69	17.61	1.69
Fachada S1	Fachada	1.67	1.69	1.67	1.69
Fachada S2	Fachada	23.06	1.69	23.06	1.69
Fachada E	Fachada	4.50	1.69	4.50	1.69
Fachada O1	Fachada	17.34	1.69	17.34	1.69
Fachada O2	Fachada	10.69	1.69	10.69	1.69
Medianería	Fachada	19.25	0.00	19.25	0.00
Suelo con terreno	Suelo	83.36	0.94	83.36	0.94
Suelo con aire	Suelo	3.45	1.89	3.45	1.89
Partición superior	Partición Interior	55.10	1.19	55.10	1.19

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual del hueco [W/m² K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m² K]
Hueco 7	Hueco	5.93	5.70	5.70	5.93	5.70	5.70
Hueco 2-1	Hueco	0.83	5.70	5.70	0.83	5.70	5.70
Hueco 2-2	Hueco	0.83	5.70	5.70	0.83	5.70	5.70
Hueco 1	Hueco	3.53	2.60	2.70	3.53	2.60	2.70

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	9026020VP2192N0001XZ	Versión informe asociado	01/04/2024
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	28/08/2024

Hueco 3	Hueco	2.06	5.70	5.70	2.06	5.70	5.70
Hueco 4	Hueco	2.69	5.70	5.70	2.69	5.70	5.70
Hueco 5	Hueco	2.46	2.60	2.70	2.46	2.60	2.70
Hueco 6	Hueco	2.62	2.60	2.70	2.62	2.60	2.70

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Calefacción y ACS	Caldera Condensación	28	83.0%	-	Caldera Condensación	28	83.0%	-	-
TOTALES									

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
TOTALES		-		-		-		-	-

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Calefacción y ACS	Caldera Condensación	28	83.0%	-	Caldera Condensación	28	83.0%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	9026020VP2192N0001XZ	Versión informe asociado	01/04/2024
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	28/08/2024

-	-	-	-	-
TOTALES	-	-	-	-

Post mejora

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Incorporación de sistema de energía solar térmica para ACS	-	-	82.1	-
TOTALES	-	-	82.1	-

ANEJO 6.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS.

5.1. Dimensionamiento

Dimensiona una instalación fotovoltaica para una vivienda unifamiliar con los siguientes datos: Ubicada en Cantabria, residen 4 personas. La superficie de la vivienda es de 135,02 m² y tiene un tejado a dos aguas, una parte orientada al sudoeste (74º de azimuth) y la otra al noreste (-106º de azimuth). Las dos caras del tejado tienen una inclinación respecto a la horizontal de 30º. El consumo eléctrico anual es de 2980 kWh aproximadamente. Las medidas útiles del tejado son aproximadamente: cara noreste (azimut -106º): 7x2,5 m; cara sudoeste (azimut 74º): 7x2,8 m. Los paneles que se quieren utilizar tienen una potencia nominal de 550W y unas medidas de 1134x2279 mm.

Para dimensionar la instalación fotovoltaica, primero necesitamos calcular la cantidad de energía que pueden generar los paneles solares y luego determinar cuántos paneles se necesitan para cubrir el consumo eléctrico anual.

Cálculo de la energía generada por los paneles solares:

La cantidad de energía que puede generar un panel solar depende de varios factores, como la radiación solar, la inclinación del panel, la orientación, etc. Dado que estamos en Cantabria y los paneles están orientados hacia el sudoeste y el noreste con una inclinación de 30º, podemos usar datos aproximados de radiación solar para la región y aplicar un factor de corrección por la orientación e inclinación de los paneles.

Sin embargo, para simplificar el cálculo, podemos usar un factor de capacidad estándar. En general, se estima que un panel solar puede generar alrededor de 4 horas equivalentes de sol al día en condiciones óptimas.

Entonces, la energía diaria generada por un panel solar de 550W sería:

Energía diaria = Potencia del panel (kW) × Horas equivalentes de sol

Energía diaria = 0.55 kW × 4 horas = 2.2 kWh

Determinación de la cantidad de paneles necesarios:

Para cubrir el consumo eléctrico anual de 2980 kWh, necesitamos dividir esta cantidad por la energía diaria generada por un panel solar:

Cantidad de paneles necesarios = Consumo eléctrico anual / Energía diaria por panel

Cantidad de paneles necesarios = 2980 kWh / 2.2 kWh/panel ≈ 1354 paneles

Dado que no podemos instalar una fracción de un panel, redondearemos a la cantidad entera más cercana. Por lo tanto, necesitaremos aproximadamente 1354 paneles solares.

Es importante tener en cuenta que este cálculo es una aproximación y puede variar según las condiciones específicas del sitio, la eficiencia de los paneles, pérdidas de conversión, entre otros factores. Además, deberías considerar la capacidad del inversor y otros componentes del sistema para

asegurarte de que la instalación funcione de manera eficiente. Es recomendable consultar a un profesional en energía solar para obtener un diseño preciso y personalizado para tu vivienda.

Los cálculos realizados por la herramienta no tienen sentido, por lo que se pide que de otra respuesta:

Para dimensionar la instalación fotovoltaica, primero debemos calcular la cantidad de energía que podemos generar con los paneles solares disponibles. Luego, podemos compararla con el consumo eléctrico anual para determinar cuántos paneles necesitaremos.

Cálculo de la energía generada:

Cálculo de la energía generada por un panel:

La potencia nominal de un panel es 550 W.

Calculamos la producción diaria de un panel:

$E_{diaria} = P_{nominal} \times H_{pico} \times PR$ Donde:

$P_{nominal}$ es la potencia nominal del panel (en kW).

H_{pico} es el número de horas pico de sol al día en la ubicación. Para Cantabria, aproximadamente 3.5 horas.

PR es la tasa de rendimiento del panel. Usaremos un valor típico de 0.75.

$E_{diaria} = 0.550 \text{ kW} \times 3.5 \text{ hrs} \times 0.75 \approx 1.45625 \text{ kWh/día}$

Cálculo del número de paneles necesarios:

Calculamos el área disponible en el tejado para los paneles solares.

Sumamos el área de ambas caras del tejado.

$\text{Área total} = \text{Área cara noreste} + \text{Área cara sudoeste}$

Calculamos cuántos paneles pueden caber en el área total del tejado.

Determinamos la producción total diaria de todos los paneles.

Finalmente, calculamos la producción anual de todos los paneles.

Paso a paso:

Cálculo del área total del tejado:

$\text{Área cara noreste} = 7 \text{ m} \times 2.5 \text{ m} = 17.5 \text{ m}^2$

$\text{Área cara sudoeste} = 7 \text{ m} \times 2.8 \text{ m} = 19.6 \text{ m}^2$

$\text{Área total} = 17.5 \text{ m}^2 + 19.6 \text{ m}^2 = 37.1 \text{ m}^2$

Cálculo del número de paneles:

Calculamos el área de un panel solar:

$\text{Área panel} = 1.134 \text{ m} \times 2.279 \text{ m} = 2.584786 \text{ m}^2$

Dividimos el área total del tejado por el área de un panel para obtener el número total de paneles:

Número de paneles=Área total /Área panel= $37.1\text{m}^2/(2.584786\text{m}^2/\text{panel})\approx 14$ paneles **Cálculo**

de la producción anual:

Producción anual=Número de paneles×Ediaria×365días/año

Producción anual=14 paneles×1.45625 kWh/día×365 días/año≈7441.4375 kWh/año

Entonces, con 14 paneles solares de 550 W, deberías poder generar aproximadamente 7441.4375 kWh de electricidad al año. Este valor supera tu consumo eléctrico anual de 2980 kWh, lo que significa que la instalación es suficiente para cubrir las necesidades de energía de la vivienda unifamiliar en Cantabria.

ChatGPT calcula el número de paneles solamente teniendo en cuenta el tamaño del tejado. Además, suma el espacio de las dos partes del tejado para hacer el cálculo, lo cual da lugar a resultados que no son posibles en la realidad. Tampoco considera las necesidades de la vivienda, solamente para decir que las cubriría. Está muy sobredimensionado.

Para llevar a cabo el dimensionamiento se tendrá en cuenta el espacio del tejado, el consumo de la vivienda y los requerimientos de las ayudas y subvenciones disponibles, ya que con estas se aumenta la rentabilidad de la instalación.

Se van a usar los paneles **EX550M(HC)-144** de **Exiom Solution** (o similar), que tienen una potencia nominal de 550W y unas medidas de 1134x2279 mm. [8]

Por lo tanto, teniendo en cuenta el tamaño del tejado, es posible colocar un máximo de 6 paneles en la cara sudoeste y hasta 8 en la cara noroeste. En este espacio habrá que colocar también los paneles térmicos, por lo que no se puede ocupar completamente con los fotovoltaicos.

Para obtener las ayudas expuestas en el **Anejo nº 11** de este documento, se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Potencia instalada mínima de 4 kW
- Reducir en al menos un 30% el indicador de consumo de energía primaria no renovable

El certificado energético anterior a la instalación (**Anejo nº 5**) indica que es necesaria una producción de al menos 3600 kWh anuales para conseguir una mejora del 30%. Para calcular

el número de paneles con el que se obtendría esa producción, se utiliza la herramienta Photovoltaic Geographical Information System de la Comisión Europea. [6]

Se supone que se colocan 4 placas en la cara sudoeste y 4 en la noroeste y con la herramienta PVGIS se comprueba la producción que tendrían a lo largo del año. En la Figura 2 se muestra la producción estimada que tendría la instalación de 4 paneles (2,2kW) en la cara noreste del tejado, siendo el total anual de aproximadamente 1770kWh. Así mismo, en la Figura 3 está representada la producción estimada de 4 paneles (2.2kW) en la cara sudoeste, con un total anual de 2030kWh.

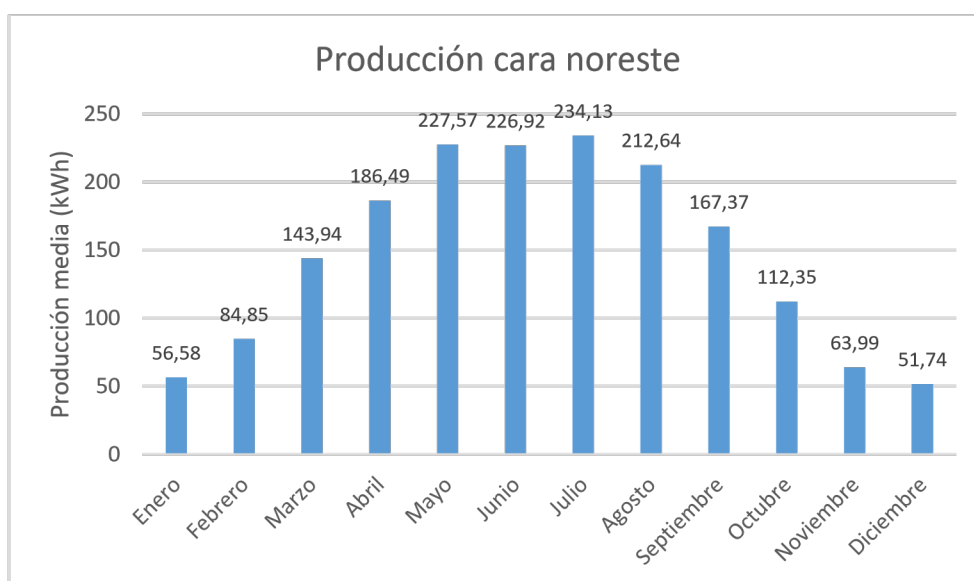


Figura 2: Producción mensual cara noreste

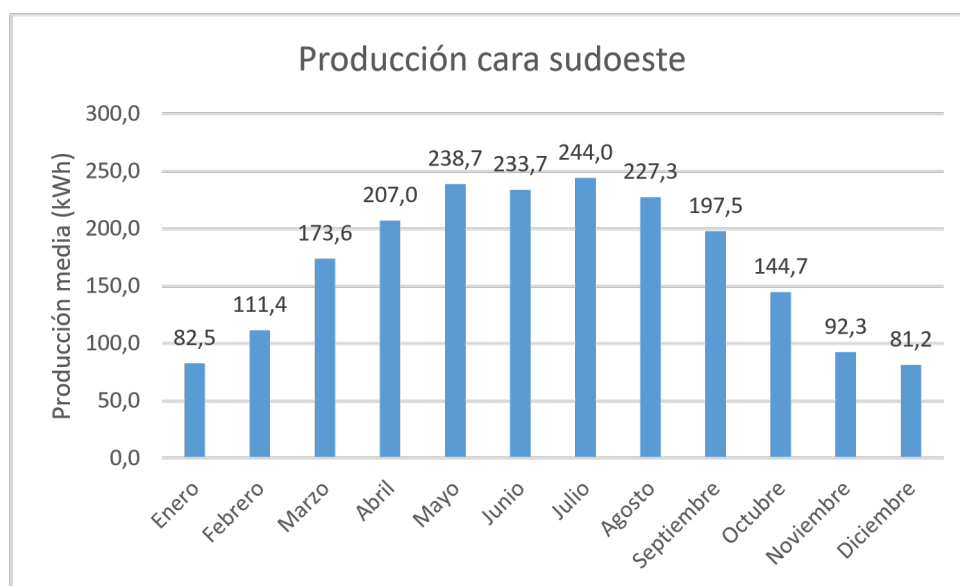


Figura 3: Producción mensual cara sudoeste

En total, la producción anual estimada de los 8 paneles es de 3800kWh, lo cual es suficiente para cubrir el consumo de 3000kWh de la vivienda y para cumplir con el requisito de la bonificación.

5.2. Inversores

Para una instalación de 4,4kW, ¿Qué inversor me recomiendas?

Para una instalación fotovoltaica de 4.4 kW, necesitarás un inversor fotovoltaico que pueda manejar esa capacidad de generación de energía. Aquí hay algunas consideraciones a tener en cuenta al elegir un inversor:

1. **Potencia Nominal:** El inversor debe tener una potencia nominal igual o ligeramente superior a la capacidad de generación de tu instalación fotovoltaica. En este caso, necesitarás un inversor con una potencia nominal de al menos 4.4 kW para garantizar un funcionamiento eficiente del sistema.
2. **Eficiencia:** Busca un inversor con alta eficiencia de conversión para maximizar el rendimiento de tu instalación fotovoltaica y aprovechar al máximo la energía solar generada. Los inversores con eficiencias superiores al 95% son ideales para garantizar pérdidas mínimas durante la conversión de corriente continua a corriente alterna.
3. **Tipo de Inversor:** Puedes optar por un inversor de cadena o microinversores, dependiendo de la configuración de tu sistema y tus preferencias. Los inversores de cadena son más comunes y adecuados para sistemas de tamaño medio como el tuyo, mientras que los microinversores pueden ser preferibles si tienes sombreado parcial en tu instalación.
4. **Marca y Fiabilidad:** Busca inversores de marcas reconocidas y con buena reputación en la industria solar. Prioriza la fiabilidad y durabilidad del inversor, ya que es un componente crucial para el funcionamiento a largo plazo de tu sistema fotovoltaico.
5. **Funciones y Características Adicionales:** Considera las características adicionales que pueden ofrecer los inversores, como monitoreo remoto, interfaces de usuario intuitivas, protección contra sobretensiones y capacidad de integración con sistemas de almacenamiento de energía.

Algunas marcas populares de inversores fotovoltaicos incluyen SMA, Fronius, SolarEdge, Huawei, ABB y Enphase, entre otras. Te recomendaría que investigues y compares las especificaciones técnicas, las opiniones de los usuarios y las garantías ofrecidas por diferentes modelos de inversores antes de tomar una decisión final. Además, es importante consultar con un instalador solar profesional para

obtener asesoramiento específico según las características de tu instalación y tus necesidades energéticas.

En una instalación fotovoltaica sencilla para una vivienda unifamiliar en un solo tejado pero con dos orientaciones diferentes, ¿Recomiendas elegir un inversor común o micro inversores en cada panel? La elección entre un inversor común y microinversores depende de varios factores y consideraciones específicas de la instalación. Aquí hay algunas pautas para ayudarte a tomar una decisión:

Inversor Común:

1. **Simplicidad y Costo:** Un inversor común es generalmente más simple de instalar y requiere menos componentes en comparación con los microinversores. Esto puede resultar en menores costos de instalación y mantenimiento.
2. **Eficiencia de Escala:** Para una instalación pequeña y sencilla en una única ubicación, un inversor común puede ser más eficiente en términos de costos debido a la economía de escala. Además, puede ser más fácil de integrar con sistemas de monitoreo y mantenimiento centralizados.
3. **Facilidad de Mantenimiento:** Con un inversor común, el mantenimiento y la solución de problemas se realizan en un solo dispositivo, lo que puede simplificar las tareas de mantenimiento y reducir los costos asociados.

Microinversores:

1. **Optimización Individual:** Los microinversores optimizan el rendimiento de cada panel solar individualmente, lo que significa que pueden operar a su máxima capacidad incluso si algunos paneles están sombreados o sucios. Esto puede resultar en una mayor producción de energía en comparación con un sistema con un inversor común.
2. **Flexibilidad y Expansión:** Los microinversores permiten una mayor flexibilidad en el diseño del sistema y pueden facilitar la expansión futura agregando más paneles solares sin afectar el rendimiento de los paneles existentes.
3. **Monitoreo Granular:** Los microinversores suelen ofrecer capacidades de monitoreo más granulares, lo que permite un seguimiento detallado del rendimiento de cada panel solar individual. Esto puede facilitar la detección temprana de problemas y optimizar el rendimiento del sistema en general.

En resumen, si la instalación fotovoltaica es pequeña y sencilla, y si la orientación del tejado no varía significativamente entre las diferentes secciones del tejado, un inversor común puede ser una opción adecuada en términos de costos y simplicidad. Sin embargo, si la instalación es más grande, con paneles solares en diferentes orientaciones o sujetos a sombreado parcial, los microinversores

pueden ofrecer beneficios en términos de optimización del rendimiento y flexibilidad del diseño. Se recomienda consultar con un profesional en energía solar para evaluar las necesidades específicas de tu proyecto y determinar la mejor opción para tu situación.

ChatGPT no puede ofrecer una recomendación de un modelo y marca específicos, por lo que aporta unas pautas a seguir para escoger un inversor adecuado. Ya que es una instalación sencilla, con solo dos orientaciones y sin sombras que afecten individualmente a paneles específicos, se decide colocar un único inversor con dos líneas, una para cada cara del tejado. Aunque recomienda que la potencia nominal del inversor sea superior a la instalada en las placas, la producción nunca llega a ese máximo de 4,4 kW. Se considera necesaria para el inversor una potencia un 10% menor que la de las placas, por lo que se requiere un inversor de mínimo 4 kW de potencia nominal.

En este caso, el inversor escogido es el modelo monofásico SUN2000 - 4 KTL-L1 de Huawei Solar (o similar), que consta de una eficiencia del 97,5% y una potencia nominal de 4,4 kW. Esta marca permite integrar posteriormente si se quisiese otros dispositivos como batería o cargador de coche eléctrico que se integran funcionalmente en el mismo software de gestión de la fotovoltaica. [9]

5.3 Cables de conexión

Los cables de conexión entre los dos módulos de paneles solares y el inversor tendrán una longitud de 3 m. Según el REBT, la caída de tensión máxima admisible de este tramo es del 1,5%. Con estos datos y los dados por el fabricante de los paneles fotovoltaicos se le pide a ChatGPT que calcule la sección necesaria.

Voy a poner una instalación de 8 paneles de 550W y un inversor de 4kW. Son 4 paneles en serie conectados por un lado al inversor y 4 por otro. El voltaje máximo de cada panel es de 41,95V, la intensidad máxima 13,12 A y la intensidad de cortocircuito 13,93 A. Calcula la sección del cable que debo poner para cada cadena de paneles. El cable va a ser de cobre, de 3m de longitud. La caída de tensión máxima debe ser del 1,5%.

Para calcular la sección del cable que debes usar para cada cadena de paneles, se debe tener en cuenta la corriente máxima, la longitud del cable y la caída de tensión permitida.

Datos proporcionados:

- **Intensidad de cortocircuito (Isc):** 13.93A

- **Longitud del cable (L):** 3 metros
- **Caída de tensión máxima permitida:** 1.5%
- **Voltaje de la cadena (Voc):** 167.8V
- **Material del cable:** Cobre

Fórmula para calcular la sección del cable

La fórmula para calcular la sección del cable (S) es:

$$S = \frac{2 \times L \times I \times \rho}{\Delta V}$$

Donde:

- L es la longitud del cable (ida y vuelta), por lo tanto, $L = 2 \times 3m = 6m$
- I es la corriente (Isc)
- ρ es la resistividad del cobre ($\approx 0.0175 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
- ΔV es la caída de tensión máxima permitida

Caída de tensión máxima permitida

Primero, calculamos la caída de tensión máxima permitida en voltios:

$$\Delta V = \frac{\Delta V\% \times Voc}{100}$$

$$\Delta V = \frac{1.5 \times 167.8}{100} = 2.517 \text{ V}$$

Sustituyendo los valores en la fórmula

$$S = \frac{2 \times 6m \times 13.93A \times 0.0175 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}}{2.517V}$$

$$S = \frac{2 \times 6 \times 13.93 \times 0.0175}{2.517} \approx \frac{2.9305}{2.517} \approx 1.164 \text{ mm}^2$$

Redondeo de la sección del cable

La sección comercial más cercana es de **1.5 mm²**.

