

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



"MEJORA DE LA EFICIENCIA
ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA
UNIFAMILIAR EN ASPE, A TRAVÉS DE
UNA INSTALACIÓN SOLAR
FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED"

TRABAJO FIN DE GRADO

Junio -2025

AUTOR: Adrián Parreño Sáez

DIRECTOR/ES: Sergio Valero Verdú

ÍNDICE

| | |
|---|----------|
| DOCUMENTO I: MEMORIA | 6 |
| 1.MEMORIA DESCRIPTIVA | 7 |
| 1.1. INTRODUCCIÓN | 7 |
| 1.1.1. OBJETO DEL PROYECTO | 7 |
| 1.1.2. PREÁMBULO | 7 |
| 1.1.3. CONTEXTO ENERGÉTICO MUNDIAL | 8 |
| 1.1.4. ORIGEN DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA | 10 |
| 1.1.5. SITUACIÓN ACTUAL Y FUTURA DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN ESPAÑA. | 12 |
| 1.1.6. SOFTWARES A UTILIZAR | 14 |
| 1.1.6.1. PVGIS | 14 |
| 1.1.6.2. CE3X | 15 |
| 1.1.6.3. Excel | 15 |
| 1.1.6.4. AutoCAD | 16 |
| 1.2. MARCO TEÓRICO | 16 |
| 1.2.1. FUNCIONAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE LA CÉLULA SOLAR | 21 |
| 1.2.1.1. Silicio (Si) | 22 |
| 1.2.1.2. Semiconductor extrínseco tipo N | 24 |
| 1.2.1.3. Semiconductor extrínseco tipo P | 25 |
| 1.2.1.4. Unión pn | 26 |
| 1.2.1.5. Estructura célula solar | 27 |
| 1.2.1.6. Curvas características de la célula solar | 28 |
| 1.2.1.7. Condiciones estándar de medida (STC) | 30 |
| 1.2.2. INFLUENCIA DE FACTORES EXTERNOS EN LA CÉLULA SOLAR | 32 |
| 1.2.2.1. Efectos de la temperatura | 32 |
| 1.2.2.2. Efectos de la irradiancia solar | 33 |
| 1.2.3. NORMATIVA APLICABLE | 34 |
| 1.2.4. DOCUMENTACIÓN PARA LEGALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA ... | 38 |
| 1.2.4.1. Declaración responsable de obra menor (DROME) | 38 |
| 1.2.4.2. Registro en la Generalitat Valenciana (GVA) | 39 |
| 1.2.5. DEDUCCIONES FISCALES | 39 |
| 1.2.5.1. Impuesto Bienes Inmuebles (IBI) | 40 |
| 1.2.5.2. Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas (IRPF) | 40 |
| 1.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN | 42 |
| 1.3.1. EMPLAZAMIENTO | 42 |
| 1.3.2. CARACTERÍSTICAS DEL TEJADO | 44 |
| 1.3.3. EQUIPOS A TENER EN CUENTA | 45 |
| 1.3.3.1. Aparato de aire acondicionado | 46 |
| 1.3.3.2. Bomba de la piscina | 46 |
| 1.3.3.3. Termo eléctrico | 47 |
| 1.3.3.4. Chimenea | 48 |
| 1.3.4. REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE | 49 |
| 1.4. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA | 50 |
| 1.4.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS | 50 |
| 1.4.2. OPTIMIZADORES DE SOMBRAS | 53 |
| 1.4.3. ESTRUCTURA | 53 |
| 1.4.4. INVERSOR | 55 |
| 1.4.5. MEDIDOR | 56 |
| 1.4.6. PROTECCIONES | 57 |
| 1.4.6.1. Protecciones en Corriente Continua | 58 |
| 1.4.6.1. Protecciones en Corriente Alterna | 59 |
| 1.4.7. CABLEADO | 61 |
| 1.4.7.1. Cableado en Corriente Continua | 61 |

| | |
|--|------------|
| 1.4.7.2. Cableado en Corriente Alterna | 62 |
| 1.4.8. PUESTA A TIERRA | 62 |
| 1.5. CARACTERIZACIÓN DE LA SITUACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL..... | 63 |
| 1.5.1. SOFTWARE CE3X | 64 |
| 1.5.1.1. Datos Administrativos | 66 |
| 1.5.1.2. Datos Generales | 66 |
| 1.5.1.3. Envoltente térmica | 70 |
| 1.5.1.3.1. Cubiertas | 72 |
| 1.5.1.3.2. Muros | 75 |
| 1.5.1.3.3. Suelo | 84 |
| 1.5.1.3.4. Particiones Interiores | 87 |
| 1.5.1.3.5. Hueco/Lucernario | 88 |
| 1.5.1.3.6. Puente térmico | 94 |
| 1.5.1.4. Instalaciones | 98 |
| 1.5.1.5. Calificación energética preinstalación | 107 |
| 1.5.1.6. Medidas de mejora | 109 |
| 2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS | 110 |
| 2.1. DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA | 110 |
| 2.1.1. SUPERFICIE DISPONIBLE | 110 |
| 2.1.2. PVGIS | 111 |
| 2.1.3. CÁLCULO DE AZIMUT E INCLINACIÓN ÓPTIMOS | 113 |
| 2.1.4. CONSUMO ANUAL DE LA VIVIENDA | 119 |
| 2.1.5. IRRADIACIÓN Y TEMPERATURA MEDIA MENSUAL | 121 |
| 2.1.6. PRODUCCIÓN ESTIMADA..... | 123 |
| 2.2. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA | 124 |
| 2.2.1. PÉRDIDAS EN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA | 125 |
| 2.2.2. PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN | 134 |
| 2.2.3. CÁLCULOS DE SOMBRAS | 137 |
| 2.2.4. CÁLCULOS MECÁNICOS | 139 |
| 2.2.4.1. Capacidad estructural de la cubierta | 140 |
| 2.2.4.2. Acción del viento..... | 142 |
| 2.3. CÁLCULO Y VERIFICACIÓN DEL CONEXIONADO DE LOS MÓDULOS | 147 |
| 2.4. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA | 156 |
| 2.4.1. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES | 156 |
| 2.4.1.1. Tramo Corriente Continua | 157 |
| 2.4.1.2. Tramo Corriente Alterna | 161 |
| 2.4.2. PUESTA A TIERRA | 165 |
| 2.4.3. CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES | 166 |
| 2.4.3.1. Tramo Corriente Continua | 166 |
| 2.4.3.2. Tramo Corriente Alterna | 169 |
| 2.5. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA POSTERIOR | 172 |
| 2.6. CONCLUSIONES ESTUDIO ENERGÉTICO | 174 |
| ANEXOS | 176 |
| ANEXO I: DOCUMENTOS PARA LEGALIZAR LA INSTALACIÓN | 177 |
| ANEXO III: FICHAS TÉCNICAS ELEMENTOS CALEFACCIÓN , REFRIGERACIÓN Y ACS | 208 |
| ANEXO IV: CERTIFICACIÓN CALIFICACIÓN ENERGÉTICA PREINSTALACIÓN | 211 |
| ANEXO V: CERTIFICACIÓN CALIFICACIÓN ENERGÉTICA POSTINSTALACIÓN | 218 |
| DOCUMENTO II: PLANOS | 225 |
| DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES | 230 |
| 1.OBJETO | 231 |
| 2.GENERALIDADES | 231 |
| 3.DEFINICIONES..... | 232 |
| 3.1 RADIACIÓN SOLAR | 232 |

| | |
|--|------------|
| 3.2 INSTALACIÓN | 233 |
| 3.3 MÓDULOS | 234 |
| 3.4 INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA..... | 235 |
| 4.DISEÑO | 236 |
| 4.1 DISEÑO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO | 236 |
| 4.1.1 Generalidades | 236 |
| 4.1.2 Orientación e inclinación y sombras | 236 |
| 4.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN..... | 237 |
| 5.COMPONENTES Y MATERIALES | 238 |
| 5.1 GENERALIDADES..... | 238 |
| 5.2 SISTEMAS GENERADORES FOTOVOLTAICOS | 239 |
| 5.3 ESTRUCTURA SOPORTE | 240 |
| 5.4 INVERSOR | 241 |
| 5.5 CABLEADO | 244 |
| 5.6 CONEXIÓN A RED | 244 |
| 5.7 MEDIDAS..... | 244 |
| 5.8 PROTECCIONES | 244 |
| 5.9 PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS | 245 |
| 5.10 ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA..... | 245 |
| 5.11 MEDIDAS DE SEGURIDAD..... | 245 |
| 6.RECEPCIÓN Y PRUEBAS | 246 |
| DOCUMENTO IV: PRESUPUESTO | 248 |
| CAPÍTULO 1 | 249 |
| CAPÍTULO 2 | 250 |
| CAPÍTULO 3 | 250 |
| CAPÍTULO 4 | 251 |
| CAPÍTULO 5..... | 251 |
| PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA | 252 |



DOCUMENTO I: MEMORIA

1.MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1. INTRODUCCIÓN

1.1.1. OBJETO DEL PROYECTO

La finalidad de este proyecto es la elaboración del Trabajo de Fin de Grado para finalizar los estudios de grado en Ingeniería Eléctrica. Posee una finalidad académica.

Este trabajo se centrará en la mejora de la eficiencia energética que supone la implantación una instalación solar fotovoltaica, así como el dimensionamiento y posterior diseño de esta.

El campo de aplicación de este TFG es diverso, abarcando desde aspectos técnicos y económicos hasta cuestiones normativas y de sostenibilidad.

1.1.2. PREÁMBULO

Este Trabajo de Fin de Grado se centra en abordar uno de los desafíos actuales más necesarios: la optimización y mejora de la eficiencia energética en entornos residenciales.

Concretamente, se centra en la localidad de Aspe, donde se investigará y propondrá soluciones para mejorar la eficiencia energética de una vivienda unifamiliar mediante la incorporación de un sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica.

Este proyecto se llevará a cabo a través de una amplia perspectiva, que combina aspectos técnicos, económicos y ambientales.

Se llevará a cabo un análisis completo de la situación energética actual de la vivienda, incluyendo el consumo energético, las fuentes de energía que se utilizan y las posibles áreas de mejora. Se realizará también, el posterior estudio energético tras la aplicación del sistema solar fotovoltaico.

La aplicación de un sistema fotovoltaico conectado a la red se presenta como una solución viable para reducir la dependencia de fuentes de energía convencionales y minimizar la huella de carbono asociada. Se diseñará un sistema óptimo que se adapte a las necesidades específicas de la vivienda y maximice su rendimiento energético.

Además, se realizará un pequeño análisis económico para evaluar el coste de la instalación fotovoltaica, considerando diferentes aspectos, y posibles ayudas.

Por último, se abordará el aspecto regulatorio y normativo, informando acerca de los requisitos legales y administrativos para la instalación de sistemas fotovoltaicos conectados a la red en Aspe.

En resumen, este TFG aspira a proporcionar una mejora fundamentada al campo de la eficiencia energética residencial, ofreciendo una propuesta concreta para mejorar la sostenibilidad y reducir el impacto ambiental.

1.1.3. CONTEXTO ENERGÉTICO MUNDIAL

Actualmente, el contexto energético mundial se encuentra inmerso en dos grandes tendencias inversamente relacionadas: la transición hacia energías cada vez más limpias, impulsado por la necesidad de combatir los gases de efecto invernadero, y las tensiones geopolíticas, las cuales implican una importante inestabilidad e inseguridad en los distintos mercados energéticos.

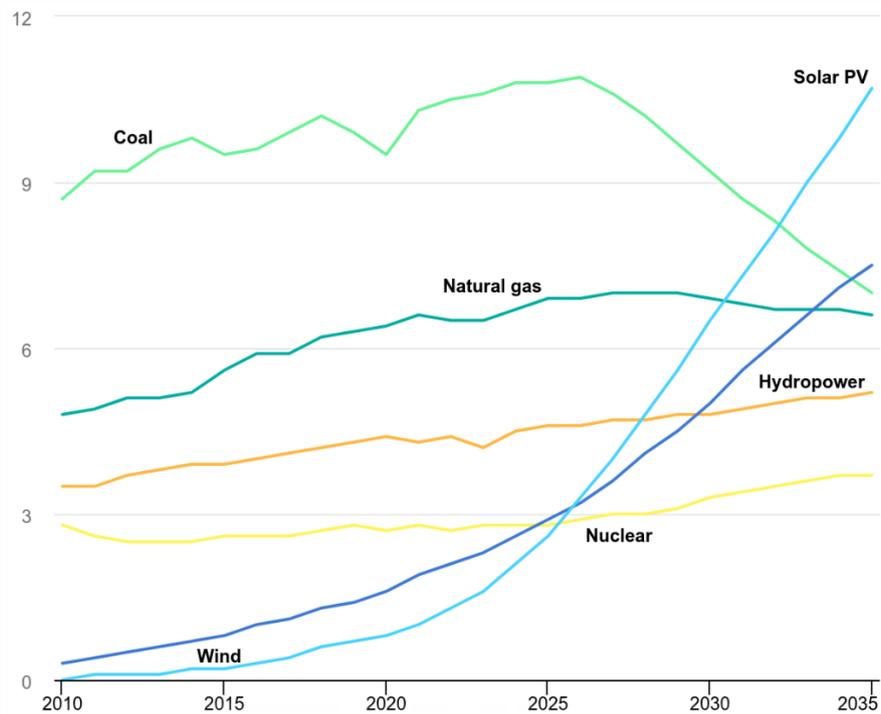
En este escenario, la demanda energética mundial, cada vez es mayor fomentada principalmente por economías emergentes (debido al aumento de población, entre otros factores), la electrificación del transporte y aumento del uso de tecnologías de calefacción y refrigeración. La demanda total de energía aumentó en 2023 un 2%. Dos tercios de este incremento se cubrieron con combustibles fósiles.

Se observa una creciente demanda de GNL (Gas Natural Liquado), ya que resulta una alternativa menos contaminante a fuentes de energía como el carbón o el petróleo. Su crecimiento está motivado por la búsqueda de una mayor seguridad energética y la necesidad de una fuente de energía más flexible en la transición hacia un sistema energético más sostenible.

Por otro lado, el desarrollo de las energías renovables ha sido notable, con un crecimiento récord en capacidad instalada. En 2024, las energías limpias representaron el 80% del aumento en la generación de electricidad, destacándose la energía solar fotovoltaica como la tecnología con mayor crecimiento. A medida que los costes de los paneles solares han disminuido y las instituciones políticas han implementado incentivos para su desarrollo, la energía fotovoltaica se ha consolidado como un pilar clave en la descarbonización del sistema energético.

A pesar del incremento de las energías renovables, los combustibles fósiles continúan desempeñando un papel importante en el suministro energético global. Dos tercios del crecimiento de la demanda energética en 2023 se cubrieron con petróleo, gas y carbón, lo que destaca la dificultad de reducir la dependencia de estos recursos. Aunque la demanda de carbón ha disminuido, el ritmo de la transición energética sigue siendo insuficiente para alcanzar los objetivos climáticos establecidos en los acuerdos internacionales.

En resumen, la demanda energética mundial ha evolucionado hacia una mayor adopción de energías limpias y un aumento en el consumo eléctrico. Sin embargo, los combustibles fósiles siguen desempeñando un papel significativo, lo que plantea desafíos para la seguridad energética y los objetivos climáticos globales.



Fuente: iea.org

Ilustración 1. Generación Mundial de Electricidad (Mil TWh)

1.1.4. ORIGEN DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

Antes del descubrimiento del efecto solar fotovoltaico, la humanidad ya utilizaba la energía del sol de diversas maneras para satisfacer sus necesidades. Desde la antigüedad, las civilizaciones utilizaron la energía solar para calentar agua, secar alimentos y climatizar edificios mediante la orientación de las construcciones. En la antigua Grecia y el Imperio Romano, por ejemplo, se diseñaban viviendas y baños termales con grandes ventanales orientados al sur para optimizar la captación de radiación solar en invierno. Estos usos reflejan el interés por el aprovechamiento de la energía solar, marcando el comienzo para el posterior desarrollo de la tecnología solar fotovoltaica.

El origen de la energía solar fotovoltaica data de 1839, cuando el físico francés Alexandre Edmond Becquerel descubrió el efecto fotovoltaico, es decir, la capacidad de ciertos

materiales para generar electricidad cuando se exponen a la luz solar. Becquerel halló el efecto fotovoltaico mientras experimentaba con una pila electrolítica (colocó una lámina de cloruro de plata en una solución ácida y mientras estaba conectada a electrodos de platino sumergidos, la iluminó). Observó que, al exponer ciertos materiales a la luz, se generaba una corriente eléctrica.

El siguiente gran acontecimiento en la historia de la energía solar fotovoltaica ocurrió en 1883, cuando el inventor americano Charles Fritts desarrolló la primera célula solar utilizando selenio como semiconductor y con una capa delgada de oro. Sin embargo, debido a su baja eficiencia (solo un 1%) y alto coste, limitó mucho su aplicación práctica, restringiéndose a usos como sensores de luz en cámaras fotográficas.

En 1948, el científico norteamericano Russell Ohl patentó la primera célula solar de silicio, un material que se convertiría en el modelo a seguir de la industria fotovoltaica. Sin embargo, fue en el año 1953 cuando los Laboratorios Bell desarrollaron la primera célula solar realmente eficiente, también basada en el silicio. Hay que destacar que fabricó accidentalmente una célula fotovoltaica en silicio dopado con impurezas. Estas células lograron convertir el 6% de la luz solar en electricidad, lo cual marcaba una diferencia considerable con respecto a los modelos anteriores.

Esta mejora en la eficiencia incrementó las aplicaciones prácticas de las células solares, comenzando por la industria espacial. Los primeros satélites alimentados por energía solar se enviaron al espacio en la década de los 50, con el satélite estadounidense Vanguard I como un pionero en este campo.



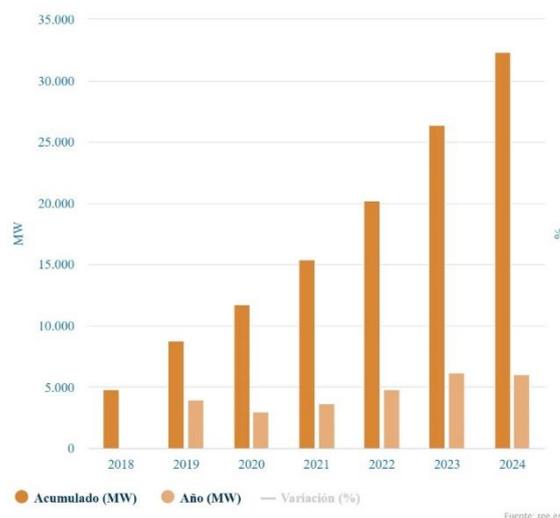
Fuente: Wikipedia

Ilustración 2. Satélite Vanguard I

A raíz de la crisis del petróleo en los años 70, a pesar de su alto coste, la energía fotovoltaica comenzó a utilizarse en aplicaciones como la iluminación de boyas marinas, faros y telecomunicaciones. En la década de los 80, se implementó en países en desarrollo como alternativa más económica a la expansión de redes eléctricas. Desde los años 90 hasta la actualidad, la energía solar ha experimentado un crecimiento exponencial, con el desarrollo de huertos solares y una amplia diversificación de aplicaciones en distintos sectores.

1.1.5. SITUACIÓN ACTUAL Y FUTURA DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN ESPAÑA.

La energía solar fotovoltaica continúa siendo la tecnología con mayor crecimiento en España, alcanzando una potencia instalada de 32.350 MW al cierre de 2024. Este valor supone un incremento del 22,8 % con respecto a 2023, afianzando su papel clave en el mix energético nacional. A finales de año, la fotovoltaica representaba el 25,1 % del total de la capacidad instalada en España.

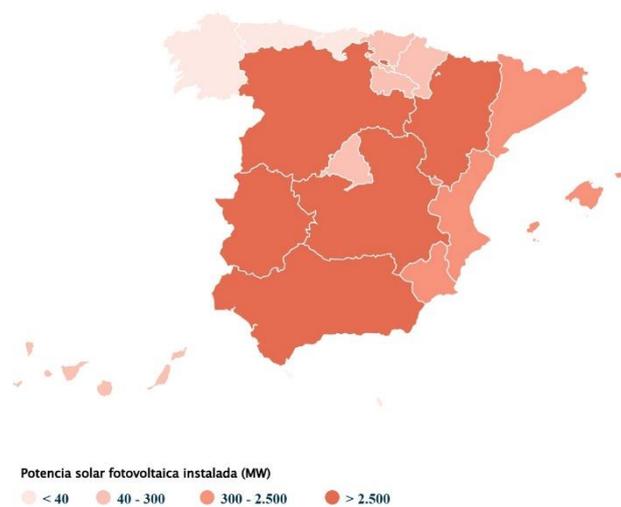


Fuente: ree.es

Ilustración 3. Evolución anual de potencia fotovoltaica instalada.

El crecimiento de la energía solar fotovoltaica se debe a una combinación de factores climáticos, económicos, tecnológicos y normativos. España cuenta con una de las mayores radiaciones solares de Europa, lo que permite una generación de electricidad eficiente. Además, la continua reducción en los costes de los paneles solares y la mejora en su rendimiento han facilitado su expansión. Por otro lado, a nivel normativo, la implementación de subvenciones y ayudas europeas han incentivado tanto la instalación a gran escala como el autoconsumo residencial. Por último, la creciente necesidad de descarbonización y transición energética, junto con la independencia energética, ha impulsado el desarrollo de esta fuente renovable, convirtiéndola como la tecnología de mayor crecimiento en el país.

A nivel autonómico, Andalucía y Extremadura han liderado la expansión de esta tecnología, cada una con un 24,3 % de la capacidad instalada, seguidas de Castilla-La Mancha, que supera el 22 %. Sin embargo, las comunidades del norte de España presentan una presencia significativamente menor de esta tecnología, situándose por debajo del 0,5 % del total nacional.



Fuente: ree.es

Ilustración 4. Potencia fotovoltaica instalada

La energía solar fotovoltaica ha adquirido una representación destacada en la estructura energética de algunas regiones. En Extremadura, representa el 59,8 % de la potencia instalada, mientras que en Castilla-La Mancha supone más del 46 % y en Andalucía, el 37,8 %. Por su parte, Murcia y Aragón también han impulsado esta fuente de energía, representando el 31,1 % y el 22,9 % de su capacidad total instalada, respectivamente.

1.1.6. SOFTWARES A UTILIZAR

Para el desarrollo del presente proyecto, con objeto de justificar los cálculos realizados, así como las soluciones adoptadas, se detallan las diferentes herramientas informáticas, especificando su función y relevancia en cada fase del trabajo.

1.1.6.1. PVGIS

PVGIS (Sistema de Información Geográfica Fotovoltaica, por sus siglas en inglés) es un sistema de información geográfica desarrollado por el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea. Su principal función es proporcionar estimaciones de la producción de energía solar fotovoltaica a partir de datos climáticos y de radiación solar. Emplea bases de datos de irradiancia satelital y terrestre para calcular el rendimiento energético de instalaciones fotovoltaicas en cualquier ubicación del mundo, permitiendo analizar el potencial solar con precisión.

En nuestro caso utilizaremos esta herramienta para obtener datos clave como la irradiancia, y la producción energética estimada, lo que nos ayudará en la planificación y diseño de nuestro sistema fotovoltaico.

1.1.6.2. CE3X

CE3X es un software utilizado en España para la certificación energética de edificios, tanto existentes como de nueva construcción. Forma parte de los procedimientos reconocidos por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, permitiendo evaluar la eficiencia energética de una vivienda mediante un análisis simplificado. CE3X se basa en un modelo de cálculo que compara la demanda y el consumo energético de un edificio con una referencia estándar, asignándole una calificación energética que va desde la letra A (más eficiente) hasta la G (menos eficiente). Su principal función es la obtención del certificado de eficiencia energética obligatorio en compraventas y alquileres de inmuebles, así como en mejoras de eficiencia energética. Además, CE3X propone soluciones que optimicen y mejoren el consumo energético, reduciendo costes y emisiones de CO₂.

En referencia al proyecto actual, vamos a utilizar CE3X para certificar la mejora de la eficiencia energética de la vivienda tras instalar el sistema solar fotovoltaico.

1.1.6.3. Excel

Excel es una herramienta de hoja de cálculo desarrollada por Microsoft que permite organizar y analizar datos de manera eficiente. Gracias a sus funciones, fórmulas y capacidad para generar gráficos, se utiliza en ámbitos como la contabilidad, la ingeniería, la estadística y la administración. Una de sus principales aplicaciones es la gestión y análisis de datos, lo que lo convierte en un instrumento básico para realizar cálculos complejos, presupuestos, proyecciones o simulaciones técnicas.

En este caso, utilizaremos Excel para calcular los consumos eléctricos de la vivienda a partir de las distintas facturas eléctricas disponibles. Esto nos permitirá estimar con mayor precisión las necesidades energéticas del hogar y, en función de estos datos, dimensionar adecuadamente la instalación fotovoltaica necesaria para cubrir dicha demanda. Además,

emplearemos Excel para realizar el presupuesto completo de la instalación, ya que esta herramienta facilita la organización de los costes, permitiendo así una planificación financiera más clara y detallada del proyecto.

1.1.6.4. AutoCAD

AutoCAD es un software de diseño asistido por ordenador (CAD, por sus siglas en inglés) desarrollado por Autodesk. Se emplea en la creación, edición y visualización de dibujos y modelos en 2D y 3D con precisión. Se trata de un instrumento muy útil en disciplinas como arquitectura, ingeniería, diseño y construcción, posibilitando a los profesionales a elaborar planos técnicos y documentación gráfica con gran nivel de detalle.

AutoCAD nos servirá para la elaboración de los distintos planos de ubicación, distribución y detalle, así como para la representación de esquemas unifilares, permitiendo un diseño preciso y claro de las instalaciones.

1.2. MARCO TEÓRICO

1.2.1. CONCEPTOS CLAVE

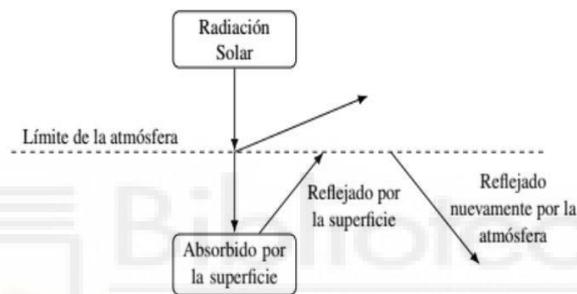
A continuación, se detallan una serie de nociones básicas para comprender de manera completa el estudio energético y fotovoltaico que se van a realizar, objeto del presente proyecto.

- Fuente de energía

Se entiende por fuente de energía, todos aquellos recursos existentes en la naturaleza de los cuales, la humanidad puede extraer energía que aprovecha para sus actividades. En el caso de la energía solar fotovoltaica, la fuente de energía es el Sol.

- Efecto invernadero

Se trata de una consecuencia originada principalmente por el CO₂. La atmósfera deja pasar las radiaciones solares en su mayor parte. La radiación solar calienta la superficie terrestre y esta disipa el calor en ondas infrarrojas, las cuales, no pueden salir en su totalidad debido a la presencia de estos gases en la atmósfera. Al aumentar las emisiones de dióxido de carbono, el filtro de la atmósfera se hace más denso dejando más calor en la superficie terrestre. La consecuencia principal es el aumento de la temperatura.



Fuente: Apuntes asignatura FV

Ilustración 5. Efecto Invernadero

- Célula solar

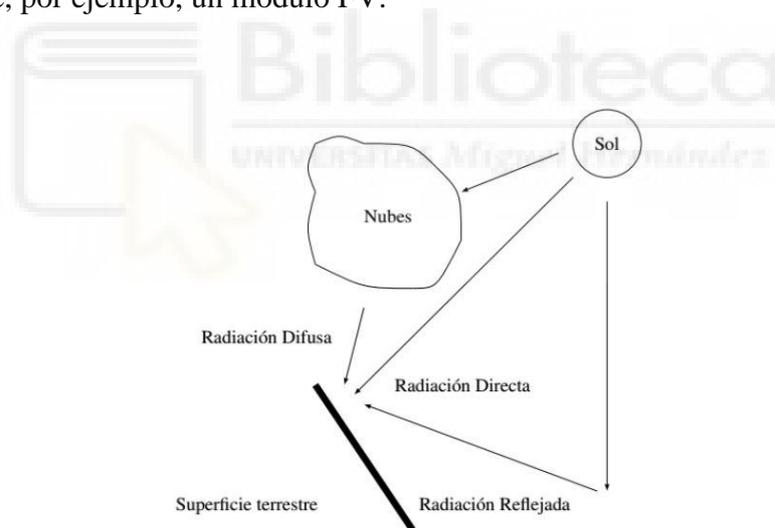
Una célula solar es un dispositivo formado por materiales semiconductores que permite la conversión directa de la energía solar en electricidad mediante el efecto fotovoltaico. Cuando varias células solares se conectan entre sí, forman un módulo fotovoltaico, capaz de generar mayor potencia eléctrica.

- Radiación

La radiación solar es la energía despedida por el Sol en forma de ondas electromagnéticas. Esta energía se puede aprovechar para generar calor y electricidad. En función del camino que recorra hasta llegar al módulo fotovoltaico distinguimos tres tipos:

- **Radiación Directa:** Es la radiación solar que llega en línea recta desde el Sol al módulo, sin haber sido desviada por partículas o nubes.
- **Radiación Difusa:** Es la radiación que ha sido dispersada por las partículas de la atmósfera (polvo, vapor de agua, nubes, etc.) y llega al módulo desde distintas direcciones.
- **Radiación Reflejada:** Es la radiación que rebota en superficies cercanas (como el suelo, paredes, nieve, agua) y llega al módulo.

La radiación global es la suma de estos tres tipos y representa la energía total disponible, por ejemplo, un módulo FV.



Fuente: Apuntes asignatura FV

Ilustración 6. Tipos de Radiación

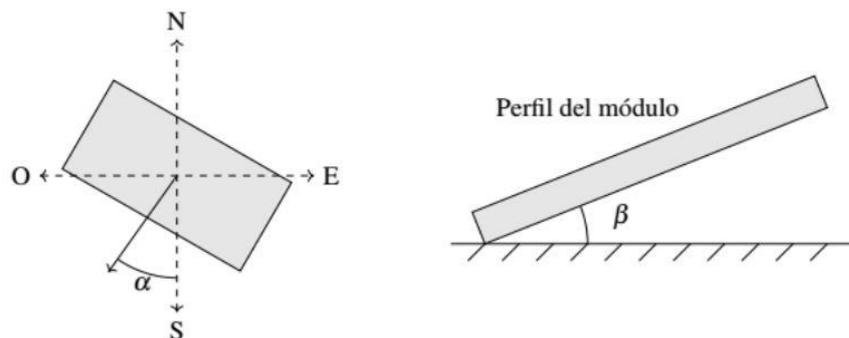
- Irradiancia / Irradiación

La energía generada por el Sol llega a la Tierra en forma de radiación electromagnética. Para medir la potencia y la energía se define:

- Irradiancia: Potencia de origen solar por unidad de área incidente sobre una superficie. Se mide en kW/m².
- Irradiación: Energía de origen solar por unidad de área incidente sobre una superficie. Se mide en kWh/m².
- Azimut / Inclinación

La posición de un módulo fotovoltaico se determina mediante dos coordenadas: el azimut y la inclinación.

- Azimut (α): Representado por el ángulo α , se define como el ángulo formado por la proyección del módulo sobre el plano horizontal con respecto a la dirección sur.
- Inclinación (β): Se define como el ángulo formado por la superficie del módulo fotovoltaico y el plano horizontal.



Fuente: Apuntes asignatura FV

Ilustración 7. Ángulos de azimut e inclinación

- Latitud / Longitud

Para situar un punto sobre la superficie terrestre se utilizan las coordenadas geográficas: Latitud y Longitud. Las coordenadas se expresan en grados sexagesimales con respecto al ecuador y al meridiano de Greenwich.

- Latitud: La latitud es la distancia angular medida desde el ecuador hasta el punto deseado. Se expresa en grados sexagesimales.
- Longitud: La longitud es la distancia angular medida desde el meridiano de Greenwich hasta el punto deseado

- Electrón

Un electrón es una partícula subatómica que tiene carga negativa. Se encuentra en el átomo y se mueve orbitando alrededor del núcleo. En el caso de las células solares, los electrones son los responsables de generar electricidad.

- Fotón

Un fotón es la partícula básica de la luz, portadora de energía electromagnética. Su energía está relacionada con la frecuencia de la radiación y es la responsable de liberar electrones en los materiales semiconductores al incidir sobre ellos.

- Enlace Covalente

Un enlace covalente es un tipo de unión química que se forma cuando dos átomos comparten uno o más pares de electrones para alcanzar una configuración electrónica más estable, similar a la de los gases nobles.

- Zona de Deplexión

La zona de deplexión (o zona de carga de espacio) es la región que se forma en una unión pn donde no hay portadores libres de carga debido a la recombinación inicial

de electrones y huecos. En esta zona quedan iones fijos cargados que generan un campo eléctrico interno, el cual es clave para separar los portadores generados por la luz y permitir la generación de corriente en una célula solar.

1.2.1. FUNCIONAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE LA CÉLULA SOLAR

Tal y como hemos comentado anteriormente (en el apartado 1.2.1), la célula solar es un dispositivo que transforma la energía procedente del Sol en electricidad. Para ello utiliza lo que denominamos el efecto fotovoltaico.

A continuación, detallamos los distintos procesos (físicos, químicos,...) que tienen lugar en la célula solar, con el objetivo de comprender, los fenómenos que ocurren en las células solares actuales.

A modo de resumen, lo desarrollamos más detalladamente en los apartados posteriores, diremos que el proceso de conversión de energía proveniente del sol (irradiación) a energía eléctrica que se lleva a cabo en las células solares consta de dos etapas.

En primer lugar, la luz solar incide sobre un material semiconductor, normalmente silicio, que absorbe los fotones. Si estos tienen una energía igual o superior a la banda prohibida (band gap, E_g), excitan electrones desde la banda de valencia a la banda de conducción, generando así pares electrón-hueco.

La segunda etapa del proceso, estas cargas se separan y conducen hacia el exterior gracias a una unión pn, formada al combinar silicio dopado tipo n (con impurezas como el fósforo, que aportan electrones libres) y tipo p (con impurezas como el boro, que generan huecos). Al unirse ambas regiones, se forma una zona de depleción, libre de portadores, donde aparece un campo eléctrico interno que impide la recombinación y facilita la separación de cargas. Esta separación permite que los electrones lleguen a los contactos

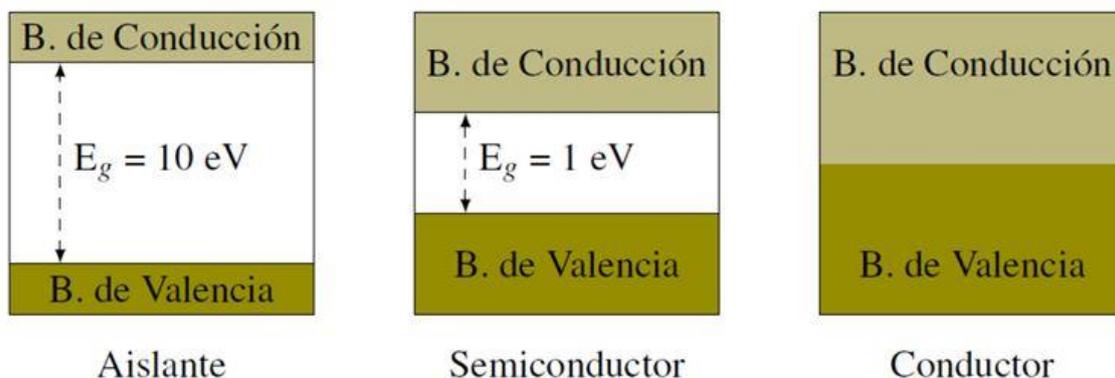
metálicos, desde donde pueden circular por un circuito externo, generando una corriente eléctrica continua.

1.2.1.1. Silicio (Si)

Los átomos tienen niveles de energía discretos cuando están aislados unos de otros, pero cuando los átomos de cualquier material se encuentran muy próximos, en un sólido macroscópico, cada nivel se divide en un número muy grande de niveles energéticos llamados banda.

Las bandas de energía, llamadas también bandas permitidas, se encuentran separadas unas de otras por brechas, denominadas bandas prohibidas (E_g), hacen referencia a la cantidad mínima de energía necesaria para que un electrón salte desde la banda de valencia a la banda de conducción. El ancho de estas bandas dependerá del tipo de átomo y el tipo de enlace en el sólido.

Concretamente en el Silicio, que se trata de un material semiconductor con enlaces covalentes, la banda prohibida es de 1,11 eV. Los eV son una unidad común para medir energía a escala atómica.

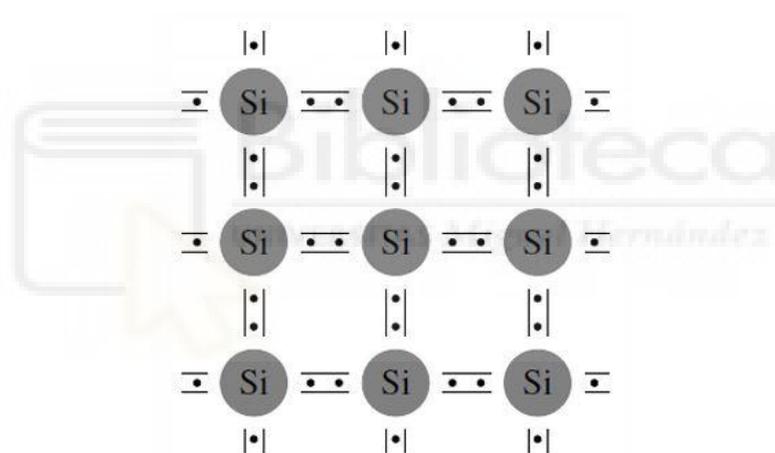


Fuente: Apuntes asignatura FV

Ilustración 8. Energía de banda prohibida

El silicio (Si) está formado por átomos que se organizan en una estructura ordenada, creando una red cristalina donde cada átomo se encuentra rodeado por un total de 8 electrones. En los semiconductores, estos electrones forman parte de enlaces covalentes, es decir, cada átomo comparte un electrón con otros para estabilizar su estructura. De esta manera, cada átomo de silicio establece 4 enlaces covalentes con los átomos vecinos, compartiendo en conjunto 8 electrones entre ellos.

Esta distribución permite que el material tenga propiedades semiconductoras idóneas para la fabricación de dispositivos electrónicos, ya que facilita el control del flujo de electrones. Gracias a esta estructura, el silicio se convierte en la base de la mayoría de componentes fotovoltaicos y circuitos integrados utilizados actualmente.



Fuente: Apuntes asignatura FV

Ilustración 9. Estructura atómica del silicio.

Cuando se añade energía a un semiconductor, los electrones pueden adquirir la suficiente energía como para saltar desde la banda de valencia a la banda de conducción (superando la banda prohibida). En su estado puro, elementos como el silicio y el germanio no tienden ni a ceder ni a aceptar electrones en su capa más externa, por lo que, a temperatura de 0 K (cero absoluto), se comportan como aislantes.

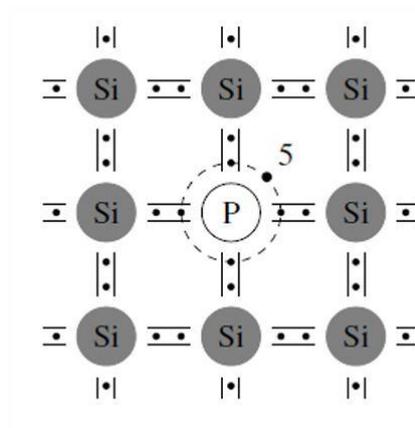
Sin embargo, al aumentar la temperatura, los átomos comienzan a vibrar y esto facilita la liberación de algunos electrones dentro del sólido, generando tanto electrones libres como huecos (estados vacíos en la red). Estos electrones (e^-) y huecos (h^+) se crean en igual número. Su movimiento es aleatorio, por lo que no pueden ser aprovechados directamente para generar una corriente útil en un circuito externo.