Verificación de la caída de tensión

Para verificar, calculamos la caída de tensión real con un cable de 1.5 mm²:

$$\Delta V = \frac{2 \times L \times I \times \rho}{S}$$

$$\Delta V = 2 \times 6m \times \frac{13.9315A \text{ mm} \times 0.0175 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}}{1.5 \text{ mm}^2}$$

$$\Delta V = \frac{2.9305}{1.5} = 1.9537 \text{ V}$$

La caída de tensión real es aproximadamente 1.95V, que es inferior al límite de 2.517V permitido por el 1.5%.

Conclusión

Para cada cadena de paneles solares, se debe utilizar un cable de cobre con una sección de **1.5 mm²** para cumplir con la caída de tensión máxima permitida del 1.5%.

Los cálculos de ChatGPT están bien encaminados. El único fallo es que duplica la longitud del conductor antes de meterlo en la fórmula, cuando no es necesario. Además, no aplica el coeficiente de seguridad de 1,25 para la corriente que manda el REBT. Los cálculos corregidos quedarían:

$$S = \frac{2 \times 3 \times 13.93 \times 1,25 \times 0.0175}{2.517} \approx \frac{1,8283}{2,517} \approx 0,726 \text{ mm}^2$$

Por lo tanto, la sección mínima que habría que poner sería de 0,75mm.

Se comprueba la caída de tensión:

$$\Delta V = 2 \frac{\text{mm}^2}{0.0175 \Omega \cdot m} \times 3m \times 13.93 A \times 0,751, mm^2 \times 2 = 2,44 \text{ V}$$

Es menor que la permitida, por lo que la sección valdría. Sin embargo, se va a utilizar una sección de 4 mm², ya que no es habitual encontrar conductores para instalaciones solares con una sección tan reducida. El conductor elegido es el cable TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K de 4mm² (o similar). [10]

También se debe calcular la sección del cable de conexión entre el inversor y la caja de mando y protección de la vivienda.

Ahora calcula la sección del cable que debo poner entre el inversor y la caja de mando y protección.

El inversor tiene una intensidad máxima de 20A y una tensión de 230V. El cable va a ser de cobre, de 1m de longitud. La caída de tensión máxima debe ser del 1,5%.

Para calcular la sección del cable que se debe usar entre el inversor y la caja de mando y protección, se debe tener en cuenta la corriente máxima, la longitud del cable y la caída de tensión permitida.

Datos proporcionados:

- **Intensidad máxima (I):** 20A
- **Longitud del cable (L):** 1 metro (ida y vuelta, 2 metros)
- **Caída de tensión máxima permitida:** 1.5%
- **Tensión (V):** 230V
- **Material del cable:** Cobre

Fórmula para calcular la sección del cable

La fórmula para calcular la sección del cable (S) es:

$$S = \frac{2 \times L \times I \times \rho}{\Delta V}$$

Donde:

- L es la longitud del cable (ida y vuelta), por lo tanto, $L = 2 \times 1m = 2m$
- I es la corriente (20A)
- ρ es la resistividad del cobre ($\approx 0.0175 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
- ΔV es la caída de tensión máxima permitida

Caída de tensión máxima permitida

Primero, calculamos la caída de tensión máxima permitida en voltios:

$$\Delta V = \frac{\Delta V\% \times V_{oc}}{100}$$

$$1. \quad \Delta V = \frac{5 \times 230}{100} = 3.45 V$$

Sustituyendo los valores en la fórmula

$$S = \frac{2 \times 2m \times 20A \times 0.0175 \Omega \cdot \text{mm}^2}{3.45V} m$$

$$S = \frac{1.4}{3.45} \approx 0.406 \text{ mm}^2$$

Redondeo de la sección del cable

La sección comercial más cercana es de **1.5 mm²**. Aunque el cálculo indica que una sección de 0.406 mm² podría ser suficiente, es recomendable usar una sección mayor para asegurar una mejor seguridad y cumplir con las normas eléctricas.

Verificación de la caída de tensión

Para verificar, calculamos la caída de tensión real con un cable de 1.5 mm²:

$$2 \times L \times I \times \rho$$

$$\Delta V = \frac{\quad}{S}$$

$$\Delta V = \frac{2 \times 2m \times 20A \times 0.0175 \Omega \cdot \frac{mm^2}{m}}{1.5 mm^2}$$

$$\Delta V = \frac{1.4}{1.5} = 0.933 V$$

La caída de tensión real es aproximadamente 0.933V, que es inferior al límite de 3.45V permitido por el 1.5%.

Conclusión

Para la conexión entre el inversor y la caja de mando y protección, se debe utilizar un cable de cobre con una sección de **1.5 mm²** para cumplir con la caída de tensión máxima permitida del 1.5%.

De nuevo, duplica la longitud del cable y no aplica la corrección de 1,25. Cálculos corregidos:

$$S = \frac{2 \times 1m \times 20A \times 1,25 \times 0,0175 \Omega \cdot \frac{mm^2}{m}}{3,45V} = \frac{\quad}{3,45} m = 0,875 = 0,254 mm^2$$

$$\Delta V = 2 \times 2m \times \frac{\frac{mm^2}{m}}{1.5 mm^2} = 0,875 = 0,583 V \quad \frac{20A \times 0.0175 \Omega \cdot m}{1,5}$$

Aunque sale una sección mínima muy pequeña, se selecciona un conductor Afumex Class 750 V (AS) de sección 4 mm² (o similar). [11]

5.4 Protecciones

Voy a poner una instalación de 8 paneles de 550W y un inversor de 4kW. ¿Qué protecciones debo poner? Son 4 paneles en serie conectados por un lado al inversor y 4 por otro. El voltaje máximo de cada panel es de 41,95V, la intensidad máxima 13,12 A y la intensidad de cortocircuito 13,93 A.

Configuración del Sistema

Tienes dos cadenas de 4 paneles en serie conectadas en paralelo al inversor.

Cálculos de Corriente y Voltaje

Para una cadena de 4 paneles en serie:

- **Voltaje de la cadena (Voc total):** 4 x 41.95V = 167.8V
- **Corriente de la cadena (Isc total):** 13.93A (la corriente será la misma que la de un panel en serie)

Con dos cadenas en paralelo:

- **Corriente total del sistema (I_{sc} total):** $13.93A \times 2 = 27.86A$
- **Voltaje total del sistema (V_{oc} total):** 167.8V

Protecciones Necesarias

1. Protección contra sobretensiones (SPD)

- **SPD en el lado de DC:** SPD de tipo 2 para cada cadena de paneles.
- **SPD en el lado de AC:** SPD de tipo 2 en el lado de AC del inversor.

2. Protección contra sobrecorrientes

- **Fusibles en el lado de DC:** Fusibles de 15A en cada cadena de paneles para proteger contra sobrecorrientes.
- **Interruptor automático en el lado de AC:** Un interruptor automático adecuado para el inversor de 4kW. Un interruptor de 20A es generalmente adecuado.

3. Seccionadores (Switches de desconexión)

- **Seccionador en el lado de DC:** Un seccionador de corriente continua en cada cadena de paneles entre los paneles y el inversor.
- **Seccionador en el lado de AC:** Un seccionador de corriente alterna entre el inversor y el cuadro de distribución de la vivienda.

4. Protección diferencial

- **Interruptor diferencial:** Un interruptor diferencial de 30mA, preferiblemente del tipo A, para proteger contra fallas a tierra.

5. Protección contra sobrecalentamiento

- **Ventilación adecuada:** Asegurar que el inversor esté en un lugar bien ventilado para evitar el sobrecalentamiento.
- **Sensores de temperatura:** Utilizar sensores de temperatura si el inversor no los tiene integrados.

6. Conexión a tierra

- **Sistema de puesta a tierra (PE):** Todos los componentes deben estar correctamente conectados a tierra.

Esquema de Instalación

1. Cadena 1 de paneles solares:

- Fusible de 15A
- SPD DC
- Seccionador DC

2. Cadena 2 de paneles solares:

- Fusible de 15A

- SPD DC ○

Seccionador DC

3. **Ambas cadenas se conectan al inversor**

4. **Inversor:**

- SPD AC ○ Seccionador AC ○

Interruptor automático de 20A ○

Interruptor diferencial de 30mA ○

Cuadro de distribución de la vivienda

5. **Conexión a tierra:** Asegurar que todo el sistema esté conectado a un sistema de puesta a tierra.

El inversor ya tiene algunas de las protecciones integradas, por lo que las protecciones que vamos a necesitar son:

- Corriente continua: Fusibles de 16 A (los de 15 A que recomienda chatGPT no están normalizados), limitador de sobretensiones de tipo 2 e interruptor seccionador.
- Corriente alterna: interruptor seccionador, interruptor magnetotérmico de 20 A e interruptor diferencial de 30mA.

5.5. Estructura de montaje

Describe la estructura de montaje que se necesita para instalar los 8 paneles en el tejado inclinado de teja.

Para instalar los 8 paneles en el tejado inclinado de teja, se requerirá una estructura de montaje adecuada que proporcione un soporte seguro y estable para los paneles solares, garantizando su fijación firme al tejado y su orientación óptima hacia el sol. Aquí hay una descripción de la estructura de montaje típica para este tipo de instalación:

1. **Rieles o Raíles:** Se instalan horizontalmente sobre el tejado para soportar los paneles solares. Estos rieles están hechos de aluminio o acero galvanizado y se fijan directamente al tejado con anclajes adecuados. Los rieles proporcionan una base sólida y nivelada para la disposición de los paneles.
2. **Bases de Fijación:** Se utilizan para asegurar los rieles al tejado. Estas bases están diseñadas para adaptarse a diferentes tipos de techos y materiales de teja. Pueden ser bases de teja

plana, bases de teja curva o bases universales que se ajustan a una variedad de configuraciones de tejados.

3. **Ganchos o Abrazaderas:** Se utilizan para conectar los rieles a las bases de fijación y para mantener los paneles solares en su lugar. Los ganchos se sujetan a los rieles y se fijan a las bases de fijación mediante pernos o tornillos. Están diseñados para resistir cargas de viento y otras fuerzas externas.
4. **Soportes de Panel:** Estos componentes se conectan a los rieles y proporcionan un punto de montaje seguro para los paneles solares. Pueden ser soportes ajustables que permiten inclinar los paneles para una mejor orientación solar o soportes fijos que mantienen los paneles en una posición específica.
5. **Sujetadores y Tornillos:** Se utilizan para fijar los paneles solares a los soportes y garantizar su estabilidad en la estructura de montaje. Se deben utilizar sujetadores resistentes a la corrosión y aprobados para su uso en aplicaciones solares.
6. **Juntas de Estanqueidad:** Se colocan alrededor de los orificios de montaje en el tejado para evitar filtraciones de agua y proteger la integridad del techo. Estas juntas se instalan entre las bases de fijación y el tejado, sellando adecuadamente el área de instalación.

Sobre la guía que ofrece ChatGPT, se deben elegir los elementos de montaje específicos. La colocación de los paneles se hará sobre unas guías que irán ancladas al tejado mediante varillas autorroscantes insertadas en tacos químicos. La lista de materiales necesarios se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: materiales necesarios para el montaje de las placas fotovoltaicas, Krannich Solar [12]. Fuente: Elaboración propia.

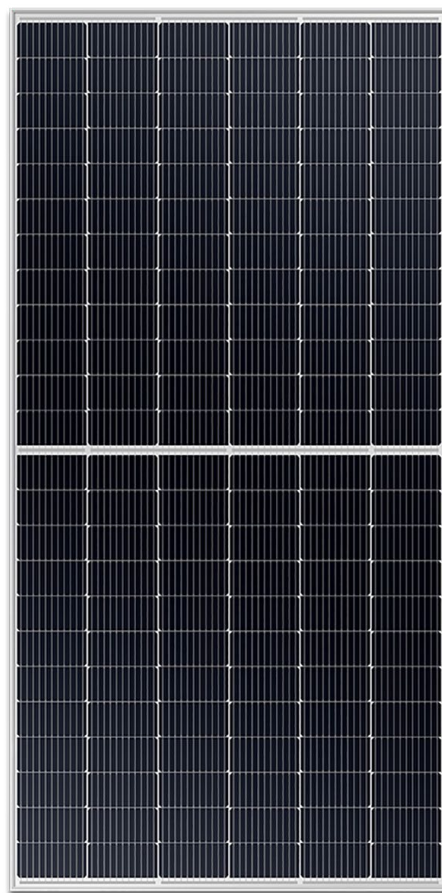
EQUIPO	CANTIDAD
K2 System 2003231 – Guía Light 2,25m	4
K2 System 2003232 – Guía Light 3,30m	4
K2 System 2000122 – Varilla Autorroscante M10x250	24
K2 System 1000041 – Tornillo T M10x30	32
K2 System 1000042 – Tuerca M10	32
K2 System 1004107 – Empalme de guía light	4
K2 System 1004765 – Tapa de guía light	8
K2 System 2002514 – Pletina Final Set Pletina OneEND 32-42mm	8
K2 System 2003071 – Pletina central OneMID 32-42mm	12
Taco Ø14x100	20

Tamiz Ø18x130/200 K	20
---------------------	----



EX530-550M(B)-144(HC)
9BB(182)

Exiom Solution diseña, *Exiom Solution designs,* fabrica y distribuye
la más *manufactures and delivers* alta calidad en Energía *high-*
performance solar
Solar. *electric technology*
La alta eficiencia de *worldwide.*
nuestras células solares *Our high-efficiency solar* nos permite
producir *cell let us manufacture the* diferentes tipos de paneles
different kinds of panels para a su vez dar la mayor *to get the most*
efficient in eficiencia posible a sus *your installations.* instalaciones.

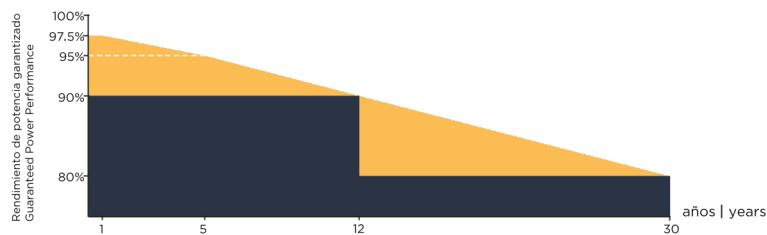


DATOS MECÁNICOS MECHANICAL SPECIFICATIONS

Dimensiones Dimensions: 2279*1134mm	Max. Voltaje Max. system Voltage (V): 1000/1500
Peso Weight: 27.4 kg	No máximo. de series Max. Series Fuse Rating (A): 25
Cable: 4 mm ²	Carga mecánica Mechanical load: 2400 / 5400Pa
Celdas Cells : 182*91 Mono 44(6*24)	Hot Spot Rate: 100% Free
No de diodos No of diodes: 3	Temp. funcionamiento Operating temperature: -40~+85
Caja de conexiones Junction box: IP68	

GARANTÍA DE RENDIMIENTO LINEAL LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

 Garantía de rendimiento linealGarantía de rendimiento estandar performance warranty	 Lineal performance warranty Standard
---	--



CERTIFIED
IEC
61730 Ed.1

CERTIFIED
IEC
61215 Ed.2



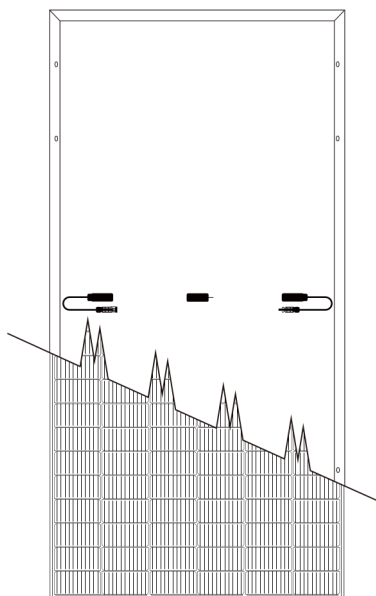
Anti-PID
System voltage durability
PPP 56042



Especificaciones sujetas a cambios técnicos y pruebas.
Exiom Solution se reserva el derecho de la correcta interpretación final.
Specifications subject to technical changes and tests. Exiom Solution reserves the right of final interpretation.

HEAD OFFICE: C/ SAN FRANCISCO, 5 – 5. 33003. OVIEDO
PHONE: +34 984 033 709 WWW.EXIOMSOLUTION.COM

EX530-550M(B)-144(HC) 9BB(182)



TIPO TYPE	EX530MB-144	EX535MB-144	EX540MB-144	EX545MB-144	EX550MB-144
STC 1000 W/M2. Module Temperature 25°C A.M.1,5					
Potencia de salida Power output	530	535	540	545	550
Max. potencia tolerada Max. power tolerance (%)	(0-+5)				
Eficiencia módulo Module efficiency (%)	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3
Voltage Máximo voltage, VMP (V)	41.03	41.28	41.54	41.76	41.95
Intensidad máxima actual Current, IMP (A)	12.92	12.97	13.00	13.06	13.12
Voltaje circ. abierto Voltage open circuit, VOC (V)	48.83	49.12	49.43	49.70	49.97
Intensidad de cortocircuito Short circuit current, ISC (A)	13.74	13.79	13.83	13.88	13.93
NOCT 800W/M2 Environment. Temperature 20°C A.M. 1,5					
Potencia de salida Power output	400.3	404.0	407.8	411.6	415.4
Voltage Máximo voltage, VMP (V)	38.72	38.94	39.21	39.39	39.57

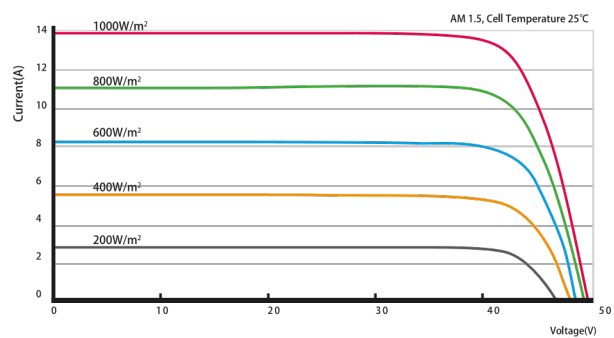
Intensidad máxima actual Current, IMP (A)	10.34	10.38	10.40	10.45	10.50
Voltaje circ. abierto Voltage open circuit, VOC (V)	46.10	46.37	46.67	46.92	47.17
Intensidad de cortocircuito Short circuit current, ISC (A)	11.06	11.10	11.13	11.18	11.22

COEFICIENTES DE TEMPERATURA **TEMPERATURE COEFFICIENTS**

Coeficiente de temp. Temp. Coefficient (P _{MAX})	-0.35%/°C
Coeficiente de temp. Temp. Coefficient (ISC)	0.04%/°C
Coeficiente de temp. Temp. Coefficient (VOC)	-0.29%/°C
NOCT	43±2°C

I-V CURVAS **CURVES**

Temperatura celdas | *Cells temperature: 25°C.* Current-Voltage & power Voltage Curve (550)



NO OLVIDE VISITAR **DON'T FORGET TO VISIT** EXIOMSOLUTION.COM

SMART ENERGY CONTROLLER

SUN2000-2/3/3.68/4/4.6/5/6KTL-L1



Active Safety
Active Arcing Protection



Higher Yields
Up to 30% More Energy
with Optimizer



Battery Ready
Plug & Play, Whole-house
power backup



Technical Specification

Technical Specification	SUN2000 -2KTL-L1	SUN2000 -3KTL-L1	SUN2000 -3.68KTL-L1	SUN2000 -4KTL-L1	SUN2000 -4.6KTL-L1	SUN2000 -5KTL-L1	SUN2000 -6KTL-L11
Efficiency							
Max. efficiency	98.2%	98.3%	98.4%	98.4%	98.4%	98.4%	98.4%
European weighted efficiency	96.7%	97.3%	97.3%	97.5%	97.7%	97.8%	97.8%
Input (PV)							
Recommended max. PV power ¹	3,000 Wp	4,500 Wp	5,520 Wp	6,000 Wp	6,900 Wp	7,500 Wp	9,000 Wp
Max. input voltage	600 V						
Startup voltage	100 V						
MPPT operating voltage range	90 ~ 560 V						
Rated input voltage	360 V						
Max. input current per MPPT	12.5 A						
Max. short-circuit current	18 A						
Number of MPP trackers	2						
Max. inputs per MPP tracker	1						
Input (DC Battery)							
Compatible battery	LUNA2000-5/10/15-S0						
Operating voltage range	350 ~ 560 Vdc						
Max. operating current	15 A						
Max. charge power	5,000 W						
Max. discharge power	2,200 W	3,300 W	3,680 W	4,400 W	4,600 W	5,000 W	5,000 W
Output (On Grid)							
Grid connection	Single-phase						
Rated output power	2,000 W	3,000 W	3,680 W	4,000 W	4,600 W	5,000 W	6,000 W
Max. apparent power	2,200 VA	3,300 W	3,680 W	4,400 VA	5,000 VA	5,500 W	6,000 VA
Rated output voltage	220 Vac / 230 Vac / 240 Vac						
Rated AC grid frequency	50 Hz/60 Hz						
Max. output current	10 A	15 A	16 A	20 A	23 A	25 A	27.3 A
Adjustable power factor	0.8 leading ... 0.8 lagging						
Max. total harmonic distortion	≤ 3%						
Backup power output	Yes (via Backup Box - B0, SmartGuard-63A-S0)						
Protection Feature							
Anti-islanding protection	Yes						
DC reverse polarity protection	Yes						
Insulation monitoring	Yes						
DC surge protection	Yes, compatible with TYPE II protection class according to EN/IEC 61643-11						
AC surge protection	Yes, compatible with TYPE II protection class according to EN/IEC 61643-11						
Residual current monitoring	Yes						
AC overcurrent protection	Yes						
AC short-circuit protection	Yes						
AC overvoltage protection	Yes						
Over-heat protection	Yes						
Arc fault protection	Yes						
Battery charging from grid	Yes						
General Specification							
Operating temperature range	-25°C to +60°C (Derating above 45°C @ Rated output power)						
Relative operating humidity	0%-100% RH						
Operating altitude	0-4,000 m (Derating above 2,000 m)						

Cooling	Natural convection
Display	LED indicators; integrated WLAN + FusionSolar app
Communication	RS485, WLAN via inverter built-in WLAN module, Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Optional); 4G/3G/2G via Smart Dongle-4G (Optional)
Weight (incl. mounting brackets)	12.0 kg (26.5 lb)
Dimensions (incl. mounting brackets)	365 mm x 375 mm x 156 mm
IP rating	IP65
Nighttime power	< 2.5 W
Optimizer Compatibility	
DC MBUS compatible optimizer	SUN2000-450W-P2, SUN2000-600W-P
Standards Compliance (More Available Upon Request)	
Safety	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2
Grid connection standards	G98, G99, EN 50549-1, CEI 0-21, VDE-AR-N-4105, AS 4777.2, C10/11, ABNT, UTE C15-712, RD 1699, TOR D4, IEC61727, IEC62116

*1 The inverter max input PV power is 10,000 Wp when long strings are designed and fully connected with optimizers.

Disclaimer: the preceding values are measured by an internal laboratory of Huawei in a specific environment. The actual values may vary with products, software versions, usage conditions, and environmental factors.

Version No.: 03-202312

ANEJO 7. CÁLCULOS TÉRMICOS

6.1. Dimensionamiento

Dimensiona la instalación solar térmica para una vivienda en Sancibrián, España, en la que viven 4 personas que consumen en total 112 litros de agua caliente sanitaria al día de media. Los captadores se colocarían en el tejado con orientación noreste.

Para dimensionar la instalación solar térmica, consideraremos los siguientes pasos:

1. Calcular la demanda de agua caliente sanitaria (ACS) diaria.
2. Determinar la capacidad de producción requerida del sistema solar térmico.
3. Estimar el área de captadores solares necesaria.
4. Seleccionar un tanque de almacenamiento adecuado.
5. Diseñar el sistema de circulación.

Vamos a realizar estos cálculos:

1. Demanda de Agua Caliente Sanitaria (ACS):

- Dado que 4 personas consumen 112 litros de agua caliente al día en total, la demanda promedio por persona sería de 28 litros al día.

2. Capacidad de Producción Requerida del Sistema Solar Térmico:

- El sistema solar debe ser capaz de cubrir toda la demanda de agua caliente sanitaria. Dado que la demanda total es de 112 litros al día, la capacidad de producción requerida del sistema será de 112 litros al día.

3. Área de Captadores Solares Necesaria:

- El área de captadores solares necesaria depende de la radiación solar disponible en la ubicación y la eficiencia de los captadores. Para un sistema con orientación noreste en Sancibrián, España, se estima una irradiación solar promedio de alrededor de 1400 kWh/m² al año.
- Suponiendo una eficiencia del sistema del 70%, y considerando un promedio de 4 horas de sol al día, la producción diaria de energía solar por metro cuadrado sería de aproximadamente 1.92 kWh/m² (1400 kWh/m² * 70% / 365 días / 4 horas).
- Para cubrir una demanda de 112 litros de agua caliente al día, y suponiendo que se necesitan 50 litros de agua caliente por metro cuadrado de captador solar, necesitaríamos un área de aproximadamente 2.24 m² de captadores solares (112 litros / 50 litros/m²).

4. Selección del Tanque de Almacenamiento:

- El tanque de almacenamiento debe tener capacidad suficiente para almacenar la cantidad requerida de agua caliente durante períodos sin sol o con baja radiación solar. Se recomienda

un tanque con capacidad de al menos 150-200 litros para satisfacer la demanda diaria y garantizar un suministro constante de agua caliente.

5. Diseño del Sistema de Circulación:

- Se debe diseñar un sistema de circulación adecuado para transportar el fluido portador desde los captadores solares hasta el tanque de almacenamiento. Esto puede ser un sistema de circulación natural o forzada, dependiendo de las características específicas de la instalación.

Teniendo en cuenta estos cálculos, se necesitaría una instalación solar térmica con aproximadamente 2.24 m² de área de captadores solares y un tanque de almacenamiento de al menos 150-200 litros para satisfacer la demanda de agua caliente de una vivienda en Urbanización Las Llanas fase 1, chalet 1, Sancibrián, España, donde viven 4 personas. Es importante ajustar estos valores según las condiciones específicas del sitio y las preferencias del usuario. Se recomienda consultar con un profesional en energía solar para un diseño más detallado y preciso del sistema.

¿Qué tipo de captadores solares me recomiendas para una instalación de ACS en una vivienda? Los datos son los siguientes: Ubicada en Cantabria, residen 4 personas. La superficie de la vivienda es de 135,02 m² y hay un consumo diario de agua caliente sanitaria de 112 L/día.

Para una instalación de agua caliente sanitaria (ACS) en una vivienda unifamiliar ubicada en Cantabria, existen varios tipos de captadores solares que podrías considerar. Los más comunes son los captadores planos y los captadores de tubos de vacío. A continuación, te proporciono una descripción y recomendación para cada tipo:

1. Captadores Solares Planos:

Descripción:

- **Funcionamiento:** Consisten en una placa absorbente que capta la radiación solar y calienta el fluido que circula a través de tuberías en contacto con la placa.
- **Eficiencia:** Suelen tener una eficiencia moderada, adecuada para climas con buena radiación solar directa.
- **Costo:** Generalmente, son más económicos que los captadores de tubos de vacío.

Ventajas:

- **Costo Inicial:** Más bajo en comparación con los captadores de tubos de vacío.
- **Simplicidad:** Menos componentes y, por lo tanto, menor riesgo de fallos.

Desventajas:

- **Rendimiento:** Menor eficiencia en condiciones de baja radiación y temperaturas frías.
- **Pérdidas de Calor:** Mayores pérdidas de calor en comparación con los tubos de vacío.

2. Captadores Solares de Tubos de Vacío:

Descripción:

- **Funcionamiento:** Consisten en una serie de tubos de vidrio que contienen un colector absorbente. El vacío dentro de los tubos minimiza las pérdidas de calor.
- **Eficiencia:** Suelen tener una mayor eficiencia, especialmente en climas fríos y con radiación difusa.
- **Costo:** Generalmente, son más caros que los captadores planos.

Ventajas:

- **Eficiencia:** Mayor eficiencia en condiciones de baja radiación solar y temperaturas frías.
- **Aislamiento:** Menores pérdidas de calor debido al vacío en los tubos.

Desventajas:

- **Costo Inicial:** Más alto que los captadores planos.
- **Mantenimiento:** Más componentes y posibles puntos de fallo.

Recomendación para Cantabria:

Cantabria tiene un clima caracterizado por temperaturas moderadas y una cantidad considerable de días nublados y lluvia. En este contexto, los captadores de tubos de vacío pueden ser más adecuados debido a su mejor rendimiento en condiciones de baja radiación solar y temperaturas más bajas. Aunque su costo inicial es mayor, la inversión se puede justificar por la mayor eficiencia y menor pérdida de calor.

Cálculo del Tamaño del Sistema:**1. Consumo Diario de Agua Caliente:**

- **Dato proporcionado:** 112 L/día para 4 personas.

2. Dimensionamiento del Sistema:

- **Regla general:** Se estima que se necesitan aproximadamente 50-60 litros de agua caliente por persona al día.
- **Cálculo:** Para 4 personas, esto da un rango de 200-240 litros. Sin embargo, el dato proporcionado (112 L/día) parece ser más ajustado y probablemente ya considere la eficiencia del sistema.

3. Área de Captación Necesaria:

- **Regla general:** En climas como el de Cantabria, se recomienda una superficie de captación de aproximadamente 1-1.5 m² por persona.
- **Cálculo:** Para 4 personas, se necesitarían entre 4 y 6 m² de captadores solares.

Resumen y Conclusión:

Para una vivienda en Cantabria con un consumo de ACS de 112 L/día, te recomendaría utilizar **captadores solares de tubos de vacío** debido a su mejor rendimiento en climas con radiación solar moderada y temperaturas más bajas.

- **Área recomendada de captadores:** Aproximadamente 4-6 m² de captadores de tubos de vacío.
- **Sistema:** Asegúrate de tener un buen sistema de almacenamiento y distribución de ACS, con un tanque de almacenamiento adecuado para conservar el calor.

Finalmente, consulta con un instalador profesional para un diseño específico y la instalación, asegurando que se ajuste perfectamente a las necesidades de tu vivienda y optimizando el rendimiento del sistema.

En esta ocasión, se acepta la recomendación de ChatGPT respecto al tipo de colector solar, puesto que los captadores de tubos de vacío son los más adecuados para un clima como el de Cantabria. En cambio, la parte de dimensionamiento se puede ver que no la resuelve correctamente, puesto que, con los mismos datos, haciéndole dos preguntas distintas aporta soluciones diferentes, en un caso 4-6 m² de captadores y en el otro 2,24 m². Por ello, para un cálculo más aproximado se va a utilizar la herramienta RETScreen Expert, una vez elegido el modelo de panel. Esta ayuda a saber, según las características de la ubicación, la vivienda y el panel, que superficie es la más adecuada para cubrir las necesidades. [2]

¿Cuáles son las mejores marcas de captadores solares a la venta en España?

En España, existen varias marcas reconocidas y bien valoradas en el mercado de captadores solares tanto para aplicaciones fotovoltaicas como térmicas. A continuación, te menciono algunas de las mejores marcas de captadores solares térmicos, conocidas por su calidad, eficiencia y durabilidad:

1. Viessmann

- **Descripción:** Viessmann es una marca alemana de gran prestigio en el sector de las energías renovables y la tecnología de calefacción. Sus captadores solares son conocidos por su alta eficiencia y durabilidad.
- **Tipos de Captadores:** Ofrecen tanto captadores planos como de tubos de vacío.
- **Productos Destacados:** Vitosol 100-FM (plano), Vitosol 200-TM (tubos de vacío).

2. Junkers (Bosch)

- **Descripción:** Junkers, parte del grupo Bosch, es una marca muy reconocida por sus soluciones en calefacción y agua caliente sanitaria. Sus captadores solares se destacan por su calidad y fiabilidad.
- **Tipos de Captadores:** Principalmente captadores planos.
- **Productos Destacados:** FKC-2S (plano).

3. Vaillant

- **Descripción:** Vaillant es otra marca alemana con una fuerte presencia en el mercado español. Ofrecen soluciones eficientes y sostenibles para ACS y calefacción.
- **Tipos de Captadores:** Captadores planos y de tubos de vacío.
- **Productos Destacados:** auroTHERM VFK (plano), auroTHERM VTK (tubos de vacío).

4. Solimpeks

- **Descripción:** Solimpeks es una empresa con experiencia en el sector de la energía solar térmica. Sus productos son reconocidos por su innovación y eficiencia.
- **Tipos de Captadores:** Captadores planos y de tubos de vacío.
- **Productos Destacados:** Sigma Solar (plano), Solimpeks Power Therm (tubos de vacío).

5. Termicol

- **Descripción:** Termicol es una marca española especializada en sistemas solares térmicos. Sus captadores son conocidos por su adaptabilidad y eficiencia.
- **Tipos de Captadores:** Captadores planos y de tubos de vacío.
- **Productos Destacados:** T-SOL HTF (plano), T-SOL HTC (tubos de vacío).

6. Ariston

- **Descripción:** Ariston es una marca italiana que también tiene una fuerte presencia en España. Ofrecen soluciones integradas para ACS y calefacción.
- **Tipos de Captadores:** Captadores planos.
- **Productos Destacados:** Kairos CF 2.0 (plano).

7. Wolf

- **Descripción:** Wolf es una marca alemana que ofrece soluciones de alta calidad en sistemas de calefacción y ACS. Sus captadores solares son eficientes y duraderos.
- **Tipos de Captadores:** Captadores planos y de tubos de vacío.
- **Productos Destacados:** TopSon F3-1 (plano), CRK-12 (tubos de vacío). **Consideraciones:**
 1. **Eficiencia y Rendimiento:** Revisa las especificaciones técnicas y las certificaciones de eficiencia de los captadores.
 2. **Garantía y Soporte:** Opta por marcas que ofrezcan buenas garantías y soporte técnico en España.
 3. **Compatibilidad y Sistema Completo:** Asegúrate de que los captadores sean compatibles con el resto del sistema de ACS que planeas instalar.
 4. **Presupuesto:** Considera el coste inicial y la relación calidad-precio.

Es recomendable consultar con un profesional o instalador de confianza para que te asesore sobre la mejor opción para tu caso específico y te ayude a realizar una instalación adecuada y eficiente.

Teniendo en cuenta estas recomendaciones y habiendo investigado el mercado, se escoge el colector VK 120-2 CPC de Junkers Bosch (o similar). Este captador tiene unas dimensiones de 1947 x 624 x 85 mm, una superficie de apertura de 0,98 m² y permite la conexión en paralelo de hasta 14 paneles. [13]

Según el CTE HE4, la contribución mínima de energía procedente de fuentes renovables cubrirá al menos el 60% de la demanda energética anual para ACS. Utilizando la herramienta

RETScreen se observa que para obtener una fracción solar del 82,1% es necesario instalar 3 captadores solares térmicos con las características de los escogidos. Para este cálculo, se han introducido todos los datos de la vivienda, la ubicación y el panel concreto que se desea utilizar. Los resultados devueltos por la herramienta se pueden ver en la Figura 4 y la Figura 5.

Calentador solar de agua		
Tipo		Evacuado ▼
Fabricante		Roth Werke
Modelo		HelioPool
Área bruta por colector solar	m ² ▼	1,22
Área de captación de colector solar	m ²	0,98
Coefficiente Fr (tau alfa)		0,663
Coefficiente Fr UL	(W/m ²)/°C ▼	0,782
Coefficiente de temperatura para Fr UL	(W/m ²)/°C ² ▼	0,012
Número de colectores - sugerido		2
Número de colectores		3
Área del colector solar	m ²	3,7
Capacidad	kW	2,1
Pérdidas varias	%	0%
Balance del sistema y misceláneos		
Almacenamiento	si/no	Sí ▼
Capacidad de almacenamiento / área de colecto	L/m ² ▼	68
Capacidad de almacenamiento	L	200
Intercambiador de calor	si/no	No ▼
Pérdidas varias	%	0%
Potencia de bomba / área de colector solar	W/m ² ▼	0
Tarifa de electricidad	\$/kWh	0,10
Costos iniciales	\$ ▼	
Costos de O y M (ahorros)	\$	
Resumen		
Demanda de electricidad - bomba	kWh ▼	0
Energía ahorrada	kWh ▼	1.381
Fracción solar	%	82,1%

Figura 4: Resultados con una instalación de 3 paneles Bosch. Fuente: RETScreen [2]

Características de la carga

Agua caliente

+ -

Agua caliente



Temperatura

°C

50

Calentamiento

kWh

1.682

Evaluación de recursos

Modo de rastreo solar

Fijado

Inclinación

30

Azimut

74

Mostrar datos

Mes	Porcentaje del mes usado - caso base %	Porcentaje del mes usado - caso propuesto %	Radiación solar diaria - horizontal kWh/m ² /d	Radiación solar diaria - inclinado kWh/m ² /d	Calor entregado kWh
Enero	100%	100%	1,39	1,56	69,328
Febrero	100%	100%	2,14	2,27	92,092
Marzo	100%	100%	3,37	3,44	143,189
Abril	100%	100%	4,34	4,28	142,557
Mayo	100%	100%	5,18	4,93	146,175
Junio	100%	100%	5,58	5,30	138,167
Julio	100%	100%	5,42	5,13	139,086
Agosto	100%	100%	4,78	4,64	135,967
Setiembre	100%	100%	3,91	3,92	130,758
Octubre	100%	100%	2,56	2,67	114,388
Noviembre	100%	100%	1,54	1,70	72,474
Diciembre	100%	100%	1,20	1,33	57,037
Anual	100%	100%	3,46	3,44	1.381,218
Radiación solar anual - horizontal	MWh/m ²	1,26			
Radiación solar anual - inclinado	MWh/m ²	1,25			

Figura 5: Datos de radiación solar aportados por RETScreen en Cantabria. Fuente: RETScreen [2]

6.2. Almacenamiento

¿Qué tipo de depósito para acs es el adecuado para una instalación solar térmica apoyada por una caldera de condensación?

Para una instalación solar térmica apoyada por una caldera de condensación en una vivienda unifamiliar en Cantabria, es crucial seleccionar un depósito de ACS (agua caliente sanitaria) adecuado que optimice el rendimiento del sistema y garantice un suministro continuo de agua caliente. Aquí están las consideraciones y recomendaciones para elegir el depósito adecuado:

Tipos de Depósitos para ACS:**1. Depósito de Doble Serpentin (o Intercambiador):**

- **Descripción:** Estos depósitos tienen dos serpentines: uno conectado al sistema solar térmico y otro a la caldera de condensación.
- **Funcionamiento:** El serpentín inferior se conecta a los paneles solares para transferir el calor solar al agua del depósito. El serpentín superior está conectado a la caldera de condensación, que proporciona apoyo cuando la energía solar no es suficiente para alcanzar la temperatura deseada.
- **Ventajas:** Permite aprovechar al máximo la energía solar y usar la caldera solo cuando es necesario.

2. Depósito con Intercambiador Externo:

- **Descripción:** Este sistema utiliza un intercambiador de calor externo para conectar el sistema solar y la caldera al depósito.

- **Funcionamiento:** El intercambiador externo transfiere el calor de los paneles solares al agua del depósito. La caldera de condensación también puede calentar el agua a través del intercambiador cuando sea necesario.
 - **Ventajas:** Facilita el mantenimiento y la sustitución de componentes individuales.
3. **Depósito de Acumulación con Sistema de Estratificación:**
- **Descripción:** Estos depósitos están diseñados para mantener diferentes temperaturas en diferentes niveles del tanque.
 - **Funcionamiento:** La estratificación mejora la eficiencia del sistema al permitir que el agua caliente se mantenga en la parte superior del depósito, lista para su uso, mientras que el agua más fría permanece en la parte inferior para ser calentada por los paneles solares.
 - **Ventajas:** Mayor eficiencia energética y mejor aprovechamiento del calor solar.
- Recomendaciones Específicas:**
1. **Capacidad del Depósito:**
 - Para una vivienda unifamiliar con 4 personas y un consumo diario de ACS de 112 litros, se recomienda un depósito de al menos 200-300 litros para asegurar suficiente capacidad de almacenamiento y optimizar el uso de la energía solar.
 2. **Material del Depósito:**
 - **Acero Inoxidable:** Duradero y resistente a la corrosión.
 - **Esmaltado:** Opción económica con buena resistencia a la corrosión, siempre que se mantenga adecuadamente.
 3. **Aislamiento:**
 - Asegúrate de que el depósito tenga un buen aislamiento térmico para minimizar las pérdidas de calor y mejorar la eficiencia del sistema.
 4. **Compatibilidad y Conexiones:**
 - Verifica que el depósito tenga las conexiones adecuadas para integrarse tanto con el sistema solar térmico como con la caldera de condensación. **Recomendación de Marcas y Modelos:**
1. **Viessmann:**
 - Modelos como el **Vitocell 300-B** (acero inoxidable, doble serpentín) son conocidos por su calidad y eficiencia.
 2. **Junkers (Bosch):**
 - Los depósitos **SBP 200-1 W Solar** (doble serpentín) son adecuados para instalaciones solares térmicas con apoyo de caldera.
 3. **Vaillant:**
 - Modelos como el **auroSTOR VIH RW** (doble serpentín) ofrecen buena integración con sistemas solares y de caldera.
 4. **Ariston:**
 - Los depósitos **Kairos Thermo HF** (doble serpentín) son una opción eficiente y económica.
 5. **Ferrol:**
 - Modelos como el **Eco Unit FSB** (doble serpentín) son robustos y fiables. **Conclusión:**

Para una instalación solar térmica apoyada por una caldera de condensación en una vivienda unifamiliar en Cantabria, un **depósito de doble serpentín** con una capacidad de 200-300 litros, buen aislamiento y materiales duraderos como el acero inoxidable o esmaltado, sería la elección más

adecuada. Este tipo de depósito permitirá maximizar el uso de la energía solar y proporcionar un suministro constante y eficiente de agua caliente.