Si se quisiera forzar su movimiento mediante un campo eléctrico externo, la energía necesaria para hacerlo sería mayor que la energía obtenida. Por ello, una solución más eficaz consiste en dopar el semiconductor, es decir, introducir impurezas controladas para modificar sus propiedades eléctricas y facilitar la generación y control del flujo de portadores de carga.

1.2.1.2. Semiconductor extrínseco tipo N

Se añaden impurezas en el silicio que tienen la capacidad de ceder electrones. Estas impurezas están formadas por átomos con cinco electrones en su capa de valencia, es decir, uno más que los cuatro del silicio. Un ejemplo común es el fósforo (P). Al introducirse en la red cristalina del silicio, estos átomos comparten cuatro de sus cinco electrones con los átomos vecinos de silicio, formando enlaces covalentes. El quinto electrón queda libre, disponible para conducir electricidad.

Aunque el átomo de fósforo pierde un electrón, su carga positiva (ion P^+) permanece fija dentro de la estructura del cristal. Esta configuración da lugar a un semiconductor de tipo N, donde la densidad de electrones libres es mayor que la de huecos. Por lo tanto, el portador mayoritario de carga en este tipo de material es el electrón.

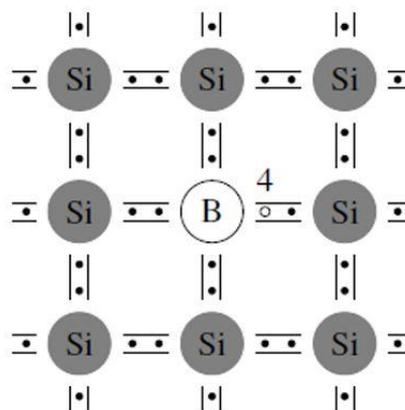


Fuente: Apuntes asignatura FV

Ilustración 10. Semiconductor extrínseco tipo N.

1.2.1.3. Semiconductor extrínseco tipo P

A través de un proceso controlado, se introducen impurezas con deficiencia de electrones, como el boro, cuyos átomos poseen tres electrones de valencia, uno menos que el silicio. Al incorporarse en la red cristalina del silicio, estos átomos forman solo tres enlaces covalentes, dejando un hueco (h^+), es decir, una vacante donde faltaría un electrón. La carga negativa del ion de boro (B^-) permanece fija en la estructura. Este tipo de dopado da lugar a un semiconductor tipo P, en el que los huecos son más abundantes que los electrones, siendo estos (los huecos) los portadores mayoritarios de carga.



Fuente: Apuntes asignatura FV

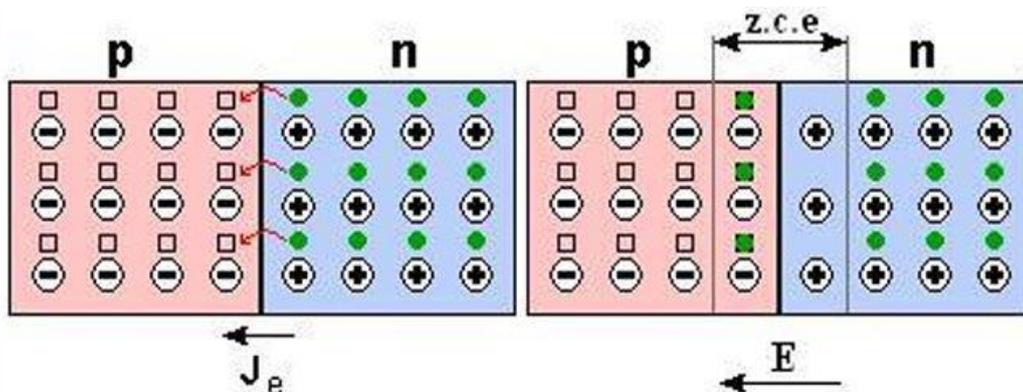
Ilustración 10. Semiconductor extrínseco tipo P.

1.2.1.4. Unión pn

Cuando se forma una unión pn, los iones (grupo de átomos con carga eléctrica) fijos que quedan tras la difusión inicial de electrones y huecos, generan un campo eléctrico interno que va desde la región tipo N hacia la tipo P. Este campo eléctrico crea una zona de carga de espacio (también llamada zona de deplexión) donde no existen portadores libres.

En esta zona, el campo actúa arrastrando electrones desde el lado P hacia el N, y huecos en sentido contrario. Sin embargo, este movimiento es contrarrestado por la difusión natural de portadores en sentido opuesto. Cuando ambos efectos se equilibran, se alcanza un estado de equilibrio en el que la corriente resultante es nula, y aparece una barrera de potencial que impide el libre paso de portadores.

Para que circule corriente, este equilibrio debe romperse. Al aplicar una diferencia de potencial externa adecuada (polarizada en directa, de una batería o una fuente de voltaje), la barrera de potencial disminuye y permite que los portadores se muevan, generando así una corriente aprovechable.



Fuente: Apuntes asignatura FV

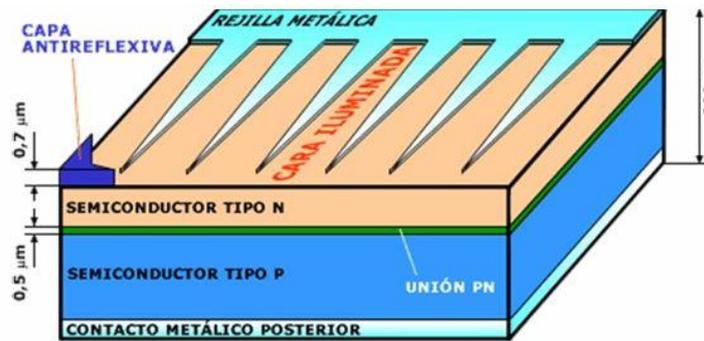
Ilustración 11. Unión PN

La unión pn se utiliza en dispositivos como diodos y transistores, permitiendo controlar el flujo de corriente. En energía solar, es clave para la generación de electricidad en células fotovoltaicas.

1.2.1.5. Estructura célula solar

La estructura de una célula solar se compone principalmente de silicio, el material semiconductor más utilizado debido a sus propiedades para generar electricidad. Además, la unión pn, previamente mencionada, también forma parte esencial de la estructura, ya que es la que permite la separación de cargas y la generación de corriente eléctrica. A continuación, se describen otras capas y componentes de la célula solar.

- Capa antirreflexiva: Capa esencial para minimizar las pérdidas de luz que se reflejan en la superficie de la célula. Está diseñada para permitir que la mayor cantidad de luz posible entre en el material semiconductor, mejorando la eficiencia del proceso de conversión de energía solar.
- Malla de metalización: generalmente tiene una forma de peine, es responsable de recoger los electrones generados por la interacción de la luz con el semiconductor. Aunque su diseño puede variar, debe garantizar que la electricidad fluya correctamente sin crear una resistencia elevada que limite la eficiencia de la célula. Además, esta malla permite que pase la mayor cantidad de luz posible sin bloquearla.
- Contacto metálico posterior: Los contactos eléctricos son cruciales para conectar la célula solar a un circuito externo y permitir que la corriente eléctrica fluya hacia donde se necesite.



Fuente: Apuntes asignatura FV

Ilustración 12. Estructura célula solar

1.2.1.6. Curvas características de la célula solar

Las curvas características de una célula solar son gráficas que sirven para comprender el rendimiento de la célula solar en diferentes condiciones de operación. Las distintas curvas de una célula fotovoltaica representan pares de valores de tensión, intensidad y potencia en los que puede encontrarse funcionando la célula. Estas curvas proporcionan información clave sobre la eficiencia de la célula solar, destacando distintos parámetros. Conocer estas curvas es esencial para optimizar el diseño y el rendimiento de los sistemas fotovoltaicos.

Podemos encontrar curvas I-V (Corriente VS Voltaje) y curvas P-V (Potencia VS Voltaje). Ambas curvas están estrechamente relacionadas y se derivan una de la otra, pero la curva I-V describe la variación de corriente con la tensión, mientras que la curva P-V muestra cómo varía la potencia con la tensión, ayudando a identificar el punto donde la célula solar genera la máxima potencia. En todas ellas encontramos los siguientes parámetros característicos:

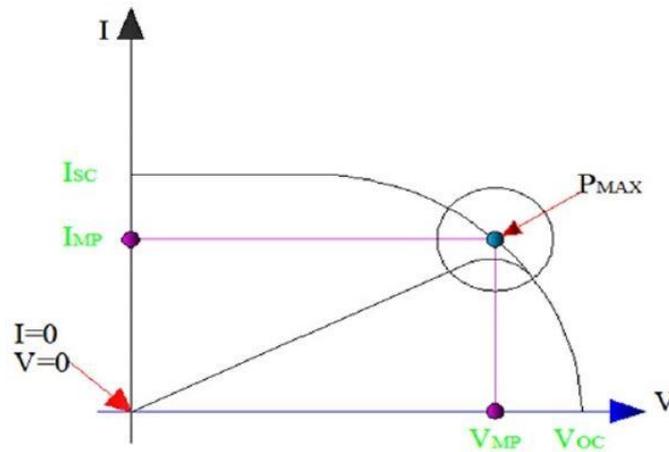
- Tensión de circuito abierto (V_{OC}): Es el valor máximo de tensión que puede alcanzar la célula cuando no existe carga conectada a sus terminales, es decir, cuando la corriente es nula.

- Corriente de cortocircuito (I_{SC}): Corresponde al valor máximo de corriente que puede suministrar la célula solar cuando los terminales se encuentran en cortocircuito, es decir, cuando la tensión entre ellos es cero.
- Potencia máxima o punto de máxima potencia (P_{MP}): El punto de máxima potencia (MPP, por sus siglas en inglés: Maximum Power Point) es el punto de la curva I–V en el cual el producto de la corriente y la tensión alcanza su valor máximo. Este punto representa el régimen de operación óptimo para extraer la mayor cantidad posible de energía eléctrica de la célula. Se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$P_{MP} = V_{MP} \times I_{MP}$$

- Intensidad pico o máxima (I_{MP}): Es la intensidad que corresponde con el punto de máxima potencia (P_{MP}). Se cumple que $I_{MP} < I_{SC}$.
- Tensión pico o máxima (V_{MP}): Es la tensión que corresponde con el punto de máxima potencia. Se cumple que $V_{MP} < V_{OC}$.
- Factor de forma (FF): Es un parámetro adimensional que proporciona una medida del rendimiento de la célula solar en términos de forma de su curva I–V. Se define como el cociente de potencia máxima que se puede entregar a una carga entre el producto de la tensión de circuito abierto y la intensidad de cortocircuito.

$$FF = P_{MP} / (I_{SC} \times V_{OC}) \\ = (I_{MP} \times V_{MP}) / (I_{SC} \times V_{OC})$$



Fuente: Grupo Elektra

Ilustración 13. Parámetros característicos de la célula solar y las curvas P-V e I-V

1.2.1.7. Condiciones estándar de medida (STC)

Es importante destacar que los parámetros característicos de las células solares se obtienen bajo unas condiciones controladas y estandarizadas conocidas como condiciones estándar de medida o STC (Standard Test Conditions). Estas condiciones permiten conocer el comportamiento eléctrico de las células solares de forma uniforme en laboratorio, lo que garantiza que los valores de potencia, eficiencia, tensión y corriente puedan compararse de manera fiable entre diferentes fabricantes y tecnologías. De este modo, las STC sirven como referencia para interpretar correctamente el rendimiento nominal de una célula o módulo solar.

Las condiciones estándar de prueba (STC) son las siguientes:

- Irradiancia solar (G); $G = 1000 \text{ W/m}^2$

Corresponde a una irradiancia típica del mediodía solar en un día despejado. Tal y como hemos visto anteriormente, representa la potencia de origen solar por unidad de área incidente sobre una superficie.

- Se asume Incidencia normal

Se acepta que la radiación solar incide de forma perpendicular (normal) a la superficie de la célula o módulo fotovoltaico. Esto asegura que la irradiancia efectiva sobre la superficie sea máxima y uniforme.

Esto es importante porque si la radiación incidiera en un ángulo oblicuo, la irradiancia efectiva disminuiría debido a la proyección del área y también cambiaría el espectro recibido, lo cual alteraría los resultados de los parámetros eléctricos medidos.

- Temperatura de la célula (T_c); $T_c = 25^\circ\text{C}$

Es la temperatura uniforme supuesta de la célula fotovoltaica. Se trata de una temperatura de referencia, aunque en condiciones reales de operación las células suelen calentarse mucho más.

- Distribución espectral de la radiación incidente (AM); $AM = 1,5$

El parámetro AM, o Air Mass (masa de aire), describe la cantidad de atmósfera que la luz solar debe atravesar antes de llegar a la superficie terrestre. Se utiliza para caracterizar el espectro solar que incide sobre los módulos fotovoltaicos.

Este valor es representativo de condiciones típicas en latitudes medias. El espectro AM1.5 es una referencia estandarizada que simula la distribución espectral de la luz solar en estas condiciones.

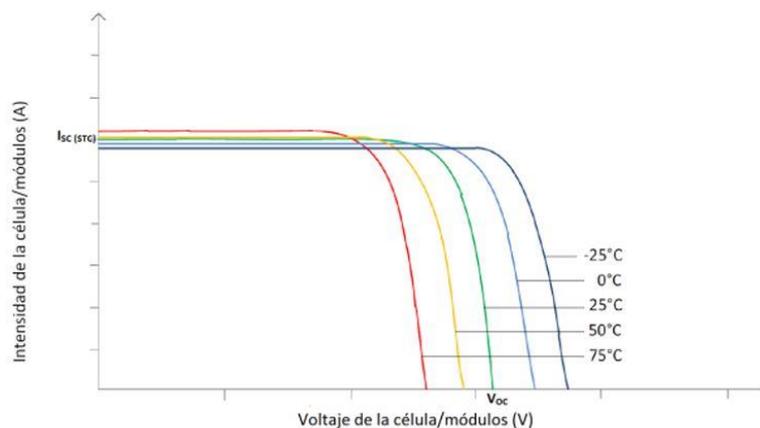
Es importante remarcar que las condiciones estándar de medida (STC) **no reflejan las condiciones reales de operación** de un módulo solar en el campo. En la práctica, los módulos trabajan a temperaturas superiores a 25°C y bajo niveles de irradiancia variables.

1.2.2. INFLUENCIA DE FACTORES EXTERNOS EN LA CÉLULA SOLAR

El rendimiento de una célula solar no depende únicamente de sus propiedades internas, sino también de factores externos como la temperatura y la irradiancia solar, que afectan directamente en su comportamiento eléctrico. Analizar estos efectos es importante para un diseño y dimensionamiento adecuados de los sistemas fotovoltaicos en condiciones reales.

1.2.2.1. Efectos de la temperatura

La temperatura tiene un impacto notable sobre el comportamiento eléctrico de las células solares, especialmente en la tensión de salida. Cuando la temperatura de la célula solar aumenta, su rendimiento disminuye. Esto se debe a que la tensión que puede generar se reduce, lo que provoca una menor potencia eléctrica. Aunque la corriente aumenta ligeramente con la temperatura (se considera constante a efectos prácticos), no compensa la pérdida de tensión, por lo que el efecto global es negativo para la eficiencia del panel.



Fuente: Apuntes asignatura FV

Ilustración 14. Efecto de la temperatura en la célula solar

Para el cálculo de la temperatura de la célula en condiciones reales de operación, se utiliza la siguiente expresión:

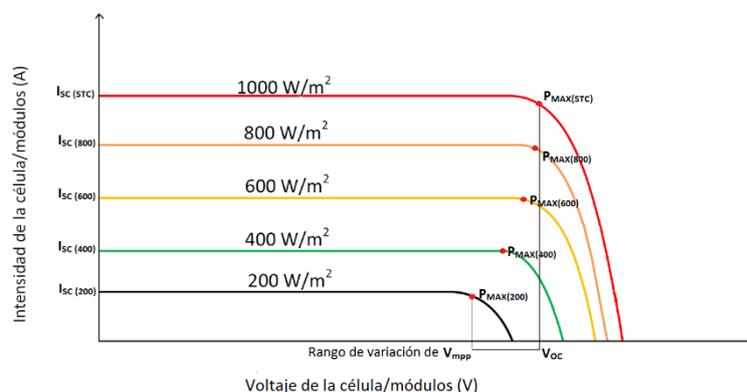
$$T_c = T_{amb} + G \times (T_{ONC} - 20)/800$$

Siendo:

- T_c , la temperatura real de trabajo de la célula (en °C)
- T_{amb} , la temperatura ambiente (en °C)
- G , irradiancia (en W/m^2)
- T_{ONC} , temperatura de operación nominal de la célula ($45^\circ C$)

1.2.2.2. Efectos de la irradiancia solar

La intensidad de la luz solar, (irradiancia) influye directamente en la generación de corriente eléctrica en la célula fotovoltaica. En general, un aumento en la irradiancia provoca un incremento proporcional en la corriente de cortocircuito (I_{sc}), ya que una mayor cantidad de fotones incide sobre el material semiconductor, generando más pares electrón-hueco. La tensión de circuito abierto (V_{oc}), varía muy poco, pudiéndose considerar constante a efectos prácticos. En consecuencia, la potencia máxima (P_{max}) aumenta con la irradiancia, mejorando el rendimiento del módulo.



Fuente: Ingelibre

Ilustración 15. Efecto de la irradiancia en la célula solar

Este comportamiento explica por qué los sistemas fotovoltaicos producen más energía durante las horas centrales del día, aunque también resalta la importancia de minimizar sombras y pérdidas para aprovechar al máximo la radiación disponible.

Para el cálculo de la irradiancia en condiciones reales de operación, se utiliza la siguiente expresión:

$$I_{sc} = G \times I_{sc} (stc) / 1000$$

Siendo:

- I_{sc} , I_{sc} para unas condiciones G determinadas (en A)
- $I_{sc} (stc)$, I_{sc} para unas condiciones estándar STC (en A)
- G , irradiancia (en W/m^2)

1.2.3. NORMATIVA APLICABLE

Para que la instalación de un sistema fotovoltaico en una vivienda sea legal y segura, es necesario cumplir con una serie de normativas. Estas leyes y reglamentos indican cómo debe realizarse la instalación, qué permisos se necesitan y qué ayudas o beneficios se pueden solicitar. En este apartado se recoge la normativa más importante que afecta a este proyecto, siendo las que se detallan a continuación:

- Real Decreto 244/2019

Regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

- Ley 24/2013

Reconoce el derecho al autoconsumo y establece los principios de sostenibilidad, seguridad de suministro y eficiencia.

- Real Decreto 1183/2020

Regula el acceso y conexión de instalaciones de generación (como FV) a las redes de transporte y distribución.

- Real Decreto 413/2014

Regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, cogeneración y residuos.

- Real Decreto 235/2013

El Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, regula el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios en España. Su objetivo principal es fomentar la mejora de la eficiencia energética y dar información objetiva a propietarios, compradores y arrendatarios mediante un certificado energético.

- Real Decreto 842/2002

Aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT). Destaca la ITC-BT-40 para instalaciones generadoras en Baja Tensión

- Real Decreto 1955/2000

Establece el procedimiento de autorización y conexión de instalaciones a la red. Aplica a cualquier sistema que requiera vertido a red eléctrica de distribución.

- UNE 206006:2018

Reúne los requisitos necesarios para sistemas fotovoltaicos conectados a red. Se usa como referencia técnica en auditorías y certificaciones de calidad.

- UNE-EN IEC 62109-1 y 62109-2

Estas normas citan los requerimientos de seguridad eléctrica y mecánica de los equipos de conversión de potencia para sistemas fotovoltaicos, especialmente los inversores.

- UNE-EN ISO 6946

Establece el método de cálculo de la resistencia térmica y la transmitancia térmica (U) de componentes y elementos constructivos planos formados por varias capas (como muros, cubiertas o suelos). Se utiliza para evaluar el aislamiento térmico de los cerramientos y es clave en el análisis de la eficiencia energética de los edificios.

- UNE-EN 673

Establece el método para calcular la transmitancia térmica de vidrios en condiciones normalizadas, considerando la composición del acristalamiento.

- UNE-EN ISO 10077-2 y UNE-EN ISO 10077-1

Estas normas forman el marco técnico de referencia internacional para determinar la transmitancia térmica (U) de ventanas y puertas, tal como se exige en el CTE (DB-HE1 y HE0) para justificar la eficiencia energética de los huecos.

- UNE-EN IEC 62446-1 y 62446-2

Establecen los requisitos para la puesta en marcha, verificación inicial, inspección periódica, mantenimiento y documentación técnica de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red.

- UNE-EN 1991-1-4:2007

Es una norma europea que establece los criterios y métodos para calcular las acciones del viento sobre estructuras. Define cómo determinar la velocidad del viento según la zona, cómo calcular la presión que ejerce sobre diferentes formas y alturas, y cómo aplicar coeficientes de presión en función de la geometría de la estructura y las condiciones locales.

- UNE-HD 60364-7-712

La UNE-HD 60364-7-712 es una norma que establece los requisitos específicos de diseño, selección y montaje de los componentes eléctricos en instalaciones fotovoltaicas de baja tensión, con el fin de garantizar la seguridad de las personas y de la instalación.

- UNE-EN ISO 14683

Establece los valores de transmitancia térmica lineal (ψ) de los puentes térmicos lineales en edificios. Proporciona valores tabulados y métodos simplificados para estimar las pérdidas de calor a través de uniones constructivas (como encuentros de muros con forjados, contornos de huecos, esquinas, etc.), sin necesidad de realizar simulaciones complejas.

- Código Técnico de la Edificación (CTE)

El Documento Básico HE de Ahorro de Energía (DB-HE), perteneciente al Código Técnico de la Edificación (CTE), en nuestro caso es relevante ya que establece las exigencias mínimas de eficiencia energética que deben cumplir los edificios.

- Real Decreto 390/2021

Regula el procedimiento para la certificación energética de edificios. Incluyendo las viviendas unifamiliares, siendo este el caso que nos ocupa.

Es importante citar que las normas UNE **no son de obligado cumplimiento**, salvo que alguna ley o real decreto, lo cite expresamente.

1.2.4. DOCUMENTACIÓN PARA LEGALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Según lo establecido en el Real Decreto 244/2019, para la correcta legalización de una instalación fotovoltaica de autoconsumo en una vivienda unifamiliar de potencia ≤ 10 kW (tal y como veremos en el apartado 2.1.4, será una potencia de 3,85 kW), se requieren dos trámites esenciales. Son los siguientes:

- DROME
- Registro en GVA

1.2.4.1. Declaración responsable de obra menor (DROME)

Se trata de un trámite administrativo que permite al dueño de la instalación fotovoltaica iniciar la obra sin necesidad de obtener una licencia de obra mayor. A través de este documento, el instalador asume la responsabilidad de que la instalación cumple con las normativas urbanísticas y técnicas vigentes. La declaración responsable se presenta ante el Departamento de Urbanismo, y, una vez registrada, permite que la instalación comience sin que el Ayuntamiento emita una autorización explícita (existe la posibilidad de que el Ayuntamiento requiera cierta documentación adicional). Podemos ver la DROME para instalación de placas solares en Aspe, en el ANEXO I.

En el caso concreto de la localidad de Aspe y para el proyecto que nos ocupa, a parte de la propia declaración responsable también solicitan documentación como:

- Justificante del pago la tasa correspondiente
- Justificante pago (ICIO)
- Nota simple
- Proyecto técnico (suscrito por técnico competente)

1.2.4.2. Registro en la Generalitat Valenciana (GVA)

El alta en la Generalitat Valenciana (GVA) es un procedimiento necesario para inscribir la instalación fotovoltaica en el registro autonómico de autoconsumo. Básicamente su función es poner en conocimiento de las autoridades competentes, la puesta en marcha de la instalación fotovoltaica, así como si fuera necesaria alguna modificación de la misma. Este trámite se realiza telemáticamente en la página de GVA (Código GVA:18168) aportando dos documentos:

- Memoria Técnica de Diseño (MTDAC)

Es la Memoria Técnica de Diseño que describe las características técnicas de la instalación de autoconsumo. Incluye aspectos tan importantes como las características del inversor o de los paneles solares.

- Comunicación de Instalaciones de Generación Eléctrica (COMUBTAC)

Es el formulario utilizado para comunicar la puesta en servicio, modificación, cambio de titularidad o baja de una instalación de autoconsumo.

La GVA gestionará la inscripción en el Registro Administrativo de Autoconsumo y, si es necesario, emitirá una validación de la instalación para proceder con su conexión a la red. Ambos documentos se pueden observar en el ANEXO I.

1.2.5. DEDUCCIONES FISCALES

Actualmente, tanto a nivel nacional, como en la Comunidad Valenciana, existen ciertos beneficios fiscales tanto en el Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas (IRPF) como en el Impuesto sobre Bienes Inmuebles (IBI) debido a la instalación de sistemas de autoconsumo energético. A continuación, se detallan las deducciones y bonificaciones disponibles, para el caso concreto que nos ocupa.

1.2.5.1. Impuesto Bienes Inmuebles (IBI)

Según la ORDENANZA FISCAL REGULADORA SOBRE EL IMPUESTO DE BIENES INMUEBLES, publicada el 17 de febrero de 2022. En aplicación del artículo 74.5 del R.D.L. 2/2004, de 5 de marzo, “tendrán derecho a una bonificación del 50 por 100 en la cuota íntegra del impuesto aquellos sujetos pasivos titulares de bienes inmuebles destinados a viviendas en las que se hayan instalado sistemas para el aprovechamiento eléctrico de la energía proveniente del sol para autoconsumo, con una potencia mínima de 3 KW”.

Es decir, las viviendas en las que se instalen sistemas fotovoltaicos en Aspe, dispondrán de una bonificación en el IBI del 50% durante los 5 periodos impositivos siguientes. Para ello tendrá que instalarse una potencia mínima de 3 kW y aportar la siguiente documentación:

- Factura de compra y justificante de pago
- Fotografía de las placas, así como de su instalación
- Instrumento administrativo de legalización de urbanismo

1.2.5.2. Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas (IRPF)

Cabe destacar que para obtener la ventaja fiscal relativa al Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas (IRPF) existen dos tramos diferenciados:

- Tramo autonómico (Comunidad Valenciana)

Según la ley 13/1997 de la Generalitat Valenciana, artículo 4, con el objetivo de fomentar el autoconsumo energético y el uso de energías renovables, se puede optar a una deducción del 40% (20% en caso de segunda residencia) sobre una base máxima anual de 8000 €, cumpliendo los siguientes requisitos:

- Instalación situada en la Comunidad Valenciana
- No estar destinada, la vivienda, a actividades económicas
- Instalación realizada por instalador habilitado
- Solicitud certificación del IVACE.

El IVACE (Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial) es un organismo público de la Generalitat Valenciana que promueve la innovación, la eficiencia energética y el uso de energías renovables. En el ámbito del IRPF, el IVACE emite un certificado que acredita las inversiones en autoconsumo energético, requisito indispensable para acceder a la deducción autonómica por instalación de placas solares.

- Tramo Estatal

Según el Real Decreto ley 19/2021 del 5 de octubre (actualmente derogado y sustituido por la ley 10/2022), se podrá obtener un beneficio fiscal en el IRPF a nivel estatal, como resultado de fomentar la rehabilitación energética de viviendas, incluyendo la instalación de paneles solares, siempre y cuando quede certificada o demostrada la mejora en la eficiencia energética. Será necesario cumplir los siguientes requisitos:

- Certificado de eficiencia energética previo a la instalación
- Certificado de eficiencia energética posterior a la instalación
- Justificantes y facturas de pago de la inversión realizada

Las deducciones varían en función de la reducción del consumo de energía primaria no renovable de la que disponga la vivienda ó de la reducción de la demanda de calefacción y refrigeración. Para una mayor comprensión se muestra la siguiente tabla:

| Tipo de Deducción | % Deducción | Base máxima anual | Requisitos técnicos | Ámbito de aplicación |
|--|-------------|---------------------------------------|--|------------------------------|
| Reducción de demanda de calefacción y refrigeración | 20% | 5.000 € | Reducción \geq 7% en la demanda de calefacción/refrigeración | Vivienda habitual |
| Reducción de energía primaria no renovable o mejora de letra A/B | 40% | 7.500 € | Reducción \geq 30% en el consumo de energía primaria no renovable o mejora a calificación A o B | Vivienda habitual |
| Rehabilitación energética en edificios residenciales | 60% | 5.000 €/año (máx. 15.000 € en 4 años) | Reducción \geq 30% en consumo de energía primaria no renovable o calificación A o B del edificio | Edificios de uso residencial |

1.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

1.3.1. EMPLAZAMIENTO

El estudio, objeto de dicho proyecto se realizará en una vivienda unifamiliar de la localidad alicantina de Aspe, perteneciente a la Comunidad Valenciana. La vivienda se encuentra situada en la Calle Camino de Uchel, N°42. Las coordenadas del emplazamiento son las siguientes:

- **Coordenadas Geográficas:** 38,31859 ° N, -0,77139 ° W
- **Coordenadas UTM:** Zona 30N, X = 714790 m, Y = 4242050 m

La principal diferencia entre estos dos tipos de coordenadas reside principalmente en el sistema de referencia y en la forma en la que se expresan. Mientras que las coordenadas geográficas están basadas en un sistema esférico (Latitud y Longitud), las coordenadas UTM, son más precisas y están basadas en una proyección cartográfica.

A continuación, se muestran varias imágenes del emplazamiento de la vivienda, así como de la vista aérea de la misma.

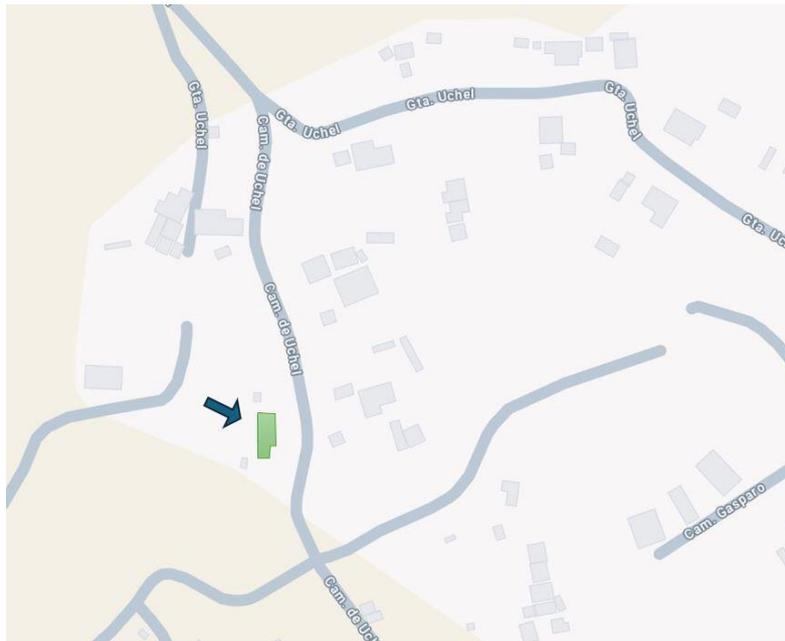


Ilustración 16. Emplazamiento de la vivienda.



Ilustración 17. Vista aérea de la instalación.



Ilustración 18. Vivienda

1.3.2. CARACTERÍSTICAS DEL TEJADO

La vivienda donde se pretende instalar la instalación fotovoltaica posee tres cubiertas diferentes. Con objeto de maximizar el rendimiento de la instalación fotovoltaica, a continuación, se presentan las diferentes características de cada una de ellas.

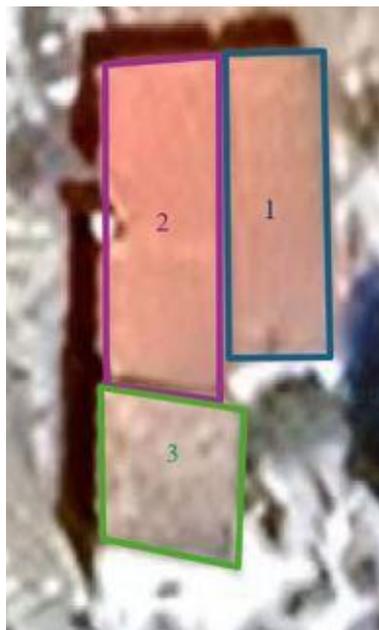


Ilustración 19. Diferentes cubiertas de la vivienda

- Cubierta 1:

Se trata de una cubierta plana de hormigón, sin inclinación. Aproximadamente 44,95 m² de superficie. Cubierta con 0° de inclinación y orientación sur (azimut = 5°)

- Cubierta 2:

Se trata de una cubierta plana de hormigón, sin inclinación. Aproximadamente 57,5 m² de superficie. En esta cubierta se encuentra la chimenea de la vivienda. . Cubierta con 0° de inclinación y orientación sur (azimut = 5°)

- Cubierta 3:

Se trata de una cubierta de teja con cierto grado de inclinación (entre 25 y 30°) orientada hacia el sureste (azimut = -40°). Aproximadamente 24,81 m² de superficie.

Se descarta la cubierta 3 para la instalación fotovoltaica debido a su orientación sureste, la cual no permite una captación solar óptima durante todo el día. Al tratarse de una cubierta inclinada, no es posible modificar su inclinación ni orientación. En cambio, las cubiertas planas permiten orientar los paneles al sur con la inclinación ideal, maximizando así la eficiencia del sistema.

1.3.3. EQUIPOS A TENER EN CUENTA

Para la realización del certificado energético de una vivienda unifamiliar, conforme al Real Decreto 390/2021, es básico identificar y caracterizar los equipos que proporcionan los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria (ACS). Estos sistemas son los que se evalúan en la calificación energética, ya que suelen ser los principales consumos energéticos de la vivienda. Su correcta descripción permite estimar con precisión la demanda y el rendimiento energético del edificio.

Es importante señalar que el consumo asociado a la bomba de la piscina será considerado en el dimensionado de la instalación fotovoltaica, dado que representa una carga eléctrica significativa durante ciertos periodos del año. No obstante, este consumo no puede incorporarse en el análisis energético de la vivienda, ya que no se contempla como

instalación regulada según lo establecido en el Real Decreto 390/2021. A continuación, se detallan los equipos existentes de calefacción, refrigeración y producción de ACS, junto con la bomba de la piscina:

1.3.3.1. Aparato de aire acondicionado

La vivienda cuenta con un único aparato de aire acondicionado (de calefacción y refrigeración) ubicado en el salón. Es de la marca LG, perteneciente al modelo LS-L1261HL, tiene una capacidad de refrigeración de 3,516 kW y una capacidad de calefacción de 3,809 kW. Tiene un consumo nominal de 1,28 kW en refrigeración y 1,15 kW en calefacción. Su uso es únicamente estacional.



Ilustración 20. Aire Acondicionado LG

Entre sus características técnicas, destaca el uso de un compresor Dual Inverter, que mejora la eficiencia energética y reduce el nivel de ruido. El equipo utiliza el refrigerante R32, conocido por su menor impacto ambiental en comparación con otros refrigerantes. Las dimensiones de la unidad interior son 837 mm de ancho, 308 mm de alto y 189 mm de fondo.

1.3.3.2. Bomba de la piscina

La bomba Gre modelo PP032 es una bomba centrífuga autoaspirante de una sola etapa diseñada específicamente para sistemas de filtración en piscinas residenciales pequeñas

y medianas, con un volumen de hasta 35 m³. Cuenta con una potencia nominal de 1/3 CV (aproximadamente 250 W), lo que le permite ofrecer un caudal máximo de 7.000 litros por hora y una altura máxima de elevación de 7,5 metros. Esta bomba funciona con una tensión monofásica de 230 V y dispone de un prefiltro incorporado que facilita la retención de impurezas, aumentando la durabilidad y eficiencia del equipo.



Ilustración 21. Bomba de piscina GRE PP032

Entre sus características técnicas destaca su compatibilidad con agua salada, soportando hasta un 50% de salinidad, lo que la hace versátil para diferentes tipos de piscinas. Además, la bomba está diseñada para operar con temperaturas máximas del agua de hasta 35 °C, garantizando un rendimiento óptimo bajo condiciones normales de uso. Su nivel de ruido es bajo, lo que contribuye a una experiencia más confortable para los usuarios. Todo ello está integrado en una carcasa de color negro, robusta y resistente para un uso prolongado y seguro.

1.3.3.3. Termo eléctrico

El termo eléctrico EAS ELECTRIC, modelo EME50L es un dispositivo diseñado exclusivamente para la producción de agua caliente sanitaria. Con una capacidad de 50 litros, es ideal para hogares pequeños. Su potencia nominal es de 1.500 W, con una presión nominal de 0,75 MPa. Además, ofrece una protección frente al agua con certificación IPX4.



Ilustración 22. Termo eléctrico EAS ELECTRIC.

Entre sus características técnicas, destaca su instalación vertical y un tanque esmaltado que mejora la durabilidad. Cuenta con un termostato regulable, control monomando, protección contra sobrepresión, apagado automático en vacío y manguito electrolítico. Sus dimensiones son aproximadamente 60 cm de alto, 45 cm de ancho y 45 cm de fondo, con un espesor de aislamiento de 20 mm.

1.3.3.4. Chimenea

La chimenea de marca BRONPI, modelo SINTRA es una estufa de leña con horno incorporado, diseñada para ofrecer calefacción eficiente. Con una potencia calorífica de 9 kW, es capaz de calentar espacios de hasta 225 m³, lo que la hace adecuada para estancias medianas. Su consumo de leña es de aproximadamente 2,5 kg/h, y ofrece un rendimiento del 77%. El horno superior, equipado con ladrillo refractario y termómetro integrado, permite cocinar aprovechando el calor generado por la combustión.



Ilustración 23. Chimenea Bronpi Sintra

Entre sus características técnicas, está fabricada en acero con acabado en pintura anticorrosiva gris antracita resistente hasta 650 °C. Las puertas son de fundición con cristal vitrocerámico que soporta temperaturas de hasta 750 °C. Incluye una parrilla de fundición extraíble para facilitar la limpieza, así como un cajón cenicero. El sistema de "Cristal Limpio" mejora la visión del fuego al evitar que el cristal se ennegrezca rápidamente. La estufa cuenta con una salida de humos de 150 mm de diámetro y puede albergar troncos de hasta 55 cm de longitud.

1.3.4. REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE

El cliente manifiesta que desea una instalación de autoconsumo que le ayude a depender menos de la red eléctrica y conseguir un ahorro considerable en su factura de la luz. Buscando siempre que la instalación sea lo más económica posible cumpliendo todos los estándares de calidad y seguridad.

Puesto que únicamente desea un ahorro en la factura actual, se diseñará un sistema fotovoltaico que busque intentar cubrir el máximo de su demanda anual, para que de este modo, el cliente note significativamente el ahorro en la factura.

1.4 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

En este apartado, se detalla cada uno de los componentes de una instalación fotovoltaica, describiendo su función y características, así como la justificación de los equipos empleados en este proyecto. Se explicará brevemente el papel de cada uno y su importancia en el correcto funcionamiento de la instalación.

1.4.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

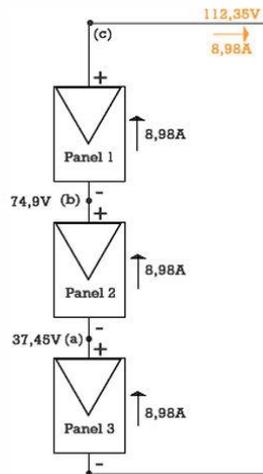
Los módulos fotovoltaicos captan la radiación solar y la convierten en electricidad mediante el efecto fotovoltaico (explicado anteriormente en el apartado 1.2.2), utilizando células solares de silicio. Estos módulos trabajan en corriente continua (CC) y, actualmente, existen paneles con potencias de hasta 600 W. Cada panel está compuesto por 60, 72, 96 ó 144 células solares, dependiendo del modelo. Están diseñados para hacer frente a diferentes condiciones climáticas y tienen una vida útil de 25 a 30 años.

Es importante señalar que existen dos métodos distintos para conectar los módulos fotovoltaicos y cada uno presenta características particulares:

- Conexión en serie

Cuando los módulos se conectan en serie, todos ellos comparten la misma corriente, mientras que la tensión total es la suma de las tensiones de cada uno de los módulos.