Las recomendaciones de ChatGPT son válidas, pero en este caso, para modificar lo menos posible la instalación de la caldera ya instalada, se decide colocar el depósito Waternox 200/1 de un serpentín de Junkers Bosch (o similar) con 196 L de capacidad y de acero inoxidable, suficiente para una vivienda de 4 personas. El sistema de captadores solares calentará el agua del depósito proveniente de la red, que posteriormente circulará hasta la caldera. Si la temperatura del agua es suficiente, la caldera no intervendrá y pasará hacia la salida de ACS. En caso de que la temperatura del agua proveniente del depósito sea insuficiente, la caldera calentará los grados restantes. [13]

6.3. Sistema de apoyo

Como sistema de apoyo se utilizará la caldera de gas de condensación modelo Immergas Victrix Tera 28 kW ya existente en la vivienda previamente. [14]

6.4. Estructura de montaje

¿Qué estructura de montaje necesito para instalar 3 colectores VK 120-2 CPC de Junkers Bosch en un tejado inclinado de teja?

Para instalar tres colectores solares VK 120-2 CPC de Junkers Bosch en un tejado inclinado de teja, necesitarás una estructura de montaje específica que asegure una instalación segura y eficiente. Aquí te detallo los componentes y consideraciones para la estructura de montaje:

Componentes de la Estructura de Montaje

1. **Anclajes para Tejado Inclinado:**
 - **Descripción:** Soportes específicos para tejados inclinados con tejas. Estos anclajes se fijan al tejado y proporcionan una base sólida para el resto de la estructura.
 - **Tipos:** Anclajes en forma de gancho o de varilla, diseñados para encajar bajo las tejas sin dañarlas.
2. **Carriles de Montaje:**
 - **Descripción:** Barras horizontales de aluminio o acero que se fijan a los anclajes del tejado y sostienen los colectores solares.
 - **Longitud:** Deben ser suficientemente largos para acomodar los tres colectores.
3. **Abrazaderas y Conectores:**
 - **Descripción:** Elementos que fijan los colectores a los carriles de montaje, asegurando que permanezcan estables y alineados correctamente.

- **Tipos:** Abrazaderas intermedias y finales, diseñadas para asegurar los colectores en su lugar.

4. Soportes y Estructuras Adicionales:

- **Descripción:** Componentes adicionales que pueden ser necesarios para ajustar el ángulo de los colectores o para proporcionar soporte adicional en caso de vientos fuertes o cargas de nieve. **Proceso de Instalación**

1. Inspección y Preparación del Tejado:

- Verifica el estado del tejado y asegura que esté en buenas condiciones para soportar la instalación.
- Marca la ubicación de los anclajes según las dimensiones de los colectores y el espacio disponible.

2. Instalación de Anclajes:

- Fija los anclajes al tejado asegurándote de que estén bien sujetos a la estructura del tejado (vigas o travesaños).
- Los anclajes deben quedar bajo las tejas para evitar filtraciones de agua.

3. Montaje de Carriles:

- Coloca los carriles de montaje sobre los anclajes y asegúralos firmemente.
- Asegúrate de que los carriles estén nivelados y alineados correctamente.

4. Fijación de Colectores:

- Coloca los colectores solares sobre los carriles de montaje.
- Utiliza las abrazaderas intermedias y finales para asegurar los colectores a los carriles. Las abrazaderas intermedias se usan entre colectores adyacentes, mientras que las finales se colocan en los extremos.
- Ajusta los ángulos y posiciones según sea necesario para optimizar la captación solar.

5. Conexiones Hidráulicas y Eléctricas:

- Realiza las conexiones hidráulicas entre los colectores, asegurándote de que el fluido pueda circular correctamente.
- Asegura que todas las conexiones estén bien selladas para evitar fugas.

6. Prueba y Verificación:

- Verifica la estabilidad y la alineación de los colectores.
- Realiza una prueba del sistema para asegurarte de que todo funcione correctamente y no haya fugas en las conexiones.

Recomendación de Estructuras de Montaje Específicas

Junkers Bosch ofrece kits de montaje específicos para sus colectores solares, que suelen incluir todos los componentes necesarios. Al elegir una estructura de montaje, asegúrate de especificar el tipo de tejado (inclinado con tejas) y el modelo de los colectores (VK 120-2 CPC).

Ejemplo de Kit de Montaje:

- **Kit de Montaje Solar Junkers Bosch para Tejado Inclinado:**

- Incluye anclajes, carriles de montaje, abrazaderas y todos los componentes necesarios para una instalación segura y eficiente.
- Diseñado específicamente para los colectores VK 120-2 CPC.

Conclusión

Para instalar tres colectores VK 120-2 CPC de Junkers Bosch en un tejado inclinado de teja, necesitarás un kit de montaje adecuado que incluya anclajes, carriles, abrazaderas y soportes adicionales. Es

recomendable utilizar kits de montaje específicos proporcionados por Junkers Bosch o compatibles, y seguir las instrucciones de instalación proporcionadas por el fabricante para garantizar una instalación segura y eficiente.

Teniendo en cuenta las indicaciones de ChatGPT, se va a utilizar el kit de montaje VT6/3 inclinado básico de Junkers Bosch (o similar), que está preparado para la instalación de tres paneles sobre tejado inclinado. Además, se necesitan ganchos de fijación para anclarlo sobre el tejado, por lo que se usarán los ganchos FKA 21 y los FKA 3-2 también de Junkers (o similar).
[13]

6.5. Accesorios

¿Qué más aparatos o accesorios necesito para la instalación solar térmica de ACS aparte de los captadores, el acumulador y el sistema de montaje sobre el tejado?

Además de los captadores solares, el acumulador y el sistema de montaje, necesitarás varios otros componentes y accesorios para una instalación solar térmica de ACS (agua caliente sanitaria) completa y eficiente. Aquí te proporciono una lista detallada de estos componentes:

1. Grupo de Bombeo Solar:

- **Función:** Circula el fluido caloportador (mezcla de agua y anticongelante) entre los colectores solares y el acumulador.
- **Componentes Incluidos:** Bomba de circulación, válvulas de cierre, válvula de seguridad, manómetro, caudalímetro, y desaireador.

2. Centralita de Control Solar:

- **Función:** Regula el funcionamiento del sistema solar térmico, controlando la bomba de circulación en función de la temperatura en los colectores y el acumulador.
- **Características:** Sensores de temperatura, programación, display de información.

3. Vasos de Expansión:

- **Función:** Absorben las variaciones de volumen del fluido caloportador debido a los cambios de temperatura.
- **Tipos:** Un vaso de expansión para el circuito primario (colectores) y otro para el circuito secundario (acumulador).

4. Tuberías y Aislamiento:

- **Función:** Conducen el fluido caloportador entre los colectores, el acumulador y otros componentes del sistema.
- **Materiales Recomendados:** Cobre o acero inoxidable para resistencia a altas temperaturas.
- **Aislamiento:** Tuberías bien aisladas para minimizar pérdidas de calor.

5. Válvulas de Seguridad y Control:

- **Válvulas de Seguridad:** Protegen el sistema contra sobrepresiones.
- **Válvulas Antirretorno:** Evitan el flujo inverso del fluido.

- **Válvulas de Mezcla Termostáticas:** Regulan la temperatura del agua caliente suministrada para evitar quemaduras.

6. Intercambiador de Calor (si necesario):

- **Función:** Permite la transferencia de calor entre el fluido caloportador y el agua del ACS sin mezclar ambos fluidos. Puede ser interno (serpentines en el acumulador) o externo (unidad separada).

7. Fluido Caloportador:

- **Composición:** Mezcla de agua y anticongelante (propilenglicol) para evitar congelamiento y corrosión.

8. Purgadores de Aire:

- **Función:** Eliminar el aire atrapado en el sistema para garantizar una circulación eficiente del fluido caloportador.

9. Sistema de Drenaje:

- **Función:** Permite vaciar el sistema para mantenimiento o en caso de necesidad.

10. Sensores de Temperatura:

- **Ubicación:** En los colectores solares, en el acumulador y en el punto de consumo de ACS.
- **Función:** Proporcionan información a la centralita de control para la regulación del sistema.

11. Caldera de Apoyo:

- **Función:** Proporciona calor adicional cuando la energía solar no es suficiente para cubrir las necesidades de ACS.
- **Integración:** Conectada al serpentín superior del acumulador o a un intercambiador de calor.

12. Protección Contra Sobrecalentamiento:

- **Componentes:** Válvulas de seguridad, ventilación adecuada, y sistemas de protección activa en la centralita de control.
- **Función:** Evitar daños por temperaturas excesivas en el sistema.

13. Manómetros y Termómetros:

- **Función:** Monitorean la presión y temperatura en diferentes puntos del sistema para garantizar un funcionamiento seguro y eficiente.

14. Soportes y Fijaciones Adicionales:

- **Función:** Asegurar todos los componentes del sistema de manera segura y accesible para mantenimiento.

15. Documentación y Manuales:

- **Incluye:** Esquemas de instalación, manuales de usuario, certificados de conformidad y guías de mantenimiento.

Resumen de Componentes Necesarios:

- **Grupo de Bombeo Solar**
- **Centralita de Control Solar**
- **Vasos de Expansión**
- **Tuberías y Aislamiento**
- **Válvulas de Seguridad y Control**
- **Intercambiador de Calor (si necesario)**
- **Fluido Caloportador**
- **Purgadores de Aire**
- **Sistema de Drenaje**

- **Sensores de Temperatura**
- **Caldera de Apoyo**
- **Protección Contra Sobrecalentamiento**
- **Manómetros y Termómetros**
- **Soportes y Fijaciones Adicionales**
- **Documentación y Manuales**

Conclusión

Estos componentes y accesorios son esenciales para asegurar que tu instalación solar térmica de ACS funcione de manera eficiente, segura y duradera. Es importante trabajar con un instalador profesional que pueda asegurarse de que todos los componentes estén correctamente seleccionados, instalados y ajustados para las necesidades específicas de tu vivienda y sistema.

En este caso, el intercambiador de calor no aplica y la caldera de apoyo ya se ha tenido en cuenta. El resto de componentes, se escogerán la mayoría del catálogo de Junkers Bosch, para buscar la máxima compatibilidad con los aparatos ya seleccionados anteriormente. [13]

Tabla 2: Accesorios de la instalación solar térmica. Fuente: elaboración propia.

COMPONENTE	MODELO
Controlador solar	B-Sol 50 R Junkers (o similar)
Grupo de bombeo	AGS 10-2E Junkers (o similar)
Fluido caloportador	WTF 10 S Junkers (o similar)
Vaso de expansión	SAG 25 Junkers (o similar)
Conexión y soporte del vaso de expansión	AAS 1 Junkers (o similar)
Purgador de aire	ELT 6 Junkers (o similar)
Válvula de seguridad	VS 6 Junkers (o similar)
Válvula de corte	
Válvula de vaciado	

6.6. Conexiones

¿Cómo debo dimensionar la tubería que une los colectores VK 120-2 CPC de Junkers Bosch con el serpentín del acumulador waternox 200/1 de 1 serpentín de junkers? Es la que lleva el líquido anticongelante. El caudal nominal total de cada captador es de 30L/h y la longitud de la tubería es de 5 m.

Para dimensionar adecuadamente la tubería que conecta los colectores solares VK 120-2 CPC de Junkers Bosch con el serpentín del acumulador Waternox 200/1 de 1 serpentín de Junkers, debes considerar varios factores técnicos. Estos incluyen el caudal necesario, la longitud del sistema, las pérdidas de carga, y la capacidad de transferencia térmica. A continuación, se presenta una guía detallada para realizar este dimensionamiento:

Cálculo del Caudal Total

Para tres colectores en paralelo con un caudal nominal de 30 L/h cada uno:

$$\text{Caudal total} = 30 \text{ L/h} \times 3 = 90 \text{ L/h}$$
 Convertimos

a litros por segundo (L/s):

$$\text{Caudal total} = \frac{90 \text{ L}}{h = 0.025 \text{ L/s} \times 3600 \text{ s}}$$

Selección del Diámetro de la Tubería

Usaremos tablas de caudales y pérdidas de carga para seleccionar el diámetro de la tubería que maneje el caudal calculado con una pérdida de carga aceptable.

Diámetro Nominal de la Tubería

Para un caudal de 0.025 L/s, una tubería de 15 mm (1/2 pulgada) de diámetro interno es generalmente adecuada. Sin embargo, vamos a verificar esto con las tablas de caudales y pérdidas de carga.

Verificación de Pérdidas de Carga

Dado que la longitud de la tubería es de solo 5 metros, las pérdidas de carga serán menores que para longitudes mayores. Por lo tanto, una tubería de 15 mm (1/2 pulgada) debería ser más que suficiente.

Material de la Tubería

- **Cobre:** Buena conductividad térmica, resistencia a altas temperaturas y presión.
- **Acero inoxidable:** Alta resistencia a la corrosión, especialmente en ambientes salinos como la costa de Cantabria.

Aislamiento Térmico

Para minimizar las pérdidas térmicas, aísla las tuberías adecuadamente utilizando materiales como espuma elastomérica o lana mineral.

Conclusión:

Para tu instalación solar térmica con tres colectores VK 120-2 CPC y un acumulador Waternox 200/1 de 1 serpentín:

- **Diámetro de la Tubería:** 15 mm (1/2 pulgada) es adecuado para un caudal de 0.025 L/s.
- **Material de la Tubería:** Cobre o acero inoxidable con aislamiento térmico.

- **Accesorios:** Incluye válvulas de seguridad, de retención, de purga y conectores necesarios. Siempre es recomendable consultar con un instalador profesional y usar herramientas de cálculo específicas para asegurar un dimensionamiento preciso y eficiente.

Como nos indica ChatGPT, se van a usar tuberías de acero inoxidable de diámetro nominal 15 mm con aislamiento mediante lana de vidrio. La longitud de esta tubería del circuito primario será de 5 metros.

Necesito también dimensionar la tubería que lleva el agua del acumulador Waternox 200/1 hasta la caldera. Tiene una longitud de 1 metro.

Para dimensionar adecuadamente la tubería que lleva el agua del acumulador Waternox 200/1 hasta la caldera, considerando una longitud de 1 metro, es importante tener en cuenta varios factores, aunque la distancia es muy corta.

Factores a Considerar:

1. **Caudal de Agua Caliente:**
 - Determina el caudal necesario para la caldera. Esto depende del consumo de agua caliente sanitaria (ACS) y la capacidad de la caldera.
2. **Presión de Operación:**
 - Asegúrate de que la tubería pueda manejar la presión de operación del sistema.
3. **Material de la Tubería:**
 - Selecciona un material que sea resistente a la temperatura y presión del agua caliente.

Cálculo del Caudal

Para una vivienda con 4 personas y un consumo diario de ACS de 112 litros/día:

Caudal diario = 112 litros/día

Si consideramos que el agua caliente se usa principalmente durante ciertas horas del día, el caudal instantáneo puede ser mayor. Para simplificar, supongamos un uso concentrado en 2 horas diarias:

$$\text{Caudal instantáneo} = \frac{112 \text{ litros}}{2} = 56 \text{ litros/hora}$$

Convertimos a litros por segundo (L/s):

$$\text{Caudal instantáneo} = \frac{56 \text{ litros}}{\frac{3600 \text{ segundos}}{\text{hora}}} = 0.0156 \text{ L/s}$$

Selección del Diámetro de la Tubería

Para un caudal de 0.0156 L/s y una longitud de solo 1 metro, una tubería de 15 mm (1/2 pulgada) de diámetro interno es generalmente adecuada. Sin embargo, si la caldera requiere un mayor caudal, podríamos considerar una tubería de 18 mm (3/4 pulgada).

Material de la Tubería

- **Cobre:** Buena conductividad térmica, resistencia a altas temperaturas y presión.
- **Pex (Polietileno Reticulado):** Buena resistencia a altas temperaturas y presión, además de ser flexible y fácil de instalar.

Accesorios Necesarios

- **Válvulas de Corte:** Para aislar el sistema en caso de mantenimiento.
- **Conectores y Adaptadores:** Para asegurar una conexión adecuada entre el acumulador y la caldera.
- **Aislamiento Térmico:** Para minimizar las pérdidas de calor en la tubería.

Recomendación Final

Para la tubería que lleva el agua del acumulador Waternox 200/1 hasta la caldera, considerando una longitud de 1 metro y un caudal de 0.0156 L/s:

- **Diámetro de la Tubería:** 15 mm (1/2 pulgada) es generalmente adecuado. Puedes considerar 18 mm (3/4 pulgada) si la caldera tiene un requerimiento de caudal mayor.
- **Material:** Cobre o Pex (polietileno reticulado) con aislamiento térmico adecuado.
- **Accesorios:** Incluye válvulas de corte y conectores adecuados.

Conclusión

Dado el corto recorrido de 1 metro, una tubería de 15 mm (1/2 pulgada) es generalmente suficiente para el caudal esperado. Utiliza materiales resistentes a altas temperaturas y presión, como cobre o Pex, y asegúrate de incluir accesorios adecuados para un funcionamiento eficiente y seguro del sistema.

La normativa del CTE. DB-HS 4 indica unos diámetros mínimos de tubería que se exponen en la Figura 6. Por ello, no se aplican las recomendaciones de ChatGPT y se escoge tubería de cobre de 22 mm de diámetro nominal.

Tabla 4.3 Diámetros mínimos de alimentación

Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	$\frac{3}{4}$	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	$\frac{3}{4}$	20
Columna (montante o descendente)	$\frac{3}{4}$	20
Distribuidor principal	1	25
Alimentación equipos de climatización	< 50 kW	$\frac{1}{2}$
	50 - 250 kW	$\frac{3}{4}$
	250 - 500 kW	1
	> 500 kW	1 $\frac{1}{4}$

Figura 6: Normativa referente a los diámetros mínimos de los diferentes tramos de la red de suministro.

Fuente: Código Técnico de Edificación (CTE). [15]

Captadores de tubos de vacío SO 8000 TV:

Captador VK 120-2 CPC



Captador solar de tubos de vacío con espejos reflectores CPC de alto rendimiento en cualquier momento del año.

- ▶ Permite conexión en paralelo hasta 14 captadores.
- ▶ Tubos en Acero Inox.
- ▶ Dispone del colector en la parte inferior del captador aumentando la vida útil debido a la protección contra estancamiento.
- ▶ Uniones metálicas flexibles, de muy fácil conexión y gran durabilidad.
- ▶ Superficie apertura: 0,98 m².
- ▶ Dimensiones totales: 1947x624x85 mm.
- ▶ Curva de rendimiento: $\eta_0=0,663$; $K1=0,782$; $K2=0,012$ ¹⁾.
- ▶ Inclinationes de 25° a 90°.

Captadores de tubos de vacío SO 7000 TV:

Captador VK 120



Captador solar de tubos de vacío sin espejos reflectores CPC de alto rendimiento en cualquier momento del año.

- ▶ Permite conexión en paralelo hasta 14 captadores.
- ▶ Tubos en Acero Inox.
- ▶ Dispone del colector en la parte inferior del captador aumentando la vida útil debido a la protección contra estancamiento.
- ▶ Uniones metálicas flexibles, de muy fácil conexión y gran durabilidad.
- ▶ Superficie apertura: 0,46 m².
- ▶ Dimensiones totales: 1947x624x85 mm.
- ▶ Curva de rendimiento: $\eta_0=0,787$; $K1=2,993$; $K2=0,015$ ¹⁾.
- ▶ Inclinationes de 0° a 90°.

Características técnicas captadores de tubos de vacío

Modelo	Medidas	VK120-2 CPC	VK 120-2
Dimensiones (Alto x Ancho x Fondo)	mm	1947x624x85	1947x624x85
Área total	m ²	1,22	1,22
Área de apertura	m ²	0,98	0,46
η_0	-	0,663	0,787
Coefficiente pérdida térmica lineal ¹⁾²⁾	W/m ² k	0,782	2,993
Coefficiente pérdida térmica secundario ¹⁾²⁾	W/m ² k	0,012	0,015
Peso	kg	18	18
Presión máxima	bar	10	10
Caudal nominal	l/h	30	30
Temperatura de estancamiento	°C	260	210
Carga de nieve máx.	kN	2,0	2,0
Carga de viento máx.	km/h	129	129
Longitud mín. de la tubería	m	≥10	≥10
Ángulos	°	25° hasta 90°	0-90°

1) Ensayo según la norma UNE EN 12975-2: 2001. 2) Curva según área de apertura.



Nuevos acumuladores Waternox

1 y 2 Serpentes



Nuevo material, mayor robustez, resistencia y eficiencia energética.

Los nuevos acumuladores de agua caliente en acero inoxidable están disponibles en 5 modelos con uno o dos serpentines, para satisfacer las necesidades de los consumidores.

Esta nueva gama de acumuladores ha sido elaborada con materiales "Premium", con una alta eficiencia energética, robustez, menores costes de mantenimiento, facilidad de instalación y control. Los acumuladores de agua caliente Junkers en acero inoxidable son el complemento perfecto para su sistema solar térmico Junkers.