En la figura siguiente se ilustra cómo se realiza este tipo de conexión en serie, dando lugar a una rama (o string) fotovoltaica formada por varios módulos.

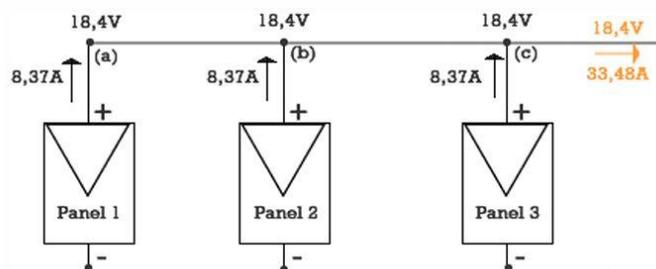


Fuente: Apuntes asignatura FV

Ilustración 24. Módulos conectados en serie.

- Conexión en paralelo

Con la asociación en paralelo de módulos la tensión total es la misma para todos ellos. En el caso de conectar varios string en paralelo, la tensión será igual a la de un string. La corriente que circula por los módulos se obtiene del producto de la corriente de un módulo por el número de módulos conectados en paralelo. En el caso de varios string, se obtendría como la suma de las corrientes de cada string.



Fuente: Apuntes asignatura FV

Ilustración 25. Módulos conectados en paralelo.

Por último, en lo referente al proyecto que nos ocupa, tras calcular la potencia necesaria para satisfacer las necesidades del cliente (apartado 2.1.4), hemos optado por elegir los módulos fotovoltaicos de la marca JA SOLAR, modelo JAM72S30-550/MR con una potencia total de 550 W. Este panel fotovoltaico destaca por una buena relación entre eficiencia, potencia y fiabilidad, lo que lo convierte en una buena opción para instalaciones residenciales. En estos módulos fotovoltaicos, destacan las siguientes características:

- Tecnología PERC monocristalina

Utiliza células monocristalinas PERC (Passivated Emitter Rear Cell), que ofrecen una mayor eficiencia en la captación de luz y mejor comportamiento en condiciones de baja irradiancia, optimizando la producción energética diaria.

- Baja temperatura de funcionamiento

Tiene un coeficiente de temperatura de $-0,35 \text{ } \%/^{\circ}\text{C}$, lo que implica una menor pérdida de rendimiento a altas temperaturas, algo especialmente relevante en zonas cálidas como las zonas del clima mediterráneo.

- Tecnología half-cell

Las células partidas reducen la pérdida por resistencia interna y mejoran el rendimiento general del panel, especialmente en condiciones de sombreado parcial, al dividir el módulo en dos zonas eléctricamente independientes.

- Alta fiabilidad y durabilidad

El panel cuenta con certificaciones internacionales (IEC 61215, IEC 61730) y está diseñado para soportar cargas mecánicas elevadas, lo que garantiza una larga vida útil incluso en condiciones climatológicas adversas.

En definitiva, estas características hacen del JA Solar JAM72S30-550/MR un módulo robusto, eficiente y rentable, ideal para maximizar la producción energética de la instalación y asegurar su viabilidad técnica y económica a largo plazo.

1.4.2. OPTIMIZADORES DE SOMBRAS

Los optimizadores de sombras son dispositivos que se instalan en cada módulo fotovoltaico para mejorar el rendimiento del sistema cuando existen sombras sobre los módulos. Estos optimizadores posibilitan que cada panel trabaje de manera independiente, maximizando la producción de cada panel por separado. Generalmente cada optimizador se instala en la parte trasera del panel a través de unas pinzas que sirven de sujeción en el marco del propio panel.

En nuestro caso concreto, debido a las características de la cubierta de la vivienda, no se considera necesario el uso de optimizadores de sombras. La superficie disponible para la instalación de los módulos fotovoltaicos no presenta obstáculos relevantes que generen sombras persistentes a lo largo del día, árboles cercanos u otros elementos arquitectónicos. Además, la orientación y la inclinación del tejado permiten una buena captación solar sin pérdidas relevantes por sombreado.

1.4.3. ESTRUCTURA

La estructura de soporte es un componente muy importante, ya que permite fijar los módulos fotovoltaicos de forma segura sobre la superficie disponible, garantizando la orientación e inclinación óptimas para maximizar la captación de radiación solar. En función del tipo de cubierta (inclinada o plana), se utilizan estructuras ancladas o lastradas, fabricadas normalmente en aluminio o acero galvanizado, materiales resistentes a la corrosión y duraderos. Además de proporcionar estabilidad mecánica frente a viento y cargas, la estructura debe adaptarse al tipo de instalación y al número de módulos a instalar. Por todo ello, destacan la siguiente tipología de estructuras:

- Estructura metálica

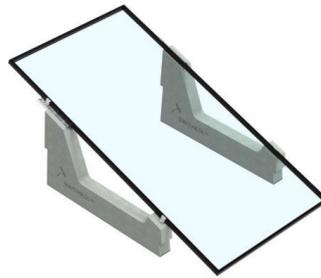
La estructura metálica anclada se fija directamente a la cubierta mediante anclajes. Ofrece gran estabilidad, es ligero y permite configurar la inclinación de los paneles según las condiciones óptimas del lugar. Requiere impermeabilizar adecuadamente los puntos de anclaje para evitar filtraciones. Desde el punto de vista económico, su coste inicial puede ser mayor, especialmente por la mano de obra asociada al anclaje, pero es una solución, recomendable si la cubierta permite perforaciones.

- Bloques de hormigón

Los bloques de hormigón no necesitan perforar la cubierta, por lo que es idóneo en cubiertas planas donde se quiere evitar dañar la cubierta. El peso del lastre garantiza la sujeción frente al viento, aunque añade una carga estructural considerable. Es una solución económica en materiales y de instalación rápida, ya que los bloques son baratos y no se necesitan anclajes. Sin embargo, hay que tener en cuenta el mayor peso total y su posible impacto sobre la cubierta de la vivienda. Por otro lado los bloques no se pueden ajustar a una inclinación determinada, por lo que el grado de inclinación dependerá de los modelos de los que disponga el fabricante.

Se opta por utilizar una estructura lastrada con bloques de hormigón como sistema de soporte para los módulos fotovoltaicos, ya que es una solución más económica en comparación con las estructuras ancladas, al reducir el coste de materiales y el de instalación. Además, este sistema permite evitar perforaciones en la cubierta, lo cual es positivo para mantener la impermeabilización existente. Los cálculos de lastre necesarios para garantizar la estabilidad frente al viento se desarrollan en el apartado 2.2.4. También hay que destacar que al utilizar bloques de hormigón, la inclinación nos la marca el fabricante (no es una estructura regulable), por lo que escogeremos los bloques del fabricante más próximos al ángulo de inclinación óptimo que nos muestra PVGIS (apartado 2.1.2), $\beta=36^\circ$

En este caso elegiremos los bloques EnnovaBloc 20°R, con un ángulo de inclinación de 20°.



Fuente: Ennova Renovables

Ilustración 26. Estructura bloques de hormigón.

1.4.4. INVERSOR

El inversor es un componente esencial en cualquier instalación fotovoltaica, ya que se encarga de transformar la corriente continua (CC) generada por los paneles solares en corriente alterna (CA), que es la utilizada por la red eléctrica y el tipo de corriente consumida en el hogar. Existen diferentes tipos de inversores, como los microinversores, que se instalan por panel y mejoran el rendimiento en casos de sombras, o los híbridos, que permiten gestionar también sistemas de almacenamiento con baterías.

Además, entre otras características técnicas, estos equipos permiten ajustar parámetros eléctricos, como la frecuencia o la tensión de salida, para adaptarse a las propiedades de la red. Los inversores incorporan también protecciones eléctricas integradas, como protección contra sobrecargas, sobretensiones, inversión de polaridad, y desconexión automática en caso de fallo, garantizando así la seguridad del sistema y de los usuarios.

Aunque en nuestro caso, (en este proyecto) no se contempla la instalación de baterías (inversor híbrido obligatorio), sí se instalará un inversor híbrido, ya que si el cliente en un futuro decide incorporar baterías, con un inversor híbrido ya tendría la instalación debidamente adecuada, a falta de encontrar unas baterías compatibles con el inversor a instalar.

Por otro lado, tras lo contemplado en el apartado 2.1.4, en lo referente al dimensionamiento de la instalación, colocaremos el inversor de la marca SOLAX modelo X1-BOOST-4,2K-G4.

Nos hemos decidido por este modelo ya que nos permitía poner los 7 paneles en un único string sin darnos problemas con las tensiones ni intensidades (apartado 2.3). Por otro lado en cuanto a las características técnicas de este modelo, destacan las siguientes:

1.4.5. MEDIDOR

El medidor de energía, también conocido como contador bidireccional, es el dispositivo encargado de registrar la energía eléctrica que entra y sale de la vivienda cuando existe una instalación fotovoltaica conectada a red. Permite contabilizar tanto la energía consumida de la red como la energía vertida, siendo esencial para acogerse a mecanismos de compensación simplificada o venta de excedentes. Estos equipos suelen incluir protecciones internas frente a sobretensiones y manipulaciones, y están diseñados para garantizar una medición precisa y segura, en cumplimiento con la normativa de la compañía distribuidora. Además, son fundamentales para que el cliente pueda monitorizar, a través de la aplicación del inversor (en el caso de Huawei, la aplicación es Fusionsolar), los consumos eléctricos de la vivienda y el estado de funcionamiento de su planta fotovoltaica en tiempo real.

En nuestro caso concreto, como el inversor que hemos elegido es un inversor SOLAX, modelo X1-BOOST-4,2K-G4, el medidor compatible con ese inversor es el “Chint DDSU666”, ya que la vivienda es monofásica y con este nos sería suficiente.



Fuente: SolaxPower

Ilustración 27. Medidor monofásico Huawei.

Una de las características de este dispositivo es que mide de manera directa, es decir, la corriente eléctrica circula a través del propio medidor sin necesidad de utilizar pinzas amperimétricas o transformadores de corriente (CTs). Esto simplifica la instalación y lo hace especialmente adecuado para sistemas residenciales o pequeñas instalaciones donde la corriente no supera los 80 amperios. El medidor realiza la lectura directamente desde los conductores conectados a sus terminales, lo que permite una medición precisa del consumo y la generación de energía. El cable RS485 (incluido con el medidor) sirve para establecer una comunicación digital entre el medidor y el inversor fotovoltaico. De este modo, ambos dispositivos pueden intercambiar datos en tiempo real.

Además, destacar que el medidor deberá ir colocado entre el cuadro general de la vivienda y la red eléctrica para que de este modo pueda leer los flujos de energía tanto si la instalación está vertiendo a red, como si está consumiendo de la red.

1.4.6. PROTECCIONES

Las protecciones en una instalación fotovoltaica son esenciales para garantizar la seguridad tanto del sistema como de las personas que interactúan con él. Estas protecciones son básicas para evitar daños por fallos eléctricos, sobrecargas o

cortocircuitos. Debemos implementar protecciones tanto en corriente alterna (CA) como en corriente continua (CC).

1.4.6.1. Protecciones en Corriente Continua

Cabe destacar que para una instalación fotovoltaica, para el tramo específico de corriente continua (de los paneles al inversor) son frecuentes las protecciones frente a sobretensiones y cortocircuitos. En continua destacan las siguientes protecciones:

- Fusibles (con sus respectivos portafusibles)

Los fusibles son dispositivos de protección que interrumpen el circuito cuando la corriente supera un valor determinado, evitando daños por cortocircuito en los módulos. Se instalan en portafusibles diseñados para corriente continua, que facilitan su reemplazo seguro y rápido, además de garantizar un buen aislamiento eléctrico.

- Seccionador

El seccionador es un interruptor manual que permite aislar la instalación en corriente continua para mantenimiento. Debe ser específico para corriente continua, con capacidad de corte adecuada y resistencia a la formación de arcos eléctricos, facilitando la desconexión física del circuito fotovoltaico.

- Sobretensiones transitorias

Este dispositivo (generalmente un descargador de sobretensión o DPS) protege la instalación frente a picos de tensión momentáneos causados por rayos o maniobras en la red eléctrica. Su función es desviar estas sobretensiones a tierra, evitando daños en los módulos, inversor y cableado, aumentando la durabilidad y seguridad del sistema.

En relación con lo expuesto en el apartado 2.4.3.1 (cálculo de las protecciones de continua), debido a que el inversor elegido ya cuenta con protección frente a

sobretensiones transitorias (tipo II) y además dispone de un seccionador manual para poder maniobrar en el campo fotovoltaico con total tranquilidad. Únicamente se han tenido que dimensionar los fusibles (apartado 2.4.3.1).

En nuestro caso, la elección del fusible gPV modelo ZR-Vcc de 25 A se fundamenta en su capacidad para proteger eficazmente los circuitos de corriente continua de la instalación fotovoltaica, su respuesta rápida ante fallos y su cumplimiento normativo, asegurando así el sistema y la seguridad de los usuarios.



Ilustración 28. Fusible gPV, modelo ZR -Vcc de 25 A

1.4.6.1. Protecciones en Corriente Alterna

En el caso de las protecciones en corriente alterna, son los dispositivos que se encargan de la seguridad que va desde el inversor hasta el cuadro general de mando y protección (CGMP). Entre las protecciones más comunes en alterna, destacan las siguientes:

- Interruptor Magnetotérmico

El interruptor magnetotérmico es una de las protecciones fundamentales en la parte de corriente alterna de una instalación fotovoltaica. Su función principal es proteger los conductores y receptores frente a dos tipos de fallos eléctricos: sobrecargas prolongadas y cortocircuitos instantáneos.

- Interruptor diferencial

El interruptor diferencial es un dispositivo destinado a proteger a las personas frente a contactos indirectos, detectando fugas de corriente a tierra superiores a un umbral determinado (típicamente 30 mA). En una instalación, se instala en el circuito de salida de alterna del inversor, aguas abajo del magnetotérmico, y debe ser tipo A o tipo B si el inversor puede generar componentes de corriente continua en la fuga.

- Protección contra sobretensiones transitorias

Los dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS tipo 2 en AC) protegen la instalación frente a picos de tensión transitorios provocados por descargas atmosféricas cercanas o conmutaciones en la red. En la parte de alterna del sistema fotovoltaico, se ubican en el cuadro de protecciones del inversor o en el cuadro general de distribución, antes del diferencial.

Teniendo en cuenta lo que se expone en el apartado 2.4.3.2 (cálculo de protecciones en corriente alterna) procedemos a justificar la protección empleada en alterna para nuestra instalación.

La elección del magnetotérmico Schneider Electric A9F04232 de 32 A y curva B se justifica por su adecuación a circuitos de consumo de media potencia, y su fiabilidad como dispositivo de protección. Es especialmente apropiado para tramos donde se desee una protección más sensible frente a sobreintensidades, minimizando riesgos para equipos delicados.

Por otra parte, se ha elegido el diferencial Schneider A9R61240 porque es tipo A, lo que lo hace más sensible y adecuado para instalaciones fotovoltaicas, ya que detecta fugas tanto de corriente alterna como pulsante continua, que pueden generarse en inversores.

Su sensibilidad de 30 mA protege eficazmente a las personas frente a contactos indirectos, y su intensidad nominal de 40 A lo hace adecuado para los consumos previstos.

Por último, se ha optado por el protector contra sobretensiones Schneider iPRD 40R-AC porque es un dispositivo tipo II, ideal para proteger instalaciones fotovoltaicas conectadas a red frente a sobretensiones transitorias, como las causadas por maniobras en la red o descargas indirectas. Su capacidad de descarga de 40 kA le permite desviar picos de tensión hacia tierra, evitando daños en el inversor.

1.4.7. CABLEADO

La función del cableado eléctrico en una instalación fotovoltaica es transportar la energía eléctrica de forma segura desde el punto inicial (los paneles solares) hasta un determinado punto final.

El cableado, es una parte esencial de la instalación fotovoltaica, ya que es básico un correcto dimensionamiento para prevenir posibles problemas (calentamientos, pérdidas, cortocircuitos, etc...). Todo el cableado en nuestra instalación deberá cumplir con lo descrito en las ITCs correspondientes.

Cabe destacar que en nuestra instalación existen dos tipos diferenciados de cableado, en función del tipo de energía que transportan, a continuación se detallan estos dos tipos de cableado y la justificación del modelo de cable empleado para cada uno de ellos.

1.4.7.1. Cableado en Corriente Continua

Para el tramo de la instalación de corriente continua, tal y como se ha comentado en el apartado 2.4.1.1 (cálculo de la sección del cableado en continua), debido a la normativa

vigente sólo se admite una caída máxima de un 1,5%. En base a ello en el apartado anteriormente citado se ha calculado la sección necesaria para nuestra instalación.

Tras realizar los cálculos oportunos (apartado 2.4.1.1), se ha determinado que la sección para el tramo de cableado en continua de nuestra instalación es 4 mm². El cable elegido para nuestra instalación es el cable de Prysmian modelo H1Z2Z2-K, se ha optado por esta tipología, ya que está especialmente diseñado para instalaciones fotovoltaicas, cumpliendo con la norma UNE-EN 50618, exigida por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT). Este cable es libre de halógenos, resistente a los rayos UV, al ozono y a la intemperie, por lo que es ideal tanto para uso interior como exterior. Se adjunta la ficha técnica en el anexo II.

1.4.7.2. Cableado en Corriente Alterna

Para el tramo de la instalación de corriente alterna, tal y como se ha comentado en el apartado 2.4.1.2 (cálculo de la sección del cableado en alterna), debido a la normativa vigente se recomienda (por parte del IDAE y el REBT) una caída máxima de un 1%. En base a ello en el apartado anteriormente citado se ha calculado la sección necesaria para nuestra instalación.

Tras realizar los cálculos oportunos, se ha determinado que la sección para el tramo de cableado en alterna de nuestra instalación es 4 mm². El cable elegido para nuestra instalación es el cable de la marca Prysmian modelo H07RN-F, debido a su alta flexibilidad y resistencia mecánica. Es un cable con aislamiento y cubierta de goma, resistente al agua, aceites, rayos UV y temperaturas extremas. Cumple con la normativa UNE-EN 50525-2-21.

Destacar que la ficha técnica del conductor se encuentra en el anexo II.

1.4.8. PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra es un elemento indispensable en cualquier instalación eléctrica, incluida la fotovoltaica, ya que garantiza la seguridad de las personas y de los equipos. Su principal función es derivar a tierra cualquier corriente de fuga, evitando tensiones peligrosas en las partes metálicas y reduciendo el riesgo de descargas eléctricas. Además, mejora el funcionamiento de las protecciones diferenciales y contribuye a disipar sobretensiones transitorias, como las provocadas por rayos.

Tal y como se comenta en el apartado 2.4.2 (Cálculo de la sección del cableado de puesta a tierra) no será necesaria una tierra específica para nuestra instalación, ya que tanto la tierra de los paneles como la del inversor se deben conectar a la instalación de puesta a tierra ya existente en la vivienda, debida a la normativa vigente.

De acuerdo a lo que establece la ITC BT 18 el conductor de tierra (tal y como se especifica en el apartado 2.4.2) será de sección 6 mm^2 . El conductor elegido se trata del conductor de la marca Prysmian, modelo H07V-R, he optado por él debido a que cumple con las exigencias del REBT para instalaciones de baja tensión. Este cable, de cobre clase 2 y aislamiento de PVC, ofrece buena conductividad eléctrica y resistencia mecánica suficiente para canalizaciones protegidas.

1.5. CARACTERIZACIÓN DE LA SITUACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL

A continuación, desarrollaremos el software que vamos a utilizar para realizar los certificados energéticos (ambos). Para ello se ha realizado una visita técnica a la vivienda objeto del presente proyecto, con la finalidad de poder recopilar todos los datos necesarios para la realización de los certificados energéticos. En este apartado, mostramos todos los pasos necesarios para poder obtener la calificación energética previa a la instalación fotovoltaica.

1.5.1. SOFTWARE CE3X

Como ya se ha comentado anteriormente en el apartado 1.1.6.2, CE3X es un software para la certificación energética de edificios existentes (la finalidad es obtener la etiqueta de eficiencia energética). Es de uso público y está reconocido oficialmente por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Su funcionamiento se basa en un procedimiento de comparación con una base de datos, que permite estimar la calificación energética de una vivienda o edificio a partir de una serie de datos introducidos por el usuario: envolvente térmica, instalaciones térmicas, orientación, superficie, entre otros. A partir de esta información, el programa calcula el consumo energético y las emisiones asociadas, y propone posibles medidas de mejora para aumentar la eficiencia energética del edificio

El programa se puede descargar directamente desde la página oficial del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (<https://www.miteco.gob.es/es.html>). Para desarrollar todo lo relativo al software CE3X, me he apoyado del documento “Manual del Usuario de CE3X”.

Respecto a lo que se refiere a la entrada de datos en el programa CE3X, establece distintos niveles de introducción de datos en función de los conocimientos que dispongamos de las características térmicas de la vivienda:

- Valores por defecto

Se utilizarán en aquellos edificios (o viviendas) de los que se desconozca las características térmicas de los cerramientos y demás parámetros que afectan a la eficiencia energética. Son valores, en la mayoría de los casos, establecidos por la normativa térmica vigente.

- Valor estimado

Se deducen de un valor conocido (en la mayoría de los casos), que se definen a partir de las características del elemento, lo cual implica que son válidos para todos aquellos elementos similares o para aquellos de propiedades más favorables.

- Valor conocido

Se obtienen directamente de ensayos, catas en los cerramientos, del proyecto original o de sus reformas, de una monitorización de las instalaciones térmicas, o de cualquier otro documento, prueba o análisis que justifique el parámetro solicitado

Cabe destacar que con CE3X podemos realizar certificaciones energéticas en tres tipos de edificaciones diferentes:

- Residencial

Incluye tanto viviendas unifamiliares como viviendas en bloques. Este tipo de uso está orientado a edificios cuyo uso principal es el de residencia habitual de personas. En CE3X se analiza la envolvente térmica (muros, cubiertas, ventanas, etc.) y las instalaciones térmicas (calefacción, refrigeración y ACS), considerando patrones de uso típicos de uso residencial. Es el caso que nos ocupa en nuestro proyecto.

- Pequeño terciario

Se refiere a edificios o locales de uso no residencial (oficinas, pequeños comercios, centros educativos pequeños, etc.) que presentan una distribución y uso relativamente sencillos. Este tipo permite certificar espacios de actividad terciaria de menor superficie, facilitando la introducción de datos y el cálculo mediante un procedimiento simplificado adaptado a su uso.

- Gran terciario

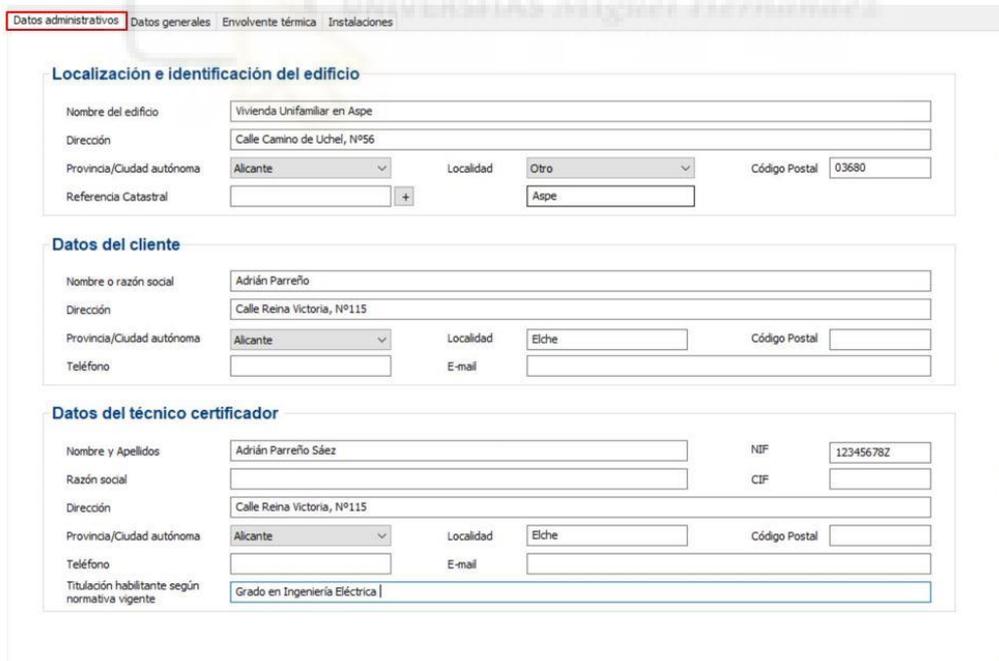
Incluye edificios de uso no residencial más complejos o de gran tamaño, como centros comerciales, hospitales, grandes oficinas, hoteles, etc. Estos requieren una mayor precisión en la introducción de datos y en la descripción de los sistemas, debido a su

complejidad y mayor consumo energético. El procedimiento también está adaptado a las particularidades del uso intensivo y continuo de estos espacios.

Cada una de estas opciones en CE3X presenta requisitos de entrada específicos, adaptados al tipo de edificio y uso que se va a certificar. Una vez seleccionada la tipología correspondiente (en nuestro caso, Residencial) distinguimos las siguientes partes diferenciadas.

1.5.1.1. Datos Administrativos

Documenta la información administrativa relativa al proyecto que no influye en el valor de la calificación. Son aquellos datos relativos a la localización del edificio o vivienda, datos del cliente que encarga la certificación o datos del certificador que asume la responsabilidad de la misma.



The image shows a screenshot of the CE3X software interface for administrative data entry. The interface is divided into three main sections: 'Localización e identificación del edificio', 'Datos del cliente', and 'Datos del técnico certificador'. Each section contains various input fields for text, dropdown menus, and checkboxes. The 'Datos administrativos' tab is selected and highlighted in red. A large 'Biblioteca' watermark is visible in the background.

| Localización e identificación del edificio | | | |
|--|------------------------------|---------------|-------|
| Nombre del edificio | Vivienda Unifamiliar en Aspe | | |
| Dirección | Calle Camino de Uchel, Nº56 | | |
| Provincia/Ciudad autónoma | Alicante | Localidad | Otro |
| Referencia Catastral | | | Aspe |
| | | Código Postal | 03680 |

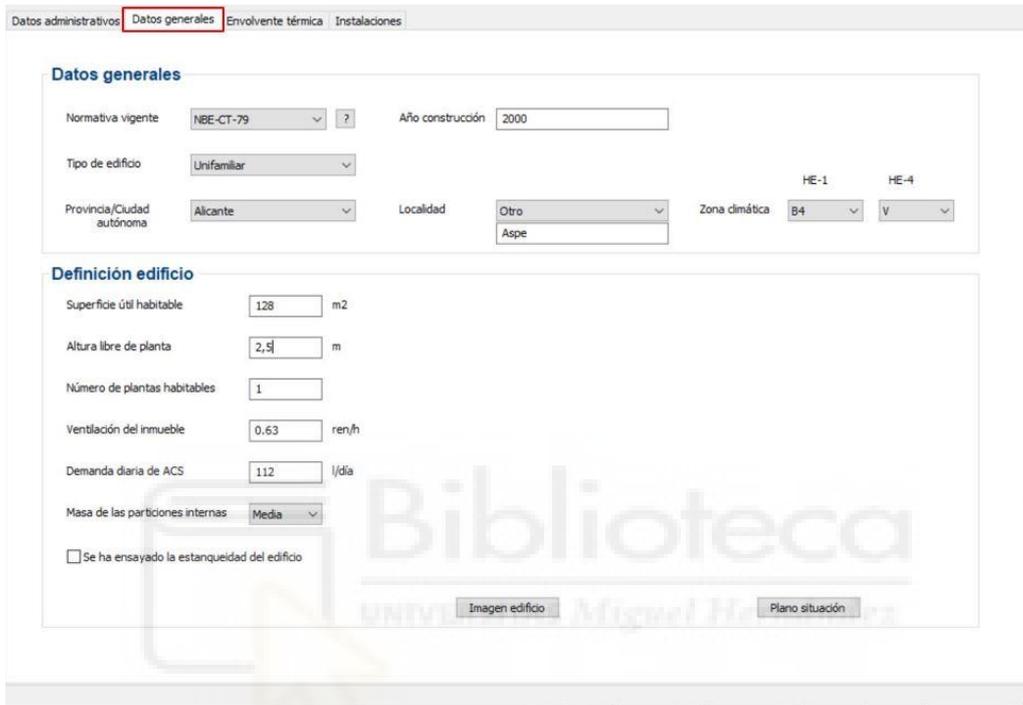
| Datos del cliente | | | |
|---------------------------|-----------------------------|---------------|-------|
| Nombre o razón social | Adrián Parreño | | |
| Dirección | Calle Reina Victoria, Nº115 | | |
| Provincia/Ciudad autónoma | Alicante | Localidad | Elche |
| Teléfono | | E-mail | |
| | | Código Postal | |

| Datos del técnico certificador | | | |
|--|-------------------------------|-----------|-----------|
| Nombre y Apellidos | Adrián Parreño Sáez | NIF | 12345678Z |
| Razón social | | CIF | |
| Dirección | Calle Reina Victoria, Nº115 | | |
| Provincia/Ciudad autónoma | Alicante | Localidad | Elche |
| Teléfono | | E-mail | |
| Titulación habilitante según normativa vigente | Grado en Ingeniería Eléctrica | | |

Ilustración 29. Datos administrativos (CE3X)

1.5.1.2. Datos Generales

Este apartado recopila la información básica y técnica necesaria para caracterizar el edificio que se va a certificar. Sirve como punto de partida, ya que establece el contexto normativo, climático, y la tipología del edificio. Los datos introducidos aquí condicionan el comportamiento térmico simulado en el resto del proyecto.



The screenshot shows the 'Datos generales' (General Data) and 'Definición edificio' (Building Definition) sections of the CE3X software interface. The 'Datos generales' section includes fields for 'Normativa vigente' (NBE-CT-79), 'Año construcción' (2000), 'Tipo de edificio' (Unifamiliar), 'Provincia/Ciudad autónoma' (Alicante), 'Localidad' (Otro, Aspe), and 'Zona climática' (B4, V). The 'Definición edificio' section includes fields for 'Superficie útil habitable' (128 m²), 'Altura libre de planta' (2,5 m), 'Número de plantas habitables' (1), 'Ventilación del inmueble' (0.63 ren/h), 'Demanda diaria de ACS' (112 l/día), and 'Masa de las particiones internas' (Media). There is also a checkbox for 'Se ha ensayado la estanqueidad del edificio' which is unchecked. At the bottom, there are buttons for 'Imagen edificio' and 'Plano situación'.

Ilustración 30. Datos generales (CE3X)

A continuación, procedemos a explicar cada uno de los datos introducidos, tal y como se muestra en la ilustración 30.

En primer lugar, tanto el año de construcción de la vivienda (año 2000) como la superficie útil habitable (128 m²), los hemos extraído de la ficha técnica de Catastro (<https://www.sedecatastro.gob.es/>). Con la referencia catastral de la vivienda, hemos entrado en el buscador de inmuebles del Catastro y hemos obtenido la ficha técnica. Destacar que también hemos confirmado la superficie útil y la altura libre de planta (2,5 metros) con la visita técnica.

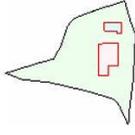
| | | | | |
|---|----------|--------|--------|---------------------------|
| Superficie construida(*) 169 m ² Año construcción 2000 | | | | |
| PARCELA CATASTRAL | | | | |
|  | | | | |
| Parcela construida sin división horizontal Localización Polígono 56 Parcela 27 HUCHEL. ASPE (ALICANTE) Superficie gráfica 1.712 m ² | | | | |
| CONSTRUCCIÓN | | | | |
| Uso principal | Escalera | Planta | Puerta | Superficie m ² |
| VIVIENDA | | 00 | 01 | 128 |

Ilustración 31. Ficha Catastro

Cabe mencionar que se entiende por normativa vigente el periodo en el cual se encuentra el año en el que se emitió el visado para la obtención de la licencia de obra de la vivienda. El software considera tres periodos diferenciados para la normativa vigente durante la época de construcción del edificio; anterior a la entrada en vigor de la NBE-CT-79 (antes de 1.981), durante la vigencia de la NBE-CT-79 (de 1981 a 2008) y a partir de la entrada en vigor del DBHE-1 del CTE (después de 2.008). La NBE-CT-79 es la Norma Básica de la Edificación: Condiciones Térmicas, publicada en 1979, y fue la primera normativa estatal española que estableció requisitos mínimos de aislamiento térmico en los edificios.

En segundo lugar, sabemos que se trata de una vivienda unifamiliar y no de un bloque de pisos, porque alberga en su interior una única unidad familiar. Del mismo modo, también conocemos su localización (tal y como hemos mencionado en el apartado 1.3.1).

El cálculo de la zona climática lo hace automáticamente tras poner la localidad. Lo que hace el software para conocer la zona climática es, conocida la ubicación y su altitud (241 metros respecto al nivel del mar, en el caso de la localidad que nos ocupa), calcula directamente tal y como pone en la normativa CTE-HE-1, basándose en la tabla a del anejo B y en el documento de apoyo DA DB-HE/1 (de Julio de 2011). Dichas tablas se muestran a continuación.

1 Zonas climáticas

- 1 La tabla a-Anejo B permite obtener la *zona climática* (Z.C.) de un emplazamiento en función de su provincia y su altitud respecto al nivel del mar (h):

Tabla a-Anejo B. Zonas climáticas

| Provincia | Altitud sobre el nivel del mar (h) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | ≤ 50 m | 51 - 100 m | 101 - 150 m | 151 - 200 m | 201 - 250 m | 251 - 300 m | 301 - 350 m | 351 - 400 m | 401 - 450 m | 451 - 500 m | 501 - 550 m | 551 - 600 m | 601 - 650 m | 651 - 700 m | 701 - 750 m | 751 - 800 m | 801 - 850 m | 851 - 900 m | 901 - 950 m | 951 - 1000 m | 1001 - 1050 m | 1051 - 1100 m | 1101 - 1150 m | 1151 - 1200 m | 1201 - 1250 m | 1251 - 1300 m |
| Albacete | C3 | | | | | D3 | | | | | E1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Alicante/Alacant | B4 | | | C3 | | | D3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Almería | A4 | B4 | | B3 | | C3 | | | D3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Araba/Alava | D1 | | | | | E1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Asturias | C1 | D1 | | | | | E1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ávila | D2 | | | | | D1 | | | E1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Badajoz | C4 | | | | C3 | | D3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Balears, Illes | B3 | | | D2 | | | D1 | | | E1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Barcelona | C2 | | | D2 | | | D1 | | | E1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bizkaia | C1 | | | D1 | | | E1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Burgos | D1 | | | | | E1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cáceres | C4 | | | | D3 | | | E1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cádiz | A3 | B3 | | C3 | | C2 | | | D2 | | | | | E1 | | | | | | | | | | | | |
| Cantabria | C1 | | | D1 | | | D3 | | | E1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Castellón/Castelló | B3 | | C3 | | | D3 | | D2 | | | E1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ceuta | B3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ciudad Real | C4 | | | | C3 | | D3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Córdoba | B4 | | C4 | | | D3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Coruña, A | C1 | | | D3 | | | D1 | | | D2 | | E1 | | | | | | | | | | | | | | |
| Cuenca | D1 | | | | | D3 | | | E1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gipuzkoa | C2 | | | D2 | | | E1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Girona | A4 | | B4 | | C4 | | | C3 | | | D3 | | | | | E1 | | | | | | | | | | |
| Granada | A4 | | B4 | | C4 | | | C3 | | | D3 | | | | | E1 | | | | | | | | | | |

Ilustración 32. Tabla a, Anejo B (DB-HE)

| ALICANTE/ALACANT | Pozo Canada | U2901 | V |
|------------------|-----------------------|-------|----|
| | Adsubia | 03001 | IV |
| | Agost | 03002 | IV |
| | Agres | 03003 | IV |
| | Aigües | 03004 | IV |
| | Albatera | 03005 | V |
| | Alcalalí | 03006 | IV |
| | Alcocer de Planes | 03007 | IV |
| | Alcolega | 03008 | IV |
| | Alcoy/Alcoi | 03009 | IV |
| | Alfafara | 03010 | IV |
| | Alfàs del Pi (I') | 03011 | IV |
| | Algorfa | 03012 | V |
| | Algueña | 03013 | V |
| | Alicante/Alacant | 03014 | V |
| | Almoradí | 03015 | V |
| | Almudaina | 03016 | IV |
| | Alqueria d'Asnar (I') | 03017 | IV |
| | Altea | 03018 | IV |
| | Aspe | 03019 | V |

Ilustración 33. Documento DA DB-HE/1

Por otro lado para el cálculo de la demanda diaria de ACS, según la GUIA TÉCNICA DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA DEL IDAE, “El consumo total diario medio de agua caliente sanitaria en viviendas se obtiene multiplicando el consumo unitario por el número de personas totales que ocupan la vivienda. Para edificios de uso residencial privado el consumo unitario será de 28 litros/día persona a 60°C”. Por lo que la demanda diaria de ACS teniendo en cuenta que en la vivienda viven 4 personas sería la siguiente:

Demanda Diaria de ACS (l/día) = Consumo Unitario (l/día) × N° de Personas

$$Demanda Diaria de ACS (l/día) = 28 \times 4 = 112$$

En lo referente a ventilación del inmueble, CE3X nos da un valor predeterminado de 0,63 renovaciones por hora, ya que nuestro caso se trata de una vivienda unifamiliar construida en el año 2000. En nuestro caso no hemos ensayado la estanqueidad de la vivienda, por lo que no marcamos esa casilla.

Masa de las particiones internas

Se puede definir la masa de las particiones internas como la propiedad que indica cuanto material tienen esas paredes (tabiques que separan estancias dentro de la vivienda, sin estar en contacto con el exterior) para absorber y almacenar calor.

Este parámetro es necesario para consideraciones de inercia térmica en las particiones interiores entre espacios habitables (que no son parte de la envolvente térmica del edificio). Se seleccionará la masa media de las particiones interiores distinguiendo entre:

- Masa Ligera: Masa inferior a 200 kg/m²
- Masa Media: Masa entre 200 y 500 kg/m²
- Masa Pesada: Masa superior a 500 kg/m²

Puesto que el cliente nos confirma que esas particiones interiores están hechas con ladrillo hueco sencillo de 7 cm de espesor, revestido con una capa de yeso por ambas caras, podemos confirmar que la masa estará en torno a unos 300 kg/m². Por tanto, en el software CE3X se seleccionará la opción de masa media para las particiones internas.

1.5.1.3. Envolvente térmica

La envolvente térmica está compuesta por todos los cerramientos que limitan entre espacios habitables y el ambiente exterior (aire, terreno, otro edificio). Esta envolvente está compuesta por distintos elementos como las fachadas, cubiertas o suelos en contacto con el terreno, así como los huecos (ventanas, puertas exteriores y lucernarios) y los puentes térmicos (zonas donde se interrumpe la continuidad del aislamiento, como pilares, encuentros de forjado o cajas de persiana).

La función principal de la envolvente térmica es limitar las pérdidas de calor en invierno y las ganancias térmicas en verano, favoreciendo así un cómodo bienestar y reduciendo la demanda energética. Una envolvente térmica bien diseñada permite disminuir el consumo de energía asociado a los sistemas de climatización y, por tanto, reduce también las emisiones de CO₂.

El programa CE3X permite definir con detalle todos los elementos que componen la envolvente térmica del edificio. Para ello, ofrece opciones para introducir las características de cada cerramiento (tipo, orientación, superficie, transmitancia térmica, etc.), detallar los huecos (seleccionando el tipo de vidrio y marco, el factor solar y la transmitancia del conjunto) y modelar los puentes térmicos mediante configuraciones predeterminadas o personalizadas. Gracias a estos datos, el software es capaz de calcular la demanda energética del edificio y determinar su calificación energética, además de permitir el análisis de diferentes propuestas de mejora.

He de mencionar que cuando se introducen valores de transmitancia térmica estimados o conocidos, no es necesario que cumplan con la normativa vigente en el momento de construcción del edificio, ya que CE3X no verifica ese cumplimiento, sino que certifica el estado actual. Esto permite reflejar posibles modificaciones o incumplimientos que hayan aumentado la transmitancia

Partiendo de la base de los datos recogidos en la visita técnica, a continuación se procede a detallar el procedimiento de introducción de los datos de la envolvente térmica de nuestra vivienda, objeto del estudio, en CE3X.