Características



- Disponible en capacidades de 150 a 500 litros con uno o dos serpentines.
- Resistente a todas las formas de corrosión.
- Interior fabricado en LDX2101 Inox dúplex.
- Exterior compuesto por una capa metálica.
- Gran robustez, tanto en el transporte como en el manejo.
- Facilidad en la inclusión de la resistencia eléctrica.
- Menores costes de mantenimiento en comparación con otros acumuladores de agua caliente, no necesita de ánodo de magnesio.
- Compatibilidad con los sistemas solares térmicos Junkers.
- Incluye dos entradas y una salida de agua, así como una válvula de seguridad y retención.
- Aislamiento térmico en poliuretano de alta densidad, que proporciona reducidas pérdidas de calor.
- Se suministra con grupo de seguridad.

Confort para la vida

 **JUNKERS**
Grupo Bosch

Construcción Premium - Inox LDX2101

Acero inoxidable dúplex LDX2101 tiene una alta resistencia a la corrosión, al ser un acero compuesto por una aleación especial de 50% austenítica y 50% ferrítico con una magnífica relación calidad-precio.

Mayor eficiencia energética, mayor robustez, menores costes de mantenimiento

Con un grosor mayor que el que tradicionalmente se utiliza, el nuevo acumulador Junkers proporciona una eficiencia energética superior al minimizar las pérdidas de energía.

El aislamiento térmico está constituido por 50 mm de poliuretano expandido sin CFC's y HCFC's, protegiendo así el medio ambiente.

Debido a la falta del ánodo, los costes de mantenimiento de este nuevo acumulador, serán menores en comparación con otros acumuladores.

Fabricado con la última tecnología y los mejores materiales, destaca por su solidez, siendo fácil de transportar y manejar.

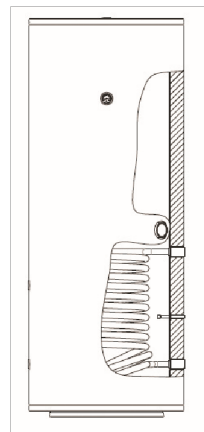
Alcanza temperaturas máximas de alrededor 85°C, con una presión máxima de trabajo de 6 bar.

Compatible con toda la gama solar Junkers

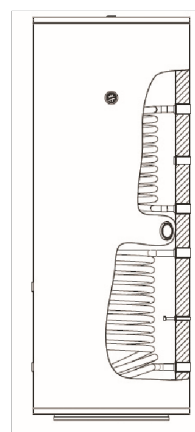
El nuevo depósito de acumulación Waternox está disponible en 5 capacidades: 150, 200, 300, 400 y 500 L.

Todos estos modelos son compatibles con las diversas soluciones de la gama solar Junkers.

Acumulador de 1 serpentín



Acumulador de 2 serpentines



Los modelos de **un serpentín** tienen como designación: **Waternox X/1**.

Los modelos de **dos serpentines** tienen como designación: **Waternox X/2**.

Datos Técnicos

Modelos disponibles		LDX2101 Waternox 150/1 Waternox 150/2	LDX2101 Waternox 200/1 Waternox 200/2	LDX2101 Waternox 300/1 Waternox 300/2	LDX2101 Waternox 400/1 Waternox 400/2	LDX2101 Waternox 500/1 Waternox 500/2
Capacidad	l	151	199	292	393	498
Clase de eficiencia energética		B	B	C	C	C
Pérdidas de energía	W	54	65	82	96	108
Material del tanque		Acero inoxidable LDX2101				
Área del intercambiador de apoyo ⁽¹⁾	m²	0,55	0,67	0,83	1	1,4
Capacidad del intercambiador de apoyo ⁽¹⁾	l	2,5	3,1	3,8	5,9	8,2
Capacidad de transferencia del intercambiador de apoyo ^{(1) (2)}	kW	19	21	28	29	43
Área del intercambiador solar	m²	0,67	0,77	1,32	1,73	2,13
Capacidad del intercambiador solar	l	3,1	3,5	6	7,9	9,8
Capacidad de transferencia del intercambiador de apoyo ⁽²⁾	kW	21	23	36	52	60
Material del intercambiador (es)		Acero inoxidable AISI 316L				
Presión máxima de trabajo del intercambiador	bar	6	6	6	6	6
Temperatura máxima de trabajo del tanque	°C	85	85	85	85	85
Temperatura máxima de trabajo del intercambiador	°C	95	95	95	95	95
Aislamiento térmico en poliuretano expandido		50mm de espesor sin CFC's y HCFC's				
Revestimiento exterior		Acero galvanizado DX51 pintado electrostáticamente				
Peso en vacío (1 serpentín)	kg	42	50	65	84	100
Peso en vacío (2 serpentines)	kg	46	55	72	96	117

⁽¹⁾ Válido solo para los acumuladores de doble serpentín

⁽²⁾ Temperatura de entrada del secundario - 10°C; Temperatura de entrada del circuito primario - 85°C (T=20K)

Toda la información relativa a la clasificación energética que consta en esta hoja es preliminar.



Robert Bosch España, S.L.U
Bosch Termotecnia
Hnos. García Noblejas, 19
28037 Madrid
www.junkers.es

ANEJO 8.- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Se le preguntó a ChatGPT si podría redactar un estudio básico de seguridad y salud y qué datos necesitaría. Dada la respuesta afirmativa, se le dio la información que pidió, además de un documento de ejemplo de un EBSS redactado por la herramienta CYPE, para que lo cogiese como referencia. La solución aportada fue satisfactoria, y además dio la opción de exportarla en formato documento Word o PDF.

8.1 MEMORIA

8.1.1. Consideraciones Preliminares: Justificación, Objeto y Contenido

8.1.1.1. Justificación

El proyecto de instalación fotovoltaica y solar térmica de ACS para el autoconsumo de una vivienda unifamiliar requiere la redacción de un Estudio Básico de Seguridad y Salud (EBSS) debido a su magnitud y características específicas, cumpliendo con el artículo 4 del Real Decreto 1627/97.

8.1.1.2. Objeto

El presente EBSS tiene por objeto definir las medidas necesarias para la prevención de accidentes y enfermedades profesionales durante la ejecución de la obra, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar para los trabajadores.

8.1.1.3. Contenido del EBSS

El EBSS incluye normas de seguridad y salud aplicables, identificación de riesgos laborales, medidas técnicas preventivas, previsiones para trabajos posteriores de mantenimiento y reparación, y especificaciones para el cumplimiento de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

8.1.2. Datos Generales

8.1.2.1. Agentes

Autor del Proyecto: Ainhoa Fernández de la Pedraja

Coordinador de Seguridad y Salud: Ainhoa Fernández de la Pedraja

8.1.2.2. Características Generales del Proyecto

Denominación del Proyecto: Instalación Fotovoltaica y Solar Térmica de ACS para el Autoconsumo de una Vivienda Unifamiliar

Presupuesto de Ejecución Material: 8323,21 €

Plazo de Ejecución: Cuatro días

Número Máximo de Operarios: 4 personas

8.1.2.3. Emplazamiento y Condiciones del Entorno

Dirección: Cantabria, municipio de Santa Cruz de Bezana. Vivienda unifamiliar de dos plantas con tejado a dos aguas.

Accesos a la Obra: Acceso a zona residencial por carretera.

Condiciones Climáticas y Ambientales: En la temporada de realización de la obra el clima es templado y poco lluvioso.

8.1.3. Instalaciones de Higiene y Bienestar de los Trabajadores

8.1.3.1. Vestuarios

Superficie mínima de 20 m², con bancos, asientos y taquillas con llave.

8.1.3.2. Aseos

Ducha por cada 10 trabajadores, retrete por cada 25 hombres o 15 mujeres, lavabo por cada retrete, urinario por cada 25 hombres, secamanos de celulosa o eléctrico, jabonera dosificadora, recipiente para celulosa sanitaria, y portarrollos con papel higiénico por cada inodoro.

8.1.4. Identificación de Riesgos y Medidas Preventivas

8.1.4.1. Riesgos Generales y Medidas Preventivas

Intrusión de personas ajenas a la obra: Vallado alrededor de la zona de obra.

Caída de objetos y materiales: Colocación de barandillas y redes homologadas.

Exposición a temperaturas extremas: Evitar trabajos en horas de máxima insolación.

Electrocuciones: Sistema de protección de puesta a tierra y dispositivos de corte.

Sobreesfuerzos y movimientos repetitivos: Utilización de medios mecánicos y palancas.

8.1.4.2. Equipos de Protección Individual (EPI)

Casco de seguridad homologado

Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída

Guantes de goma y cuero

Calzado de seguridad con suela aislante

Mascarilla con filtro mecánico

Ropa de trabajo impermeable y reflectante

8.1.5. Medidas de Auxilio

8.1.5.1. Medios de Auxilio en Obra

Armario botiquín portátil con desinfectantes, gasas, algodón, vendas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas, y guantes desechables.

8.1.5.2. Medios de Auxilio en Caso de Accidente

Información de los centros sanitarios más próximos y transporte de heridos por personal especializado en ambulancia.

Centro sanitario más próximo:

Hospital Universitario Marqués de Valdecilla (6km)

Av. de Valdecilla, s/n, 39008 Santander, Cantabria

942 20 25 20

8.2. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLES

Ley de Prevención de Riesgos Laborales

Real Decreto 1627/97

8.3. PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS Y TÉCNICAS

8.3.1. Formación en Seguridad

Reconocimientos médicos y formación en seguridad para los trabajadores.

8.3.2. Medios de Protección

Colectiva: Barandillas, redes de protección.

Individual: EPIs mencionados anteriormente.

8.3.3. Instalaciones Provisionales de Salud y Confort

Vestuarios: Caseta prefabricada con taquillas.

Aseos: Caseta prefabricada con duchas, retretes, lavabos, y urinarios.

ANEJO 9.- ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

9.1. Normativa considerada

Para la elaboración del presente estudio se ha considerado la normativa siguiente:

Tabla 3: Normativa considerada para la gestión de residuos. Fuente: elaboración propia.

Norma	Disposición	Fecha	Órgano	Publicación
Constitución Española	Art. 45	29-12-1978	Cortes Generales	29-12-1978
GESTIÓN DE RESIDUOS				BOE/BOC
Real Decreto sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto	RD 108/1991	1-2-1991	Varios	6-2-1991
Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición	RD 105/2008	1-2-2008	M. Presidencia	13-2-2008
Modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio.	RD 367/2010	26-3-2010	M. Presidencia	27-3-2010
Plan estatal marco de gestión de residuos (PEMAR) 2016-2022	Resolución	16-11-2015	Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural	12-12-2015
Real Decreto por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero	RD 646/2020	7-07-2020	M. Transición Ecológica y Reto Demográfico	8-07-2020
Ley de residuos y suelos contaminados	Ley 7/2022	8-04-2022	Jefatura del Estado	9-04-2022
Real Decreto de envases y residuos de envases	RD 1055/2022	27-12-2022	M. Transición Ecológica y Reto Demográfico	28-12-2022
Decreto por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad Autónoma de Cantabria.	Decreto 72/2010	28-10-2010	Cantabria	8-11-2010

9.2. Presupuesto de la gestión de residuos

9.2.1. Residuos unitarios

Tabla 4: Residuos unitarios. Fuente: Generador de precios. [7]

TIPO	PESO (kg)	VOLUMEN (l)
Módulo fotovoltaico - Envases de papel y cartón	2,699	3,599

Módulo térmico - Envases de papel y cartón	2,883	3,844
Cables eléctricos solares - Envases de papel y cartón	0,068	0,091
Cables eléctricos interiores - Envases de papel y cartón	0,066	0,088
Magnetotérmico - Envases de papel y cartón	0,032	0,043
Protector contra sobretensiones - Envases de papel y cartón	0,038	0,051
Fusibles - Envases de papel y cartón	0,064	0,085

9.2.2. Residuos parciales

Envases de papel y cartón

Tabla 5: Volumen de residuos de papel y cartón. Fuente: elaboración propia.

DENOMINACIÓN	CANTIDAD	VOLUMEN UNITARIO (litros)	VOLUMEN PARCIAL (litros)
Módulo fotovoltaico	8	3,599	28,792
Módulo térmico	1	3,844	3,844
Cables eléctricos solares	6	0,091	0,546
Cables eléctricos interiores	1	0,088	0,088
Magnetotérmico	1	0,043	0,043
Protector contra sobretensiones	1	0,051	0,051
Fusibles	2	0,085	0,17
		TOTAL	33,534

9.2.3. Precios unitarios

Tabla 6: Precios unitarios gestión de residuos. Fuente: Generador de precios. [7]

Nº DE ORDEN	UNIDAD Descripción	PRECIOS	
		Euros	
12	EQUIPO Y MAQUINARIA dm ³ Canon de vertido por entrega de residuos inertes de papel y cartón, producidos en obras de construcción y/o demolición, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.	UN CÉNTIMO DE EURO CON SEISCIENTOS CINCUENTA Y OCHO	0,01658

9.2.4. Presupuestos parciales

Tabla 7: Presupuesto parcial de residuos de papel y cartón. Fuente: elaboración propia.

TIPO DE RESIDUO	VOLUMEN TOTAL (litros)	PRECIO UNITARIO	IMPORTE PARCIAL
Envases de papel y cartón	33,534	0,01658	0,56
		TOTAL	0,56

ANEJO 10.- PROGRAMA DE TRABAJO. PLAN DE OBRA

Tras haberle dado información a ChatGPT sobre el proyecto anteriormente para el EBSS y el pliego de condiciones, solo es necesario hacerle una pregunta básica para que sepa desarrollar un plan de obra. Primero proporciona una guía básica de cómo elaborarlo y después lo redacta.

Tengo que añadir el anejo de "programa de trabajo y plan de obra", ¿Cómo lo harías?

10.1. Actividades y fases del proyecto

- **Día 1:**
 - Recepción de materiales y herramientas. ○ Preparación de la cubierta.
 - Montaje de estructuras soporte.
- **Día 2:**
 - Instalación de los módulos solares fotovoltaicos.
 - Instalación de los captadores solares térmicos.
- **Día 3:**
 - Conexión de los módulos solares al inversor.
 - Instalación del sistema de almacenamiento de ACS.
- **Día 4:**
 - Pruebas y puesta en marcha.
 - Revisión final y limpieza.

10.2. Recursos necesarios

- **Materiales:** Módulos solares, captadores térmicos, inversor, estructura soporte, cables, interruptores, tuberías, accesorios.
- **Mano de obra:** 4 técnicos especializados en instalaciones fotovoltaicas y térmicas.
- **Maquinaria:** Escalera de mano, camión para transporte, maquinillo, sierra circular, herramientas manuales diversas.

10.3. Contingencias y riesgos

- **Riesgos:** Mal tiempo, retrasos en la entrega de materiales, problemas técnicos.

- **Contingencias:** Planes alternativos, proveedores secundarios, equipo de soporte técnico.

ANEJO 11.- INCENTIVOS Y SUBVENCIONES

La información de ChatGPT tiene una fecha de corte en enero de 2022, por lo que indica si se le pregunta. Por lo tanto, en materia de subvenciones no está actualizado y no nos puede dar la información necesaria.

En primer lugar, la Agencia Tributaria ofrece una deducción por obras para la mejora en el consumo de energía primaria no renovable. El porcentaje de deducción es del 40%, siempre que se cumpla el requisito de reducir en al menos un 30% el indicador de consumo de energía primaria no renovable o bien, conseguir una mejora de la calificación energética de la vivienda para obtener una clase energética «A» o «B», en la misma escala de calificación. La información y condiciones se puede consultar más detalladamente en el documento anexo.

[16]

Por otro lado, el Ayuntamiento de Santa Cruz de Bezana, donde está ubicada la vivienda, ofrece una bonificación del 50% del impuesto de bienes inmuebles para aquellos en los que se hayan instalado sistemas de aprovechamiento térmico o eléctrico de la energía procedente del sol. Para poder acceder a la bonificación en el caso del aprovechamiento eléctrico, se requiere una potencia instalada mínima de 4 kW. En el caso del aprovechamiento térmico se pide una superficie de captación solar útil de 4 m² por cada 100 m² de superficie construida. Esto último equivale en este caso a 5,4 m². La información y condiciones se puede consultar más detalladamente en el documento anexo.

Además, el Ayuntamiento también otorga una bonificación del 50% del ICIO para reformas que incorporen sistemas para el aprovechamiento térmico o eléctrico. La información y condiciones se puede consultar más detalladamente en el documento anexo. [17]



Deducción por obras para la mejora en el consumo de energía primaria no renovable

En qué viviendas debes realizar las obras, cuáles son los plazos, qué obras dan derecho a la deducción, cómo acreditas la mejora, cuándo y sobre qué cantidad aplicas la deducción

Índice

- ¿En qué viviendas puedes realizar las obras?
- ¿Qué obras dan derecho a la deducción?
- ¿Qué plazo tienes para realizar las obras?
- ¿En qué periodo impositivo debes aplicar la deducción?
- ¿Cuál es la base y el porcentaje de deducción?

En qué viviendas puedes realizar las obras?

En tu vivienda habitual o en cualquier otra de tu titularidad que tengas arrendada para uso como vivienda o en expectativa de alquiler, siempre que en este caso, la alquiles antes de 31 de diciembre de 2025.

No podrás aplicar la deducción por la parte de la obra que realices en plazas de garaje, trasteros, jardines, parques, piscinas e instalaciones deportivas y otros elementos análogos, ni en la parte de la vivienda que esté afecta a una actividad económica.

Ayuda

Manual Renta 2023- Deducción por obras de mejora que reduzcan el consumo de energía primaria no renovable

Qué obras dan derecho a la deducción?



Aquellas que permitan reducir en al menos un 30% el indicador de consumo de energía primaria no renovable o bien, consigan una mejora de la calificación energética de la vivienda para obtener una clase energética «A» o «B», en la misma escala de calificación.

Para acreditarlo deberás disponer de un certificado de eficiencia energética de la vivienda emitido por el técnico competente antes del inicio de las obras (a estos efectos, será válido el emitido como máximo en los dos años anteriores al inicio de las obras) y, al final de las mismas.

Ayuda

Manual Renta 2023- Deducción por obras de mejora que reduzcan el consumo de energía primaria no renovable

Qué plazo tienes para realizar las obras?



Desde el 6 de octubre de 2021 hasta el 31 de diciembre de 2024.

Ayuda

Manual Renta 2023- Deducción por obras de mejora que reduzcan el consumo de energía primaria no renovable



En qué periodo impositivo debes aplicar la deducción?

En aquel en el que se expida el certificado de eficiencia energética emitido después de las obras.

En todo caso, el certificado deberá ser expedido antes de 1 de enero de 2025.

Ayuda

Manual Renta 2023- Deducción por obras de mejora que reduzcan el consumo de energía primaria no renovable

Cuál es la base y el porcentaje de deducción?

La base de la deducción son las cantidades satisfechas por las obras realizadas desde el 6 de octubre de 2021 hasta el 31 de diciembre de 2024 con un máximo de 7.500 €.

El porcentaje de deducción es el 40%.

Ayuda

Manual Renta 2023- Deducción por obras de mejora que reduzcan el consumo de energía primaria no renovable

JUEVES, 31 DE MARZO DE 2022 - BOC NÚM. 63

AYUNTAMIENTO DE SANTA CRUZ DE BEZANA

CVE-2022-2164 *Aprobación definitiva de la modificación de la Ordenanza Fiscal 201 reguladora del Impuesto sobre Bienes Inmuebles. Expediente 30/3535/2021.*

Transcurrido el plazo de información pública sin la presentación de reclamaciones o sugerencias se hace público en cumplimiento de lo previsto en el artículo 17.3 del Texto Refundido de la Ley reguladora de las Haciendas Locales (TRLRHL), aprobado por RD Legislativo 2/2004 de 5 de marzo la modificación del apartado 6º del artículo 11 de la Ordenanza Fiscal 201 Reguladora del Impuesto sobre Bienes Inmuebles, aprobada por acuerdo plenario adoptado el 26 de enero de 2022, cuyo texto queda redactado como sigue:

"Estarán bonificados con el 50% de la cuota íntegra del impuesto, los bienes inmuebles en los que se hayan instalado sistemas de aprovechamiento térmico o eléctrico de la energía procedente del sol. Esta bonificación no se concederá cuando la instalación de estos sistemas de aprovechamiento de energía solar sea obligatoria a tenor de la normativa específica (Código Técnico de la Edificación u otras) a salvo que se superen los estándares dispuestos en la misma. Será aplicable durante los tres periodos impositivos siguientes a la finalización de la instalación, únicamente para inmuebles destinados a uso residencial. Con la solicitud se deberá aportar una memoria técnica y certificado de la instalación suscritos por técnico competente, con la homologación de la Administración competente cuando sea preciso, en el que se acredite:

Fecha de finalización y puesta en servicio de la instalación.

Descripción de los sistemas de aprovechamiento instalados (en la medida en que superen en su caso los estándares obligatorios exigidos por normativa específica), los cuales deberán disponer de los siguientes estándares mínimos alternativos:

Aprovechamiento térmico: una superficie mínima de captación solar útil de 4 m² por cada 100 m² de superficie construida.

Aprovechamiento eléctrico genérico: potencia instalada mínima de 2,5 kw por cada 100 m² de superficie construida.

Aprovechamiento eléctrico para viviendas unifamiliares: potencia instalada mínima de 4 kw por unidad de vivienda.

En todo caso se deberá acreditar que se ha solicitado y concedido la oportuna licencia municipal para la instalación."