1.5.1.3.1. Cubiertas

Se entiende por cubierta la parte superior la vivienda que está expuesta al ambiente exterior y que limita térmicamente con un espacio habitable. CE3X distingue entre dos tipologías diferentes de cubiertas:

- Cubierta enterrada
- Cubierta en contacto con el aire

Para nuestro caso concreto, las tres cubiertas de las que dispone la vivienda se encuentran en contacto con el aire. Todo seguido, procedemos a introducir las cubiertas una por una en el software, completando los datos que nos solicita.

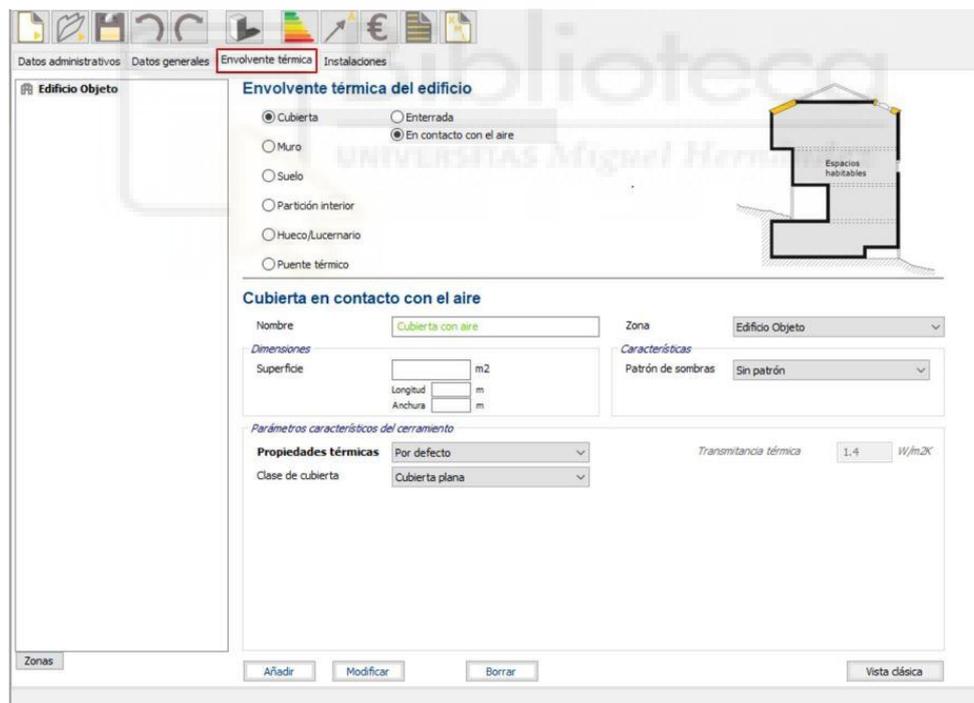


Ilustración 34. Interfaz CE3X Cubiertas

En primer lugar nos centraremos en la Cubierta 1. Completamos las dimensiones (10,7 metros de largo x 4,2 metros de ancho). Puesto que no existen grandes sombras que vayan a interferir en la cubierta, no será necesario crear un patrón de sombras.

Por último en “PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL CERRAMIENTO”, el valor de transmitancia térmica (U) se calculará en base a la información que se disponga sobre las propiedades térmicas del cerramiento, de acuerdo con la siguiente fórmula (presente en la norma UNE-EN ISO 6946, de obligado cumplimiento por el DB-HE 1):

$$U = 1/(R_{si} + \sum(\frac{e_i}{\lambda_i} + R_{se}))$$

Siendo:

- U, transmitancia térmica (en ((W/m²) x K))
- e_i, espesor de la capa i (en m)
- λ_i, conductividad térmica (en (W/(m·K)))
- R_{si}, resistencia superficial interior (en (m²·K/W))
- R_{se}, resistencia superficial exterior (en (m²·K/W))

La transmitancia térmica (U) es un valor fundamental que representa la cantidad de calor que atraviesa un elemento constructivo (como un muro, cubierta o ventana) por unidad de superficie y por grado de diferencia de temperatura entre el interior y el exterior. Se expresa en W/m²·K (vatios por metro cuadrado y por grado Kelvin). Un valor alto de U indica que el elemento permite que el calor fluya fácilmente, lo que empeora la eficiencia energética.

Cabe mencionar que la fórmula descrita anteriormente para el cálculo de la transmitancia térmica se usa indistintamente para calcular este parámetro en algunos los elementos de la envolvente térmica (cubiertas, muros, suelos, medianeras, etc..). Se puede usar para la mayoría de los elementos de la envolvente térmica, puesto que funcionan de la misma manera, transmitiendo calor por conducción a través de sus materiales, con la salvedad de que lo único que varía de unos elementos a otros es el sentido del flujo térmico (horizontal o vertical) y las resistencias superficiales R_{si} y R_{se} que pueden variar ligeramente dependiendo del tipo de elemento y de su orientación.

Para el caso de cálculo de la transmitancia térmica en huecos y el cálculo del coeficiente lineal de transmisión térmica en puentes térmicos, lo veremos en sus apartados correspondientes, ya que no se utiliza la fórmula descrita anteriormente.

Puesto que CE3X (tal y como comentamos en el apartado 1.5.1), nos da la posibilidad de elegir entre valores, por defecto, conocidos o estimados. En nuestro caso seleccionaremos valores estimados (ya que no dispongo de medios suficientes para calcular los parámetros de la fórmula mencionada anteriormente), y para que el programa nos calcule la transmitancia térmica, simplemente tendremos que introducir los siguientes datos:

- Clase de Cubierta

Donde tendremos que distinguir entre cubierta plana, cubierta inclinada, y cubierta ajardinada.

- Tipo de Forjado

Donde distinguiremos entre:

- ❖ Forjado unidireccional: compuesto por vigas paralelas que soportan cargas en una sola dirección, transmitiendo el peso a los muros o pilares.
- ❖ Forjado reticular: se caracteriza por una estructura tridimensional formada por nervios en dos direcciones que forman una malla rígida, ofreciendo gran capacidad de carga y ligereza.
- ❖ Casetones recuperables: son elementos prefabricados de plástico o metal que actúan como encofrado perdido, aligerando el forjado y mejorando el aislamiento, pero que pueden ser retirados o recuperados tras la construcción.
- ❖ Losa: es una placa maciza de hormigón que distribuye las cargas uniformemente sin vigas, ofreciendo gran rigidez y resistencia a flexión.

Para el caso concreto que nos ocupa y tras realizar la visita técnica y confirmarlo con el cliente, para las 3 cubiertas emplearemos el método de valores estimados, seleccionando el forjado unidireccional en todas ellas y únicamente modificando las dimensiones de cada una de las cubiertas y la clase de cubierta, en el caso de la cubierta 3, (cubierta inclinada). Del mismo modo no marcaremos la opción de “aislamiento térmico”, puesto que no he podido certificarlo.

Por lo que tras realizar cada una de las cubiertas y añadirlas (presionando el botón inferior izquierdo en la ilustración 35), nos quedaría por el momento en el menú de envolvente térmica, de la siguiente manera:

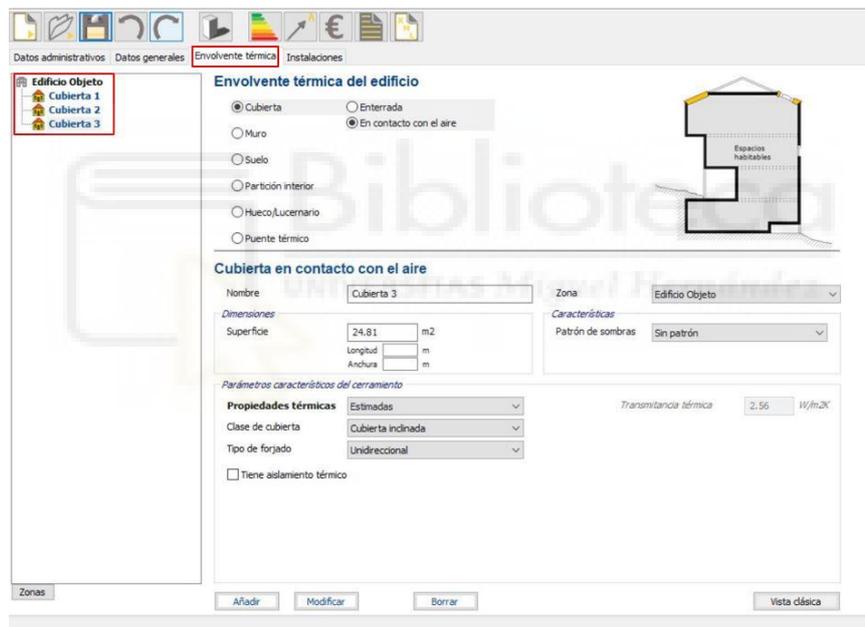


Ilustración 35. Cubiertas en CE3X introducidas.

1.5.1.3.2. Muros

En CE3X, un muro hace referencia a cualquier elemento vertical de la envolvente térmica de un edificio que separa espacios habitables del exterior o de zonas no acondicionadas (como patios, garajes o espacios en sombra). Su función principal es limitar las pérdidas o ganancias de calor a través de la fachada y, por tanto, es clave en la eficiencia energética

del edificio. Para la opción de valores estimados, CE3X clasifica los muros en tres tipos principales, según su configuración constructiva y comportamiento térmico:

- Muro en contacto con el terreno

Elemento vertical que separa el interior del edificio del suelo natural. Intercambia calor con el terreno, que suele tener una temperatura más estable que el aire exterior.

- Muro de fachada

Muro exterior que separa un espacio habitable del aire exterior. Clave en el aislamiento frente a las condiciones climáticas exteriores.

- Muro de medianería

Muro que separa la vivienda de otra unidad habitacional o local cerrado, como otra vivienda adosada. Generalmente menor transferencia térmica que una fachada, pero sigue influyendo en la demanda energética. Es el muro común entre dos viviendas adosadas.

En el caso que nos ocupa, puesto que se trata de una vivienda unifamiliar, no existen viviendas adosadas (no existen muros de medianería) y tampoco muros en contacto con el terreno, por lo que todos los muros de la vivienda se corresponden con la tipología “muro de fachada”.

Cabe destacar que parte de la cubierta 2 corresponde a un porche abierto, por lo que ese espacio no se considera parte de la envolvente térmica, al tratarse de un volumen exterior no habitable ni climatizado. No obstante, dicho porche genera sombra sobre el muro de la fachada Este, lo cual se tiene en cuenta en el modelo energético mediante la incorporación de un elemento de sombra fija. Además el porche no aporta protección térmica significativa (es abierto, sin cerramientos laterales y sin efecto amortiguador del clima exterior). Por lo que de este modo consideraremos la fachada interior del porche en contacto con el ambiente exterior. Por esta razón se modelará en CE3X como fachada y no como partición interior

A continuación, se adjunta foto del porche para mayor claridad, así como un plano de detalle donde se describen cada uno de los muros de fachada de los que dispone la vivienda.



Ilustración 36. Porche

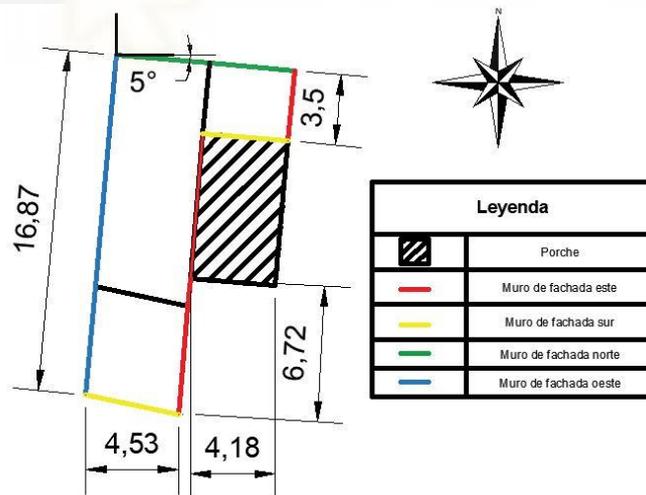


Ilustración 37. Descripción Muros de fachada

Destacar que la altura de los muros de la fachada son 3 metros, mientras que en la cubierta 3 que está inclinada, la parte baja son 3 metros, mientras que la parte más elevada corresponde con una altura de 3,65 metros.

Tal y como se aprecia en la ilustración 37, la vivienda se encuentra desplazada 5° hacia el Oeste respecto del Sur. Respecto a la orientación de las fachadas, aunque no se corresponda directamente con la realidad (desfase de 5°), consideraremos las orientaciones de la fachada de la ilustración 34, puesto que en CE3X las orientaciones permitidas son :N, S, E, O, SO, SE, NO, NE. Destacar también que para las fachadas Este y Sur que se encuentran en el interior del porche habrá que tener en cuenta la sombra que hace el porche sobre estas respectivas fachadas.

De la misma manera que para el caso de las cubiertas, asumiremos que las propiedades térmicas son estimadas, puesto que no hemos podido medir ni comprobar las propiedades térmicas reales.

Para el caso de propiedades térmicas estimadas CE3X, distingue entre los siguientes tipos de fachada:

- Doble hoja con cámara de aire

Se compone de dos hojas de fábrica (como ladrillo exterior e interior), separadas por una cámara de aire que puede incorporar aislamiento térmico. Es una solución habitual en viviendas construidas a partir de los años 80. Presenta buen comportamiento térmico si cuenta con aislamiento en la cámara.

- Una hoja

Consiste en una única hoja de material (por ejemplo, ladrillo macizo o bloque de hormigón), sin cámara de aire ni aislamiento térmico. Es típica en construcciones más antiguas y presenta una baja resistencia térmica, lo que implica una transmitancia térmica elevada.

- Fachada ventilada

Formada por un cerramiento portante interior, aislamiento térmico, una cámara de aire ventilada (con entrada y salida de aire al exterior) y un acabado exterior (como

paneles o aplacados). Este sistema mejora notablemente el comportamiento térmico, especialmente en verano, al disipar parte del calor acumulado en la fachada.

Además, en el caso de elegir la fachada de doble hoja con cámara, tendremos que dar información acerca de la cámara de aire, donde CE3X nos propone las siguientes opciones:

- No ventilada

Espacio cerrado entre hojas, sin comunicación con el exterior. El aire se mantiene estático, reduciendo la transmisión de calor por convección. Es la opción más común en fachadas convencionales con buen comportamiento térmico si se combina con aislamiento.

- Ligeramente ventilada

Presenta pequeñas aberturas que permiten una mínima circulación de aire con el exterior. Esta ventilación moderada puede reducir la acumulación de humedad, pero también disminuye ligeramente el efecto aislante del aire contenido.

- Ventilada

Dispone de aberturas inferiores y superiores que permiten una circulación continua de aire entre el interior de la cámara y el exterior. Este sistema disipa el calor acumulado en verano, pero transmite más frío en invierno, por lo que su uso debe estar acompañado de aislamiento adecuado.

- Rellena de aislamiento térmico

La cámara se encuentra completamente ocupada por material aislante (como lana mineral o espuma). Mejora significativamente la resistencia térmica del cerramiento, eliminando la convección en el interior de la cámara.

Con todo ello consideraremos que todos los muros de la vivienda (al ser todos considerados como muros de fachada), tienen las siguientes características:

Fachada de doble hoja sin aislamiento térmico

- Hoja exterior de ladrillo visto o enfoscado (tabique cerámico hueco doble de 11 cm)
- Cámara de aire sin aislamiento (de 3 a 5 cm) y no ventilada.
- Revestimiento interior (yeso o enlucido).
- Hoja interior de ladrillo hueco sencillo (tabique de 7 cm)

Aunque realmente no conocemos la composición de materiales de los muros de la vivienda, he tomado la decisión de estimar estas características debido a que suponen una representación fidedigna de las características de los muros de fachada para una construcción realizada en el año 2000, en el territorio objeto de dicho proyecto. Para estimar estas características me he basado en algunos ejemplos del manual de usuario de CE3X y en la GUÍA PRÁCTICA PARA LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES del IDAE (recoge ejemplos de muros tipo en edificios anteriores al CTE 2006).

Teniendo en cuenta todo lo comentado anteriormente, procedemos a introducir en CE3X todos los muros de fachada con las características que hemos definido anteriormente. Esto incluye su orientación, materiales y nivel de aislamiento, para representar de forma fiel cómo afectan al intercambio de calor de la vivienda. De esta manera, el modelo podrá calcular de forma precisa las pérdidas y ganancias de energía a través de estos muros, obteniendo resultados más fiables.

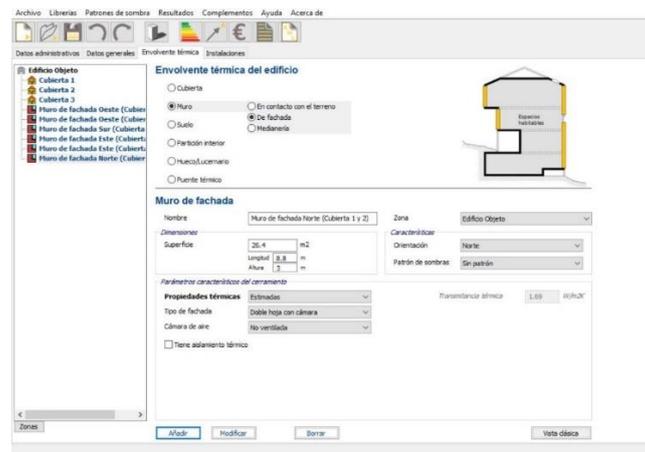


Ilustración 38. Muro de fachada Norte (cubiertas 1 y 2)

A continuación, vamos a desarrollar el procedimiento necesario para establecer el patrón de sombras del porche que afecta a los muros de la envolvente térmica con orientación Este y Sur. Crearemos dos patrones de sombras diferenciados, el que ejerce el porche sobre el muro de fachada con orientación Este y el otro el que ejerce el porche sobre el muro de fachada con orientación Sur.

Los patrones de sombra permiten determinar la influencia de la sombra proyectada sobre el edificio u superficie de estudio en función de la posición, tamaño orientación de aquellos obstáculos que las proyectan. Las propiedades que definen los obstáculos son las siguientes:

- Azimut (α)

Define el ángulo de desviación en el plano horizontal con respecto a la dirección sur.

- Elevación (β)

Define la altura de la sombra que produce el obstáculo sobre el edificio que se analiza mediante un ángulo.

Para crear estos patrones de sombras, en primer lugar entramos en el apartado “patrones de sombra” (arriba a la izquierda en la ilustración 38), luego en objetos rectangulares, ya

que nos simplifica bastante los cálculos. Para poder llevar a cabo nuestro patrón de sombras CE3X nos pide que introduzcamos los siguientes datos:

- Orientación
- Distancia mínima entre centro del obstáculo sombreado (muro de fachada) y el obstáculo (porche)

El porche que hace sombra está anclado o apoyado en la propia fachada, es decir, no hay separación horizontal entre el hueco y el inicio del obstáculo (en ambos patrones de sombra). Introduciremos 0,01m para que no nos de error en el software.

- Dimensión horizontal a la izquierda de la línea de mínima distancia

Es la longitud del porche hacia la izquierda (desde la perspectiva del observador mirando desde el muro hacia fuera) con respecto al punto donde está la distancia mínima.

- Dimensión horizontal a la derecha de la línea de mínima distancia

Es la longitud del porche hacia la derecha (desde la perspectiva del observador mirando desde el muro hacia fuera) con respecto al punto donde está la distancia mínima.

- Dimensión vertical del obstáculo medida desde la línea de mínima distancia

Generalmente se correspondería con la altura del obstáculo, pero en nuestro caso concreto, lo que genera sombra es la cubierta del porche, no el espacio vacío debajo (espacio habitable del porche) ni los pilares. CE3X lo que necesita es el punto más bajo donde empieza la obstrucción real al paso del sol. Por lo que esta distancia se corresponderá con la distancia existente desde el suelo hasta la parte inferior de la cubierta.

Teniendo en cuenta que las medidas del porche son 4,2 metros de ancho, 7,2 metros de largo y 2,5 metros de altura (con grosor de cubierta de 0,4 metros). Ya podríamos crear ambos patrones de sombras.

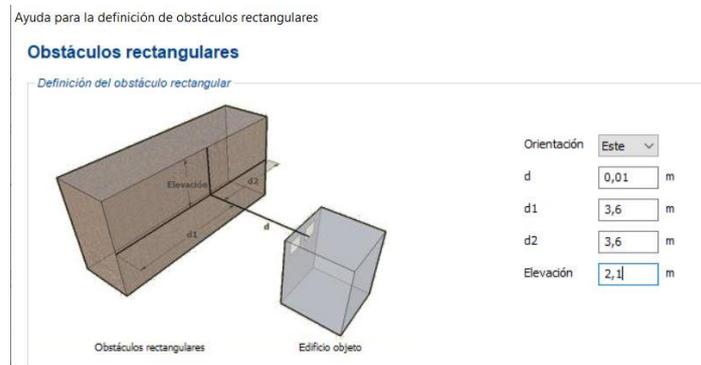


Ilustración 39. Datos patrón de sombras sobre muro con orientación Este

Con estos datos, se genera el patrón de sombras que aparece en la ilustración 39.

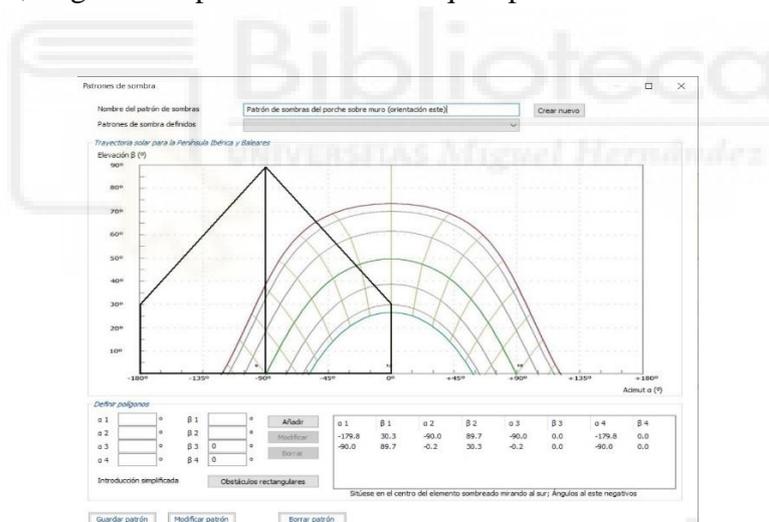


Ilustración 40. Patrón de sombras del porche sobre muro Este

A continuación, procedemos a realizar el último patrón de sombras, es decir, la sombra que hace el porche sobre el muro de fachada Sur. Lo realizamos siguiendo el proceso descrito anteriormente para los patrones de sombras con la única salvedad de que en este caso las dimensiones horizontales a la derecha y a la izquierda serán diferentes (2,1 metros y 2,1 metros, respectivamente).



Ilustración 41. Patrón de sombras muro con orientación Sur

Por último, para completar la envolvente térmica de los muros, únicamente quedaría añadir los muros de fachada afectados por la sombra del porche. El patrón de sombras que hemos creado, se añade donde se indica a continuación:

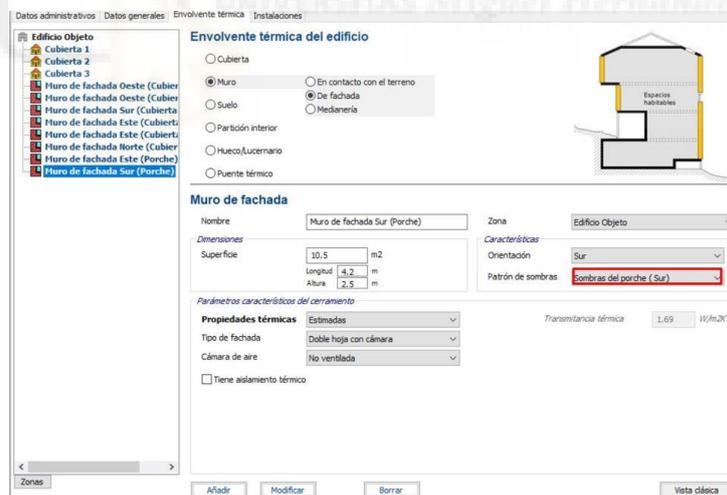


Ilustración 42. Ubicación patrón de sombras.

1.5.1.3.3. Suelo

El suelo de la envolvente térmica es aquel elemento horizontal inferior que separa el espacio habitable climatizado del terreno exterior o de un espacio no habitable (como un

sótano o garaje sin climatizar). Este suelo se define para calcular las pérdidas térmicas hacia el terreno o hacia espacios no acondicionados.

Del mismo modo que hemos comentado anteriormente, como el porche no se encuentra cerrado ni acristalado, ni tampoco climatizado, no forma parte de la envolvente térmica de la vivienda, por lo que el suelo bajo el porche tampoco se incluye en la envolvente térmica de la vivienda (al igual que en el caso de los muros de fachada).

Según su situación y las condiciones del espacio inferior, CE3X distingue principalmente dos tipos de suelo:

- En contacto con el terreno

Este tipo de suelo se da cuando la planta inferior de la vivienda (en nuestro caso solo existe una única planta) está directamente apoyada sobre el terreno natural. Se considera parte de la envolvente térmica si el espacio superior está habitado y climatizado. Las pérdidas térmicas a través de este elemento se producen por transmisión hacia el terreno.

- En contacto con el aire exterior o forjado sobre espacio no habitable

Este tipo se utiliza cuando el suelo separa un espacio habitable climatizado de un espacio inferior no acondicionado, como puede ser un garaje, un sótano sin climatizar o una cámara sanitaria ventilada. En este caso, las pérdidas térmicas se producen hacia un volumen de aire no climatizado, por lo que el comportamiento térmico del forjado será diferente al del suelo en contacto directo con el terreno.

En nuestro caso concreto, puesto que no hay una edificación con varias plantas y teniendo claro que el porche no forma parte de la envolvente térmica, el nuestro suelo está en contacto directo con el terreno.

En la situación de la envolvente térmica y más concretamente el suelo, CE3X únicamente nos deja introducir valores por defecto o estimados. Puesto que el dato que nos solicita

para poder poner propiedades térmicas estimadas (es el perímetro), lo conocemos, pondremos propiedades térmicas estimadas. Al igual que en la cubierta y en los muros de fachada.

Los datos que nos solicita el software para poder definir completamente el suelo son los siguientes:

- Dimensiones (superficie y perímetro)

Puesto que no hay que contar el suelo del porche, conociendo las medidas del porche (4,2 metros x 7,2 metros) y los metros cuadrados totales de la vivienda 128 m². Podemos afirmar que el área total de la superficie del suelo serán aproximadamente 100 m².

- Profundidad

Se refiere a la diferencia de altura entre el nivel del suelo interior y el nivel del terreno exterior adyacente al cerramiento. Consideraremos que la profundidad es inferior a 0,5 metros, ya que el porche está separado del jardín exterior por una escalera que no superan los 0,5 metros de altura.

Dado que no se ha podido verificar la existencia de aislamiento térmico en el suelo de la vivienda, se ha optado por no marcar la casilla correspondiente en el programa CE3X, evitando así asignar características térmicas no justificadas.

Una vez introducimos los datos del suelo, el software queda de la siguiente manera:

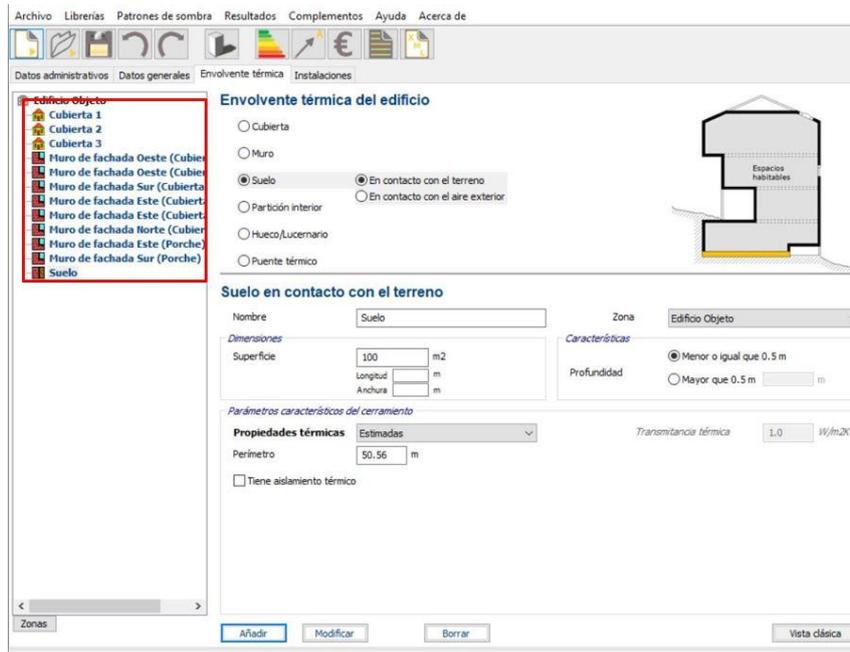


Ilustración 43. Envoltura térmica del suelo

1.5.1.3.4. Particiones Interiores

Se consideran particiones interiores aquellos cerramientos opacos (muros, techos o suelos) que separan una zona habitable climatizada de un espacio interior no climatizado. Estas particiones se incluyen en el modelo energético porque, aunque no están en contacto directo con el exterior, sí representan una vía de intercambio térmico con zonas más frías o no acondicionadas, afectando al comportamiento térmico del edificio.

Tras el análisis de la distribución de la vivienda y de los espacios climatizados, se concluye que no existen particiones interiores que deban ser consideradas en el software. Todas las estancias forman parte del mismo volumen térmico y se encuentran climatizadas, por lo que los muros que las separan no representan un intercambio térmico significativo con zonas no acondicionadas. Cabe señalar que el porche, al no ser un espacio habitable ni climatizado, se ha modelado como espacio exterior. Por tanto, el muro que lo separa de la vivienda se ha considerado como fachada, al estar en contacto con un espacio no acondicionado expuesto al ambiente exterior.

1.5.1.3.5. Hueco/Lucernario

En primer lugar, antes de empezar a desarrollar este apartado, vamos a mencionar la diferencia entre hueco y lucernario.

- Hueco

Un hueco es una abertura practicada en un cerramiento vertical (como una pared o fachada) que permite la entrada de luz natural o ventilación, y generalmente está ocupada por una ventana o puerta acristalada.

- Lucernario

Un lucernario es una abertura ubicada en un cerramiento horizontal (normalmente en la cubierta o el techo) destinada a permitir la entrada de luz natural desde arriba, y suele estar cubierta por un vidrio o material translúcido. Un ejemplo de lucernario, podría ser un tragaluz.

En nuestro caso concreto, puesto que en las cubiertas no disponemos de ninguna abertura, no dispondremos de lucernario, únicamente hablaremos de huecos (ventanas y puertas acristaladas).

Cabe destacar que los huecos (ya sean puertas o ventanas) irán asociadas a un muro de fachada, es decir, habrá que introducir el hueco en la fachada correspondiente para que el programa los relacione correctamente y tenga en cuenta que en ese cerramiento existe una abertura con sus propias características térmicas.

Por otro lado, CE3X en el caso de los huecos, solo nos deja introducir valores estimados o conocidos. En nuestro caso introduciremos valores estimados, ya que con los datos que hemos recopilado, no tendríamos todas las características térmicas del hueco que se requieren para conocer la transmitancia térmica real.

Para el cálculo fidedigno de la transmitancia térmica en huecos, en base a el Código Técnico de la Edificación (CTE) en su Documento Básico HE (Ahorro de Energía) indica que la transmitancia térmica de los huecos debe calcularse o tomarse según normas reconocidas, y la UNE-EN ISO 10077-1 es la norma oficial para ventanas y puertas (según CTE HE1 y CTE HE0). Se calcularía utilizando la siguiente expresión:

$$U_{\text{hueco}} = (U_{\text{vidrio}} \times A_{\text{vidrio}} + U_{\text{marco}} \times A_{\text{marco}}) / A_{\text{total}}$$

Siendo:

- U_{vidrio} : transmitancia térmica del vidrio ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)
- U_{marco} : transmitancia térmica del marco ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)
- A_{vidrio} : superficie de vidrio
- A_{marco} : superficie de marco
- A_{total} : superficie total del hueco
- U_{hueco} : transmitancia térmica total del hueco ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)

Cabe mencionar que para determinar U_{vidrio} y U_{marco} , el primero sale de una tabla recogida en la norma UNE-EN 673, en función del tipo de acristalamiento. El segundo también sale de una tabla procedente de la norma UNE-EN ISO 10077-2 en función del material y configuración del marco.

Para introducir los huecos en CE3X (teniendo en cuenta los datos de los que disponemos) y que queden completamente definidos, deberemos tener claro los siguientes conceptos (ya que son datos que el software nos requiere, precisamente para poder asignar un valor aproximado de U_{vidrio} y U_{marco} , en base a las normas mencionadas anteriormente):

- Dimensiones

Se introducen el alto y ancho del hueco para calcular el área total, esencial para determinar las pérdidas térmicas.

- Porcentaje de marco

Indica qué parte del hueco corresponde al marco en lugar del vidrio. Afecta directamente al valor de transmitancia térmica ya que el marco suele ser peor aislante que el vidrio.

- Permeabilidad del hueco

Define la capacidad del hueco para dejar pasar aire no deseado (infiltraciones). Se selecciona según clase (1 a 4) siguiendo la norma UNE-EN 12207; a mayor clase, menor infiltración. En CE3X únicamente distingue entre poco estanco y estanco.

- Absortividad del marco

Porcentaje de radiación solar absorbida por el marco. Influye en el cálculo de ganancias térmicas por radiación solar (normalmente asumiremos 0,5 si no se conoce el dato exacto). En el caso de CE3X nos muestra una tabla (tabla E.10 del CTE-HE) para elegir el valor en función del color del marco.

- Patrón de sombras

Define si el hueco está sombreado o expuesto al sol, lo cual afecta a las ganancias solares. Aquí en las ventanas en los muros de fachada del porche, indicaremos los patrones de sombras creados anteriormente.

- Tipo de vidrio

Determina el valor de la transmitancia térmica del vidrio y el factor solar (g) en función de la norma UNE-EN 673. Se puede elegir entre:

❖ Simples

Consiste en una única lámina de vidrio. Tiene baja capacidad aislante por lo que no cumple con los requisitos del CTE en la mayoría de zonas climáticas. Solo apto para climas suaves o huecos no habitables.

❖ Dobles

Formado por dos láminas de vidrio separadas por una cámara de aire o gas, lo que mejora el aislamiento térmico y acústico.

❖ Doble bajos emisivos

Igual que el vidrio doble, pero una de las caras interiores lleva una capa tratada que refleja el calor hacia el interior, mejorando significativamente el aislamiento.

• Tipo de marco

Material del marco. Afecta al valor U_{marco} , que junto al vidrio y su proporción define el U_{hueco} final. Se toma como referencia la norma UNE-EN ISO 10077 y nos podemos encontrar con los siguientes tipos de materiales:

❖ Metálico sin RPT (Rotura de Puente Térmico)

Fabricado normalmente en aluminio sin aislamiento interno. Tiene una muy alta transmitancia térmica, lo que lo hace poco eficiente.

❖ Metálico con RPT

Es un marco de aluminio que incorpora una barrera aislante plástica interna (rotura de puente térmico) que reduce las pérdidas de calor. Mejora notablemente el aislamiento respecto al anterior dependiendo de la calidad.

❖ PVC

Es un material plástico con muy baja conductividad térmica. Proporciona un buen aislamiento incluso sin refuerzos.

❖ Madera

Naturalmente aislante, con baja conductividad térmica. Es eficiente, pero requiere mantenimiento.

En base a todo lo comentado hasta el momento y a la visita técnica realizada, en la que se comprobaron los materiales, dimensiones y ubicaciones de los huecos, se han adoptado unas características coherentes con el tipo de carpintería observada (aparentemente sin rotura de puente térmico), siguiendo además los criterios establecidos por el programa CE3X y la normativa aplicable. Por ello, hemos considerado las siguientes características para los huecos de acuerdo con el programa CE3X:

- Porcentaje de marco

Seleccionaremos un porcentaje de marco del 20%, ya que supone un valor estándar. Las ventanas comunes disponen de entre un 15 y un 30 % de porcentaje de marco.

- Permeabilidad del hueco

Se ha considerado una permeabilidad del hueco “poco estanco”, ya que durante la visita técnica se observó una carpintería metálica convencional sin rotura de puente térmico, sin sellados visibles ni cierres de alta calidad. Este tipo de carpintería es habitual en viviendas antiguas o no reformadas.

- Absortividad del marco

Se considerará una absortividad del marco de 0,3 (color blanco) excepto en los huecos del porche que será de 0,75 (color marrón).

- Tipo de Vidrio

Se ha considerado un vidrio simple debido a que, durante la visita técnica, no se pudo confirmar la existencia de doble acristalamiento ni de tratamientos de baja emisividad. Además, la carpintería metálica observada, aparentemente sin rotura de puente térmico, sugiere una instalación anterior a la aplicación generalizada del CTE 2006, donde este tipo de vidrio era común.

- Tipo de marco

Se considerará un tipo de marco metálico sin RPT ya que este tipo de marco es común en viviendas construidas antes de la implantación generalizada del CTE 2006 (nuestra vivienda se construyó en el 2000).

A continuación presentamos una tabla para definir cada uno de los huecos presentes en nuestra vivienda, así como sus principales características:

| Nombre del hueco | Ventana/Puerta | Fachada asociada | Dimensiones en metros (ancho × alto) | U (Modo de obtención) |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|---|------------------------------|
| Hueco 1 | Ventana | Fachada Sur (Cubierta 3) | 0,9 × 1,20 | Estimado |
| Hueco 2 | Ventana | Fachada Este (Cubierta 3) | 0,9 × 1,20 | Estimado |
| Hueco 3 | Puerta | Fachada Este (Porche) | 0,90 × 1,95 | Estimado |
| Hueco 4 | Ventana | Fachada Oeste (Cubierta 3) | 0,90 × 1,20 | Estimado |
| Hueco 5 | Ventana | Fachada Sur (Porche) | 0,8 × 1,10 | Estimado |
| Hueco 6 | Ventana | Fachada Este (Porche) | 0,8 × 1,10 | Estimado |
| Hueco 7 | Puerta | Fachada Norte | 0,80 × 1,95 | Estimado |
| Hueco 8 | Ventana | Fachada Norte | 0,8 × 0,6 | Estimado |
| Hueco 9 | Ventana | Fachada Oeste (Cubierta 2) | 1,10 × 1,00 | Estimado |
| Hueco 10 | Ventana | Fachada Oeste (Cubierta 2) | 0,6 × 1 | Estimado |

Teniendo en cuenta todo lo descrito anteriormente, así como cada uno de los huecos (puertas y ventanas) presentes en la vivienda, procedemos a detallarlo todo en el software CE3X.

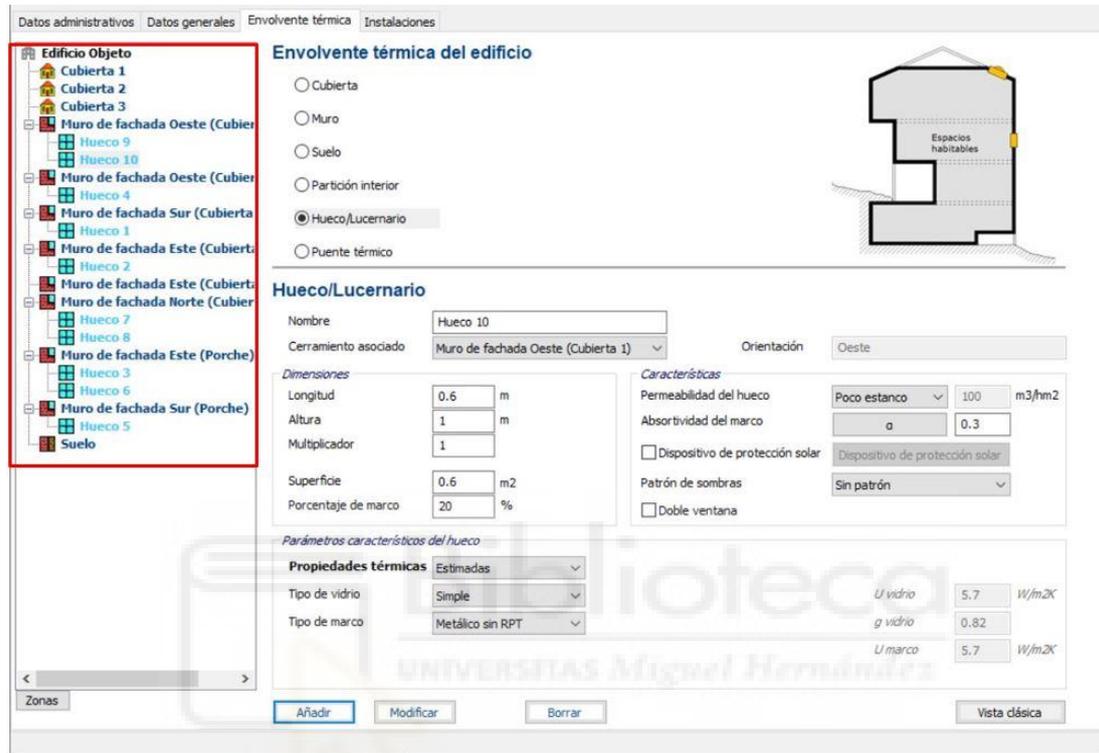


Ilustración 44. Huecos introducidos en CE3X

1.5.1.3.6. Puente térmico

Un puente térmico es una zona localizada de la envolvente térmica donde se incrementan las pérdidas o ganancias de calor respecto al resto del cerramiento debido a discontinuidades en los materiales o geometría. Estas zonas tienen una transmitancia térmica mayor que los elementos planos (muros, cubiertas, etc.), por lo que afectan negativamente al comportamiento energético del edificio.

Según la norma UNE-EN ISO 14683:2018, apartado 6, “La pérdida de calor por un puente térmico lineal se calcula como el producto de la longitud del puente térmico y su coeficiente de transmitancia térmica lineal, ψ .”. Además es coherente con lo expuesto en el CTE (DB HE1).

Para definir los puentes térmicos habrá que determinar el tipo de puente térmico del que se trata, el cerramiento al cual se encuentra asociado, su valor de transmitancia térmica lineal (Ψ) en W/m x K y la longitud del mismo. Se calculará como:

$$\Phi_{PT} = \sum(\Psi \times L_i)$$

Siendo:

- Φ_{PT} : Pérdida de calor total por puentes térmicos (W/K)
- Ψ : transmitancia térmica lineal del puente térmico (W/m·K)
- L_i : longitud del puente térmico (metros)

Los valores de la transmitancia térmica lineal (Ψ) se pueden conocer, bien a través del fabricante, o según la norma UNE-EN ISO 14683, ya que proporciona valores típicos de ψ para distintos tipos de encuentros constructivos. Son estos valores con los que trabaja CE3X.

En nuestro caso concreto, al no conocer los valores concretos que proporciona el fabricante trabajaremos con los valores facilitados por CE3X.

Cabe destacar que CE3X distingue entre la siguiente tipología de puentes térmicos (nosotros únicamente deberemos de marcar aquellos de los cuales, disponga la vivienda). A continuación también se incluye la justificación técnica en aquellos que he considerado relevantes a incluir en el software

- Pilar integrado en fachada

Se produce cuando un pilar estructural queda incorporado dentro del muro de fachada, alterando la homogeneidad del cerramiento y dificultando la continuidad del aislamiento térmico.

- Pilar en esquina

Aparece cuando un pilar se sitúa en la intersección entre dos fachadas, afectando tanto a la continuidad del aislamiento como al flujo térmico en dos direcciones. Es un punto crítico por su geometría.

- Contorno de hueco

Se localiza alrededor de ventanas o puertas. La unión entre la carpintería y el muro exterior, si no está correctamente tratada, genera pérdidas térmicas por discontinuidad del aislamiento.

La vivienda tiene ventanas y puertas que, aunque con carpintería sin rotura de puente térmico aparente, generan posibles pérdidas térmicas en la fachada. Importante incluirlos para reflejar pérdidas reales.

- Caja de persiana

Es un puente térmico común sobre los huecos donde se sitúa una caja de persiana empotrada. Si no está bien aislada, actúa como un punto de fuga térmica directo al exterior.

Las persianas empotradas son habituales en viviendas unifamiliares y suelen ser puntos críticos si no están bien aisladas. Es prudente considerarlas para evitar subestimar pérdidas.

- Encuentro de fachada con forjado

Surge en la unión entre la fachada y los forjados intermedios del edificio (entre plantas). Es habitual cuando el aislamiento no envuelve completamente el frente del forjado.

- Encuentro de fachada con cubierta

Ocurre donde la fachada se une con la cubierta (plana o inclinada). Si no hay continuidad en el aislamiento, se genera una vía de transmisión de calor hacia el exterior.

La vivienda tiene cubierta inclinada (tejado), y cubierta plana. La unión entre fachada y cubierta suele ser un punto débil térmico si no se ha asegurado el aislamiento continuo.

- Encuentro de fachada con suelo en contacto con el aire

Se da cuando la fachada conecta con un forjado que no apoya sobre terreno, como en edificios elevados o con cámaras sanitarias ventiladas. La exposición al aire lo convierte en un punto sensible.

- Encuentro de fachada con solera

Aparece en la unión del muro de fachada con el suelo sobre terreno (solera). Si la base de la solera no está bien aislada perimetralmente, se producen importantes pérdidas hacia el terreno.

Destacar que como se introducen automáticamente los puentes térmicos seleccionados, habrá que eliminar los “puentes térmicos de caja de persiana” de las puertas, ya que como también son huecos, también se añaden automáticamente por el programa.

Finalmente podemos concluir que los puentes térmicos a tener en cuenta en este proyecto son: encuentro de fachada con cubierta, caja de persiana y contorno de hueco.

A modo de curiosidad, destacar que los puntos más débiles térmicamente suele ser la envolvente térmica que rodea los huecos (puertas y ventanas), ya que es donde es más sencillo que haya mayor cantidad de pérdidas.

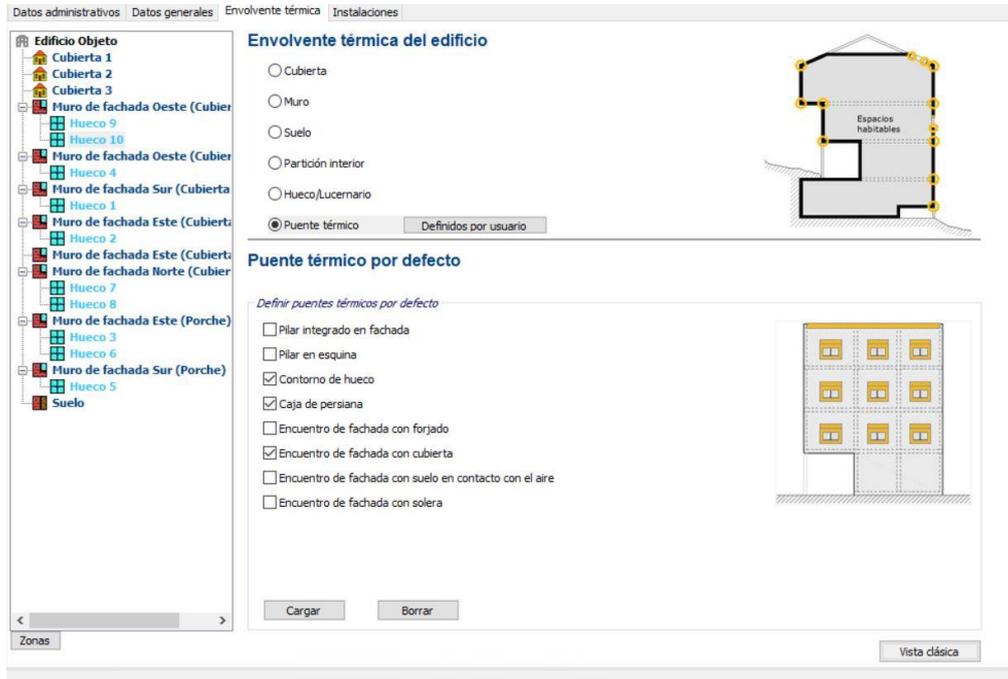


Ilustración 45. Puentes térmicos incluidos.

1.5.1.4. Instalaciones

En este apartado de CE3X habrá que introducir los datos obtenidos en la visita técnica de cada uno de los equipos de calefacción, refrigeración, ACS y ventilación (además de posibles contribuciones renovables, las placas solares en el caso del certificado energético posterior). Véase apartado 1.3.3. Se debe reflejar el tipo de equipo existente (termo eléctrico o aire acondicionado), su rendimiento estacional si se conoce, y otros datos relevantes como el combustible utilizado o el volumen de consumo.

En definitiva y de manera clara y concisa, se trata de adaptar los datos técnicos de los diferentes equipos de calefacción, refrigeración y ACS a los consumos de los inquilinos, para que de este modo CE3X pueda estimar el consumo energético asociado a cada instalación y evaluar su impacto en el comportamiento global del edificio.

Por otro lado, para introducir estos datos en el programa, el software distingue entre dos opciones:

- Estimado según instalación
- Conocido

Para completar los datos de las instalaciones, nos hemos apoyado en la información recopilada durante la visita y en las características técnicas de los distintos equipos. No se ha realizado ningún ensayo ni medición directa para verificar su rendimiento real, por lo que las características introducidas son estimadas. A continuación, desarrollamos cada uno de los equipos a tener en cuenta en el certificado energético.

Equipo de ACS

En nuestro caso cuando hablamos de equipo de ACS, nos referimos al termo eléctrico marca EAS ELECTRIC, modelo EME50L (mencionado en el apartado 1.3.3.3). Puesto que se trata de un termo eléctrico y tiene acumulación (depósito de 5 litros), CE3X, nos pide los siguientes datos:

- Tipo de generador

Hace referencia al sistema que produce el agua caliente, CE3X nos da la posibilidad de elegir entre distintos tipos de generadores, entre los que destacan:

- ❖ Caldera estándar
- ❖ Caldera condensación
- ❖ Caldera baja temperatura
- ❖ Bomba de calor
- ❖ Bomba de calor – Caudal variable
- ❖ Efecto Joule
- ❖ Equipo de rendimiento constante

Como nuestro caso se trata de un termo eléctrico, se ubicaría dentro de “generador de efecto Joule”, ya que el termo eléctrico calienta el agua usando resistencias eléctricas,

sin ningún tipo de combustión ni intercambio térmico como haría una caldera o una bomba de calor. Este tipo de sistema se basa en el efecto Joule, que es la conversión directa de electricidad en calor.

- Tipo de combustible

Es la fuente de energía usada por el generador. El programa distingue entre:

- ❖ Gas Natural
- ❖ Gasóleo
- ❖ Electricidad
- ❖ GLP
- ❖ Carbón
- ❖ Biocarburante
- ❖ Biomasa no densificada
- ❖ Biomasa densificada (pelets)

El tipo de combustible seleccionado es la electricidad, ya que el equipo de ACS instalado en la vivienda es un termo eléctrico. Este tipo de sistema funciona exclusivamente mediante resistencias eléctricas que calientan el agua acumulada, sin necesidad de combustibles fósiles ni sistemas de combustión.

- Rendimiento nominal

Es la eficiencia del equipo, es decir, la relación entre la energía útil entregada (agua caliente) y la energía consumida.

En el caso que nos ocupa he elegido un rendimiento del 98 %, puesto que aunque el funcionamiento por efecto Joule permite convertir casi toda la energía eléctrica en calor útil, he considerado mínimas pérdidas térmicas asociadas al aislamiento del

depósito y a los ciclos de mantenimiento de la temperatura, lo que justifica una pequeña reducción del rendimiento respecto al valor teórico.

- Volumen de depósito

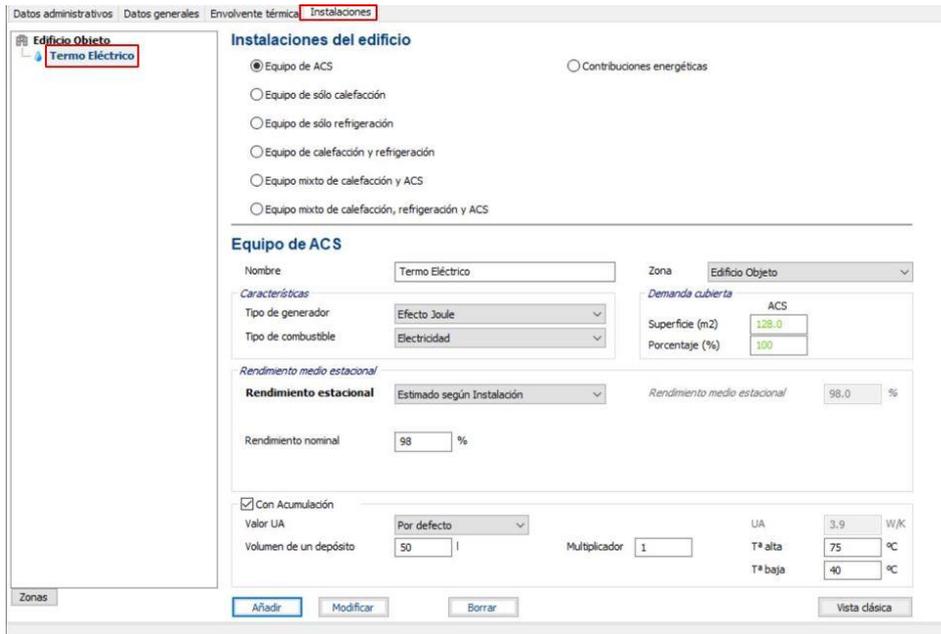
Capacidad en litros del acumulador del sistema de ACS. Para nuestro modelo concreto, según la ficha técnica dispone de un acumulador de 50 litros.

- Temperaturas a las que trabaja

Se corresponde con la temperatura habitual a la que el sistema mantiene el agua caliente, es decir, temperatura las que la resistencia del termo empieza a calentar o deja de calentar. Aunque el fabricante no especifica un rango exacto en la documentación disponible, es común que este tipo de termos eléctricos permitan una regulación entre 40 °C y 75 °C, siendo 60 °C una temperatura habitual de ajuste para equilibrar confort y eficiencia energética.

- Superficie de demanda que cubre el equipo

La superficie de demanda es la superficie útil de la vivienda que se considera para estimar el consumo de agua caliente sanitaria (ACS). Esta superficie es importante porque permite dimensionar correctamente la demanda energética relacionada con el ACS, ajustando los cálculos a la realidad del tamaño y uso de la vivienda. Puesto que solo existe un único equipo de ACS en la vivienda, toda la superficie útil de la vivienda (128 m²) tiene que ser satisfecha por este equipo.



Datos administrativos | Datos generales | Envolverte térmica | **Instalaciones**

Edificio Objeto
Termo Eléctrico

Instalaciones del edificio

Equipo de ACS Contribuciones energéticas

Equipo de sólo calefacción
 Equipo de sólo refrigeración
 Equipo de calefacción y refrigeración
 Equipo mixto de calefacción y ACS
 Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS

Equipo de ACS

Nombre: Zona:

Características:
Tipo de generador:
Tipo de combustible:

Demanda cubierta:
Superficie (m2):
Porcentaje (%):

Rendimiento medio estacional:
Rendimiento estacional: Rendimiento medio estacional: %
Rendimiento nominal: %

Con Acumulación
Valor UA: UA: W/K
Volumen de un depósito: l Multiplicador: Tª alta: °C
Tª baja: °C

Zonas:

Ilustración 46. Termo eléctrico en CE3X.

Equipo de calefacción y refrigeración

El sistema de calefacción y refrigeración de la vivienda se basa en un equipo de aire acondicionado, marca LG, perteneciente al modelo LS-L1261HL que funciona mediante bomba de calor. Este equipo permite tanto la climatización en verano como la aportación de calor en invierno, cubriendo así las necesidades térmicas estacionales de la vivienda. Su uso está concentrado en el salón y se ha tenido en cuenta para el análisis energético.

El cliente nos comenta que aunque el aire acondicionado disponga de las funciones de calefacción y refrigeración. En la vivienda objeto del presente estudio sólo se pone el aire acondicionado en modo refrigeración.

Para poder introducirlo en el software como equipo de calefacción y refrigeración, CE3X nos solicita los siguientes datos:

- Superficie de demanda que cubre el equipo

Se refiere a la superficie útil (en m²) de la vivienda o zona que climatiza el equipo. Es importante para dimensionar adecuadamente la potencia necesaria y estimar el consumo energético asociado. En nuestro caso concreto, del mismo modo que el equipo de ACS, la superficie total será de 128 m². Cabe destacar que hay que indicarlo para calefacción y refrigeración. En el caso de la calefacción será 0 m², ya que en su defecto para calefacción, se enciende la chimenea.

- Tipo de generador

En el contexto de CE3X, el equipo de climatización LG LS-L1261HL se clasifica como bomba de calor, ya que utiliza un ciclo termodinámico reversible para proporcionar tanto calefacción como refrigeración. Esta tecnología permite aprovechar la energía del aire exterior para climatizar la vivienda de forma eficiente, lo que contribuye a una reducción del consumo energético en comparación con otros sistemas convencionales.

- Tipo de combustible

En cuanto al tipo de combustible, el equipo funciona mediante electricidad, al tratarse de un sistema eléctrico con compresor, ventiladores y otros componentes que operan con energía eléctrica para realizar el ciclo de compresión y expansión necesario para el intercambio de calor.

- Antigüedad del equipo

Indica los años desde que se instaló el equipo. Este dato es relevante porque el rendimiento de los equipos disminuye con el tiempo y afecta a la eficiencia energética de la vivienda.

Para el aire acondicionado LG LS-L1261HL, se encuentra en el mercado desde al menos 2008, según registros de manuales de usuario. Teniendo así una antigüedad de 17 años.

- Rendimiento nominal de calefacción

Para el cálculo del rendimiento nominal de calefacción ya que disponemos de los datos técnicos (de la placa del aire acondicionado, de la visita) , calcularemos el COP (Coefficient of Performance) de la máquina. El COP indica cuánta energía útil (calor) proporciona el equipo por cada unidad de energía eléctrica consumida. Quiero destacar que para introducir el dato en CE3X multiplicaremos el COP por 100 (para introducirlo en porcentaje). La fórmula que utilizaremos es la siguiente:

$$COP = Q' / W'$$
$$\eta_{calefacción} (\%) = COP \times 100$$

Siendo:

- Q' , Potencia térmica útil entregada en calefacción (kW)
- W' , Potencia eléctrica consumida para calefacción (kW)

por lo que:

$$\eta_{calefacción} = \frac{3,809}{1,15} \times 100 = 331,22\%$$

- Rendimiento nominal de refrigeración

Para el cálculo del rendimiento nominal de refrigeración ya que disponemos de los datos técnicos , calcularemos el EER (Energy Efficiency Ratio) de la máquina. El EER mide la eficiencia en refrigeración. Quiero destacar que para introducir el dato en CE3X multiplicaremos el EER por 100 (para introducirlo en porcentaje). La fórmula que utilizaremos es la siguiente:

$$EER = Q' / W'$$

$$\eta_{refrigeración} (\%) = EER \times 100$$

Siendo:

- Q' , Potencia térmica útil absorbida en refrigeración (kW)
- W' , Potencia eléctrica consumida para refrigeración (kW)

por lo que:

$$\eta_{refrigeración} = \frac{3,516}{1,28} \times 100 = 274,69\%$$

La razón por la que los rendimientos nominales pueden ser superiores al 100% es porque las bombas de calor y los equipos de aire acondicionado no generan calor o frío desde cero, sino que transfieren energía térmica de un lugar a otro usando una cantidad relativamente pequeña de energía eléctrica.

A continuación, se adjunta la fotografía de la que hemos extraído los datos técnicos para calcular los rendimientos nominales de calefacción y refrigeración. En la ficha técnica del fabricante, también nos aparecen los mismos datos.



Ilustración 47. Placa Aire acondicionado.

Equipo de solo calefacción

Se trata de un equipo de uso habitual en invierno, utilizado para aportar confort térmico en las estancias principales mediante la combustión de leña, un combustible de origen natural.

Aunque CE3X no permite modelar de forma precisa el comportamiento térmico real de una chimenea, especialmente en cuanto a distribución del calor o control automático, se ha decidido incluirla como caldera estándar de biomasa no densificada. Esta decisión se justifica por el uso relevante y habitual del equipo en invierno, lo que implica una influencia considerable en el consumo energético global de la vivienda.

Para modelarla de la forma más fiel o fidedigna posible, CE3X nos pide introducir los siguientes datos:

- Tipo de generador

Define el tipo de equipo de calefacción. Se selecciona "caldera estándar", ya que CE3X no permite introducir una chimenea como tal, y esta opción es la más adecuada para representar el funcionamiento básico del sistema de combustión por leña.

- Tipo de combustible

Se selecciona "biomasa no densificada", dado que la chimenea funciona con leña, la cual se considera dentro de esta categoría en CE3X.

- Potencia nominal

Es la potencia máxima que puede alcanzar el equipo en condiciones normales de funcionamiento. Se introduce el valor proporcionado por el fabricante en la ficha técnica del modelo concreto de chimenea (9 kW).

- Carga media estacional de la caldera

Estima el porcentaje medio de carga con el que opera la chimenea a lo largo de la temporada de calefacción. En base al uso que el cliente nos ha comentado que hace de la chimenea, estimaremos un 38%.

- Rendimiento de combustión

Porcentaje de la energía contenida en el combustible que se convierte en calor útil. e introduce el valor directamente desde la ficha técnica del fabricante, que especifica el rendimiento térmico del equipo (77%).

- Superficie de demanda que cubre el equipo

Indica qué superficie de la vivienda es calentada por la chimenea. En nuestro caso, la vivienda dispone de 128 m².

- Aislamiento de la caldera

Indica la calidad del aislamiento térmico del equipo. Se selecciona en función de las características constructivas de la chimenea. Nuestra chimenea, objeto de estudio, según sus características técnicas y constructivas, cuenta con aislamiento térmico medio.

Aunque no es una chimenea con aislamiento térmico completo como las de biomasa de alta gama, sí presenta un nivel constructivo superior al de una chimenea abierta, lo que permite clasificarla como aislamiento medio en CE3X.

1.5.1.5. Calificación energética preinstalación

La calificación energética es una evaluación que indica la eficiencia energética de un edificio o vivienda, expresada mediante una etiqueta que clasifica su consumo y emisiones según una escala estándar. Esta calificación facilita la identificación de mejoras para reducir el consumo energético y el impacto ambiental.

Está regulada principalmente por el Real Decreto 235/2013, que transpone la Directiva Europea 2010/31/UE sobre eficiencia energética de los edificios, y sus modificaciones posteriores. Esta calificación facilita la identificación de mejoras para reducir el consumo energético y el impacto ambiental.

Teniendo en cuenta todos los datos introducidos en CE3X (envolvente térmica, equipos e instalaciones) se ha realizado la simulación energética de la vivienda. Como resultado, se obtiene su calificación energética, la cual refleja el nivel de eficiencia del inmueble en términos de consumo y emisiones.

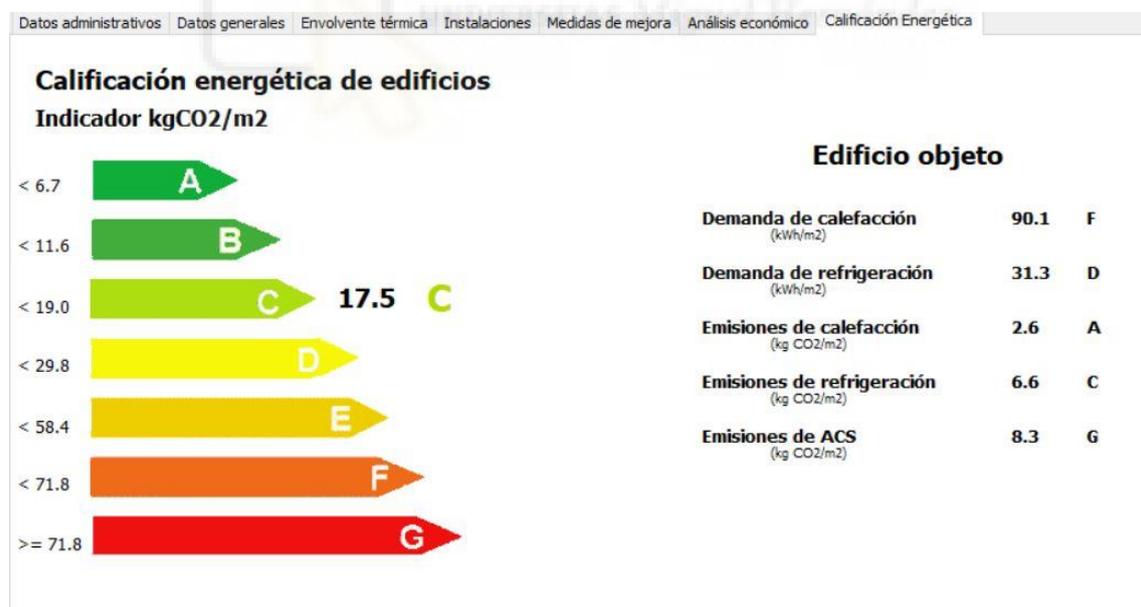


Ilustración 48. Calificación energética preinstalación.

La calificación energética obtenida es una C, con unas emisiones globales de 17.5 kgCO₂/m², lo que indica un comportamiento energético moderadamente eficiente. Esta calificación se justifica por la combinación de una envolvente térmica con deficiencias

(como carpinterías sin RPT y puentes térmicos relevantes), y por el uso de sistemas de calefacción poco eficientes, como la chimenea de leña y el termo eléctrico para ACS, que genera emisiones elevadas ($8.3 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$). Aunque las emisiones de calefacción y refrigeración son contenidas gracias al tipo de combustible y al uso limitado, el equipo de ACS penaliza considerablemente el resultado final.

En el Anexo IV se incluye el certificado energético completo obtenido mediante el programa CE3X, donde se detallan todos los parámetros introducidos, las características del edificio, las emisiones calculadas y la calificación energética final. Este documento sirve como respaldo oficial del análisis realizado.

1.5.1.6. Medidas de mejora

Tras introducir en CE3X todos los datos recogidos durante la visita técnica, junto con las características estimadas de la envolvente térmica y las instalaciones, se ha obtenido una calificación energética global de tipo C ($17,5 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$). Esta calificación refleja un comportamiento razonable en términos de emisiones, aunque con margen de mejora.

Teniendo en cuenta estos resultados, se proponen como líneas de actuación para mejorar la eficiencia energética:

- Instalación de un sistema de paneles solares fotovoltaicos para autoconsumo.

La instalación de energía fotovoltaica permitiría reducir significativamente las emisiones asociadas al consumo eléctrico, especialmente en viviendas donde parte del consumo proviene de equipos como el termo eléctrico o el aire acondicionado. Dado que la ubicación de la vivienda (Aspe, Alicante) cuenta con un elevado número de horas de sol al año, la eficiencia del sistema fotovoltaico será óptima.

- Sustitución del termo eléctrico actual por una caldera de biomasa para la producción de agua caliente sanitaria.

El termo eléctrico presenta un alto consumo energético y elevadas emisiones de CO₂, lo que penaliza fuertemente la calificación del edificio. La biomasa (leña, pellets) tiene un factor de emisión mucho más bajo y se considera una fuente más eficiente y sostenible. Esto reduce las emisiones de ACS (actualmente con calificación G) y mejora la eficiencia global del edificio.

2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1. DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Dado que el principal objetivo del cliente es reducir su factura eléctrica, el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica se realizará con el objetivo de cubrir la mayor parte posible de su demanda anual. Para ello, se analizarán los consumos eléctricos de la vivienda y se diseñará un sistema adaptado a su perfil de consumo.

Para ello trabajaremos con PVGIS con el objetivo de buscar el ángulo óptimo de azimut e inclinación, calcularemos la radiación incidente y calcularemos la producción esperada en base a los requerimientos del cliente. Una vez tengamos la producción calculada y se adapte a las necesidades del cliente, se realizarán los cálculos de secciones de cableado y distintas protecciones con la finalidad de asegurarnos de que toda la instalación sea segura y cumpla normativa vigente.

2.1.1. SUPERFICIE DISPONIBLE

Dada la geometría de las cubiertas de nuestra vivienda (véase apartado 1.3.2) para la instalación solar fotovoltaica priorizaremos el uso de la cubierta 1 (44,95 m²) antes que el de la cubierta 2. Esto lo haremos así debido a que no se ve afectada por sombras proyectadas por otros elementos de la vivienda, como la chimenea o la cubierta inclinada (cubierta 3). Además, al ser una superficie plana y con posibilidad de orientar los paneles al sur, permite optimizar la producción energética. Esta opción garantiza un mayor rendimiento y facilita el mantenimiento, sin comprometer la eficiencia del sistema.

Por otro lado, tal y como se ha comentado en el apartado 1.3.2, queda descartada la cubierta 3, debido a su orientación sureste y a no permitir una captación óptima a lo largo del día.

2.1.2. PVGIS

Cabe destacar que para el cálculo de la radiación incidente y para optimizar el ángulo de azimut y la inclinación, así como la estimación de la producción estimada utilizaremos la herramienta PVGIS.

PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) es una herramienta desarrollada por el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea que estima la producción energética de sistemas fotovoltaicos en función de su ubicación geográfica. Utiliza bases de datos climáticas y modelos de radiación solar para calcular la irradiancia solar, la producción mensual y anual esperada, y optimizar parámetros como el ángulo de inclinación y orientación de los módulos. Es una herramienta gratuita, accesible online, y ampliamente utilizada en estudios técnicos y proyectos de diseño de instalaciones solares. La interfaz de PVGIS es la que se muestra a continuación:

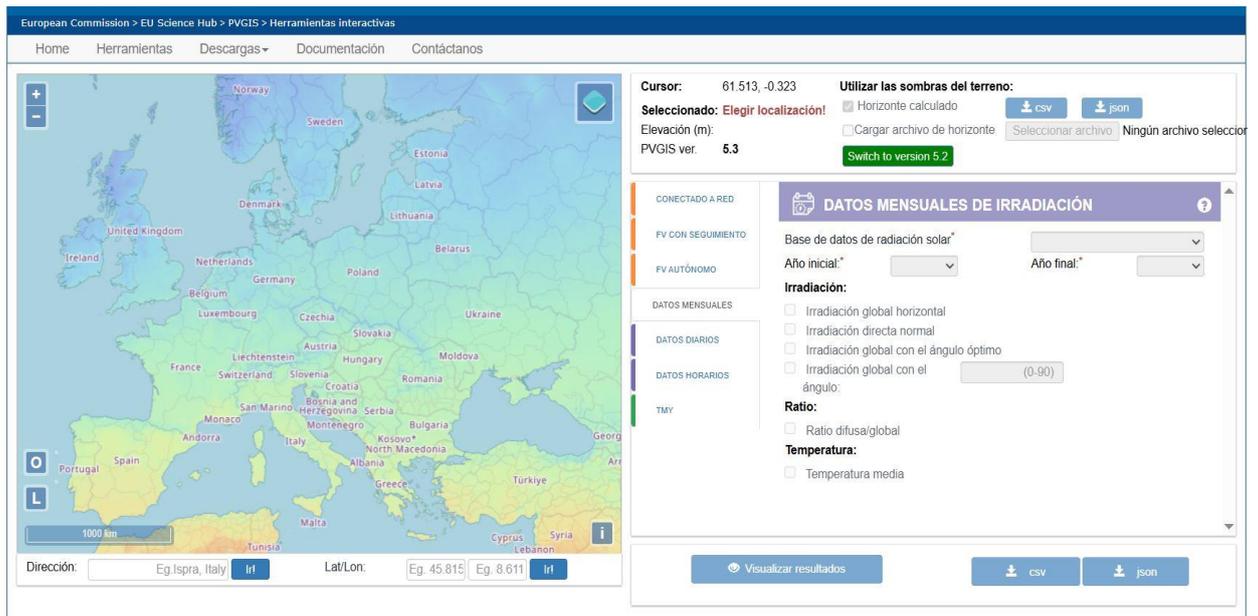


Ilustración 49. Interfaz PVGIS.

Como podemos observar, existen dos partes bien diferenciadas, una primera parte derecha, en las cuales aparece los botones de selección de las distintas herramientas. Podemos distinguir tres zonas en función del color:

- Zona Naranja

Sirven para simular la producción de energía de un sistema fotovoltaico, dependiendo del tipo de instalación. Solo se debe elegir una de estas tres opciones antes de iniciar el cálculo:

- ❖ Sistema fotovoltaico conectado a red
- ❖ Sistema fotovoltaico aislado
- ❖ Sistema fotovoltaico con seguimiento solar

Nuestro caso concreto trata de un sistema fotovoltaico conectado a red. Destacar que la vivienda tendría la capacidad de consumir la energía producida y en el caso de que existiese excedente, verterlo a red.

- Zona Lila

Estas herramientas te permiten consultar datos meteorológicos y solares históricos para una ubicación determinada. No hacen simulaciones de producción, pero son útiles para entender el recurso solar. En función del tipo de datos que se desee consultar, destacan:

- ❖ Datos horarios
- ❖ Datos mensuales
- ❖ Datos diarios

- Zona verde

Genera un archivo de datos climáticos típicos de un año, combinando datos reales de varios años. Se usa, por ejemplo, para simulaciones en software como PVsyst, SAM o herramientas de simulación energética más avanzadas.

Por otro lado, en la zona izquierda de la ilustración 49, podemos observar un mapa que, a simple vista, nos indica la irradiación mediante un código de colores (rojo para niveles altos y azul para niveles bajos de irradiación). Además, cabe destacar que es posible buscar una ubicación específica de diferentes formas: usando el cursor, introduciendo las coordenadas de latitud y longitud, o simplemente escribiendo la dirección.

Dentro de la propia pestaña para hacer la simulación del sistema fotovoltaico conectado a red (pestaña naranja). Quiero destacar que utilizaremos la base de datos “PVGIS-SARAH3”, ya que es la base de datos disponible, más actualizada.

2.1.3. CÁLCULO DE AZIMUT E INCLINACIÓN ÓPTIMOS

El azimut e inclinación son dos parámetros básicos (definidos en el apartado 1.2.1) en el diseño de una instalación fotovoltaica, ya que determinan la orientación y el ángulo de

los paneles solares respecto al sol. Un azimut adecuado permite maximizar la captación de radiación solar durante las horas de mayor demanda energética, mientras que una inclinación óptima garantiza que los módulos reciban la mayor cantidad de irradiación posible a lo largo del año. Ajustar correctamente estos ángulos es fundamental para mejorar la eficiencia y producción del sistema.

Por ello en este apartado definiremos el ángulo de azimut de la cubierta y calcularemos a través de la herramienta PVGIS los ángulos de azimut e inclinación que maximizan la producción en la localización donde vamos a estudiar la instalación fotovoltaica.

Además, es importante considerar que la orientación sur de un módulo se representa como 0 grados, la orientación oeste como 90 grados, la orientación norte como 180 grados y la orientación este como 270 grados. Además, el azimut puede medirse en sentido negativo hacia el este y en sentido positivo hacia el oeste.

A continuación se detalla el ángulo de azimut de la cubierta.

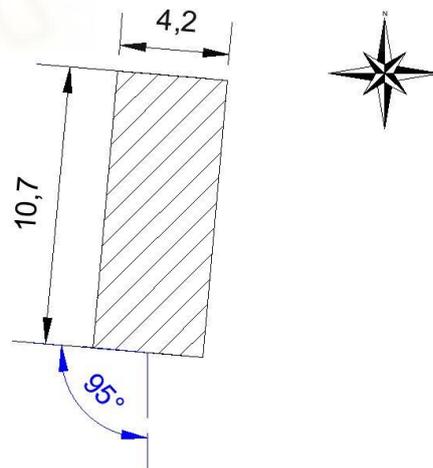


Ilustración 50. Ángulo de azimut de la cubierta.

Como podemos observar en la ilustración 50, la fachada tiene una orientación prácticamente idónea (se encuentra desfasada 5° hacia el Oeste respecto del Sur). Podemos afirmar que el ángulo de azimut es de 95° , indicando una ligera orientación hacia el Oeste.

Puesto que la cubierta es plana, no tendremos problemas de inclinación, ya que en función del tipo de estructura sobre la que pongamos los paneles, podremos o bien ajustar la inclinación (estructura de metal) o conformarnos con la inclinación que nos proporcione el fabricante (bloques de hormigón).

Según las recomendaciones del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) y del Centro Común de Investigación de la Comisión Europea, para optimizar la captación solar en una instalación fotovoltaica situada en el hemisferio norte, como es el caso de nuestra vivienda en Aspe, la orientación óptima de los paneles solares es hacia el sur, es decir, con un azimut de 0° , ya que así se aprovecha al máximo la trayectoria solar a lo largo del año.

Por otro lado en lo referente a la inclinación del módulo, no debe ser menor de 15° , para permitir que la suciedad acumulada sobre su superficie sea retirada por el agua de lluvia. Además, se debe considerar que en las localizaciones donde es común las nevadas frecuentes, la inclinación debe ser cercana a los 90° . En lugares donde se produzcan lluvias tropicales, la inclinación debe ser al menos de 30° , para evitar acumulaciones de agua y en zonas desérticas, la inclinación siempre tiene que ser superior a 45° , solventando problemas de la arena.

| Periodo de máxima captación de energía | Inclinación Óptima | Ejemplos de Instalaciones |
|--|--------------------|-------------------------------------|
| Periodo de menor captación | $\phi + 10^\circ$ | Aislada con consumo anual constante |
| Verano | $\phi - 20^\circ$ | Bombeo de agua |
| Anual | $\phi - 10^\circ$ | Conectada a red |

Fuente: Apuntes asignatura FV

Ilustración 51. Inclinación óptima

A continuación, procedemos a calcular mediante PVGIS, los ángulos de azimut e inclinación óptimos para nuestra ubicación. Introducimos los siguientes datos en la pestaña de sistema FV conectado a red (ilustración 49):

- Coordenadas Latitud/Longitud

Introduciremos las coordenadas a través de la latitud y la longitud para identificar correctamente el emplazamiento.

- Tecnología FV

En nuestro caso concreto, vamos a utilizar módulos de silicio cristalino, ya que son los más utilizados actualmente, debido a su eficiencia y su coste competitivo.

- Base de datos

Utilizaremos la base de datos “PVGIS-SARAH3”, ya que es la base de datos que contiene datos de radiación solar más actualizados.

- Potencia FV pico instalada

Como solo queremos conocer los parámetros que optimizan la captación solar, asumiremos una potencia pico instalada de 1 kWp.

- Pérdidas del sistema (%)

PVGIS nos muestra por defecto un 14%, usa ese 14% como valor estándar medio europeo, y es adecuado para instalaciones bien diseñadas y mantenidas.

Cabe destacar que tendremos que marcar la casilla de optimizar azimut e inclinación, para que el propio sistema nos calcule cuales son los mejores parámetros en función de nuestra ubicación y los datos introducidos. Con todo ello, obtenemos los siguientes datos:

| Datos proporcionados: | |
|-------------------------|--------------------|
| Localización [Lat/Lon]: | 38.316,-0.770 |
| Horizonte: | Calculado |
| Base de datos: | PVGIS-SARAH3 |
| Tecnología FV: | Silicio cristalino |
| FV instalada [kWp]: | 1 |
| Pérdidas sistema [%]: | 14 |

| Resultados de la simulación: | |
|--|----------|
| Ángulo de inclinación [°]: | 36 (opt) |
| Ángulo de azimut [°]: | -2 (opt) |
| Producción anual FV [kWh]: | 1657.32 |
| Irradiación anual [kWh/m ²]: | 2138.43 |
| Variación interanual [kWh]: | 48.41 |
| Cambios en la producción debido a: | |
| Ángulo de incidencia [%]: | -2.57 |
| Efectos espectrales [%]: | 0.56 |
| Temperatura y baja irradiancia [%]: | -8.03 |
| Pérdidas totales [%]: | -22.5 |

Ilustración 52. Azimut e inclinación óptimos según PVGIS

Según los resultados obtenidos tras la simulación con PVGIS, obtenemos que los ángulos de azimut e inclinación que maximizarían la captación solar serían -2° (es decir dos grados hacia el Este respecto del Sur) y 36° , respectivamente.