La modificación de la Ordenanza entrará en vigor una vez publicada en el Boletín oficial de Cantabria de acuerdo con lo establecido en el apartado 4 del citado artículo 17 del TRLRHL.

Contra el anterior acuerdo podrá interponerse recurso contencioso-administrativo ante la Sala correspondiente del Tribunal Superior de Justicia de Cantabria en el plazo de dos meses desde la inserción de este anuncio en el BOC, de acuerdo con lo establecido en el artículo 19 del TRLRHL.

Santa Cruz de Bezana, 23 de marzo de 2022.

El alcalde,
Alberto García Onandía.

2022/2164

CVE-2022-2164

LUNES, 13 DE FEBRERO DE 2023 - BOC NÚM. 30

AYUNTAMIENTO DE SANTA CRUZ DE BEZANA

CVE-2023-967 *Aprobación definitiva de la modificación de la Ordenanza Fiscal número 204 reguladora del Impuesto sobre Construcciones, Instalaciones y Obras (ICIO). Expediente 30/4308/2022.*

No habiendo alegaciones durante el plazo de información pública se eleva a definitivo el acuerdo de aprobación de la modificación de la Ordenanza Fiscal número 204 reguladora del Impuesto sobre Construcciones, Instalaciones y Obras (ICIO), adoptado con fecha 30 de noviembre de 2022, y se procede a la publicación de su contenido:

ANEXO

Se modifica el artículo 6 de la Ordenanza Fiscal que queda redactada de la siguiente manera:

Artículo 6.- Bonificaciones.

1. Una bonificación de hasta el 40% a favor de las construcciones, instalaciones u obras que sean declaradas de especial interés o utilidad municipal por concurrir circunstancias sociales, culturales, histórico-artísticas o de fomento del empleo, que justifiquen tal declaración.

Entre estas actuaciones se incluyen al menos las siguientes: A.

Nuevas empresas de interés general: 10%.

B. Pequeño comercio tradicional: 20%.

Corresponderá dicha declaración al Pleno de la Corporación y se acordará, previa solicitud del sujeto pasivo, por voto favorable de la mayoría simple de sus miembros.

2. Las construcciones, instalaciones u obras, de especial interés o utilidad municipal por concurrir circunstancias sociales, culturales, histórico-artísticas o de fomento del empleo, que se indican a continuación:

A. Obras de rehabilitación:

1. En edificios declarados Bien de Interés Cultural: 80%.

2. En edificios catalogados por Planes, Normas u Ordenanzas municipales con el grado expreso de "Protección Integral": 60%.

3. En edificios catalogados por Planes, Normas u Ordenanzas municipales con el grado expreso de "Protección Estructural": 40%.

4. En edificios catalogados por Planes, Normas u Ordenanzas municipales con el grado expreso de "Protección Ambiental": 20%.

5. En cualquier edificación preexistente, aquellas obras que mejoren la envolvente térmica del edificio para reducir su demanda energética atendiendo a la siguiente escala de mejora de la calificación energética total del edificio:

- UNA LETRA medida en la escala de emisiones de dióxido de carbono (kg CO₂/m² año), con respecto a la calificación energética previa del edificio: 30%.

CVE-2023-967

LUNES, 13 DE FEBRERO DE 2023 - BOC NÚM. 30

- DOS LETRAS medidas en la escala de emisiones de dióxido de carbono (kg CO₂/m² año), con respecto a la calificación energética previa del edificio: 60%.

- TRES O MÁS LETRAS medidas en la escala de emisiones de dióxido de carbono (kg CO₂/m² año), con respecto a la calificación energética previa del edificio: 90%.

B. Otras actuaciones de interés municipal:

1. Cines, teatros, museos y bibliotecas: 20%.

2. Hospitales y residencias de ancianos: 30%.

3. Guarderías, colegios, centros de enseñanza: 95%.

C. Construcciones, instalaciones u obras referentes a las viviendas de protección oficial:

1. Viviendas de protección oficial (régimen general): 30%.

2. Viviendas de protección oficial (régimen especial): 50%.

D. Construcciones, instalaciones u obras, de reforma, en las que se incorporen sistemas para el aprovechamiento térmico o eléctrico de la energía solar. 50%.

La aplicación de esta bonificación estará condicionada a que las instalaciones para producción de calor incluyan colectores que dispongan de la correspondiente homologación de la Administración competente.

E. Construcciones, instalaciones u obras, de reforma, que favorezcan las condiciones de acceso y habitabilidad de los discapacitados. 50%.

Todas las bonificaciones citadas tienen carácter rogado y corresponderá la concesión individual de la bonificación a la Junta de Gobierno de la Corporación, previa solicitud del sujeto pasivo.

3. La solicitud de bonificación deberá acompañarse de una memoria justificativa de las circunstancias concurrentes y de la documentación acreditativa de su catalogación, protección, interés, circunstancias o condiciones en su caso.

4. El plazo máximo para resolver los procedimientos tributarios de las solicitudes de bonificación previstas será de seis meses. El vencimiento del plazo máximo establecido en el apartado anterior sin haberse notificado resolución expresa legitimará al interesado para entenderla desestimada, sin perjuicio de la resolución que la administración debe dictar sin vinculación al sentido del silencio.

5. Los porcentajes de bonificación, en cualquier caso, no serán acumulativos.

6. En caso de no realizarse adecuadamente las obras que integran el aspecto objeto de bonificación o no dedicarse éstas al uso por el que se estableció la reducción, deberá abonarse la parte del impuesto que se hubiese dejado de ingresar como consecuencia de la bonificación practicada y los intereses de demora.

A tal fin la Administración municipal podrá comprobar la adecuación de las obras con la actuación de construcción o rehabilitación bonificada, así como realizar cuantas actuaciones de policía considere oportunas para acreditar el disfrute del beneficio."

Contra el acuerdo de aprobación definitiva se podrá interponerse recurso ante la Sala de lo Contencioso-Administrativo del Tribunal Superior de Justicia de Cantabria, en el plazo de dos meses, contados a partir de la publicación del presente anuncio en el Boletín Oficial de Cantabria.

CVE-2023-967

Santa Cruz de Bezana, 2 de febrero de 2023.
El alcalde,
Alberto García Onandía.

2023/967

ANEJO 12.- ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

En primer lugar, se van a calcular los beneficios obtenidos por cada instalación a lo largo del año.

12.1. Beneficios instalación fotovoltaica

Consumo anual	2980 kWh
Autosuficiencia media esperada	50 %
Precio de compra electricidad	0,118 €/kWh
Precio de compra con IVA	0,143 €/kWh
TOTAL AHORRO ANUAL	213,07 €

Producción anual esperada	3800 kWh
Exportación de energía producida media	70 %
Precio de venta electricidad	0,05 €/kWh
TOTAL INGRESOS ANUALES	133 €

BENEFICIOS TOTALES ANUALES 308,82 €

12.2. Beneficios instalación solar térmica

Consumo anual	1932 kWh
Autosuficiencia media esperada	82,1 %
Precio de compra gas natural	0,07 €/kWh
BENEFICIOS TOTALES ANUALES	111,03 €

12.3. Subvenciones y bonificaciones

Deducción por obras para la mejora en el consumo de energía primaria no renovable	3000 €
Bonificación IBIU 1 ^{er} año	189,82 €
Bonificación IBIU 2 ^o año	189,82 €
Bonificación IBIU 3 ^{er} año	189,82 €
INGRESOS TOTALES	3569,46 €

12.4. Estudio económico

Tengo que hacer el estudio de viabilidad económica de un proyecto. Ahora estoy en el apartado: "Estudio económico. Inversión. Tarifas. TIR. VAN". ¿Cómo lo harías?

Es una instalación fotovoltaica y solar térmica para ACS en una vivienda unifamiliar. El presupuesto de ejecución material es de 8323,21 €. El presupuesto de ejecución por contrata es de 11.984,59 €. El presupuesto para conocimiento de la administración es de 10.960,01 €. Se esperan unos beneficios de 345,74 € por la parte fotovoltaica y 111,03€ por la parte térmica al año. La vida útil esperada de los equipos es de 25 años. Se espera unos costes de mantenimiento anuales totales de 100 €. Se espera recibir unas ayudas y subvenciones de 3.569,46€. La tasa de retorno es del 3%.

Con estos datos, podemos proceder a calcular el VAN (Valor Actual Neto) y la TIR (Tasa Interna de Retorno) del proyecto.

Primero, resumamos la información proporcionada y los supuestos adicionales:

Datos del Proyecto:

- **Inversión Inicial:**
 - Presupuesto de ejecución por contrata: 11.984,59 €
 - Subvenciones: 3.569,46 € (se deduce de la inversión inicial)
 - Inversión inicial neta: $11.984,59 € - 3.569,46 € = 8.794,77 €$
- **Beneficios Anuales:**
 - Fovoltavica: 345,74 €
 - Térmica: 111,03 €
 - Beneficios totales: $345,74 € + 111,03 € = 456,77 €$
- **Costes de Mantenimiento Anuales:** 100 €
- **Flujo de Caja Neto Anual:** $456,77 € - 100 € = 356,77 €$

- **Vida Útil del Proyecto:** 25 años
- **Tasa de Descuento (Tasa de Retorno):** 3%

Cálculo del VAN (Valor Actual Neto)

Utilizando la fórmula del VAN: $VAN = \sum_{t=1}^{25} \frac{FCt}{(1+r)^t} - I$ donde:

- $FCt = 356,77 \text{ €}$
- $r = 3\% = 0,03$
- $I = 8.794,77 \text{ €}$ **En Excel:**

Para calcular el VAN, puedes usar la siguiente fórmula en Excel:

1. Cálculo del VAN:

- $=VNA(0.03; 356,77; 356,77; \dots 25 \text{ veces}) - 8.794,77$
- O simplificado con un rango de celdas para los flujos de caja: $=VNA(0.03; A2:A26) - B1$
 - ✦ Donde A2 es el rango de 25 años con flujos de 356,77 € cada año.
 - ✦ B1 es la inversión inicial de 8.794,77 €.

Cálculo de la TIR (Tasa Interna de Retorno)

Para calcular la TIR, necesitamos encontrar la tasa que hace que el VAN sea cero. En Excel, esto se hace con la función TIR.

En Excel:

2. Cálculo de la TIR:

- $=TIR(B1, A2:A26)$
 - ✦ Donde B1 es la inversión inicial de -8.794,77 € (como valor negativo).
 - ✦ A2 son los flujos de caja de 356,77 € cada año.

¿Podrías hacer el cálculo y darme el valor del VAN y del TIR?

Resultados del Estudio Económico

Basándonos en los datos proporcionados y los cálculos realizados:

Valor Actual Neto (VAN)

El VAN del proyecto es de **-3.413,46 €**

Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR del proyecto es de **0,5 %**.

Interpretación de los Resultados

1. **VAN (Valor Actual Neto):** Un VAN negativo indica que, con la tasa de descuento del 5%, el proyecto no recuperará la inversión inicial y no generará un valor adicional. Esto significa que, desde el punto de vista financiero, el proyecto no es viable con los supuestos actuales.
2. **TIR (Tasa Interna de Retorno):** La TIR es menor que la tasa de descuento, lo que confirma que el proyecto no es financieramente viable según los datos proporcionados. **Recomendaciones**
 - **Revisión de Costos e Ingresos:** Revisa los costos de inversión, mantenimiento y los ingresos esperados. Puede que haya oportunidades para reducir costos o aumentar ingresos.
 - **Búsqueda de Más Subvenciones o Incentivos:** Investigar otras subvenciones o incentivos fiscales que puedan mejorar la viabilidad económica del proyecto.
 - **Optimización de la Tarifa:** Considerar la posibilidad de optimizar las tarifas o buscar maneras de incrementar los beneficios derivados de la instalación.

Si tienes más datos o necesitas ajustar alguno de los supuestos, estaré encantado de recalcular los valores.

Efectivamente, si se comprueban los cálculos con Excel, salen los valores que nos aporta ChatGPT. Como bien dice, analizando los resultados podemos concluir que no es viable la instalación solar fotovoltaica y térmica que se ha proyectado para este caso.

Se van a analizar las dos instalaciones por separado, para comprobar si alguna de las dos es viable. Se sigue el mismo procedimiento que ha indicado ChatGPT, utilizando Excel para los cálculos, ya que la versión gratuita de esta herramienta tiene una capacidad de análisis diaria limitada.

- **Análisis instalación fotovoltaica Inversión Inicial:**
Presupuesto de ejecución por contrata: 6.878,41 €
Subvenciones: 3.320,82 €
Inversión inicial neta: $6.878,42 \text{ €} - 3.320,82 \text{ €} = 3.937,22 \text{ €}$ Beneficios

Anuales:

Beneficios totales: 345,74 €

Costes de Mantenimiento Anuales: 80 €

Flujo de Caja Neto Anual: $345,74 \text{ €} - 80 \text{ €} = 265,74 \text{ €}$

Vida Útil del Proyecto: 25 años

Tasa de Descuento (Tasa de Retorno): 3%

Resultados:

VAN = 8.927,85 €

TIR = 5,4 %

En esta ocasión, sale un VAN positivo y un TIR mayor a la tasa de descuento, por lo que la instalación fotovoltaica por sí sola sí que sería rentable para este caso. Si se calcula el tiempo de amortización de este proyecto el resultado son 13 años.

- Análisis instalación solar térmica Inversión

Inicial:

Presupuesto de ejecución por contrata: 5.206,29 €

Subvenciones: 0 € (en este caso no se cumplen los requisitos para bonificaciones ni subvenciones)

Inversión inicial neta: 5.206,29 € Beneficios

Anuales:

Beneficios totales: 111,03 €

Costes de Mantenimiento Anuales: 80 €

Flujo de Caja Neto Anual: 111,03 € - 80 € = 31,03 €

Vida Útil del Proyecto: 25 años

Tasa de Descuento (Tasa de Retorno): 3%

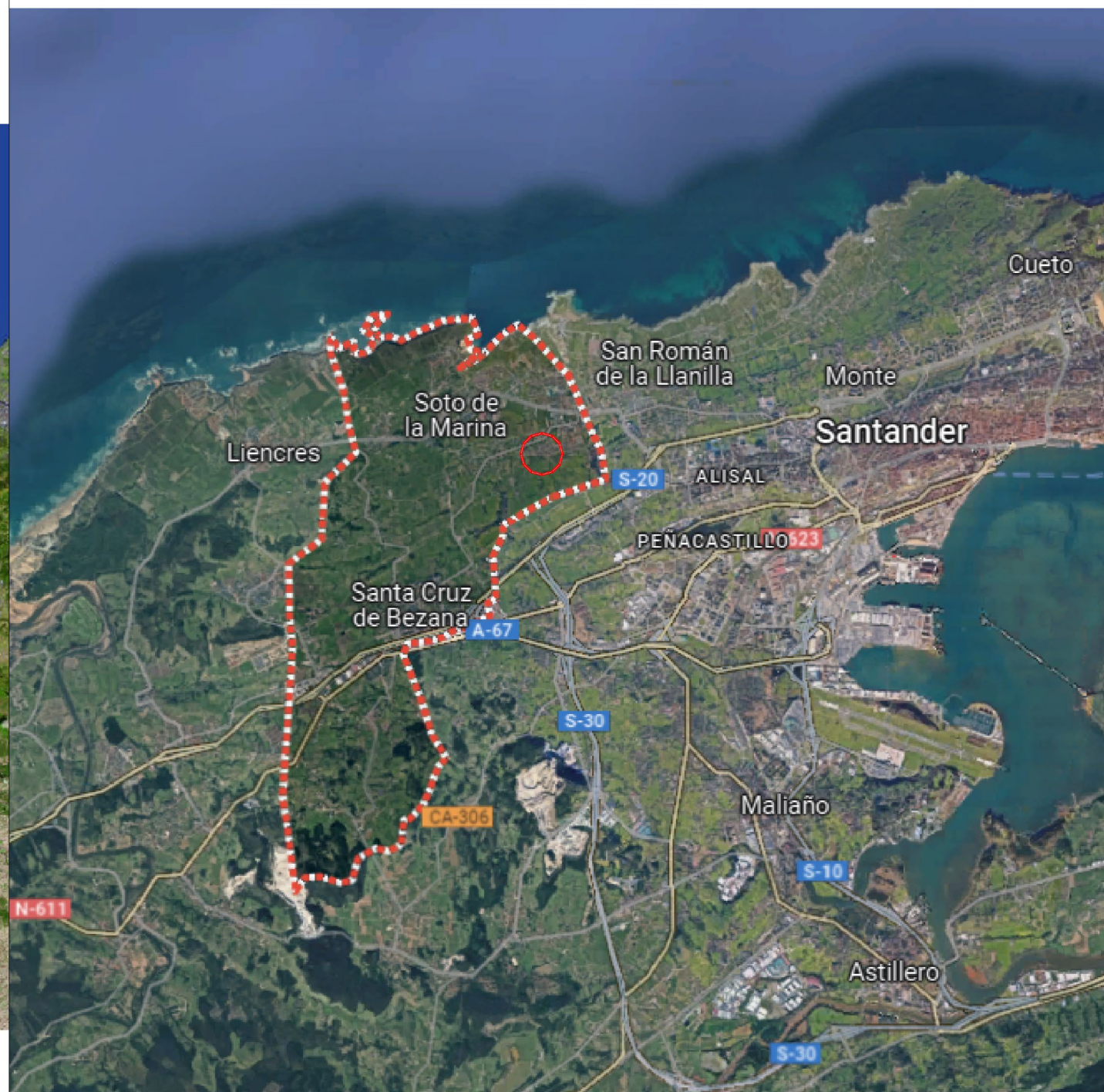
Resultados:

VAN = -4.665,93 €

TIR = -11,3 %

Se puede observar que el VAN y el TIR salen ambos negativos y con números grandes. Esto implica que una instalación térmica solar de estas características no sería rentable para el caso estudiado.

DOCUMENTO Nº 2 PLANOS



SITUACIÓN (PROVINCIA)

IMPLANTACIÓN (AYUNTAMIENTO)



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
E.T.S.Ingenieros Industriales y de Telecomunicación
Trabajo Fin de Máster 2023-2024



FECHA:
SEPTIEMBRE/2024

FIRMA:

ORIENTACIÓN:
ESCALA:
s/ESCALA
ORIGINAL A3

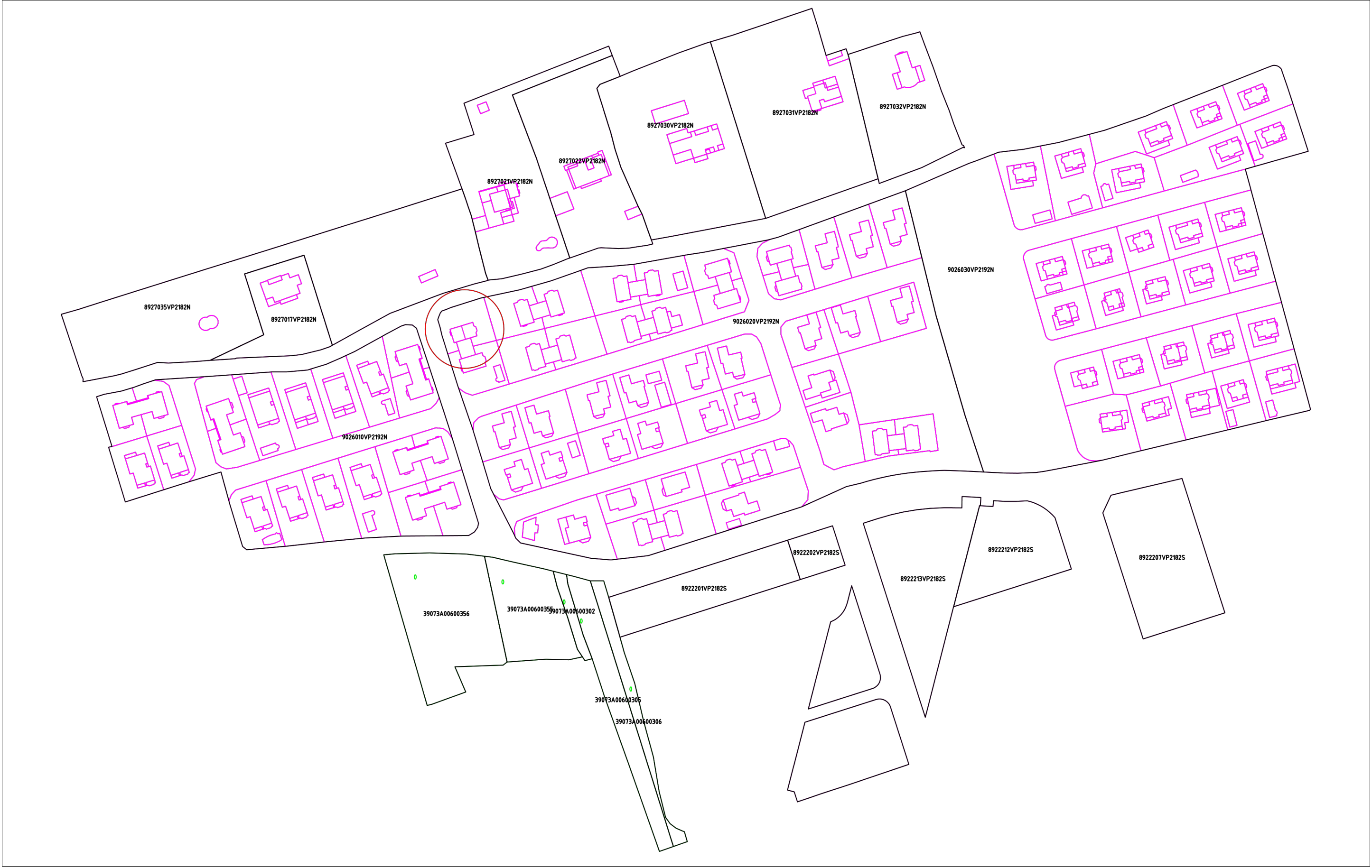
TÍTULO DEL PLANO:
**SITUACIÓN E
IMPLANTACIÓN**

TUTOR DEL PROYECTO
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
José Ramón Aranda Sierra