La producción anual estimada es de 1657,32 kWh, con una irradiación solar de 2138,43 kWh/m². Estos datos reflejan el potencial energético y la radiación disponible en el sitio (en el caso de 1 kWp). A continuación se presenta la tabla con la producción correspondiente.

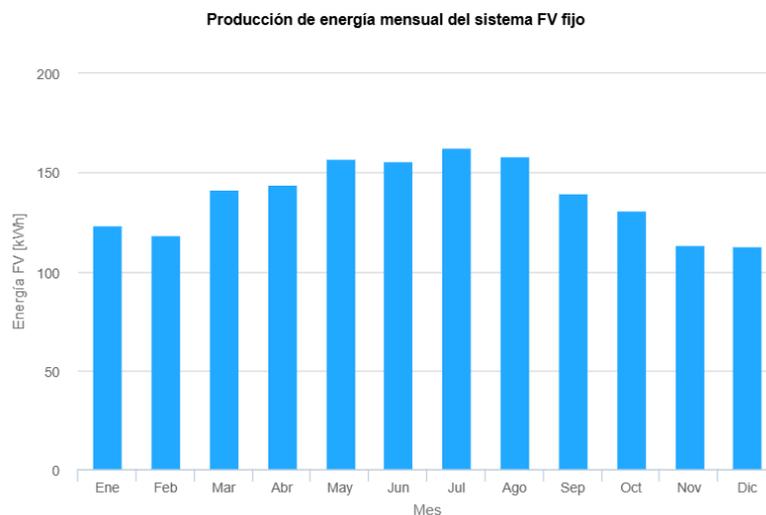


Ilustración 53. Producción de energía a inclinación de 36°

Puesto que vamos a optar por una estructura de bloques de hormigón (no podemos ajustar el grado de inclinación del panel), ya que es significativamente más barata. Debido a la menor inclinación, en verano podría producir algo más (que es cuando el cliente tiene unos mayores consumos). Por el contrario, la insignificante pérdida anual que supone, se podría compensar con un panel más en caso necesario. A continuación, se volverá a reproducir la simulación para comprobar que la variación de la inclinación no es significativa respecto a la producción de energía.

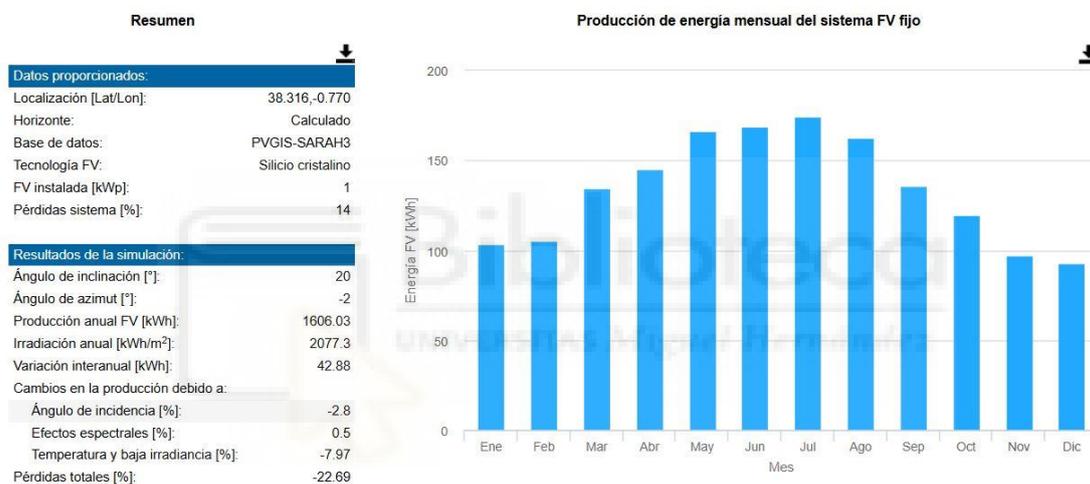


Ilustración 54. Producción de energía con inclinación a 20°.

Como podemos comprobar, la inclinación de 20° supone un descenso de la producción anual de apenas el 3% (sin tener en cuenta que en verano produciría más, debido a que el sol está más alto). La producción anual estimada para una inclinación de 20° es de 1606,03 kWh, con una irradiación solar de 2077,3 kWh/m². Teniendo en cuenta lo descrito en el párrafo anterior utilizaremos bloques de hormigón EnnovaBloc 20°R, por lo que la inclinación de los paneles será de 20°.

Para el caso del ángulo de azimut si utilizaremos el azimut óptimo que nos proporciona PVGIS.

2.1.4. CONSUMO ANUAL DE LA VIVIENDA

Para el cálculo preciso de los consumos anuales de la vivienda, es fundamental conocer los hábitos de consumo, así como el uso de electrodomésticos, sistemas de calefacción, sistemas eléctricos, etc... Con esta información, se puede estimar con mayor exactitud la demanda energética real. Por ello, se ha solicitado al cliente que nos facilite las facturas eléctricas correspondientes al último año, lo que permitirá realizar un análisis detallado y ajustar el dimensionamiento de la instalación energética a las necesidades reales del hogar.

En base al estudio de las facturas del cliente, durante el último año, obtenemos la siguiente información:

| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | TOTAL |
|--------------------------|--------|---------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|---------|-----------|-----------|----------|
| Consumo Total (kWh) | 468,65 | 432,34 | 417 | 395,18 | 404,25 | 528,37 | 553,22 | 558 | 488,3 | 422,12 | 445 | 458,87 | 5571,3 |
| Días del mes | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 365 |
| Consumo Diario (kWh/día) | 15,16 | 15,71 | 13,55 | 13,33 | 13,23 | 18 | 18,06 | 18,06 | 16,33 | 13,87 | 15 | 15,16 | 15,26384 |

Ilustración 55. Estudio consumos del cliente.

El mayor consumo eléctrico en la vivienda se concentra entre los meses de junio y septiembre, destacando especialmente julio (553,22 kWh) y agosto (558 kWh). Este incremento, es muy posible que sea el resultado del uso intensivo del aire acondicionado para refrigeración y al funcionamiento de la bomba de la piscina. En cambio, los meses con menor consumo (abril y mayo) coinciden con temperaturas más templadas, cuando no se requiere ni calefacción ni refrigeración. A continuación, presentamos el gráfico de los consumos de la vivienda

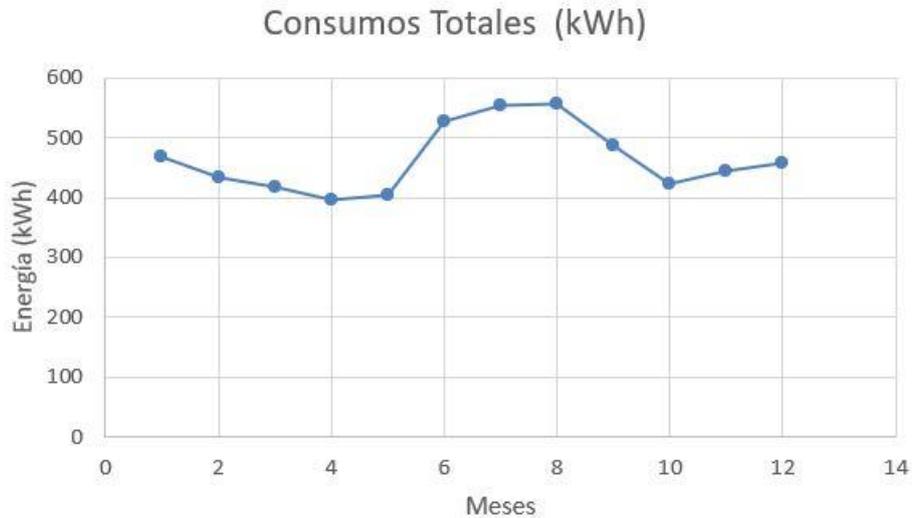


Ilustración 56. Gráfico de consumos de la vivienda.

Como podemos observar en el gráfico, la inclinación de 20° es una elección estratégica y justificada en esta vivienda concreta, ya que se adapta mejor a su perfil de consumo estacional y permite aprovechar al máximo la producción fotovoltaica en los meses clave. Del mismo modo, destacar que el consumo anual de la vivienda son 5571,3 kWh.

Teniendo en cuenta que el cliente desea ahorrar la mayor cantidad posible en su factura, vamos a proponer que todo su consumo sea generado por sus placas solares, por lo que tendremos que calcular en primer lugar la potencia a instalar. Teniendo esto en cuenta, la fórmula para calcular la potencia a instalar nos queda de la siguiente manera:

$$P_{\text{ainstalar}} = \frac{\text{Consumo anual}}{\text{Producción (1kWp)}} = \frac{5,5713}{1,60603} = 3,469 \text{ kWh}$$

Mencionar que utilizaremos paneles solares de la marca JA SOLAR, modelo JAM72S30-550/MR, debido a sus características técnicas (explicadas en el apartado 1.4.1) de 550 W, por lo que a continuación procedemos a calcular el número de paneles necesarios para satisfacer las necesidades del cliente.

Teniendo en cuenta la potencia necesaria a instalar y la potencia de nuestros paneles solares, vamos a calcular la cantidad necesaria de paneles solares

$$N^{\circ}\text{módulos} = \frac{P_{\text{instalar}}}{P_{\text{módulos}}} = \frac{3,469}{0,55} \approx 7 \text{ módulos}$$

Realmente para cubrir las necesidades del cliente serían necesarios 6,3 paneles, pero decidimos poner 7, en lugar de 6, ya que, de este modo, puede tener un pequeño margen a la hora de cubrir sus necesidades y además al estar conectado a red, en el caso de que no utilice este excedente puede verterlo a red para que se lo compensen a final de mes en la factura.

2.1.5. IRRADIACIÓN Y TEMPERATURA MEDIA MENSUAL

Una vez determinados los ángulos de azimut e inclinación para nuestra instalación fotovoltaica, y la potencia necesaria para satisfacer las necesidades del cliente, el siguiente paso es calcular la irradiación solar y la temperatura media para nuestro caso concreto. Este cálculo permite conocer la cantidad de radiación solar que incide sobre los paneles en la ubicación y orientación seleccionadas. Con estos datos, se puede estimar con mayor precisión la energía que la instalación podrá generar a lo largo del año. Así, se garantiza un diseño ajustado a las condiciones reales del emplazamiento, optimizando el rendimiento del sistema.

Introducimos en el software, los datos correspondientes a nuestra instalación (los mismos datos que hemos introducido para el caso de 1 kWp), teniendo en cuenta que en este caso la potencia pico serán 3,85 kWp. Obtenemos las siguientes gráficas:

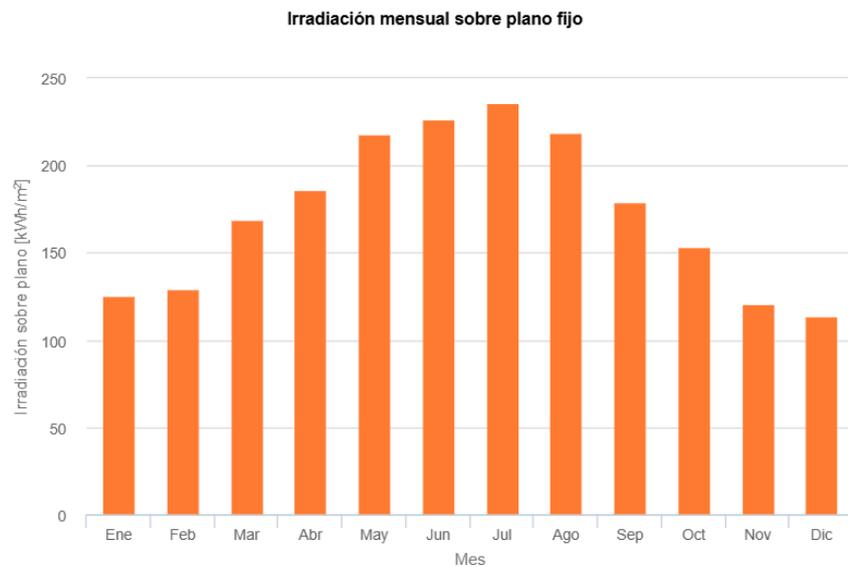


Ilustración 57. Irradiación con inclinación a 20°

Con los ángulos de azimut e inclinación (-2° y 20° , respectivamente) de nuestra instalación, conseguimos una irradiación solar de $2077,3 \text{ kWh/m}^2$. Destacar que tal y como podemos apreciar en la ilustración 57, el hecho de que hayamos reducido el ángulo de inclinación debido a exigencias de los fabricantes (el fabricante de la estructura no tiene inclinación de 30° vertical), provoca una mayor irradiación en los meses de verano, mientras que en los meses de invierno se produce un descenso más pronunciado que si optáramos por una inclinación óptima. Se podría afirmar que la inclinación de 20° produce una curva de irradiación (y también de producción), un poco más desigual que con la inclinación óptima.

Dado que el cliente dispone de unos mayores consumos en verano y busca reducir al máximo su factura, a pesar de no disponer del ángulo de inclinación óptimo, le estamos facilitando al cliente una solución perfectamente adaptada a sus necesidades. A continuación se presenta la gráfica de la temperatura media en el emplazamiento seleccionado.

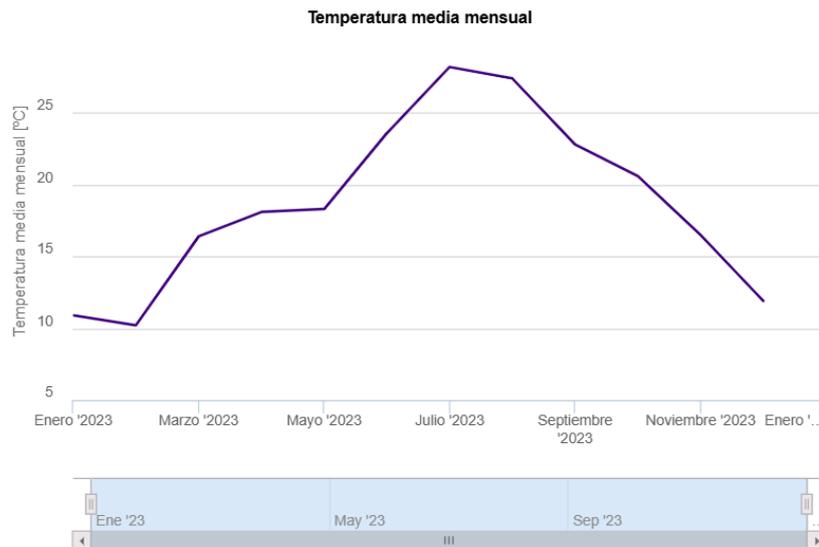


Ilustración 58. Temperatura media mensual en el emplazamiento

En la ilustración 58 podemos observar la temperatura media mensual en el emplazamiento donde se va a colocar la instalación fotovoltaica. Destacar que los datos son del año 2023, ya que es la base de datos más actualizada de la que dispone PVGIS.

Por otro lado podemos contemplar que el gráfico muestra un clima templado, ya que la temperatura media nunca baja de los 10 °C, ni siquiera en los meses más fríos (enero y febrero). Esto indica inviernos suaves, sin temperaturas extremas significativas. Por otro lado, el pico de temperatura se alcanza en julio, con valores medios superiores a los 25 °C, lo cual evidencia veranos calurosos, típicos del clima mediterráneo.

Este clima templado es adecuado para la producción fotovoltaica. Aunque en verano el calor reduce ligeramente la eficiencia, la alta irradiación puede compensarlo. Por otro lado, los inviernos suaves permiten mantener un rendimiento razonable sin pérdidas por frío. En conjunto, el sistema fotovoltaico puede ofrecer una producción anual estable y sin grandes pérdidas.

2.1.6. PRODUCCIÓN ESTIMADA

En el siguiente gráfico se muestra el gráfico de producción estimada mensual de la instalación fotovoltaica, calculado en función de la irradiación solar recibida y las condiciones específicas de la ubicación (azimut e inclinación) y configuración del sistema. Este gráfico nos permite conocer la producción estimada a lo largo de todo el año destacando los meses de mayor producción durante el verano, en línea con el perfil de consumo de la vivienda.

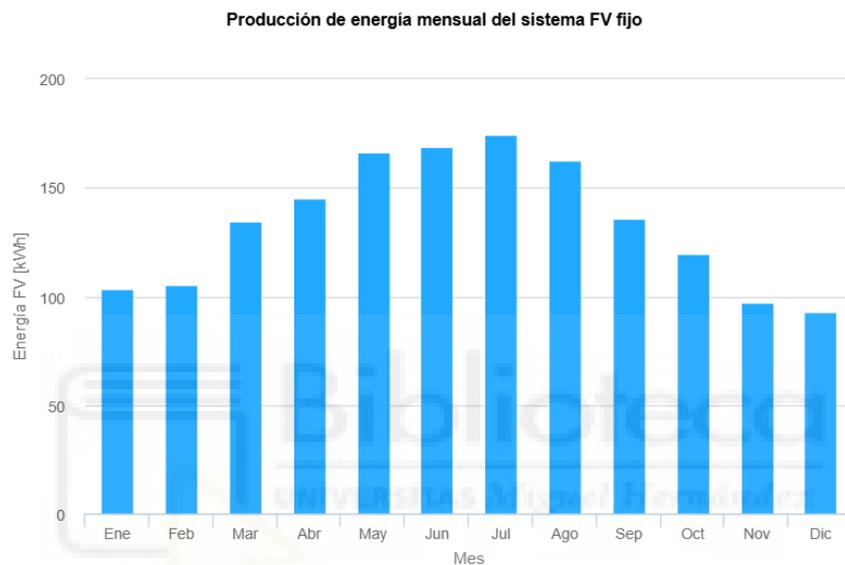


Ilustración 59. Producción estimada con inclinación a 20°

Teniendo en cuenta el gráfico presentado en la ilustración 59, podemos darnos cuenta de que prácticamente guarda las mismas proporciones que el gráfico de la irradiación (ilustración 57). Destacar que tal y como hemos comentado anteriormente, la producción anual estimada es de 1606,03 kWh, producción que nos permite cubrir perfectamente los consumos anuales de la vivienda.

2.2. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Las pérdidas en una instalación fotovoltaica representan la diferencia entre la energía teórica que podrían generar los paneles y la que realmente se produce. Estas pérdidas pueden deberse a múltiples factores, como la orientación e inclinación del sistema, sombras, temperatura, suciedad o eficiencia de los componentes eléctricos.

A lo largo de este capítulo trataremos diversos factores que afectan al rendimiento de una instalación fotovoltaica. En primer lugar, se estudiarán las pérdidas propias del sistema, (ya sean las que se producen en el propio inversor o aquellas debidas a orientación e inclinación). Posteriormente, se tratarán los cálculos mecánicos necesarios para el dimensionado estructural, tanto en lo relativo a la presión estática como a la presión dinámica.

2.2.1. PÉRDIDAS EN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

En lo referente a este apartado calcularemos las pérdidas que se producen por temperatura, polvo, cableado en continua, etc. Del mismo modo también se calculará la potencia en continua a la salida de los paneles y diversos aspectos más que se consideran relevantes a la hora de realizar una instalación fotovoltaica.

Todo ello lo calcularemos teniendo en cuenta el *pliego de condiciones técnicas de instalaciones conectadas a red del IDAE* (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía)

Antes de comenzar con los cálculos es importante describir cada una de las abreviaturas y conceptos que van a aparecer a lo largo del capítulo. Por ello, se muestran la siguiente tabla:

| | |
|-----------------|---|
| Pcc, fov | Potencia de corriente continua a la salida de los paneles fotovoltaicos, en W. |
| Lcab | Pérdidas de potencia en los cableados de corriente continua entre los paneles fotovoltaicos y la entrada del inversor, incluyendo pérdidas en fusibles, conmutadores, conectores, diodos antiparalelo, etc. |

| | |
|-----------------|--|
| E | Irradiancia solar, en W/m ² , medida con la célula de temperatura equivalente (CTE) calibrada. |
| g | Coefficiente de temperatura de la potencia, en 1/°C. |
| Tc | Temperatura de las células solares, en °C. |
| Tamb | Temperatura ambiente a la sombra, en °C, medida con termómetro. |
| TONC | Temperatura de operación nominal del módulo. |
| Po | Potencia nominal del generador en condiciones estándar de medida (CEM), en W. |
| Rto, var | Rendimiento que incluye los porcentajes de pérdidas debidas a que los módulos fotovoltaicos operan, normalmente, en condiciones diferentes de las CEM (STC). |
| Ltem | Pérdidas medias anuales por temperatura. |
| Lpol | Pérdidas de potencia debidas al polvo sobre los módulos fotovoltaicos. |
| Ldis | Pérdidas de potencia por dispersión de parámetros entre módulos. |
| Lref | Pérdidas de potencia por reflectancia angular espectral, cuando se utiliza un piranómetro como referencia de medidas. Si se utiliza una célula de tecnología equivalente (CTE), el término Lref es cero. |
| Pcc, inv | Potencia de corriente continua a la entrada del inversor, en W. |

Cabe destacar que las CEM (condiciones estándar de medida) es lo mismo que las condiciones STC.

Hemos de tener en cuenta que estos cálculos los haremos basándonos en la ilustración que se muestra a continuación, sacada del pliego de condiciones anteriormente mencionado del IDAE. Utilizaremos estos datos, ya que no disponemos de otros más precisos.

| Parámetro | Valor estimado, media anual |
|------------|-----------------------------|
| L_{cab} | 0,02 |
| $g (1/°C)$ | - |
| TONC (°C) | - |
| L_{tem} | 0,08 |
| L_{pol} | 0,03 |
| L_{dis} | 0,02 |
| L_{ref} | 0,03 |

Ilustración 60. Tabla III del PCT de instalaciones conectadas a red del IDAE.

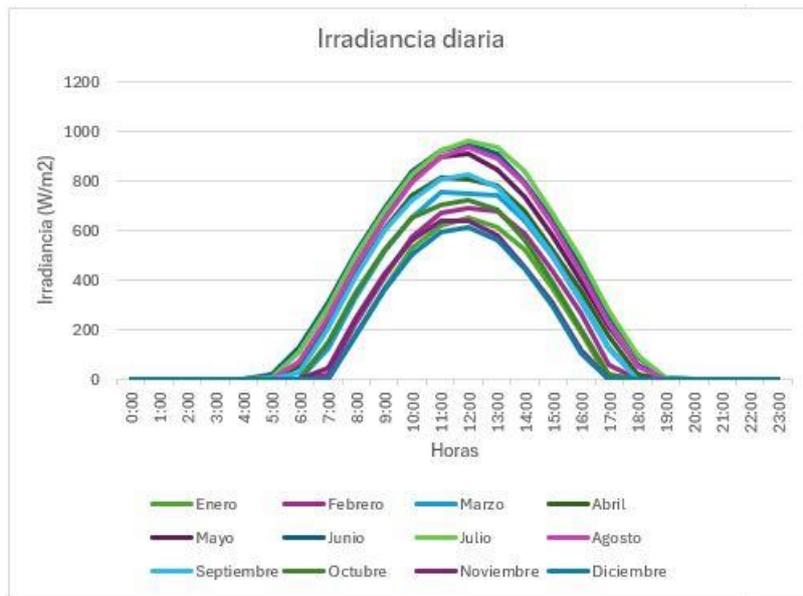
Teniendo claro, todo lo mencionado anteriormente, procedemos a sacar de PVGIS los datos de irradiancia y temperatura media, horaria para cada uno de los distintos meses del año.

Cabe destacar que estos datos los podemos sacar a través de la pestaña “datos promedio diario de irradiancia”

| IRRADIANCIA (W/m ²) | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| Hora | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| 0:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8,56 | 21,46 | 8,52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6:00 | 0 | 0 | 1,26 | 54,87 | 116,66 | 131,75 | 111,18 | 71,75 | 26,22 | 0,19 | 0 | 0 |
| 7:00 | 0 | 20 | 125,56 | 229,52 | 293,57 | 313,16 | 292,9 | 254,93 | 204,73 | 148,11 | 46,09 | 0 |
| 8:00 | 180,79 | 227,07 | 329,24 | 426,56 | 500,18 | 512,93 | 498,74 | 457,57 | 414,01 | 347,6 | 246 | 175,45 |
| 9:00 | 369,83 | 413,93 | 518,17 | 606,27 | 670,62 | 690,18 | 680,13 | 646 | 598,25 | 520,52 | 424,08 | 359,48 |
| 10:00 | 528,14 | 572,57 | 654,96 | 744,73 | 805,82 | 837,91 | 825,47 | 794,3 | 721,59 | 653,76 | 562,97 | 504,63 |
| 11:00 | 618,95 | 671,48 | 754,27 | 809,69 | 895,14 | 924,07 | 925,24 | 895,55 | 807,92 | 705,59 | 640,05 | 592,86 |
| 12:00 | 653,51 | 691,64 | 747,02 | 807,04 | 910,87 | 949,81 | 963,29 | 933,43 | 824,76 | 725,72 | 642,05 | 613,95 |
| 13:00 | 613,82 | 677,21 | 740,82 | 778,15 | 844,26 | 906,29 | 936,06 | 891,95 | 773,99 | 686,18 | 583,45 | 560,74 |
| 14:00 | 523,59 | 586,91 | 638,74 | 675,68 | 733,06 | 796,48 | 836,79 | 784,54 | 654,02 | 559,15 | 455,44 | 449,14 |
| 15:00 | 371,57 | 442,6 | 496,69 | 525,16 | 580,32 | 642,63 | 671,44 | 624,1 | 503,64 | 392,37 | 309,18 | 301,14 |
| 16:00 | 189 | 266,06 | 320,3 | 355,91 | 395,38 | 455,13 | 482,44 | 429,75 | 311,03 | 202,05 | 116,32 | 106,09 |
| 17:00 | 0,26 | 61,43 | 132,9 | 175,43 | 214,36 | 260,21 | 279,86 | 226,93 | 122,77 | 20,22 | 0 | 0 |
| 18:00 | 0 | 0 | 1,02 | 24,29 | 60,09 | 91,64 | 97,65 | 53,68 | 3,85 | 0 | 0 | 0 |
| 19:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,21 | 7,88 | 7,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Ilustración 61. Irradiancia media horaria

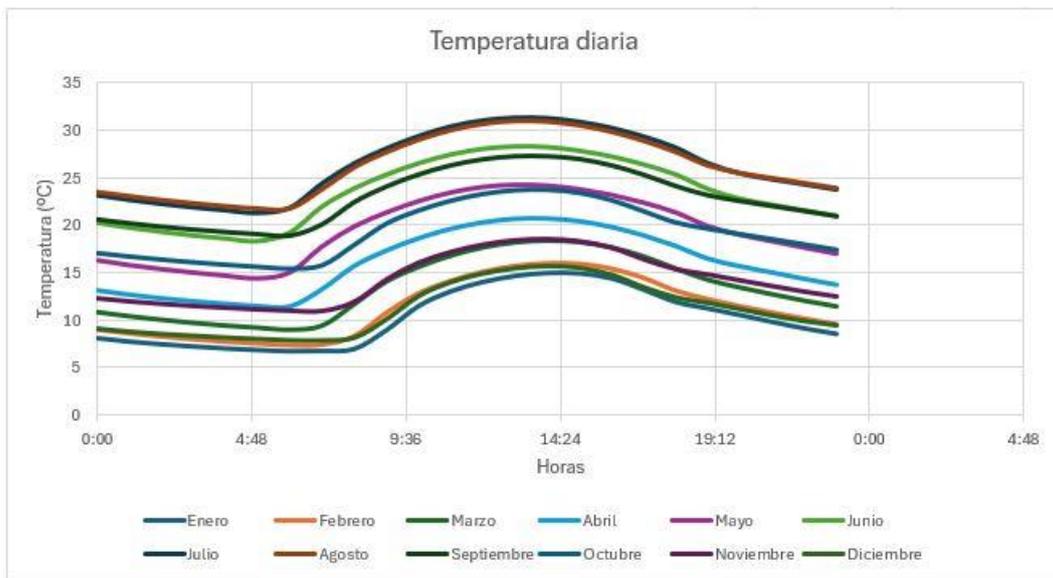
A continuación se presentan los datos anteriores en forma de gráfica en función de los distintos meses.



En esta gráfica podemos apreciar claramente la diferencia de irradiación entre los meses de verano y de invierno, a pesar de que la forma de la curva, es la misma. Todo seguido presentamos los datos de la temperatura ambiente, con su respectiva gráfica.

| TEMPERATURA (°C) | | | | | | | | | | | | |
|------------------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| Hora | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| 0:00 | 8,07 | 8,95 | 10,84 | 13,06 | 16,27 | 20,2 | 23,12 | 23,44 | 20,59 | 17,08 | 12,28 | 9,14 |
| 1:00 | 7,71 | 8,54 | 10,41 | 12,61 | 15,76 | 19,68 | 22,63 | 23 | 20,18 | 16,72 | 11,96 | 8,82 |
| 2:00 | 7,43 | 8,21 | 10,04 | 12,23 | 15,34 | 19,24 | 22,21 | 22,59 | 19,62 | 16,4 | 11,7 | 8,58 |
| 3:00 | 7,2 | 7,91 | 9,71 | 11,92 | 14,97 | 18,84 | 21,84 | 22,24 | 19,52 | 16,11 | 11,47 | 8,39 |
| 4:00 | 6,99 | 7,66 | 9,43 | 11,65 | 14,65 | 18,52 | 21,53 | 21,93 | 19,26 | 15,86 | 11,28 | 8,21 |
| 5:00 | 6,83 | 7,46 | 9,21 | 11,42 | 14,37 | 18,25 | 21,26 | 21,68 | 19,04 | 15,64 | 11,11 | 8,06 |
| 6:00 | 6,7 | 7,29 | 9 | 11,38 | 15 | 19,18 | 21,81 | 21,69 | 18,88 | 15,45 | 10,97 | 7,92 |
| 7:00 | 6,73 | 7,36 | 9,43 | 13,2 | 17,73 | 21,94 | 24,37 | 23,75 | 20,08 | 15,8 | 10,94 | 7,91 |
| 8:00 | 6,94 | 8,25 | 11,68 | 15,63 | 19,82 | 23,87 | 26,48 | 26,07 | 22,42 | 17,94 | 11,91 | 8,19 |
| 9:00 | 8,91 | 10,73 | 14,05 | 17,25 | 21,29 | 25,33 | 28,05 | 27,69 | 24,06 | 20,17 | 14,28 | 10,12 |
| 10:00 | 11,43 | 12,78 | 15,58 | 18,53 | 22,48 | 26,54 | 29,35 | 29,01 | 25,33 | 21,54 | 16,06 | 12,55 |
| 11:00 | 12,97 | 14,1 | 16,76 | 19,52 | 23,39 | 27,47 | 30,36 | 30,03 | 26,29 | 22,56 | 17,19 | 14,02 |
| 12:00 | 13,95 | 15,06 | 17,62 | 20,2 | 23,97 | 28,08 | 31 | 30,7 | 26,93 | 23,27 | 17,97 | 14,92 |
| 13:00 | 14,58 | 15,67 | 18,15 | 20,57 | 24,2 | 28,33 | 31,28 | 31,01 | 27,25 | 23,66 | 18,43 | 15,47 |
| 14:00 | 14,89 | 15,96 | 18,34 | 20,6 | 24,11 | 28,27 | 31,24 | 30,94 | 27,25 | 23,71 | 18,56 | 15,69 |
| 15:00 | 14,85 | 15,9 | 18,18 | 20,32 | 23,74 | 27,87 | 30,85 | 30,55 | 26,96 | 23,39 | 18,33 | 15,51 |
| 16:00 | 14,33 | 15,39 | 17,63 | 19,71 | 23,14 | 27,26 | 30,21 | 29,86 | 26,29 | 22,62 | 17,65 | 14,8 |
| 17:00 | 13,15 | 14,41 | 16,68 | 18,83 | 22,32 | 26,41 | 29,3 | 28,9 | 25,3 | 21,46 | 16,42 | 13,49 |
| 18:00 | 11,86 | 13,05 | 15,4 | 17,72 | 21,29 | 25,34 | 28,13 | 27,71 | 24,11 | 20,28 | 15,37 | 12,42 |
| 19:00 | 11,18 | 12,16 | 14,22 | 16,39 | 19,85 | 23,79 | 26,49 | 26,27 | 23,14 | 19,63 | 14,81 | 11,85 |
| 20:00 | 10,49 | 11,41 | 13,42 | 15,59 | 18,95 | 22,76 | 25,42 | 25,46 | 22,53 | 19,06 | 14,19 | 11,19 |
| 21:00 | 9,77 | 10,74 | 12,71 | 14,94 | 18,27 | 22,12 | 24,8 | 24,92 | 22 | 18,54 | 13,58 | 10,51 |
| 22:00 | 9,09 | 10,1 | 12,04 | 14,27 | 17,6 | 21,52 | 24,27 | 24,39 | 21,48 | 17,99 | 12,99 | 9,94 |
| 23:00 | 8,52 | 9,51 | 11,44 | 13,65 | 16,96 | 20,9 | 23,72 | 23,86 | 20,95 | 17,43 | 12,48 | 9,49 |

Ilustración 62. Temperatura media horaria



Teniendo claros los datos de partida, procedemos a calcular el rendimiento que incluye los porcentajes de pérdidas ($R_{to, var}$) de acuerdo con los valores establecidos en la tabla de la ilustración 56.

$$R_{to, var} = (1 - L_{pol}) \times (1 - L_{dis}) \times (1 - L_{ref})$$

$$R_{to, var} = (1 - 0,03) \times (1 - 0,02) \times (1 - 0,03)$$

$$R_{to, var} = 0,922$$

Este valor de 0,922 hace referencia al rendimiento de la instalación (92,2%) teniendo en cuenta que los paneles solares no operan en condiciones STC. Es decir, pierde el 7,8% por no operar continuamente bajo las condiciones ideales de laboratorio.

Cabe destacar que para calcular la potencia en continua que sale de los paneles solares, antes habrá que calcular la temperatura de la célula. La temperatura de la célula se calcula mediante la siguiente expresión:

$$T_c = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) \times \frac{E}{800}$$

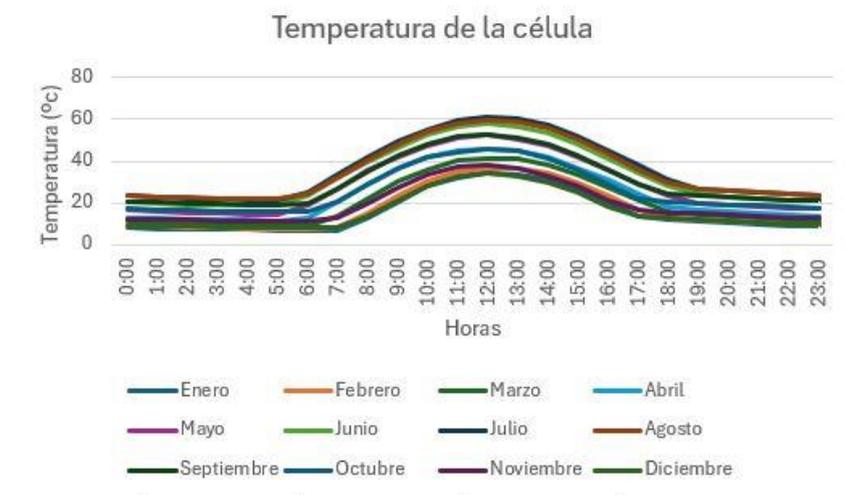
En nuestro caso concreto la temperatura de operación nominal del módulo (T_{ONC}), viene determinada por el fabricante de los paneles solares (en nuestro caso, los paneles JA

SOLAR, modelo JAM72S30-550/MR), en la ficha técnica nos indica que la temperatura TONC son 45°C. Conocido este dato y teniendo en cuenta los datos de irradiación y temperatura extraídos de PVGIS, la temperatura de la célula será la siguiente:

| TEMPERATURA DE LA CÉLULA (°C) | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|------------|-----------|-----------|
| Hora | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| 0:00 | 8,07 | 8,95 | 10,84 | 13,06 | 16,27 | 20,2 | 23,12 | 23,44 | 20,59 | 17,08 | 12,28 | 9,14 |
| 1:00 | 7,71 | 8,54 | 10,41 | 12,61 | 15,76 | 19,68 | 22,63 | 23 | 20,18 | 16,72 | 11,96 | 8,82 |
| 2:00 | 7,43 | 8,21 | 10,04 | 12,23 | 15,34 | 19,24 | 22,21 | 22,59 | 19,82 | 16,4 | 11,7 | 8,58 |
| 3:00 | 7,2 | 7,91 | 9,71 | 11,92 | 14,97 | 18,84 | 21,84 | 22,24 | 19,52 | 16,11 | 11,47 | 8,39 |
| 4:00 | 6,99 | 7,66 | 9,43 | 11,65 | 14,65 | 18,52 | 21,53 | 21,93 | 19,26 | 15,86 | 11,28 | 8,21 |
| 5:00 | 6,83 | 7,46 | 9,21 | 11,42 | 14,638 | 18,921 | 21,526 | 21,68 | 19,04 | 15,64 | 11,11 | 8,06 |
| 6:00 | 6,7 | 7,29 | 9,039 | 13,095 | 18,646 | 23,297 | 25,284 | 23,932 | 19,699 | 15,4559375 | 10,97 | 7,92 |
| 7:00 | 6,73 | 7,985 | 13,354 | 20,373 | 26,904 | 31,726 | 33,523 | 31,717 | 26,478 | 20,4284375 | 12,380 | 7,91 |
| 8:00 | 12,590 | 15,346 | 21,969 | 28,960 | 35,451 | 39,899 | 42,066 | 40,369 | 35,358 | 28,803 | 19,598 | 13,673 |
| 9:00 | 20,467 | 23,665 | 30,243 | 36,196 | 42,247 | 46,898 | 49,304 | 47,878 | 42,755 | 36,436 | 27,533 | 21,354 |
| 10:00 | 27,934 | 30,673 | 36,048 | 41,803 | 47,662 | 52,725 | 55,146 | 53,832 | 47,880 | 41,970 | 33,653 | 28,320 |
| 11:00 | 32,312 | 35,084 | 40,331 | 44,823 | 51,363 | 56,347 | 59,274 | 58,016 | 51,538 | 44,610 | 37,192 | 32,547 |
| 12:00 | 34,372 | 36,674 | 40,964 | 45,420 | 52,435 | 57,762 | 61,103 | 59,870 | 52,704 | 45,949 | 38,034 | 34,106 |
| 13:00 | 33,762 | 36,833 | 41,301 | 44,887 | 50,583 | 56,652 | 60,532 | 58,883 | 51,437 | 45,103 | 36,663 | 32,993 |
| 14:00 | 31,252 | 34,301 | 38,301 | 41,715 | 47,018 | 53,160 | 57,390 | 55,457 | 47,688 | 41,183 | 32,793 | 29,726 |
| 15:00 | 26,462 | 29,731 | 33,702 | 36,731 | 41,875 | 47,952 | 51,833 | 50,053 | 42,699 | 35,652 | 27,992 | 24,921 |
| 16:00 | 20,236 | 23,704 | 27,639 | 30,832 | 35,496 | 41,483 | 45,286 | 43,290 | 36,010 | 28,934 | 21,285 | 18,115 |
| 17:00 | 13,158 | 16,330 | 20,833 | 24,312 | 29,019 | 34,542 | 38,046 | 35,992 | 29,137 | 22,092 | 16,420 | 13,490 |
| 18:00 | 11,860 | 13,050 | 15,432 | 18,479 | 23,168 | 28,204 | 31,182 | 29,388 | 24,230 | 20,280 | 15,37 | 12,42 |
| 19:00 | 11,18 | 12,16 | 14,220 | 16,390 | 19,857 | 24,036 | 26,712 | 26,270 | 23,140 | 19,63 | 14,81 | 11,85 |
| 20:00 | 10,49 | 11,41 | 13,42 | 15,59 | 18,950 | 22,760 | 25,420 | 25,46 | 22,53 | 19,06 | 14,19 | 11,19 |
| 21:00 | 9,77 | 10,74 | 12,71 | 14,94 | 18,27 | 22,12 | 24,8 | 24,92 | 22 | 18,54 | 13,58 | 10,51 |
| 22:00 | 9,09 | 10,1 | 12,04 | 14,27 | 17,6 | 21,52 | 24,27 | 24,39 | 21,48 | 17,99 | 12,99 | 9,94 |
| 23:00 | 8,52 | 9,51 | 11,44 | 13,65 | 16,96 | 20,9 | 23,72 | 23,86 | 20,95 | 17,43 | 12,48 | 9,49 |

Ilustración 63. Temperatura de la célula

Obtenemos de la tabla de la ilustración 63, la gráfica que se muestra a continuación. Simplemente y a modo de curiosidad destacar que la temperatura máxima que llega a alcanzar la célula serían temperaturas por encima de los 60°C al mediodía en Julio. Destacar que según nos informa el fabricante en la ficha técnica, los paneles solares elegidos, aguantarían temperaturas desde -40°C hasta 85°C.



Una vez calculada la temperatura de la célula, ya podemos proceder a calcular la potencia en corriente continua que sale directamente de los paneles solares, a través de la siguiente expresión:

$$P_{cc, fov} = P_o \times R_{to, var} \times [1 - g \times (T_c - 25)] \times \frac{E}{1000}$$

Teniendo en cuenta que:

- El coeficiente de temperatura de la potencia (g), su valor viene determinado en la ficha técnica del panel fotovoltaico, en nuestro caso -0,35%/°C (expresado de la manera que lo indica el IDAE sería -0,0035).
- Para nuestro caso particular P_o es la potencia nominal del generador, en nuestro caso dispondremos de 7 módulos de 550 W (3,85 kWp).

Con todo ello, aplicamos la fórmula y obtenemos los siguientes datos:

| Potencia de CC a la salida de los paneles FV (W) | | | | | | | | | | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|----------|-----------|-----------|
| Hora | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| 0:00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 1:00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 2:00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 3:00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 4:00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 5:00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 29,286 | 74,562 | 29,878 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 6:00 | 0,000 | 0,000 | 4,223 | 186,673 | 404,934 | 464,927 | 395,084 | 253,762 | 91,355 | 0,652 | 0,000 | 0,000 |
| 7:00 | 0,000 | 66,772 | 427,571 | 801,603 | 1049,123 | 1137,895 | 1070,818 | 926,280 | 730,554 | 517,380 | 156,393 | 0,000 |
| 8:00 | 613,930 | 778,865 | 1156,407 | 1535,283 | 1840,595 | 1915,864 | 1876,288 | 1711,759 | 1523,024 | 1250,408 | 856,791 | 598,157 |
| 9:00 | 1292,073 | 1462,594 | 1873,266 | 2236,606 | 2524,421 | 2637,938 | 2619,857 | 2476,938 | 2255,777 | 1921,818 | 1518,835 | 1259,873 |
| 10:00 | 1894,161 | 2072,990 | 2415,022 | 2799,285 | 3087,572 | 3263,238 | 3239,624 | 3104,326 | 2766,790 | 2458,706 | 2059,078 | 1812,259 |
| 11:00 | 2253,517 | 2467,895 | 2821,350 | 3073,838 | 3470,976 | 3640,380 | 3678,633 | 3546,593 | 3134,524 | 2676,774 | 2369,143 | 2160,255 |
| 12:00 | 2396,072 | 2555,653 | 2800,110 | 3069,767 | 3544,098 | 3758,474 | 3851,807 | 3718,107 | 3211,810 | 2765,215 | 2383,267 | 2248,996 |
| 13:00 | 2245,895 | 2503,672 | 2779,965 | 2954,725 | 3265,503 | 3573,763 | 3736,285 | 3541,951 | 3001,920 | 2607,345 | 2155,805 | 2046,326 |
| 14:00 | 1899,427 | 2151,366 | 2373,096 | 2539,003 | 2802,922 | 3106,197 | 3307,378 | 3082,021 | 2506,150 | 2097,425 | 1660,916 | 1620,826 |
| 15:00 | 1325,827 | 1597,256 | 1816,958 | 1940,874 | 2181,822 | 2464,613 | 2607,477 | 2409,839 | 1898,684 | 1444,848 | 1109,087 | 1068,755 |
| 16:00 | 659,766 | 940,234 | 1147,574 | 1289,277 | 1455,166 | 1708,929 | 1834,272 | 1623,280 | 1146,709 | 727,157 | 407,569 | 367,546 |
| 17:00 | 0,885 | 211,460 | 464,916 | 621,280 | 771,685 | 954,599 | 1038,871 | 836,597 | 442,145 | 71,051 | 0,000 | 0,000 |
| 18:00 | 0,000 | 0,000 | 3,500 | 84,262 | 211,952 | 328,971 | 354,159 | 193,491 | 13,631 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 19:00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,732 | 27,880 | 25,356 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 20:00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 21:00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 22:00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 23:00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

Ilustración 64. Potencia de CC a la salida de los paneles.

Ahora vamos a calcular la potencia en corriente continua que llega a la entrada del inversor, es decir, la diferencia entre la ilustración 64 y 65, serán los vatios que

perderemos en el cableado desde la salida de los paneles hasta la entrada al inversor. Esto se llevará a cabo utilizando la siguiente expresión:

$$P_{cc, inv} = P_{cc, fov} \times (1 - L_{cab})$$

Obteniendo los siguientes resultados:

| Potencia de CC a la entrada del inversor (W) | | | | | | | | | | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|----------|-----------|-----------|
| Hora | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| 0:00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 1:00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 2:00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 3:00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 4:00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 5:00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 28,700 | 73,071 | 29,281 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 6:00 | 0,000 | 0,000 | 4,139 | 182,939 | 396,835 | 455,629 | 387,182 | 248,686 | 89,527 | 0,639 | 0,000 | 0,000 |
| 7:00 | 0,000 | 65,437 | 419,019 | 785,571 | 1028,141 | 1115,137 | 1049,401 | 907,755 | 715,943 | 507,032 | 153,265 | 0,000 |
| 8:00 | 601,651 | 763,287 | 1133,279 | 1504,577 | 1803,783 | 1877,547 | 1838,763 | 1677,524 | 1492,563 | 1225,400 | 839,655 | 586,194 |
| 9:00 | 1266,232 | 1433,342 | 1835,801 | 2191,874 | 2473,933 | 2585,179 | 2567,460 | 2427,400 | 2210,662 | 1883,382 | 1488,458 | 1234,676 |
| 10:00 | 1856,278 | 2031,530 | 2366,721 | 2743,299 | 3025,821 | 3197,973 | 3174,831 | 3042,239 | 2711,455 | 2409,532 | 2017,897 | 1776,014 |
| 11:00 | 2208,446 | 2418,537 | 2764,923 | 3012,362 | 3401,557 | 3567,572 | 3605,060 | 3475,662 | 3071,834 | 2623,238 | 2321,760 | 2117,050 |
| 12:00 | 2348,151 | 2504,540 | 2744,108 | 3008,371 | 3473,216 | 3683,305 | 3774,771 | 3643,745 | 3147,574 | 2709,910 | 2335,602 | 2204,016 |
| 13:00 | 2200,977 | 2453,598 | 2724,366 | 2895,631 | 3200,193 | 3502,287 | 3661,559 | 3471,112 | 2941,881 | 2555,199 | 2112,689 | 2005,399 |
| 14:00 | 1861,439 | 2108,338 | 2325,634 | 2488,223 | 2746,864 | 3044,073 | 3241,231 | 3020,381 | 2456,027 | 2055,477 | 1627,698 | 1588,409 |
| 15:00 | 1299,311 | 1565,311 | 1780,619 | 1902,057 | 2138,186 | 2415,321 | 2555,328 | 2361,642 | 1860,711 | 1415,951 | 1086,906 | 1047,380 |
| 16:00 | 646,571 | 921,429 | 1124,623 | 1263,492 | 1426,063 | 1674,751 | 1797,587 | 1590,814 | 1123,775 | 712,614 | 399,417 | 360,195 |
| 17:00 | 0,867 | 207,230 | 455,618 | 608,854 | 756,251 | 935,507 | 1018,093 | 819,865 | 433,303 | 69,630 | 0,000 | 0,000 |
| 18:00 | 0,000 | 0,000 | 3,430 | 82,577 | 207,713 | 322,392 | 347,076 | 189,621 | 13,358 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 19:00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,717 | 27,322 | 24,849 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 20:00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 21:00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 22:00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 23:00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

Ilustración 65. Potencia de CC a la entrada del inversor.

En último lugar calcularemos la potencia en corriente alterna generada por la instalación. Para ello, antes, será necesario calcular el parámetro “ L_{inv} ”, el cual hace referencia a las pérdidas del inversor. Destacar que según la ficha técnica de nuestro inversor tiene un rendimiento del 97%. Por lo que:

$$L_{inv} = 1 - \eta_{inv} = 1 - 0,97 = 0,03$$

Definidas las pérdidas del inversor, ahora sí que procederemos al cálculo de la potencia generada en alterna por la instalación fotovoltaica. Para ello, utilizaremos la siguiente fórmula:

$$P_{ca} = P_{cc, inv} \times (1 - L_{inv})$$

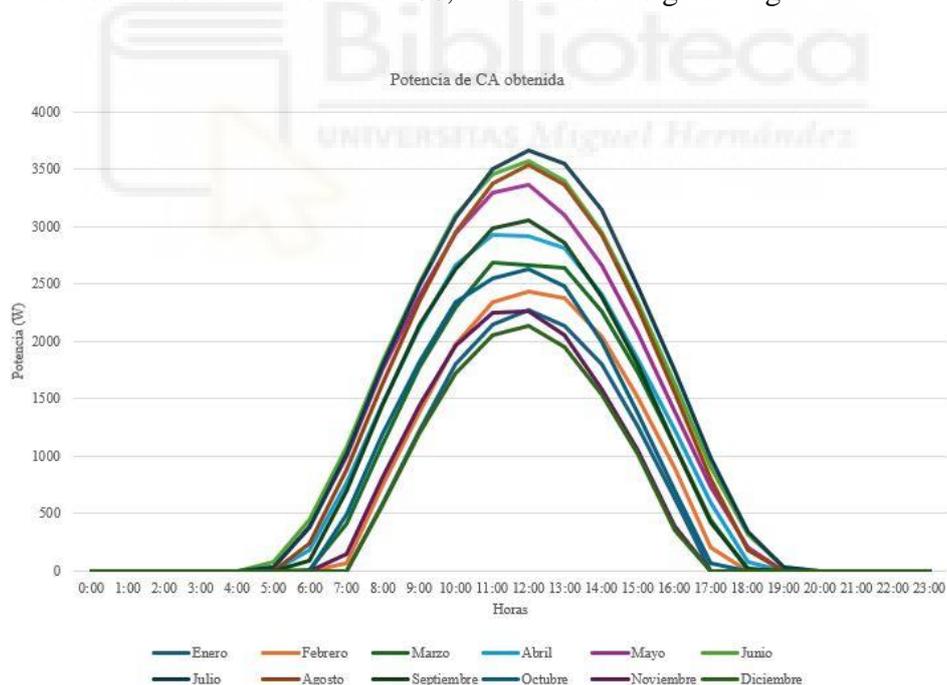
Obteniendo la siguiente tabla:

MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN ASPE, A TRAVÉS DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED

| Potencia de CA a la salida del inversor (W) | | | | | | | | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|---------|-----------|-----------|
| Hora | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| 0:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 1:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 27,84 | 70,88 | 28,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 6:00 | 0,00 | 0,00 | 4,01 | 177,45 | 384,93 | 441,96 | 375,57 | 241,23 | 86,84 | 0,62 | 0,00 | 0,00 |
| 7:00 | 0,00 | 63,47 | 406,45 | 762,00 | 997,30 | 1081,68 | 1017,92 | 880,52 | 694,46 | 491,82 | 148,67 | 0,00 |
| 8:00 | 583,60 | 740,39 | 1099,28 | 1459,44 | 1749,67 | 1821,22 | 1783,60 | 1627,20 | 1447,79 | 1188,64 | 814,47 | 568,61 |
| 9:00 | 1228,24 | 1390,34 | 1780,73 | 2126,12 | 2399,71 | 2507,62 | 2490,44 | 2354,58 | 2144,34 | 1826,88 | 1443,80 | 1197,64 |
| 10:00 | 1800,59 | 1970,58 | 2295,72 | 2661,00 | 2935,05 | 3102,03 | 3079,59 | 2950,97 | 2630,11 | 2337,25 | 1957,36 | 1722,73 |
| 11:00 | 2142,19 | 2345,98 | 2681,97 | 2921,99 | 3299,51 | 3460,54 | 3496,91 | 3371,39 | 2979,68 | 2544,54 | 2252,11 | 2053,54 |
| 12:00 | 2277,71 | 2429,40 | 2661,78 | 2918,12 | 3369,02 | 3572,81 | 3661,53 | 3534,43 | 3053,15 | 2628,61 | 2265,53 | 2137,90 |
| 13:00 | 2134,95 | 2379,99 | 2642,64 | 2808,76 | 3104,19 | 3397,22 | 3551,71 | 3366,98 | 2853,62 | 2478,54 | 2049,31 | 1945,24 |
| 14:00 | 1805,60 | 2045,09 | 2255,86 | 2413,58 | 2664,46 | 2952,75 | 3143,99 | 2929,77 | 2382,35 | 1993,81 | 1578,87 | 1540,76 |
| 15:00 | 1260,33 | 1518,35 | 1727,20 | 1845,00 | 2074,04 | 2342,86 | 2478,67 | 2290,79 | 1804,89 | 1373,47 | 1054,30 | 1015,96 |
| 16:00 | 627,17 | 893,79 | 1090,88 | 1225,59 | 1383,28 | 1624,51 | 1743,66 | 1543,09 | 1090,06 | 691,24 | 387,43 | 349,39 |
| 17:00 | 0,84 | 201,01 | 441,95 | 590,59 | 733,56 | 907,44 | 987,55 | 795,27 | 420,30 | 67,54 | 0,00 | 0,00 |
| 18:00 | 0,00 | 0,00 | 3,33 | 80,10 | 201,48 | 312,72 | 336,66 | 183,93 | 12,96 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 19:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,70 | 26,50 | 24,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 20:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 21:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 22:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 23:00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Ilustración 66. Potencia de CA obtenida.

Recopilando los datos de la ilustración 66, obtenemos la siguiente gráfica:



Destacar a modo de curiosidad, algo que parece muy obvio que es que a pesar de que tengamos instalados 3,85 kWp, a la salida del inversor, ya habiendo descontado las pérdidas, nunca tendremos esos 3,85 kWp, en nuestro caso concreto, en la mejor de las situaciones, nuestro valor más alto sería 3,66 kWp.

Por lo que podemos afirmar que en un día totalmente soleado de julio, a la hora central del día, en el momento en el que más irradiación hay, solo tendríamos unas pérdidas del 4,94 %.

2.2.2. PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

Entre las diversas pérdidas a tener en cuenta en una instalación fotovoltaica, las pérdidas por orientación e inclinación (aquellas se deben a que los módulos fotovoltaicos no siempre están colocados con el ángulo y la orientación óptimos) pueden llegar a suponer una parte importante. Cuando la inclinación o el azimut se desvían del valor ideal para la localización, la captación de energía disminuye, lo que repercute en el rendimiento global del sistema.

Puesto que para el correcto desarrollo del presente estudio los ángulos óptimos ya han sido calculados en un apartado anterior (apartado 2.1.3) por PVGIS, en este apartado únicamente nos ceñiremos a comprobar que los ángulos calculados cumplen con la normativa establecida, fundamentalmente nos basaremos en el pliego de condiciones técnicas del IDAE y el CTE.

Para ello es necesario conocer el porcentaje de pérdidas que se establece en función del tipo de montaje que se produzca en la instalación.

| CASO | ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN |
|----------------------------|---------------------------|
| General | 10 % |
| Superposición | 20 % |
| Integración Arquitectónica | 40 % |

Ilustración 67. Pérdidas en función del tipo de montaje.

- General

Instalación optimizada o casi óptima, con buena orientación (sur) e inclinación próxima a la ideal para la latitud. Generalmente sobre cubiertas planas o casi planas.

- Superposición

Los paneles se colocan directamente sobre la cubierta existente, adoptando su inclinación y orientación.

- Integración Arquitectónica

Los módulos forman parte del edificio con orientación e inclinación determinadas por el diseño arquitectónico, no por criterios energéticos.

En primer lugar, una vez conocido el ángulo de azimut, se calcularán los límites de inclinación aceptables de acuerdo a las pérdidas máximas establecidas respecto a la inclinación óptima. Para ello se utilizará la figura (válida para una latitud de $\varphi=41^\circ$) que se muestra a continuación:

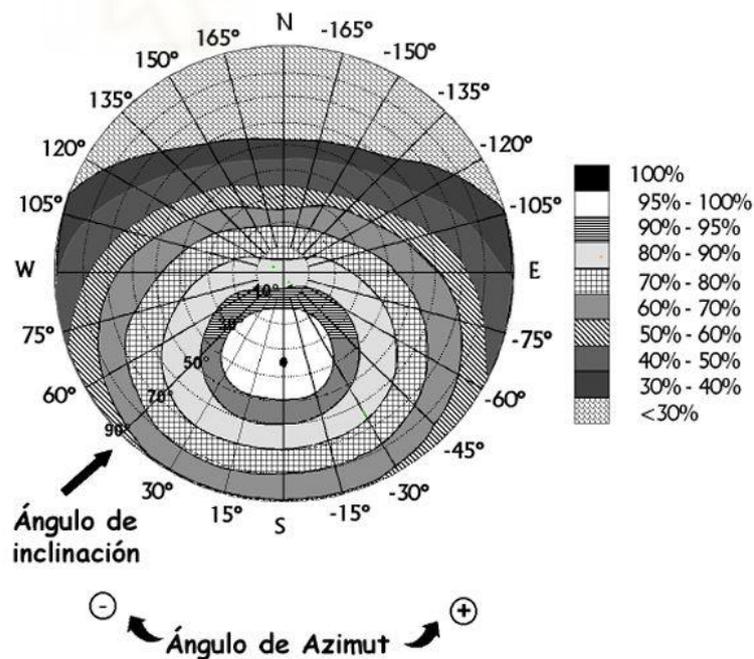


Ilustración 68. Cálculo de pérdidas por orientación e inclinación ($\varphi=41^\circ$).

Para poder calcular los límites, habrá que tener en cuenta los siguientes datos de nuestra instalación:

- Latitud (φ): $38,31859^\circ$
- Azimut (α): -2°
- Inclinación (β): 20°
- Caso General

Ya disponemos de todos los datos para poder calcular los límites de inclinación, superponiendo los datos en la ilustración 64, de tal modo que los límites quedarían de acuerdo a la siguiente ilustración:

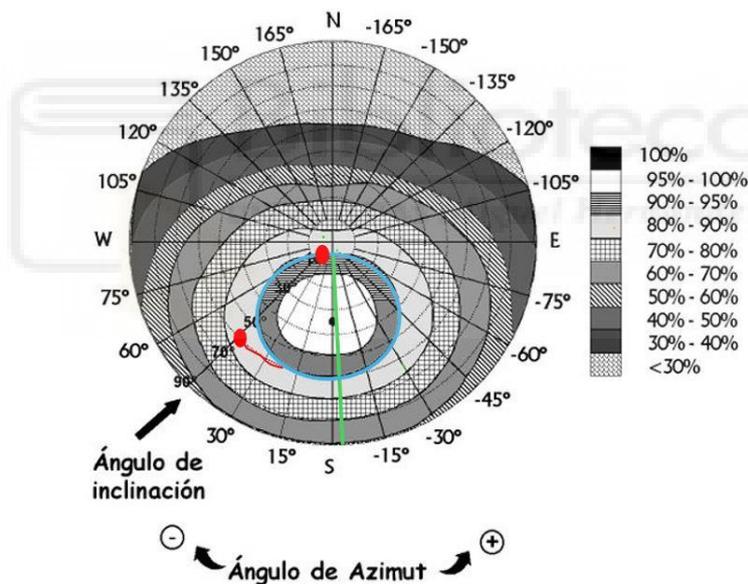


Ilustración 69. Inclinaciones máximas y mínimas.

Por lo que los límites de inclinación para una latitud de 41° grados serían los siguientes:

- Inclinación máxima ($\varphi = 41^\circ$) = 60°
- Inclinación mínima ($\varphi = 41^\circ$) = 7°

Con todo ello procedemos a realizar las correcciones pertinentes de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$\text{Inclinación máxima} = \text{Inclinación } (\varphi = 41^\circ) - (\varphi = 41^\circ - \text{latitud})$$

$$\text{Inclinación máxima} = 60 - (41 - 38,31859)$$

$$\text{Inclinación máxima} = 57,318^\circ$$

$$\text{Inclinación mínima} = \text{Inclinación } (\varphi = 41^\circ) - (\varphi = 41^\circ - \text{latitud})$$

$$\text{Inclinación mínima} = 7 - (41 - 38,31859)$$

$$\text{Inclinación mínima} = 4,32^\circ$$

Por lo que finalmente , tal y como hemos comentado anteriormente, al elegir para nuestra instalación, una inclinación de 20° , estaríamos cumpliendo con los requisitos establecidos en el pliego de condiciones técnicas del IDAE.

2.2.3 CÁLCULOS DE SOMBRAS

El cálculo de sombras es fundamental en el diseño de instalaciones fotovoltaicas, ya que permite conocer las posibles pérdidas por sombreado a lo largo del año. Un cálculo adecuado de las sombras garantiza un mejor aprovechamiento de la radiación solar incidente.

En la cubierta seleccionada no se esperan sombras importantes, ya que precisamente se ha elegido por su buena exposición al sol. No obstante, será necesario calcular a qué distancia deben colocarse los módulos fotovoltaicos para evitar que el borde elevado del tejado (40 cm más alto que la propia cubierta) proyecte sombras sobre ellos. También se deberá tener en cuenta la separación entre placas para que no se hagan sombra entre sí a lo largo del día.

En primer lugar calcularemos la distancia necesaria entre las placas y el muro de la cubierta para que no genere sombras. Para ello necesitaremos los siguientes datos:

- Latitud (ϕ):38,31859

- Altura de la cubierta (h): 0,4 metros
- K, factor adimensional dependiente de la latitud del lugar
- Inclinación de los módulos (β): 20°
- Altura del panel (a) = 2,278 m, lo sacamos de la ficha técnica del módulo

En primer lugar calculamos el factor adimensional (k), de acuerdo a la siguiente expresión:

$$k = \frac{1}{\tan(61^\circ - \text{latitud})}$$

$$k = \frac{1}{\tan(61 - 38,31859)} = 2,3928$$

Conocido el valor de k, de acuerdo a la ilustración (ilustración 66) que se presenta a continuación, calculamos la distancia necesaria para que no existan sombras.

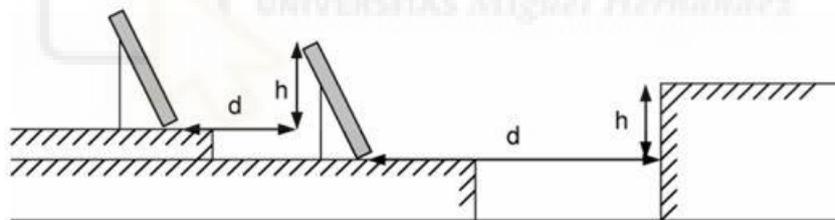


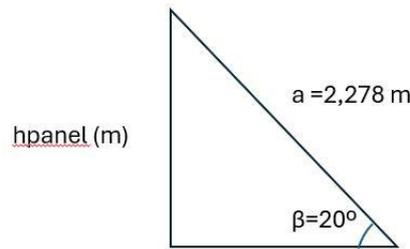
Ilustración 70. Cálculo de distancia d para evitar sombras

$$d(m) = k \times h(m)$$

$$d(m) = 2,3928 \times 0,4 = 0,95712 \text{ m}$$

$$d(m) = 0,95712 \text{ m}$$

Calculada la distancia necesaria para que el borde de la cubierta no genere sombras, ahora procedemos a calcular la distancia necesaria entre filas de paneles. Para ello calculamos la altura del panel (teniendo en cuenta la inclinación de 20°), con trigonometría básica.



Por lo que:

$$\text{sen}(20^\circ) = \frac{h_{\text{panel}}}{2,278}; h_{\text{panel}} = 0,7791 \text{ m}$$

Conocida la altura del panel, calculamos la distancia necesaria entre filas para evitar sombras.

$$d_{\text{filas}}(m) = k \times h_{\text{panel}}(m)$$

$$d_{\text{filas}}(m) = 2,3928 \times 0,7791$$

$$d_{\text{filas}}(m) = 1,86 \text{ m}$$

A modo de conclusión, ya conocemos que la distancia entre las placas solares y el muro, debe ser de 0,95712 m, mientras que la distancia entre filas (para evitar posibles sombras) deberá ser de 1,86 m.

2.2.4 CÁLCULOS MECÁNICOS

En toda instalación fotovoltaica sobre cubierta, es básico realizar cálculos mecánicos que garanticen la seguridad estructural del edificio o en este caso, de la vivienda. Estos cálculos incluyen, por un lado, la comprobación de la capacidad portante de la cubierta ante el peso del sistema fotovoltaico, y por otro, el análisis de la acción del viento, con el fin de evitar posibles situaciones indeseadas. Ambos factores se evaluarán conforme a lo establecido en el Código Técnico de la Edificación (CTE).

2.2.4.1. Capacidad estructural de la cubierta

Calcular la capacidad portante de la cubierta es esencial para garantizar que la estructura pueda soportar de forma segura el peso del sistema fotovoltaico. Una evaluación adecuada previene daños estructurales, asentamientos o fallos que podrían comprometer tanto la seguridad del edificio como la durabilidad de la instalación.

Para analizar la capacidad estructural de la cubierta, se realizará un cálculo aproximado considerando la composición de la misma definida previamente mediante el software CE3X. Cabe recordar que, tras la visita al inmueble, se estimó que la cubierta está formada por un forjado unidireccional. A partir de esta base, se evaluará si puede soportar el peso total de todos los componentes del sistema fotovoltaico.

En primer lugar recopilamos los datos con los que contamos:

- Cubierta

Según la tabla 3.1 del CTE DB-SE-AE, para cubiertas accesibles únicamente por motivos de conservación o mantenimiento, la carga mínima que deben soportar depende de su configuración. En el caso de cubiertas ligeras sin forjado, se establece una carga uniforme de $0,4 \text{ kN/m}^2$. Aunque este valor es el único explícitamente indicado, para cubiertas con forjado (como es nuestro caso), se admite una capacidad estructural superior, y en la práctica profesional suele adoptarse como referencia una carga de $0,8 \text{ kN/m}^2$ (80 kg/m^2), por analogía con lo que establecían versiones anteriores del CTE y criterios conservadores de seguridad.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

| Categoría de uso | | Subcategorías de uso | | Carga uniforme [kN/m ²] | Carga concentrada [kN] |
|------------------|--|----------------------|---|-------------------------------------|------------------------|
| A | Zonas residenciales | A1 | Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles | 2 | 2 |
| | | A2 | Trasteros | 3 | 2 |
| B | Zonas administrativas | | | 2 | 2 |
| C | Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D) | C1 | Zonas con mesas y sillas | 3 | 4 |
| | | C2 | Zonas con asientos fijos | 4 | 4 |
| | | C3 | Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc. | 5 | 4 |
| | | C4 | Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas | 5 | 7 |
| | | C5 | Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc) | 5 | 4 |
| D | Zonas comerciales | D1 | Locales comerciales | 5 | 4 |
| | | D2 | Supermercados, hipermercados o grandes superficies | 5 | 7 |
| E | Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN) | | | 2 | 20 ⁽¹⁾ |
| F | Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾ | | | 1 | 2 |
| G | Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾ | G1 ⁽⁷⁾ | Cubiertas con inclinación inferior a 20° | 1 ⁽⁴⁾⁽⁸⁾ | 2 |
| | | | Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾ | 0,4 ⁽⁴⁾ | 1 |
| | | G2 | Cubiertas con inclinación superior a 40° | 0 | 2 |

Ilustración 71. Tabla 3.1 del CTE-DB-SE-AE

- Paneles Solares

Mirando en la ficha técnica de los paneles solares a instalar, nos indica que el peso por panel es de 27,8 Kg. Puesto que vamos a instalar 7 módulos el peso de los paneles sería el siguiente:

$$\text{Peso Paneles} = 7 \times 27,8 = 194,6 \text{ Kg}$$

- Bloques de hormigón

Dada la estructura de la cubierta para que nos quepan los 7 paneles, tendremos que hacer unas 4 filas, lo que implica el uso de 11 bloques de hormigón. Viendo en la ficha técnica de los bloques de hormigón, cada bloque de hormigón supone 80 Kg adicionales de peso a la cubierta. Por lo que:

$$\text{Peso Hormigón} = 11 \times 80 = 880 \text{ Kg}$$

- Área de la cubierta

Tal y como ya hemos aclarado anteriormente se utilizará la cubierta 1 que cuenta con una superficie disponible de 44,95 m².

Con todo ello lo que haremos es calcular el Kg/m² que nos suponen todos los elementos de la instalación fotovoltaica y compararlo con la carga mínima que debe superar nuestra cubierta según el CTE. En primer lugar, calculamos la carga total del sistema.

$$Q_{total}(Kg) = Q_{paneles}(Kg) + Q_{hormigón}(Kg)$$

$$Q_{total}(Kg) = 194,6 + 880$$

$$Q_{total}(Kg) = 1074,6$$

En segundo lugar, teniendo en cuenta la superficie de la cubierta, hacemos la división para calcular la carga por metro cuadrado.

$$q\left(\frac{Kg}{m^2}\right) = \frac{Q}{Áreacubierta}$$

$$q\left(\frac{Kg}{m^2}\right) = \frac{1074,6}{44,95}$$

$$q\left(\frac{Kg}{m^2}\right) = 23,9$$

Puesto que:

$$23,9 \frac{Kg}{m^2} < 0,8 \frac{Kg}{m^2}$$

Por lo que podemos afirmar que la carga adicional generada por la instalación del sistema fotovoltaico representa solo un 29,9 % de la sobrecarga normativa mínima permitida, por lo que la estructura de la cubierta de forjado unidireccional podrá asumirla sin comprometer su integridad, siempre que no existan daños estructurales previos.

2.2.4.2. Acción del viento

La acción del viento es un factor clave a tener en cuenta en el diseño de instalaciones fotovoltaicas, ya que puede generar fuerzas de succión o presión capaces de desestabilizar los módulos. Su cálculo es importante para garantizar la seguridad estructural del sistema frente a condiciones climáticas adversas.

Para calcular la acción del viento sobre una instalación fotovoltaica, nos basaremos en el Código Técnico de la Edificación (CTE), más concretamente en el Documento Básico SE-AE (Seguridad Estructural – Acciones en la Edificación), que remite a la norma UNE-EN 1991-1-4:2007 para el cálculo de las acciones del viento.

En primer lugar destacamos los datos con los que contamos:

- Área del panel

Basándonos en la ficha técnica del panel calculamos su área. Nos sale resultante un área de $2,58 \text{ m}^2$. ($2,27 \times 1,134$)

- Densidad del aire (ρ)

Tomaremos como densidad del aire un valor estándar de $1,25 \text{ Kg/m}^3$.

- Carga máxima admisible del panel

Por la parte delantera, la zona que absorbe la irradiación, la ficha técnica del panel nos muestra que es capaz de aguantar una presión de 5400 Pa .

Con todo ello, el método que utilizaremos será el mismo que para el cálculo de la capacidad estructural. Calcularemos la carga que supone el viento sobre el panel y después la compararemos con la carga que es capaz de aguantar el panel.

En primer lugar, calcularemos la presión dinámica (q) ejercida por el viento por medio de la siguiente expresión:

$$q = 0,5 \times \rho \times v^2$$

Siendo:

- ρ , densidad del aire
- v^2 , es la velocidad básica del viento en m/s

Para el cálculo de la velocidad básica del viento, nos fijaremos en la Figura D.1 del CTE DB SE-AE, el cual detallamos a continuación:

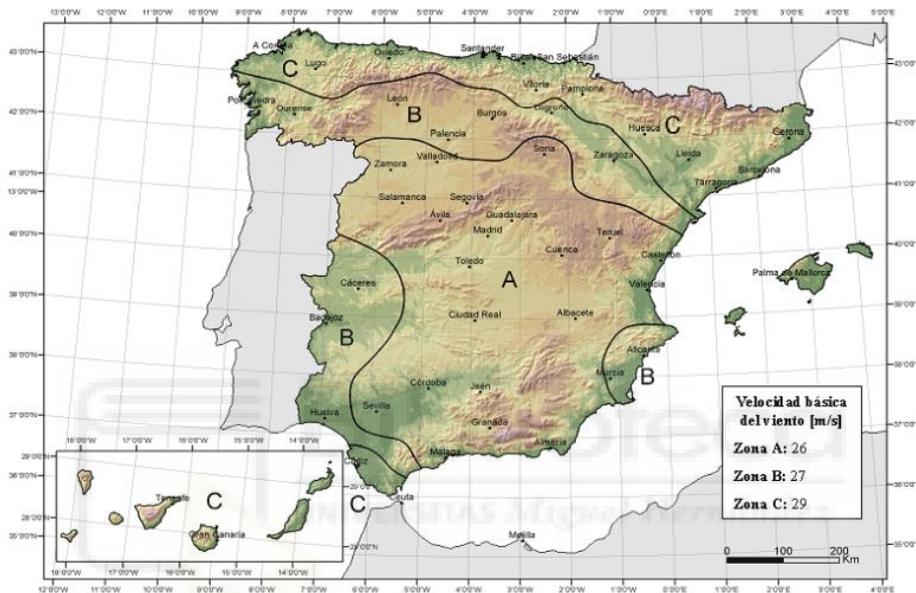


Ilustración 72. Figura D.1 del CTE DB SE-AE

En referencia a lo expuesto en la ilustración 72, la velocidad básica del viento serán 26 m/s, por lo que ya podríamos aplicar el cálculo de la presión dinámica.

$$q = 0,5 \times \rho \times v^2$$

$$q\left(\frac{N}{m^2}\right) = 0,5 \times 1,25 \times (26)^2$$

$$q\left(\frac{N}{m^2}\right) = 0,5 \times 1,25 \times (26)^2$$

$$q\left(\frac{N}{m^2}\right) = 422,5$$

Una vez calculada la presión dinámica del viento, habrá que aplicarme un factor de corrección, debido a la altura a la que se encuentra el panel, de acuerdo con la norma UNE-EN 1991-1-4 y su aplicación nacional.

$$q(z) = q \times C_e$$

Siendo:

- q , presión dinámica calculada anteriormente (en N/m^2)
- C_e , factor de corrección de acorde a la norma UNE-EN 1991-1-4
- $q(z)$, presión dinámica una vez aplicada la corrección (en N/m^2)

Cabe destacar que en este caso, debido a que el panel se encuentra a una altura de unos 4 metros sobre el suelo, además de que la vivienda se encuentra en zona semiurbana y otras consideraciones recogidas en la norma, anteriormente citada. Nuestro factor de corrección sería de 3,31. Por lo que la presión dinámica corregida quedaría de la siguiente manera.

$$q(z) = 422,5 \times 3,31$$

$$q(z) = 1398,475 \text{ N/m}^2$$

Ahora procedemos a calcular la fuerza del viento ejercida sobre el panel a través de la siguiente fórmula:

$$F(N) = q(z) \times A \times C_p$$

Siendo:

- A , área del panel
- C_p , para este caso le daremos el valor 1, ya que supone un valor conservador de presión positiva según la norma UNE-EN 1991-1-4.

Por lo que:

$$F(N) = 1398,475 \times 2,58 \times 1$$

$$F(N) = 3608,066 \text{ N}$$

Ahora calculamos la presión efectiva ejercida sobre el panel, utilizando la fórmula que se detalla a continuación:

$$p = \frac{F}{A}$$

Siendo:

- F, fuerza del viento ejercida sobre el panel (en N)
- A, Área del panel (en m²)

Por lo que obtenemos:

$$p(Pa) = \frac{3608,66}{2,58}$$

$$p(Pa) = 1398,7 Pa$$

Si nos fijamos, podemos observar que la presión efectiva sobre el panel (p) coincide con q(z), esto es debido a que hemos supuesto Cp=1, es decir, que la presión generada por el viento se transmite completamente sobre la superficie sin amplificación ni reducción.

Por lo que por último hacemos la comparación entre la presión que ejerce el viento y la presión que es capaz de soportar el panel.

$$1398,7 Pa < 5400 Pa$$

Por lo que podemos afirmar que esta carga se encuentra muy por debajo del límite estructural de 5.400 Pa indicado por el fabricante, por lo que se concluye que el panel puede resistir la acción del viento sin comprometer su resistencia.

2.3. CÁLCULO Y VERIFICACIÓN DEL CONEXIONADO DE LOS MÓDULOS

El cálculo del conexionado de los módulos fotovoltaicos es un aspecto fundamental para garantizar el correcto funcionamiento y la seguridad de la instalación. Según la forma en que se conecten los módulos (en serie o paralelo) será necesario verificar distintos parámetros eléctricos clave, como la tensión, la intensidad y la potencia total generada. En este apartado se establecerá la disposición de los módulos y se comprobará que la configuración elegida cumple con los límites técnicos y normativos exigidos (tanto en condiciones STC como fuera de ellas).

Para el caso que nos ocupa conectaremos los 7 módulos en serie y en un único MPPT (entrada del inversor) y lo voy a plantear de esta manera porque permite un mejor aprovechamiento del inversor y una mayor eficiencia de la instalación. Al estar todos los módulos con la misma orientación e inclinación, no es necesario dividirlos en varias cadenas, lo que simplifica el diseño, reduce pérdidas eléctricas y facilita tanto la instalación como el mantenimiento.

En primer lugar, pasamos a definir los distintos parámetros que utilizaremos a lo largo de este apartado. Todos ellos vienen descritos en la siguiente tabla.

| Descripción | Parámetro | Unidad |
|--|---------------|--------|
| Tensión a circuito abierto del string en condiciones STC | $V_{oc,STC}$ | V |
| Corriente a circuito abierto del string en condiciones STC | $I_{sc,STC}$ | A |
| Tensión en el punto de máxima potencia del string en condiciones STC | V_{mp_STC} | V |
| Corriente en el punto de máxima potencia del string en condiciones STC | I_{mp_STC} | A |
| Potencia producida por el string en condiciones STC | P_{mp_STC} | W |
| Temperatura de la célula del panel solar fotovoltaico | T_c | °C |
| Temperatura de operación nominal del módulo | TONC | °C |
| Coefficiente de temperatura de V_{oc} | α | %/°C |
| Coefficiente de temperatura de I_{sc} | β | %/°C |
| Coefficiente de temperatura de P_{mp} | γ | %/°C |

Una vez conocidos los parámetros que vamos a comprobar que cumplan normativa y estén dentro del rango de valores que nos indica el fabricante, procedemos a recopilar una serie de datos del inversor y del módulo fotovoltaico que nos serán de mucha utilidad.