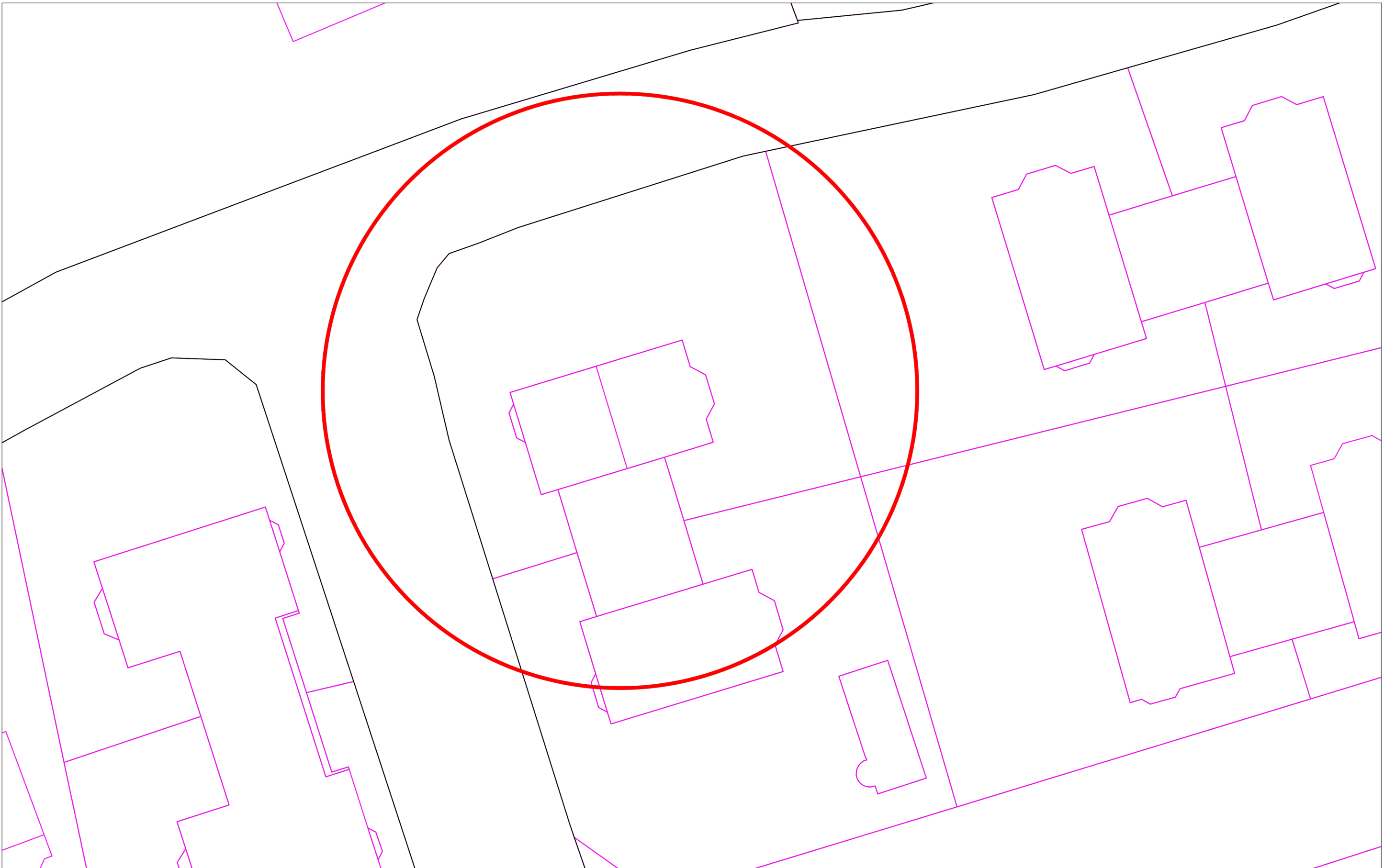
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA Y SOLAR TÉRMICA DE ACS PARA EL AUTOCONSUMO DE
UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR
Ayuntamiento Santa Cruz de Bezana

AUTOR DEL PROYECTO
Ingeniera Industrial
Ainhoa Fernández de la Pedraja

PLANO Nº:
P-01



	UNIVERSIDAD DE CANTABRIA E.T.S.Ingenieros Industriales y de Telecomunicación Trabajo Fin de Máster 2023-2024		FECHA: SEPTIEMBRE/2024	FIRMA:	ORIENTACIÓN:	ESCALA: 1/1500 ORIGINAL A3	TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL -----
TUTOR DEL PROYECTO Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos José Ramón Aranda Sierra			INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA Y SOLAR TÉRMICA DE ACS PARA EL AUTOCONSUMO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR Ayuntamiento Santa Cruz de Bezana			AUTOR DEL PROYECTO Ingeniera Industrial Ainhoa Fernández de la Pedraja	PLANO Nº: P-02



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
E.T.S.Ingenieros Industriales y de Telecomunicación
Trabajo Fin de Máster 2023-2024



FECHA:
SEPTIEMBRE/2024

FIRMA:

ORIENTACIÓN:
ESCALA:
1/200
ORIGINAL A3

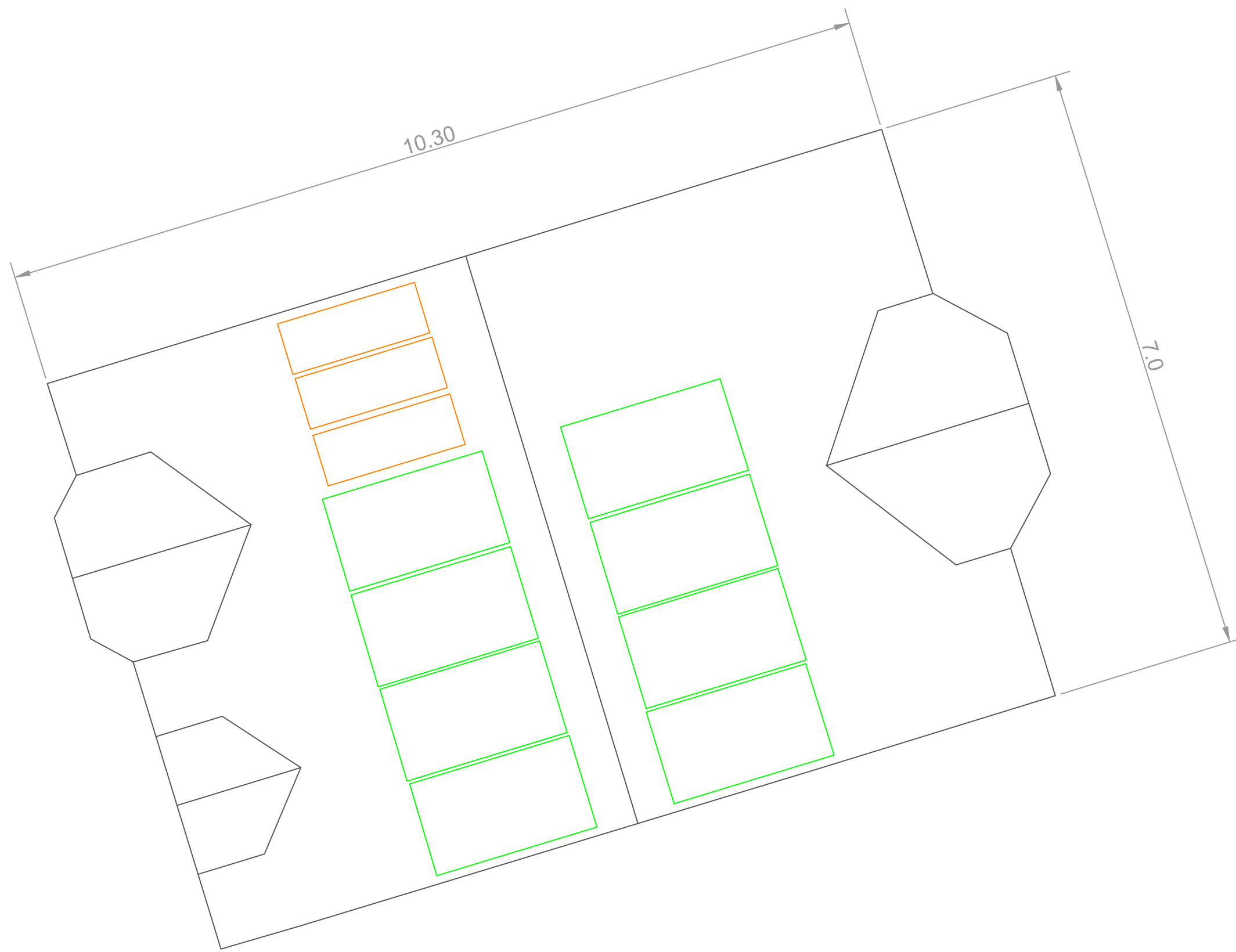
TÍTULO DEL PLANO:
PLANTA GENERAL 2

TUTOR DEL PROYECTO
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
José Ramón Aranda Sierra

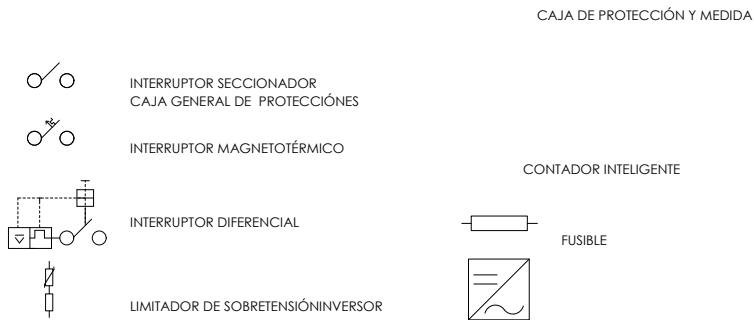
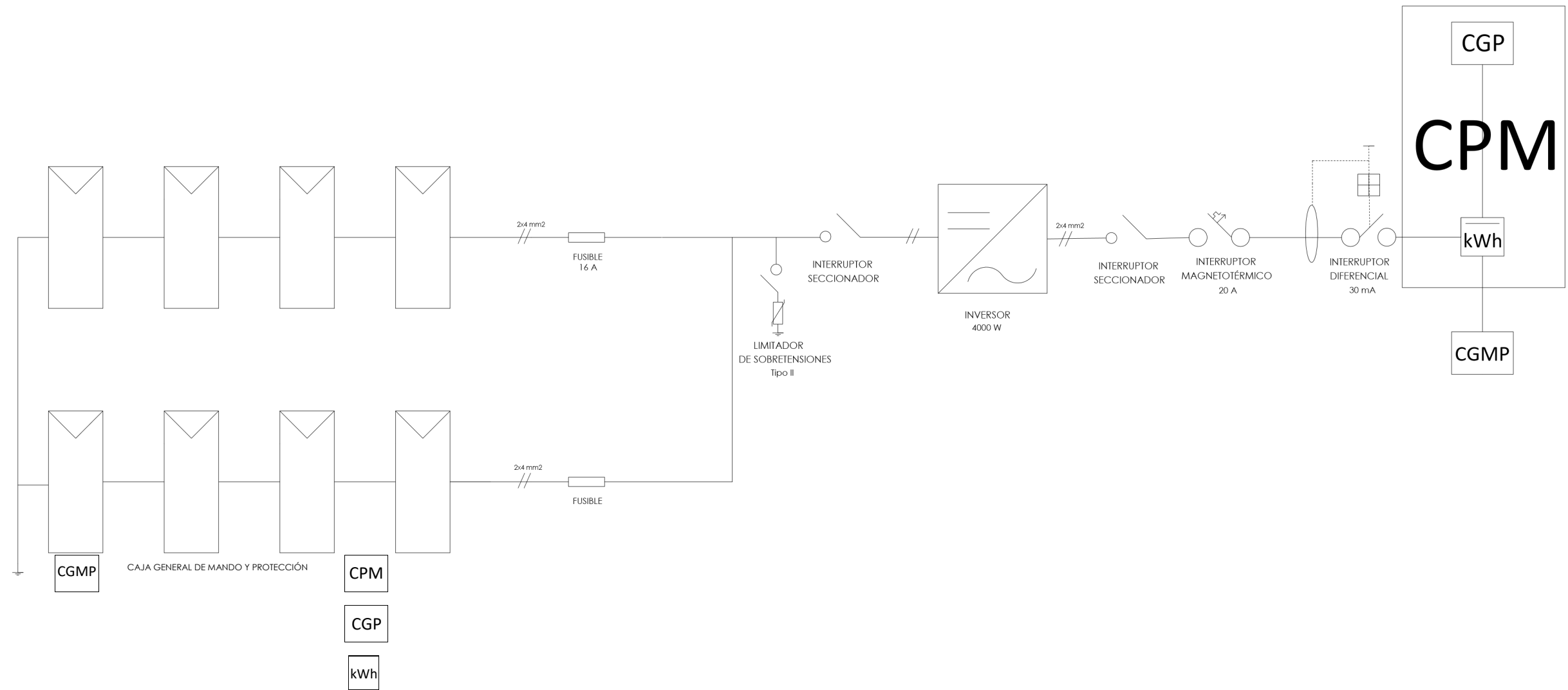
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA Y SOLAR TÉRMICA DE ACS PARA EL AUTOCONSUMO DE
UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR
Ayuntamiento Santa Cruz de Bezana

AUTOR DEL PROYECTO
Ingeniera Industrial
Ainhoa Fernández de la Pedraja

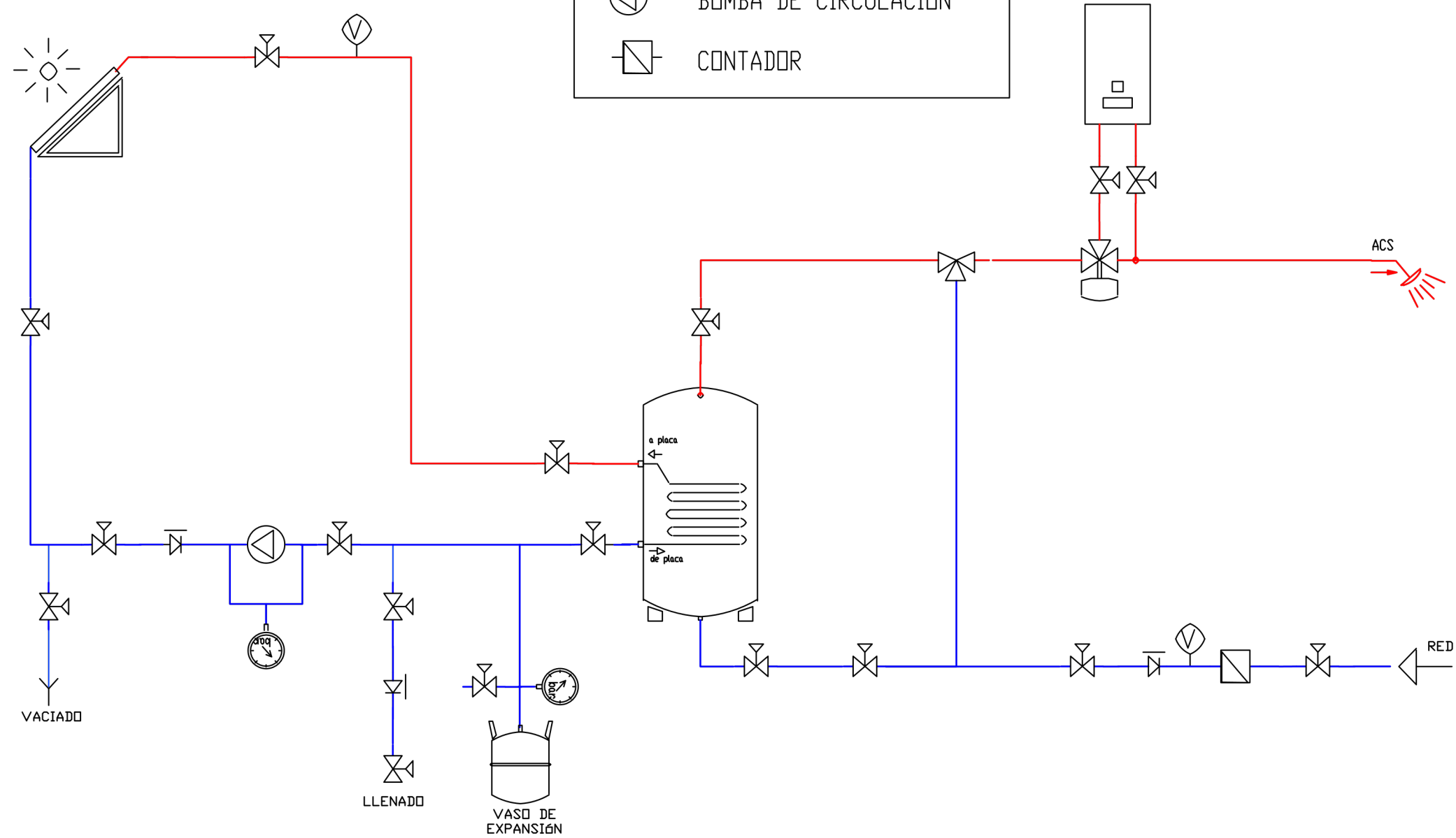
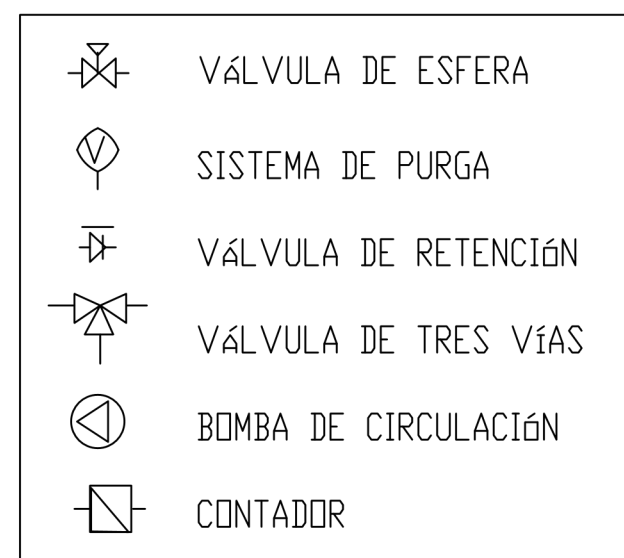
PLANO Nº:
P-03



	UNIVERSIDAD DE CANTABRIA			FECHA:	FIRMA:	ORIENTACIÓN:	ESCALA:	TÍTULO DEL PLANO:	
	E.T.S.Ingenieros Industriales y de Telecomunicación Trabajo Fin de Máster 2023-2024			SEPTIEMBRE/2024			1/50 ORIGINAL A3	PLANTA CON PANELES -----	
TUTOR DEL PROYECTO Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos José Ramón Aranda Sierra		INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA Y SOLAR TÉRMICA DE ACS PARA EL AUTOCONSUMO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR Ayuntamiento Santa Cruz de Bezana				AUTOR DEL PROYECTO Ingeniera Industrial Ainhoa Fernández de la Pedraja		PLANO Nº: P-04	



	UNIVERSIDAD DE CANTABRIA E.T.S.Ingenieros Industriales y de Telecomunicación Trabajo Fin de Máster 2023-2024		FECHA: SEPTIEMBRE/2024	FIRMA:	ORIENTACIÓN:	ESCALA: s/ESCALA ORIGINAL A3	TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA
TUTOR DEL PROYECTO Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos José Ramón Aranda Sierra			INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA Y SOLAR TÉRMICA DE ACS PARA EL AUTOCONSUMO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR Ayuntamiento Santa Cruz de Bezana			AUTOR DEL PROYECTO Ingeniera Industrial Ainhoa Fernández de la Pedraja	PLANO Nº: P-05



		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA				FECHA:	FIRMA:	ORIENTACIÓN:	ESCALA:	TÍTULO DEL PLANO:	
		E.T.S.Ingenieros Industriales y de Telecomunicación Trabajo Fin de Máster 2023-2024				SEPTIEMBRE/2024			SIN ESCALA	DIAGRAMA DE TUBERÍAS	
									ORIGINAL A3		
TUTOR DEL PROYECTO Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos José Ramón Aranda Sierra		INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA Y SOLAR TÉRMICA DE ACS PARA EL AUTOCONSUMO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR Ayuntamiento Santa Cruz de Bezana					AUTOR DEL PROYECTO Ingeniera Industrial Ainhoa Fernández de la Pedraja			PLANO Nº: P-06	

DOCUMENTO Nº 3 PLIEGO DE CONDICIONES

1. Objeto del Proyecto

Este documento establece las condiciones para la instalación de un sistema de energía solar fotovoltaica y solar térmica de autoconsumo en una vivienda unifamiliar ubicada en Santa Cruz de Bezana, Cantabria.

2. Descripción de la Instalación

- Instalación Fotovoltaica: 8 placas solares fotovoltaicas sobre la cubierta.
- Instalación Solar Térmica: 3 captadores solares térmicos.
- Equipos Internos: Inversor para energía fotovoltaica y sistema de almacenamiento de ACS, junto con las conexiones y accesorios necesarios.

3. Ubicación del Proyecto

Vivienda unifamiliar de dos plantas con tejado a dos aguas situada en Santa Cruz de Bezana, Cantabria.

4. Normativa Aplicable

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT).
- Código Técnico de la Edificación (CTE)
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)

5. Componentes y Especificaciones Técnicas

5.1. Módulo Solar Fotovoltáico

- 5.1.1. Los módulos fotovoltaicos deberán tener las siguientes características técnicas: Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 550 W, eficiencia mínima 21,05%, vidrio exterior templado de 3,2 mm de espesor, capa adhesiva de etilvinilacetato (EVA), capa posterior de polifluoruro de vinilo, poliéster y polifluoruro de vinilo (TPT), marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, resistencia a la carga del viento 245 kg/m², resistencia a la carga de la nieve 551 kg/m², peso 28,85 kg.
- 5.1.2. El número de unidades serán las previstas, según la documentación del proyecto.
- 5.1.3. Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones del proyecto.

5.2. Estructura Soporte para Módulo Solar Fotovoltáico

- 5.2.1. La estructura de soporte del módulo solar deberá tener las siguientes características técnicas: Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de aluminio, sobre cubierta inclinada. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación.
- 5.2.2. Se suspenderán los trabajos de montaje cuando llueva, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.

- 5.2.3. Todos los componentes metálicos una vez montados tendrán libre dilatación.
- 5.2.4. Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.
- 5.2.5. El número de unidades serán las previstas, según la documentación del proyecto.
- 5.2.6. Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones del proyecto.

5.3. Inversor Fotovoltáico

- 5.3.1. El inversor fotovoltaico deberá tener las siguientes características técnicas: Inversor trifásico, potencia máxima de entrada 8 kW, voltaje de entrada máximo 850 Vcc, potencia nominal de salida 4 kW, potencia máxima de salida 4 kVA, eficiencia máxima 98,2%, con comunicación vía Wi-Fi para control remoto desde un smartphone, tablet o PC, puertos Ethernet y RS-485, y protocolo de comunicación Modbus.
- 5.3.2. El número de unidades serán las previstas, según la documentación del proyecto.
- 5.3.3. Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones del proyecto.

5.4. Cable Eléctrico solar para Baja Tensión

- 5.4.1. Los cables eléctricos solares deberán tener las siguientes características técnicas: Cable eléctrico unipolar, resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, garantizado por 30 años, tipo H1Z2Z2-K, tensión nominal 1 kV, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x4 mm² de sección. Aislamiento de compuesto reticulado libre de halógenos, cubierta de compuesto reticulado libre de

halógenos, y con las siguientes características: no propagación de la llama, libre de halógenos, baja emisión de humos opacos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los golpes, resistencia a los agentes químicos, resistencia al ozono y resistencia al calor húmedo.

5.4.2. Los cables para las conexiones interiores deberán tener las siguientes características técnicas: Cable eléctrico unipolar, tipo H07Z1-K (AS) TYPE 2, tensión nominal 450/750 V, de alta seguridad en caso de incendio (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x4 mm² de sección. Aislamiento de poliolefina termoplástica, de tipo Afumex TI 7, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, libre de halógenos, reducida emisión de gases tóxicos, baja emisión de humos, baja emisión de humos opacos, nula emisión de gases corrosivos, baja emisión de calor, reducido desprendimiento de gotas y partículas inflamadas y resistencia al frío.

5.4.3. Longitud medida según la documentación del proyecto.

5.4.4. Se comprobarán las separaciones mínimas de las conducciones con otras instalaciones.

5.4.5. Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.

5.4.6. Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

5.5. Interruptor Diferencial

5.5.1. El interruptor diferencial deberá tener las siguientes características técnicas: Interruptor diferencial instantáneo, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 30 mA, poder de corte 6 kA, clase A, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras.

- 5.5.2. Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.
- 5.5.3. La instalación deberá poder revisarse con facilidad.
- 5.5.4. Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.
- 5.5.5. El número de unidades serán las previstas, según la documentación del proyecto.
- 5.5.6. Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones del proyecto.

5.6. Interruptor Automático Magnetotérmico

- 5.6.1. El automático magnetotérmico deberá tener las siguientes características técnicas: Interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 6 kA, curva C, bipolar (1P+N), intensidad nominal 20 A, montaje sobre carril DIN.
- 5.6.2. Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.
- 5.6.3. La instalación deberá poder revisarse con facilidad.
- 5.6.4. Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.
- 5.6.5. El número de unidades serán las previstas, según la documentación del proyecto.
- 5.6.6. Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones del proyecto.

5.7. Fusibles

- 5.7.1. Los fusibles deberán tener las siguientes características técnicas: Conjunto fusible, formado por fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad

nominal 16 A, poder de corte 120 kA, tamaño T0 y base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 160 A.

- 5.7.2. Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.
- 5.7.3. La instalación deberá poder revisarse con facilidad.
- 5.7.4. Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.
- 5.7.5. El número de unidades serán las previstas, según la documentación del proyecto.
- 5.7.6. Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones del proyecto.

5.8. Protector contra sobretensiones

- 5.8.1. El protector contra sobretensiones deberá tener las siguientes características técnicas: Protector contra sobretensiones transitorias, de 2 módulos, bipolar (2P), tipo 2, nivel de protección 1,8 kV, intensidad máxima de descarga 40 kA, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN y fijación a carril mediante garras.
- 5.8.2. Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.
- 5.8.3. La instalación deberá poder revisarse con facilidad.
- 5.8.4. Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.
- 5.8.5. El número de unidades serán las previstas, según la documentación del proyecto.
- 5.8.6. Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones del proyecto.

5.9. Interruptor seccionador

- 5.9.1. El interruptor seccionador deberá tener las siguientes características técnicas: Interruptor-seccionador de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 32 A, tensión de aislamiento (U_i) 500 V, impulso de tensión máximo (U_{imp}) 4 kV, poder de apertura y cierre $3 \times I_n$, poder de corte $20 \times I_n$ durante 0,1 s, intensidad de cortocircuito (I_{cw}) $12 \times I_n$ durante 1 s, vida útil en vacío 8500 maniobras, vida útil en carga 1500 maniobras, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN y fijación a carril mediante garras.
- 5.9.2. Las instalaciones eléctricas de baja tensión se ejecutarán por instaladores autorizados en baja tensión, autorizados para el ejercicio de la actividad.
- 5.9.3. La instalación deberá poder revisarse con facilidad.
- 5.9.4. Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.
- 5.9.5. El número de unidades serán las previstas, según la documentación del proyecto.
- 5.9.6. Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones del proyecto.

5.10. Sistema de Captación Solar Térmica para Instalación Individual

- 5.10.1. El sistema de captación térmica deberá tener las siguientes características técnicas: Captador solar térmico de tubos de vacío completo, partido, para instalación individual, con tubos de vidrio con borosilicato, compuestos por un tubo interior recubierto internamente de una capa de absorción de nitruro de aluminio (NAI), una cámara de vacío y un tubo exterior de 47 mm de diámetro y 1500 mm de longitud y colectores de cobre de 8 mm de diámetro, carcasa de aluminio con aislamiento de poliuretano, reflectores montados sobre el chasis para mejorar el rendimiento. Interacumulador formado por depósito

interno de acero inoxidable, de 200 l, serpentín, aislamiento de poliuretano de 45 mm de espesor, depósito externo de acero con acabado pulido. Incluido vaso de expansión, bomba de circulación, centralita de control, válvulas, manómetro, líquido de relleno para captador solar térmico.

5.10.2. Se suspenderán los trabajos sobre la cubierta cuando llueva, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.

5.10.3. Todos los componentes de la instalación quedarán limpios de cualquier resto de suciedad y debidamente señalizados.

5.10.4. Se protegerá frente a golpes y salpicaduras. Se mantendrán taponados los captadores solares hasta su puesta en funcionamiento.

5.10.5. El número de unidades serán las previstas, según la documentación del proyecto.

5.10.6. Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones del proyecto.

6. Condiciones Económicas

- Presupuesto Detallado: Basado en las unidades de obra y mediciones descritas.
- Forma de Pago: A convenir según avance y finalización de las fases del proyecto.

7. Garantías y Seguros

- Garantías: Según normativa aplicable y especificaciones del fabricante.
- Seguros: Seguro de responsabilidad civil y seguro de accidentes laborales para los trabajadores.

8. Penalizaciones y Bonificaciones

- Penalizaciones: Por incumplimiento de plazos y especificaciones.

- Bonificaciones: Por cumplimiento adelantado y calidad en la ejecución.

Santander, 20 Septiembre 2024

Ainhoa Fernández de la Pedraja

DOCUMENTO Nº 4. PRESUPUESTO

1. ESTADO DE MEDICIONES

Tabla 8: Mediciones de la instalación. Fuente: elaboración propia.

Nº DE ORDEN	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
01	Panel solar fotovoltaico de 550 kW, totalmente instalado	8

02	Estructura de soporte de aluminio para panel fotovoltaico, totalmente instalado	8
03	Inversor trifásico de 4kW, totalmente instalado	1
04	Metro de cable tipo H1Z2Z2-K de 1x4 mm ² de sección, para conexionado del módulo solar	6
05	Metro de cable tipo H07Z1-K de 1x4 mm ² de sección	1
06	Interruptor diferencial bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 30 mA, clase A	1
07	Interruptor magnetotérmico bipolar (1P+N), intensidad nominal 20 A	1
08	Fusible de intensidad nominal 16 A	2
09	Interruptor seccionador	2
10	Protector contra sobretensiones transitorias	1
11	Módulo solar térmico de tubos de vacío, con acumulador y accesorios de circuito. Totalmente conexionado e instalado	1

2. CUADRO DE PRECIOS

2.1. CUADRO DE PRECIOS Nº 1

Tabla 9: Cuadro de precios nº 1. Fuente: Generador de precios. [7]

Nº DE ORDEN	UNIDAD Descripción	PRECIOS	
		Euros	
01	PANEL FOTOVOLTAICO Ud. Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, potencia máxima 550 W. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico.	DOSCIENTOS TREINTA Y NUEVE EUROS Y TRES CÉNTIMOS DE EURO	239,03

02	ESTRUCTURA SOPORTE Ud. Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de aluminio, para cubierta inclinada, con accesorios de montaje y elementos de fijación.	SETENTA Y TRES EUROS Y SEIS CÉNTIMOS DE EURO	73,06
03	INVERSOR TRIFÁSICO Ud. Inversor trifásico, potencia nominal de salida 4 kW, con comunicación vía Wi-Fi para control remoto desde un smartphone, tablet o PC, puertos Ethernet y RS-485, y protocolo de comunicación Modbus. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación.	MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS Y CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS DE EURO	1.456,59
04	CABLE TIPO H1Z2Z2-K m. Cable eléctrico unipolar, resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, tipo H1Z2Z2-K, tensión nominal 1 kV, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x4 mm ² de sección. Aislamiento de compuesto reticulado libre de halógenos, cubierta de compuesto reticulado libre de halógenos, Según UNE-EN 50618.	DOS EUROS Y TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS DE EURO	2,36
05	CABLE TIPO H07Z1-K m. Cable eléctrico unipolar, Afumex Class 750 V (AS), tipo H07Z1-K (AS) TYPE 2, tensión nominal 450/750 V, de alta seguridad en caso de incendio (AS), con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x4 mm ² de sección. Aislamiento de poliolefina termoplástica, de tipo Afumex TI 7. Según UNE-EN 50525-3-31.	DOS EUROS Y VEINTICUATRO CÉNTIMOS DE EURO	2,24
06	INTERRUPTOR DIFERENCIAL Ud. Interruptor diferencial instantáneo, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 30 mA, poder de corte 6 kA, clase A, grado de protección IP20. Según UNE-EN 61008-1.	DOSCIENTOS DIEZ EUROS Y DIECIOCHO CÉNTIMOS DE EURO	210,18
Nº DE ORDEN	UNIDAD Descripción	PRECIOS Euros	
07	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO Ud. Interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 6 kA, curva C, bipolar (1P+N), intensidad nominal 20 A. Según UNE-EN 60898-1.	VEINTINUEVE EUROS Y SETENTA Y UN CÉNTIMOS DE EURO	29,71
08	FUSIBLE Ud. Interruptor-seccionador, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 32 A, grado de protección IP20. Según UNE-EN 60947-3.	VEINTISÉIS EUROS Y CINCUENTA CÉNTIMOS DE EURO	26,50
09 09.01	INTERRUPTOR SECCIONADOR Ud. Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 16 A, poder de corte 120 kA, tamaño T0, según UNEEN 60269-1. Base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 160 A, según UNE-EN 60269-1.	VEINTICUATRO EUROS Y OCHENTA CÉNTIMOS DE EURO	24,80

09.02			
10	PROTECTOR CONTRA SOBREINTENSIDADES Ud. Protector contra sobretensiones transitorias, de 2 módulos, bipolar (2P), tipo 2, grado de protección IP20. Según IEC 61643-11.	DOSCIENTOS SIETE EUROS Y SETENTA CÉNTIMOS DE EURO	207,70
11	MÓDULO SOLAR TÉRMICO Ud. Captador solar térmico de tubos de vacío completo, partido, para instalación individual, compuesto por tres paneles. Totalmente montado, conexionado y probado. Ud. Estructura de soporte. 11.01 Ud. Interacumulador formado por depósito interno de acero inoxidable, de 200 l, 1 serpentín. 11.02 Ud. Panel de control. 11.03 Ud. Vaso de expansión. Ud. Bomba de circulación. 11.04 Ud. Centralita de control. 11.05 Válvulas y manómetro. 11.06 Solución agua-glicol para relleno de captador solar térmico 11.07 11.08 11.09	TRES MIL CUATROCIENTOS VEINTIÚN EUROS Y TRECE CÉNTIMOS DE EURO	3.421,13

Santander, 20 Septiembre 2024

Ainhoa Fernández de la Pedraja

2.2. CUADRO DE PRECIOS Nº 2

Tabla 10: Cuadro de precios nº 2. Fuente: Generador de precios. [7]

Nº DE ORDEN	UNIDAD Descripción	DESCOMPOSICIÓN			PRECIOS Euros
		Materiales	Mano de obra	Costes complementarios	

01	PANEL FOTOVOLTAICO Ud. Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, potencia máxima 550 W. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico.	213,40	20,94	4,96	239,03
02	ESTRUCTURA SOPORTE Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de aluminio, para cubierta inclinada, con accesorios de montaje y elementos de fijación.	64,50	7,13	1,43	73,06
03	INVERSOR TRIFÁSICO Inversor trifásico, potencia nominal de salida 4 kW, con comunicación vía Wi-Fi para control remoto desde un smartphone, tablet o PC, puertos Ethernet y RS-485, y protocolo de comunicación Modbus. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación.	1.399,48	28,55	28,56	1.456,59
04	CABLE TIPO H1Z2Z2-K Cable eléctrico unipolar, resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, tipo H1Z2Z2-K, tensión nominal 1 kV, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x4 mm ² de sección. Aislamiento de compuesto reticulado libre de halógenos, cubierta de compuesto reticulado libre de halógenos, Según UNE-EN 50618.	1,44	0,87	0,05	2,36
05	CABLE TIPO H07Z1-K Cable eléctrico unipolar, Afumex Class 750 V (AS), tipo H07Z1-K (AS) TYPE 2, tensión nominal 450/750 V, de alta seguridad en caso de incendio (AS), con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x4 mm ² de sección. Aislamiento de poliolefina	1,37	0,83	0,04	2,24

Nº DE ORDEN	UNIDAD Descripción	DESCOMPOSICIÓN			PRECIOS Euros
		Materiales	Mano de obra	Costes complementarios	

	termoplástica, de tipo Afumex TI 7. Según UNE-EN 50525-3-31.				
06	INTERRUPTOR DIFERENCIAL Interruptor diferencial instantáneo, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 30 mA, poder de corte 6 kA, clase A, grado de protección IP20. Según UNE-EN 61008-1.	199,97	6,09	4,12	210,18
07	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO Interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 6 kA, curva C, bipolar (1P+N), intensidad nominal 20 A. Según UNE-EN 60898-1.	23,04	6,09	0,58	29,71
08	INTERRUPTOR SECCIONADOR Interruptor-seccionador, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 32 A, grado de protección IP20. Según UNE-EN 60947-3.	19,42	6,09	0,52	26,50
09 09.01 09.02	FUSIBLE Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 16 A, poder de corte 120 kA, tamaño T0, según UNE-EN 60269-1. Base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 160 A, según UNE-EN 60269-1.	19,89	4,89	0,49	24,80
10	PROTECTOR CONTRA SOBREINTENSIDADES Protector contra sobretensiones transitorias, de 2 módulos, bipolar (2P), tipo 2, grado de protección IP20. Según IEC 61643-11.	197,54	6,09	4,07	207,70
Nº DE ORDEN	UNIDAD Descripción	DESCOMPOSICIÓN			PRECIOS Euros
		Materiales	Mano de obra	Costes complementarios	

11	MÓDULO SOLAR TÉRMICO				
11.01	Captador solar térmico de tubos de vacío completo, partido, para instalación individual, compuesto por tres paneles. Totalmente montado, conexionado y probado. Estructura de soporte.				
11.02	Interacumulador formado por depósito interno de acero inoxidable, de 200 l, 1 serpentín.	3.141,35	212,70	67,08	3.421,13
11.03	Panel de control.				
	Vaso de expansión.				
	Bomba de circulación.				
	Centralita de control.				
	Válvulas y manómetro.				
11.04	Solución agua-glicol para relleno de captador solar térmico				
11.05					
11.06					
11.07					
11.08					
11.09					

Santander, 20 Septiembre 2024

Ainhoa Fernández de la Pedraja

3. PRESUPUESTOS PARCIALES

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Tabla 11: Presupuesto parcial instalación fotovoltaica. Fuente: elaboración propia.

DENOMINACIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE PARCIAL
Panel solar fotovoltaico de 550 kW, totalmente instalado	8	239,03	1912,24
Estructura de soporte de aluminio para panel fotovoltaico, totalmente instalado	8	73,06	584,48
Inversor trifásico de 4kW, totalmente instalado	1	1.456,59	1.456,59
Metro de cable tipo H1Z2Z2-K de 1x4 mm ² de sección, para conexionado del módulo solar	6	2,36	14,16

Metro de cable tipo tipo Afumex Class 750 V (AS) de 1x4 mm ² de sección	1	2,24	2,24
Interruptor diferencial bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 30 mA, clase A	1	210,18	210,18
Interruptor magnetotérmico bipolar (1P+N), intensidad nominal 25 A	1	29,71	29,71
Fusible intensidad nominal 16 A	2	24,80	49,60
Interruptor seccionador	2	26,50	53,00
Protector contra sobretensiones	1	207,70	207,70
		TOTAL	4.519,90

INSTALACIÓN TÉRMICA

Tabla 12: Presupuesto parcial instalación térmica. Fuente: elaboración propia.

DENOMINACIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE PARCIAL
Módulo solar térmico de tubos de vacío, con acumulador y accesorios de circuito. Totalmente conexionado, instalado y probado.	1	3.421,13	3.421,13
		TOTAL	3.421,13

4. PRESUPUESTOS GENERALES

4.1.- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE MATERIAL. (PEM)

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	4.519,90
INSTALACIÓN TÉRMICA	3.421,13
GESTIÓN DE RESIDUOS	0,56
CONTROL DE CALIDAD E IMPREVISTOS 5%	381,62
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	8.323,21

El PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL de la obra asciende a la cantidad de OCHO MIL TRESCIENTOS VEINTITRÉS EUROS Y VEINTIÚN CÉNTIMOS DE EURO (8323,21 €).

Santander, 20 Septiembre 2024

Ainhoa Fernández de la Pedraja

4.2.- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	8.323,21
GASTOS GENERALES 13%	1.082,02
BENEFICIO 6%	499,39
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (BASE IMPONIBLE)	9.904,62
IVA 21%	2.079,97
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	11.984,59

El PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA de la obra asciende a la cantidad de ONCE MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS Y CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS DE EURO (11.539,47 €)

Santander, 20 Septiembre 2024

Ainhoa Fernández de la Pedraja

4.3.- PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN.

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	9.904,62
HONORARIOS DE PROYECTO (4% PEM) Y DIRECCIÓN DE OBRA (4% PEM)	665,86
IVA 21%	139,83
LICENCIAS, TASAS Y PERMISOS (3% PEM)	249,70
PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	10.960,01

El PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN de la obra asciende a la cantidad de DIEZ MIL NOVECIENTOS SESENTA EUROS Y UN CÉNTIMO DE EURO (10.960,01 €)

Santander, 20 Septiembre 2024

Ainhoa Fernández de la Pedraja