Cabe destacar que los datos de inversor y del módulo que se muestran a continuación han sido recopilados de la ficha técnica de los respectivos fabricantes.

| PANEL SOLAR JASOLAR JAM72S30-550/MR | |
|--|---------------------|
| Parámetro | Valor |
| Potencia máxima (Pmax) | 550 W |
| Tensión en circuito abierto (Voc) | 49.90 V |
| Tensión a máxima potencia (Vmp) | 41.96 V |
| Corriente en cortocircuito (Isc) | 14 A |
| Corriente a máxima potencia (Imp) | 13.11 A |
| Eficiencia del módulo | 21.3% |
| Dimensiones | 2279 x 1134 x 35 mm |
| Peso | 27.8 kg |
| Tolerancia de potencia | 0 – +5 W |
| Coefficiente de temperatura de Isc | +0.045%/°C |
| Tipo de celda | Monocrystalina PERC |
| Configuración | 72 celdas (6x12) |
| TONC | 45°C |

| INVERSOR SolaX X1-BOOST-4.2K-G4 | |
|--|--------------|
| Parámetro | Valor |
| Potencia nominal | 4200 W |
| ENTRADA CC | |

| INVERSOR SolaX X1-BOOST-4.2K-G4 | |
|--|--------------|
| Parámetro | Valor |
| Número de MPPT | 2 |
| Número de cadenas por MPPT | 1 |
| Tensión de entrada nominal | 360 V |
| Rango tensión de entrada | 50 - 600 V |
| Rango de tensión MPPT | 40 – 560 V |
| Tensión de arranque | 50 V |
| Corriente máxima de entrada | 16 A |
| Corriente máxima de cortocircuito | 22 A |
| Potencia máxima de entrada recomendada | 8 kWp |
| SALIDA CA | |
| Potencia nominal de salida | 4200 W |
| Corriente nominal de salida | 18,3 A |
| Potencia aparente máxima de salida | 4620 VA |
| Corriente máxima de salida | 20,1 A |
| Peso | 11 Kg |
| Grado de protección (IP) | IP65 |

Una vez conocidos los valores con los que vamos a trabajar, para poder comparar y ver si nuestra instalación cumple con los valores (teniendo en cuenta que vamos a conectar 7 módulos en serie a un único MPPT), solo nos quedará calcular los parámetros característicos de nuestra instalación en condiciones estándar de medida (STC). Esos cálculos, se detallan a continuación:

- Tensión de Cortocircuito (V_{oc})

Puesto que nuestra instalación dispone de 7 módulos conectados en serie, el cálculo a realizar será el siguiente:

$$V_{oc, stc} = V_{oc, módulo} \times N^{\circ} \text{ módulos}$$

$$V_{oc, stc} = 49,90 \times 7$$

$$V_{oc, stc} = 349,3 \text{ V}$$

Puesto que:

$$V_{min, inv} < V_{oc, stc} < V_{max, inv}$$

$$50 V < 349,3 V < 600 V$$

Podemos afirmar que no tendríamos ningún problema con la tensión de cortocircuito en la instalación.

- Corriente de Cortocircuito (I_{sc})

Dado que nuestra configuración de la instalación únicamente dispone de una única rama en paralelo. El cálculo se haría de la siguiente manera:

$$I_{sc, stc} = I_{sc, módulo} \times N^{\circ} \text{ ramas paralelo}$$

$$I_{sc, stc} = 14 \times 1$$

$$I_{sc, stc} = 14 A$$

Puesto que:



Biblioteca
UNIVERSITATIS Miguel Hernández

$$I_{sc, stc} < I_{sc \text{ max, inv}}$$
$$14 A < 22 A$$

Podemos afirmar que no tendríamos ningún problema con la intensidad de cortocircuito en la instalación.

- Voltaje total del string (V_{mp})

Para el cálculo y verificación del voltaje total del string, tendremos en cuenta que son 7 paneles conectados en serie. En este caso habrá que fijarse en la tensión nominal del panel. El cálculo sería el siguiente:

$$V_{mp, stc} = V_{mp, módulo} \times N^{\circ} \text{ módulos}$$

$$V_{mp, stc} = 41,96 \times 7$$

$$V_{mp, stc} = 293,72 V$$

Por lo que:

$$V_{mppt, min} < V_{mp, stc} < V_{mppt, max}$$
$$40 V < 293,72 V < 560 V$$

Podemos afirmar que no tendríamos ningún problema con el voltaje total del string en la instalación.

- Intensidad total del string (I_{mp})

Para el cálculo y verificación de la intensidad total del string, tendremos en cuenta que son 7 paneles conectados en una única rama en paralelo. En este caso habrá que fijarse en la intensidad nominal del panel. El cálculo sería el siguiente:

$$I_{mp, stc} = I_{mp, módulo} \times N^{\circ} \text{ ramas paralelo}$$

$$I_{mp, stc} = 13,11 \times 1$$

$$I_{mp, stc} = 13,11 A$$

Puesto que:

$$I_{mp, stc} < I_{mp, inv}$$

$$13,11 A < 16 A$$

Podemos afirmar que no tendríamos ningún problema con la intensidad nominal de entrada en la instalación.

- Potencia total del string (P_{mp})

Procedemos a calcular la última condición, se trata de ver si la potencia total producida por el string, cumple con la potencia que puede gestionar el inversor. El cálculo a realizar es el siguiente:

$$P_{mp, stc} = P_{mp, módulo} \times N^{\circ} \text{ módulos} \times N^{\circ} \text{ ramas en paralelo}$$

$$P_{mp, stc} = 550 \times 7 \times 1$$

$$P_{mp, stc} = 3850 \text{ W}$$

Por lo que:

$$P_{mp, stc} < P_{mp \text{ nominal}, inv}$$

$$3850 \text{ W} < 4200 \text{ W}$$

Podemos afirmar que no tendríamos ningún problema con la potencia nominal en la instalación.

Tras realizar los cálculos pertinentes, se concluye que la conexión de 7 módulos fotovoltaicos en serie en un único string es técnicamente viable. La configuración cumple con los requisitos eléctricos y garantiza una correcta operación del inversor. Por tanto, se verifica la compatibilidad y seguridad de la instalación en condiciones STC.

Por otro lado, las condiciones STC representan un entorno ideal, que rara vez se da. Por tanto, para garantizar que el sistema fotovoltaico funcione correctamente en situaciones reales, es necesario verificar su comportamiento bajo condiciones NO STC, como las de irradiancia y temperatura extremas. Para ello, vamos a aplicar márgenes de seguridad mediante porcentajes a los valores eléctricos susceptibles de verse alterados por las distintas condiciones climáticas.

Consideraremos las siguientes situaciones:

- Aumento de la tensión con temperaturas muy bajas

A bajas temperaturas, la tensión de circuito abierto (V_{oc}) de los módulos fotovoltaicos aumenta debido a la reducción de la corriente de saturación del diodo interno del módulo, lo que incrementa la diferencia de potencial en el dispositivo.

- Aumento de la corriente en condiciones de alta irradiancia y reflexión

La corriente generada por un módulo es directamente proporcional a la irradiancia. En situaciones de nieve o superficies muy reflectantes, se puede dar el caso, donde parte de la radiación solar se refleja y vuelve a incidir sobre los módulos, aumentando la irradiancia total y, con ello, la corriente de cortocircuito (I_{sc}) por encima del valor nominal.

- Disminución de la potencia y tensión bajo altas temperaturas

Cuando los módulos trabajan a altas temperaturas, se reduce su tensión de funcionamiento (V_{mp}) y, en consecuencia, su potencia máxima (P_{mp}). Esto ocurre por el coeficiente negativo de temperatura del silicio: cuanto más caliente está el módulo, menor es la diferencia de potencial generada.

En base a estas situaciones habituales vamos a establecer una serie de porcentajes de error para comprobar si los parámetros cumplen fuera de las condiciones STC. Los porcentajes establecidos son los siguientes:

| Parámetro | Corrección (%) |
|--|----------------|
| Tensión de circuito abierto (V_{oc}) | +10% |
| Corriente de cortocircuito (I_{sc}) | +10% |
| Tensión en punto de máxima potencia (V_{mp}) | -10% |
| Corriente en punto de máxima potencia (I_{mp}) | +5% |
| Potencia máxima del string (P_{mp}) | -15% |

A continuación vamos a proceder con la corrección de los parámetros con los porcentajes mostrados anteriormente y ver si siguen cumpliendo con las condiciones de operación del inversor.

- Tensión de circuito abierto (V_{oc})

Aplicamos el porcentaje de corrección:

$$V_{oc} = V_{oc, stc} \times 1,1$$

$$V_{oc} = 349,3 \times 1,1$$

$$V_{oc} = 384,23 \text{ V}$$

Por lo que:

$$V_{min, inv} < V_{oc} < V_{max, inv}$$

$$50 \text{ V} < 384,23 \text{ V} < 600 \text{ V}$$

- Corriente de cortocircuito (I_{sc})

Aplicamos el porcentaje de corrección:

$$I_{sc} = I_{sc, stc} \times 1,1$$

$$I_{sc} = 14 \times 1,1$$

$$I_{sc} = 15,4 \text{ A}$$

Por lo que:

$$I_{sc, stc} < I_{sc max, inv}$$

$$15,4 \text{ A} < 22 \text{ A}$$

- Tensión en punto de máxima potencia (V_{mp})

Aplicamos el porcentaje de corrección:

$$V_{mp} = V_{mp, stc} \times 0,9$$

$$V_{mp} = 293,72 \times 0,9$$

$$V_{mp} = 264,348 V$$

Por lo que:

$$V_{mppt, min} < V_{mp, stc} < V_{mppt, max}$$

$$40 V < 264,348 V < 560 V$$

- Corriente en punto de máxima potencia (I_{mp})

Aplicamos el porcentaje de corrección:

$$I_{mp} = I_{mp, stc} \times 1,05$$

$$I_{mp} = 13,11 \times 1,05$$

$$I_{mp} = 13,7655 A$$

Por lo que:

$$I_{mp} < I_{mp, inv}$$

$$13,7655 A < 16 A$$

- Potencia máxima del string (P_{mp})

Aplicamos el porcentaje de corrección:

$$P_{mp} = P_{mp, stc} \times 0,85$$

$$P_{mp} = 3850 \times 0,85$$

$$P_{mp} = 3272,5 \text{ W}$$

Por lo que:

$$P_{mp} < P_{mp \text{ nominal, inv}}$$

$$3272,5 \text{ W} < 4200 \text{ W}$$

Tras aplicar los porcentajes de corrección para condiciones reales fuera de condiciones STC, se verifica que todos los parámetros eléctricos se mantienen dentro de los límites técnicos establecidos. Por tanto, se concluye que la configuración del string y su conexión al inversor son viables y seguras, garantizando un funcionamiento adecuado del sistema en condiciones normales.



2.4. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

En este apartado nos centraremos en el cálculo de ciertos elementos básicos para el correcto funcionamiento y la seguridad de la instalación. Se va a determinar la sección de los conductores necesarios, se diseñará y calculará el sistema de puesta a tierra, y se dimensionarán las protecciones adecuadas para proteger tanto la instalación como a las personas frente a posibles fallos eléctricos.

2.4.1. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES

Dimensionar correctamente la sección de los conductores es básico para evitar sobrecalentamientos, pérdidas de energía y caídas de tensión excesivas. Un buen cálculo de las secciones de los conductores es una buena parte de la seguridad de la instalación.

La sección de los conductores se calculará teniendo en cuenta dos criterios: la caída de tensión máxima permitida, y la intensidad máxima admisible. Para el correcto desarrollo de estos dos criterios, nos apoyaremos en el REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión).

2.4.1.1. Tramo Corriente Continua

Puesto que el cliente valora poner el inversor en el interior de la vivienda, nos aparecen dos tramos de corriente continua (un tramo que va por la cubierta, a la intemperie y otro que va por el interior de la vivienda). Dimensionaremos la sección del cableado de continua en función del tramo exterior, ya que va a ser más restrictivo.

Ese tramo exterior es más restrictivo, porque está expuesto a condiciones más adversas. Por lo que hay que aplicar factores de corrección más estrictos según el REBT. Por eso, calcular la sección del cable basándonos en este tramo asegura que sea seguro y funcione correctamente.

El tramo de corriente continua es el que conecta la generación (los paneles solares) con el inversor, en nuestro caso particular, dentro de la vivienda.

Criterio caída de tensión máxima

Respecto al criterio de caída de tensión máxima en el tramo de corriente continua, no he encontrado información al respecto en el REBT. Sin embargo, el IDAE, en su *Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red*, establece que los conductores de la parte de corriente continua (CC) de una instalación fotovoltaica deben tener la sección suficiente para que la caída de tensión no supere el 1,5%.

Además, el IDAE recomienda que los conductores utilizados en el tramo de corriente continua (CC) de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red sean de cobre. Esta recomendación se encuentra en el *Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red* del IDAE, específicamente en su apartado 5.5.2.

Teniendo en cuenta esto (y que se trata de una línea monofásica), presentamos la fórmula para el cálculo de la caída de tensión:

$$S \geq \frac{2 \times P_{mp, stc} \times L}{\gamma \times e \times V_{mp, stc}}$$

Siendo:

- S, sección mínima del conductor (mm²)
- L, longitud del conductor (m)
- P_{mp, stc}, potencia nominal (en W)
- γ , conductividad del cobre a 90 °C (m/(Ω mm²))
- e, caída admisible (V)
- V_{mp, stc}, Tensión nominal a la que funciona el string del sistema (V)

A continuación procedemos a explicar de donde sacamos cada uno de los valores que vamos a utilizar en la fórmula.

En primer lugar consideraremos la tensión nominal del string, calculada anteriormente (V_{mp, stc}) de 293,72 V. En referencia a la potencia del sistema, consideraremos esos 3,85 kW calculados anteriormente. Consideraremos una longitud de 20 metros hasta el inversor.

Por otro lado en referencia a la conductividad del cobre, hemos elegido el valor de la conductividad del cobre a 90°C, puesto que el cable que vamos a emplear (Cable H1Z2Z2-K, es el estándar para fotovoltaica) tiene aislamiento XLPE.

Con todo ello, sustituimos los valores y aplicamos la ecuación anteriormente mencionada:

$$S \geq \frac{2 \times 3850 \times 20}{45 \times 4,4 \times 293,72}$$

$$S \geq 2,648 \text{ mm}^2$$

Criterio de intensidad máxima admisible

La ITC-BT-40 regula las instalaciones generadoras de baja tensión, entre ellas las fotovoltaicas conectadas a red. En su apartado de cables y protecciones, establece que: "Los conductores de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la corriente de salida del generador". Por lo que vamos a dimensionar la sección en función de lo que nos dice la ITC-BT-40.

Teniendo en cuenta que hemos conectado 7 módulos en serie, la corriente máxima que nos puede dar el generador es la corriente de cortocircuito (I_{sc}). Por lo que, siendo conscientes de lo que menciona la normativa inmediatamente citada, utilizamos la siguiente expresión:

$$I_{cc \text{ max}} = I_{sc} \times 1,25$$

$$I_{cc \text{ max}} = 14 \times 1,25$$

$$I_{cc \text{ max}} = 17,5 \text{ A}$$

Atendiendo a la normativa descrita en la ITC-BT-06, se considerará el siguiente factor de corrección:

- Por ser una instalación expuesta al sol: 0,9

Por lo que la intensidad corregida quedaría de la siguiente manera:

$$I_{cc'} \max = \frac{I_{cc} \max}{0,9}$$

$$I_{cc'} \max = \frac{17,5}{0,9} = 19,4 \text{ A}$$

A continuación, se selecciona la sección mínima del cable considerando el tipo de instalación (método B1), el uso de aislamiento XLPE y que el sistema es monofásico, tomando como referencia la tabla A de la ITC-BT-19.

| | | 3x PVC | 2x PVC | | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR | | | | | | |
|--------------|---|-----------|-----------|-----------|------------------------|------------------------|-----------|------------------------|--------------------------|---------------------------------------|------------------------|-----|
| A |  | | | | | | | | | | | |
| A2 |  | 3x PVC | 2x PVC | | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR | | | | | | |
| B |  | | | | 3x PVC | 2x PVC | | | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR | | |
| B2 |  | | | 3x PVC | 2x PVC | | | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR | | | |
| C |  | | | | 3x PVC | 2x PVC | | | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR | | |
| E |  | | | | | 3x PVC | | 2x PVC | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR | | |
| F |  | | | | | | 3x PVC | | | 3x XLPE o EPR ⁽¹⁾ | | |
| G |  | | | | | | | | 3x PVC ⁽¹⁾ | | 3x XLPE o EPR | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | mm ² | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Cobre | 1,5 | 11 | 11,5 | 13 | 13,5 | 15 | 16 | - | 18 | 21 | 24 | - |
| | 2,5 | 15 | 16 | 17,5 | 18,5 | 21 | 22 | - | 25 | 29 | 33 | - |
| | 4 | 20 | 21 | 23 | 24 | 27 | 30 | - | 34 | 38 | 45 | - |
| | 6 | 25 | 27 | 30 | 32 | 36 | 37 | - | 44 | 49 | 57 | - |
| | 10 | 34 | 37 | 40 | 44 | 50 | 52 | - | 60 | 68 | 76 | - |
| | 16 | 45 | 49 | 54 | 59 | 66 | 70 | - | 80 | 91 | 105 | - |
| | 25 | 59 | 64 | 70 | 77 | 84 | 88 | 96 | 106 | 116 | 123 | 166 |
| | 35 | | 77 | 86 | 96 | 104 | 110 | 119 | 131 | 144 | 154 | 206 |
| | 50 | | 94 | 103 | 117 | 125 | 133 | 145 | 159 | 175 | 188 | 250 |
| | 70 | | | | 149 | 160 | 171 | 188 | 202 | 224 | 244 | 321 |
| | 95 | | | | 180 | 194 | 207 | 230 | 245 | 271 | 296 | 391 |
| 120 | | | | 208 | 225 | 240 | 267 | 284 | 314 | 348 | 455 | |
| 150 | | | | 236 | 260 | 278 | 310 | 338 | 363 | 404 | 525 | |
| 185 | | | | 268 | 297 | 317 | 354 | 386 | 415 | 464 | 601 | |
| 240 | | | | 315 | 350 | 374 | 419 | 455 | 490 | 552 | 711 | |
| 300 | | | | 360 | 404 | 423 | 484 | 524 | 565 | 640 | 821 | |

Ilustración 73. Tabla A, intensidades máximas admisibles ITC-BT-19

Vemos que mediante la adopción de este criterio la sección de cable que nos sale para el conductor es S=1,5 mm².

Tras calcular las secciones necesarias que permitirían un correcto funcionamiento de la instalación tanto por el criterio de intensidad máxima admisible, como por el criterio de caída de tensión. Se decide seleccionar la sección más restrictiva (criterio de caída de tensión), siendo esta $S=2,648 \text{ mm}^2$ aunque aún así seleccionaremos la sección normalizada inmediatamente superior, es decir, $S = 4 \text{ mm}^2$.

Destacar que seleccionaremos el cable H1Z2Z2-K de 4 mm^2 , ya que cumple con todos los requisitos técnicos, térmicos, eléctricos y de seguridad exigidos por la normativa vigente (REBT, ITC-BT-40, UNE-EN 50618) y asegura el correcto funcionamiento y durabilidad de la instalación. Además es el cable estándar para cableado en continua de fotovoltaica.

2.4.1.2. Tramo Corriente Alterna

Dimensionar correctamente la sección de los conductores en el tramo de alterna, que conecta la salida del inversor con el cuadro general de mando y protección de la vivienda, es esencial para limitar la caída de tensión y evitar pérdidas energéticas innecesarias. Además, garantiza que el cableado soporte la intensidad del sistema sin riesgo de sobrecalentamiento, cumpliendo así con las exigencias del REBT y asegurando una operación segura y eficiente.

Tanto el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), a través de la ITC-BT-40, como el IDAE coinciden en que la caída de tensión en el tramo de alterna de una instalación fotovoltaica conectada a red no debe superar el 1 %. Esta limitación garantiza una instalación segura desde el inversor hasta el punto de consumo, minimizando pérdidas. El REBT lo establece como requisito técnico, mientras que el IDAE lo refuerza como buena práctica en sus guías técnicas de autoconsumo.

También destacar que para el cálculo de las secciones mínimas en el circuito de alterna se seguirán los mismos procedimientos que para el cálculo de las secciones en continua, salvando aquellos datos técnicos que puedan diferir para un correcto dimensionamiento.

Criterio caída de tensión máxima

Teniendo en cuenta todo lo citado anteriormente procedemos para el cálculo de la sección, a través de la siguiente ecuación:

$$S \geq \frac{2 \times P_{max} \times L}{\gamma \times e \times V}$$

Siendo:

- S, sección mínima del conductor (mm²)
- L, longitud del conductor (m)
- P_{max} potencia nominal máxima que es capaz de ofrecer el inversor (en W)
- γ , conductividad del cobre a 90 °C (m/(Ω mm²))
- e, caída admisible (V)
- V, Tensión nominal entre fase y neutro (V)

A continuación procedemos a explicar de donde sacamos cada uno de los valores que vamos a utilizar en la fórmula.

En primer lugar aunque el inversor sea capaz de proporcionar hasta 4,2 kW, como solo tenemos 3,85 kW en placas, será esta última la potencia nominal que consideraremos. La tensión entre fase y neutro serán 230 V. Consideraremos una longitud de 8 metros desde el inversor hasta el CGMP. A diferencia de en el tramo de continua, en este tramo de alterna la caída de tensión admisible es un 1%.

Por otro lado en referencia a la conductividad del cobre , hemos elegido el valor de la conductividad del cobre a 90°C , puesto que el cable que vamos a emplear (cable H07RN-F) tiene aislamiento XLPE.

Con todo ello, sustituimos los valores y aplicamos la ecuación anteriormente mencionada:

$$S \geq \frac{2 \times 3850 \times 8}{45 \times 2,3 \times 230}$$

$$S \geq 2,5877 \text{ mm}^2$$

Criterio intensidad máxima admisible

La sección de los conductores se diseñarán para soportar la máxima intensidad que es capaz de proporcionar el inversor. Aplicamos la siguiente expresión:

$$I_{ca \text{ max}} = I_{max, inv} \times 1,25$$

$$I_{ca \text{ max}} = 20,1 \times 1,25$$

$$I_{ca \text{ max}} = 25,125 \text{ A}$$

A continuación, se selecciona la sección mínima del cable considerando el tipo de instalación (método B2), el uso de aislamiento XLPE y que el sistema es monofásico, tomando como referencia la tabla A de la ITC-BT-19.

| | | | 3x PVC | 2x PVC | | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR | | | | | | |
|----|---|---|-----------|-----------|-----------|------------------------|------------------------|-----------|-----|------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-----|
| A |  | Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes | | | | | | | | | | | |
| A2 |  | Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes | 3x PVC | 2x PVC | | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR | | | | | | |
| B |  | Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra | | | | 3x PVC | 2x PVC | | | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR | | |
| B2 |  | Cables multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra | | 3x PVC | 2x PVC | | 3x XLPE o EPR | | | 2x XLPE o EPR | | | |
| C |  | Cables multiconductores directamente sobre la pared ¹⁾ | | | | 3x PVC | 2x PVC | | | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR | | |
| E |  | Cables multiconductores al aire libre ²⁾ . Distancia a la pared no inferior a 0.3D ³⁾ | | | | | 3x PVC | | | 2x PVC | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR | |
| F |  | Cables unipolares en contacto mutuo ⁴⁾ . Distancia a la pared no inferior a D ⁵⁾ | | | | | | 3x PVC | | | | 3x XLPE o EPR ⁶⁾ | |
| G |  | Cables unipolares separados mínimo D ⁵⁾ | | | | | | | | | 3x PVC ⁶⁾ | 3x XLPE o EPR | |
| | | mm ² | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| | | 1,5 | 11 | 11,5 | 13 | 13,5 | 15 | 16 | - | 18 | 21 | 24 | - |
| | | 2,5 | 15 | 16 | 17,5 | 18,5 | 21 | 22 | - | 25 | 29 | 33 | - |
| | | 4 | 20 | 21 | 23 | 24 | 27 | 30 | - | 34 | 38 | 45 | - |
| | | 6 | 25 | 27 | 30 | 32 | 36 | 37 | - | 44 | 49 | 57 | - |
| | | 10 | 34 | 37 | 40 | 44 | 50 | 52 | - | 60 | 68 | 76 | - |
| | | 16 | 45 | 49 | 54 | 59 | 66 | 70 | - | 80 | 91 | 105 | - |
| | | 25 | 59 | 64 | 70 | 77 | 84 | 88 | 96 | 106 | 116 | 144 | 154 |
| | | 35 | 77 | 86 | 96 | 104 | 110 | 119 | 131 | 144 | 154 | 196 | 206 |
| | | 50 | 94 | 103 | 117 | 125 | 133 | 145 | 159 | 175 | 188 | 244 | 250 |
| | | 70 | | | 149 | 160 | 171 | 188 | 202 | 224 | 244 | 321 | 321 |
| | | 95 | | | 180 | 194 | 207 | 230 | 245 | 271 | 296 | 391 | 391 |
| | | 120 | | | 208 | 225 | 240 | 267 | 284 | 314 | 348 | 455 | 455 |
| | | 150 | | | 236 | 260 | 278 | 310 | 338 | 363 | 404 | 525 | 525 |
| | | 185 | | | 268 | 297 | 317 | 354 | 386 | 415 | 464 | 601 | 601 |
| | | 240 | | | 315 | 350 | 374 | 419 | 455 | 490 | 552 | 711 | 711 |
| | | 300 | | | 360 | 404 | 423 | 484 | 524 | 565 | 640 | 821 | 821 |

Ilustración 73. Tabla A, intensidades máximas admisibles ITC-BT-19

Vemos que mediante la adopción de este criterio la sección de cable que nos sale para el conductor es $S=4 \text{ mm}^2$.

Tras calcular las secciones necesarias que permitirían un correcto funcionamiento de la instalación tanto por el criterio de intensidad máxima admisible, como por el criterio de caída de tensión. Se decide seleccionar la sección más restrictiva (criterio de intensidad máxima admisible), siendo esta $S = 4 \text{ mm}^2$.

Se ha seleccionado el cable H07RN-F para el tramo de alterna de la instalación fotovoltaica debido a su construcción multipolar y su aislamiento robusto, que cumple con las exigencias normativas (REBT, ITC-BT-40, UNE-EN 50525. Su aislamiento de tipo XLPE (o equivalente según fabricante) garantiza una operación segura. Además, su flexibilidad facilita la instalación en entornos residenciales.

2.4.2. PUESTA A TIERRA

En las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red, una correcta conexión a tierra es importante tanto para la protección de las personas como para los equipos. Esta conexión debe cumplir requisitos eléctricos básicos, y criterios normativos que aseguren un sistema de puesta a tierra funcional y eficaz.

Según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-40, se establece la necesidad de una única red de tierra común para toda la instalación. Esto implica que tanto el lado de corriente continua (CC) como el de corriente alterna (CA) deben conectarse a la toma de tierra principal de la vivienda. De este modo se evitan diferencias de potencial entre ambos circuitos, reduciendo riesgos eléctricos y asegurando el funcionamiento adecuado de las protecciones.

Además, las guías técnicas del IDAE apoyan esta idea, indicando que el sistema de puesta a tierra debe ser compartido por todos los elementos de la instalación, asegurando la equipotencialidad. Esta ordenación permite cumplir con los requisitos de seguridad eléctrica establecidos en las normativas nacionales.

Según la ITC-BT-18, la sección mínima del conductor de tierra depende de la sección del conductor de fase. En la práctica, para instalaciones residenciales monofásicas de hasta 6 mm² de fase (como es nuestro caso, ya que todos los conductores son de 4 mm²), se suele usar cable de tierra de 6 mm² de cobre, lo cual garantiza una correcta protección, continuidad eléctrica y cumplimiento normativo.

Se utilizará un conductor de cobre de 6 mm², (concretamente el H07V-R 6 mm²) ya que es adecuado para las intensidades habituales en instalaciones fotovoltaicas domésticas, asegura una baja impedancia de tierra y cumple con lo establecido en el REBT.

2.4.3. CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES

Del mismo modo que en el cálculo de secciones de los conductores, se va a proceder a dimensionar las protecciones necesarias para que la instalación sea segura frente a cortocircuitos, sobretensiones y sobrecargas, para de este modo poder proteger tanto a personas como a los distintos equipos.

Destacar la importancia de un buen dimensionamiento de las protecciones, ya que si hay algo fundamental en la electricidad es la seguridad. Nos basaremos en las normas ITC-BT-23 (Protecciones contra sobreintensidades), ITC-BT-22 (Protección contra sobretensiones) e ITC-BT-40 (Instalaciones generadoras de baja tensión). Del mismo modo, se tendrá en cuenta la norma UNE-HD 60364-7-712, aplicables a protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a red.

A continuación, se presenta el dimensionamiento de las protecciones de la instalación tanto para el tramo de corriente continua como para el tramo de corriente alterna.

2.4.3.1. Tramo Corriente Continua

En el lado de corriente continua, es decir, al tramo comprendido entre los módulos fotovoltaicos y la entrada del inversor, se dispondrá de fusibles de corriente continua, que protegen frente a sobreintensidades provocadas por sobrecargas o cortocircuitos. Del mismo modo, se instalará un interruptor-seccionador bipolar, que permitirá aislar el campo fotovoltaico para realizar operaciones de mantenimiento. Por último, se incluirá una protección contra sobretensiones transitorias (SPD Tipo 2), con el objetivo de proteger al inversor frente a picos de tensión provocados por descargas atmosféricas indirectas.

En este caso, el inversor seleccionado (Solax X1-Boost 4.2 kW) incorpora un interruptor-seccionador bipolar de corriente continua, accesible desde el exterior y certificado para

corte en carga. Por tanto, no será necesario instalar un seccionador adicional, ya que cumple con los requisitos establecidos en la UNE-HD 60364-7-712. Del mismo modo también cuenta con protección frente a sobretensiones transitorias (SPD Tipo 2, que es lo que exige la normativa UNE-HD 60364-7-712), por lo que tampoco será necesario instalar la protección frente a sobretensiones transitorias.

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente citado se procede a dimensionar los fusibles, de acuerdo a la ITC-BT-22. De acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

Siendo:

- I_b , Intensidad de diseño (en A)
- I_n , Intensidad nominal del dispositivo de protección (en A)
- I_z , intensidad admisible del cable (en A)
- I_2 , Intensidad que asegura la actuación del dispositivo de protección (en A)

Teniendo en cuenta lo establecido en la ITC-BT-22, aplicamos factor de corrección a la intensidad admisible del cable. Únicamente aplicaremos el factor de corrección por temperatura ambiente (ya que en lugar de 30°C, supondremos una temperatura de 40°C)

$$I_z' = I_z \times 0,8$$

$$I_b \leq I_n \leq I_z'$$

$$I_2 \leq 1,45 \times I_z'$$

Sabemos que la intensidad de diseño (I_b) son 19,4 A de acuerdo a lo calculado en el apartado 2.4.1.1. Del mismo modo, teniendo en cuenta que para continua hemos elegido una sección de 4 mm², atendiendo a la ilustración 73, nos sale una $I_z = 38$ A. Por lo que:

$$I_{z'} = 38 \times 0,8$$

$$I_{z'} = 30,4 \text{ A}$$

De tal modo que:

$$19,4 \leq I_n \leq 30,4$$

$$I_2 \leq 1,45 \times 30,4$$

Por lo que obtenemos los siguientes resultados:

$$I_n = 25 \text{ A}$$

$$I_2 \leq 44,08 \text{ A}$$

Hemos elegido un fusible de 25 A ya que es la opción más adecuada acorde a nuestra instalación (20 A cumpliría, pero limitaría más la corriente). Para el cálculo de I_2 el valor 1,6 (en la ecuación $I_2=1,6 \times I_n$) es una estimación estándar basada en las normativas de comportamiento de fusibles (UNE-EN 60269) y es válida para comprobar de forma conservadora el cumplimiento de la condición de $I_2 \leq 44,08 \text{ A}$. Por lo que:

$$I_2 = 1,6 \times I_n$$

$$I_2 = 1,6 \times 25$$

$$I_2 = 40 \text{ A}$$

De este modo, con un fusible de 25 A se cumplirían las dos condiciones necesarias (según la ITC BT 22) para el correcto dimensionamiento de los fusibles. En nuestro caso particular, puesto que únicamente disponemos de un string, sólo serían necesarios dos fusibles (con sus respectivos portafusibles) debido, precisamente, a que solo disponemos de un string.

Se selecciona un fusible de corriente continua tipo gPV, modelo ZR-Vcc 10×85 mm de 25 A. Esta elección se justifica porque cumple con los requisitos técnicos y normativos exigidos en la ITC-BT-22 y en la norma UNE-HD 60364-7-712. Además, al tratarse de

un fusible gPV, es específico para uso en instalaciones fotovoltaicas, ofreciendo una elevada capacidad de interrupción en corriente continua, una gran fiabilidad y una respuesta adecuada ante sobrecargas o cortocircuitos.

2.4.3.2. Tramo Corriente Alterna

En el lado de corriente alterna, es decir, en el tramo comprendido entre la salida del inversor y el cuadro general de protección y mando de la vivienda, de acorde a las normativas ITC BT 24, ITC BT 23 y UNE-HD 60364-4-443, se instalarán los siguientes dispositivos de protección:

- Interruptor automático magnetotérmico

Se instalará un interruptor magnetotérmico bipolar para proteger la línea de alterna frente a sobrecargas y cortocircuitos, tal como exige la ITC-BT-22 del REBT. Su uso garantiza la desconexión segura según las intensidades admisibles del cable y el inversor.

- Interruptor automático diferencial

Se instalará un interruptor diferencial, cumpliendo los requisitos de la ITC-BT-24 para instalaciones con electrónica de potencia (como los inversores), y asegurando la detección de fugas en corriente alterna y pulsante continua.

- Protección contra sobretensiones transitorias

Aunque el inversor ya dispone de protección en su entrada de CC, es obligatorio proteger también la salida en alterna. Se instalará un SPD tipo 2 en el cuadro general de la vivienda, conforme a ITC-BT-23 y UNE-HD 60364-4-443, especialmente en zonas con riesgo medio o alto de descargas.

A continuación, vamos a proceder a desarrollar los cálculos necesarios para el correcto dimensionamiento del interruptor automático magnetotérmico. Simplemente tendremos que volver a aplicar las mismas fórmulas que para el dimensionamiento del fusible, pero adaptando los datos a las secciones e intensidades del tramo de alterna. Utilizaremos la siguiente fórmula:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

Siendo:

- I_b , Intensidad de diseño (en A)
- I_n , Intensidad nominal del dispositivo de protección (en A)
- I_z , intensidad admisible del cable (en A)
- I_2 , Intensidad que asegura la actuación del dispositivo de protección (en A)

Para este caso concreto no aplicaremos factor de corrección por temperatura, ya que la totalidad del tramo de alterna se encuentra en el interior de la vivienda.

Sabemos que la intensidad de diseño (I_b) son 25,125 A de acuerdo a lo calculado en el apartado 2.4.1.2. Del mismo modo, teniendo en cuenta que para alterna hemos elegido una sección de 4 mm², atendiendo a la ilustración 69, nos sale una $I_z = 34$ A. Por lo que:

$$25,125 \leq I_n \leq 34$$

$$I_2 \leq 1,45 \times 34$$

Por lo que obtenemos los siguientes resultados:

$$I_n = 32 \text{ A}$$

$$I_2 \leq 49,3 \text{ A}$$

Hemos elegido un magnetotérmico de 32 A ya que es la única opción que cumple ambas condiciones. Para el cálculo de I_2 el valor 1,6 (en la ecuación $I_2=1,6 \times I_n$) es una

estimación estándar basada en las normativas de comportamiento de fusibles (UNE-EN 60269) y es válida para comprobar de forma conservadora el cumplimiento de la condición de $I_2 \leq 49,3 \text{ A}$. Por lo que:

$$I_2 = 1,6 \times I_n$$

$$I_2 = 1,6 \times 25$$

$$I_2 = 40,2 \text{ A}$$

Se instalará un interruptor diferencial de 30 mA, tal como exige la ITC-BT-24 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Este valor de sensibilidad es el estándar para instalaciones eléctricas en viviendas, ya que permite detectar pequeñas fugas de corriente hacia tierra y actuar de forma rápida antes de que puedan suponer un riesgo. Como modelo adecuado, puede emplearse un diferencial (Schneider Electric A9R61240) tipo A de 40 A – 30 mA, ya que permite detectar tanto fugas de corriente alterna como pulsantes de corriente continua, habituales en instalaciones fotovoltaicas conectadas a red. Se selecciona el de 40 A, puesto que el diferencial debe ser de intensidad mayor o igual al magnetotérmico y este es de 32 A.

Por otro lado en lo referente al interruptor magnetotérmico, se selecciona el interruptor magnetotérmico Schneider Electric Acti9 iC60N A9F04232, de 32 A, curva B, bipolar, como protección en el lado de alterna de la instalación fotovoltaica. Este modelo garantiza la protección frente a sobrecargas y cortocircuitos, cumpliendo con lo establecido en la ITC-BT-22 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

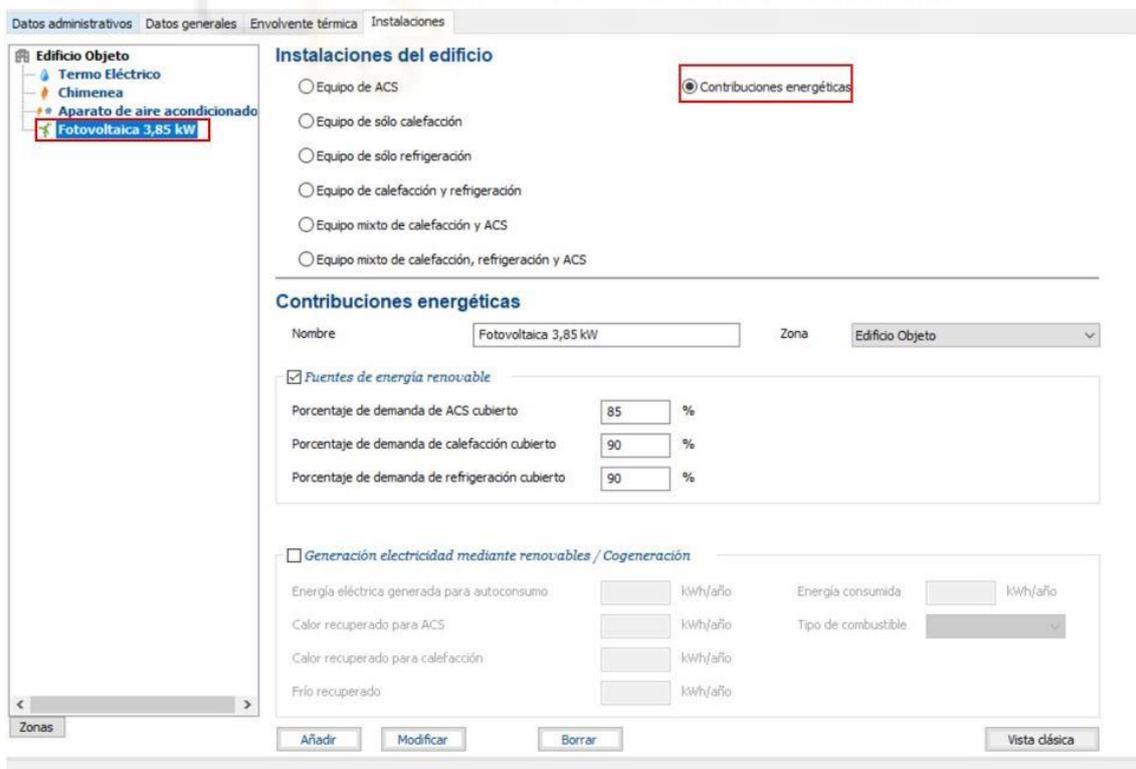
Se ha elegido el protector contra sobretensiones transitorias tipo 2 Schneider Electric iPRD40r-AC por cumplir con los requisitos técnicos y normativos necesarios para la instalación fotovoltaica. Este modelo ofrece una capacidad de descarga máxima de 40 kA, adecuada para instalaciones residenciales, garantizando la protección eficaz frente a sobretensiones transitorias.

2.5. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA POSTERIOR

Tras completar el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica y realizar el análisis energético de la vivienda previo a su instalación, en este apartado se lleva a cabo la obtención de la calificación energética resultante, considerando las mejoras energéticas que aporta la incorporación de la energía renovable a la vivienda. Este análisis permite evaluar el impacto que supone la instalación fotovoltaica en el consumo energético y eficiencia de la vivienda. A continuación se detalla el procedimiento para obtener la calificación energética posterior de la vivienda.

En primer lugar destacar que cogemos como base el certificado energético que ya tenemos elaborado, ya que únicamente tendremos que añadirle la instalación fotovoltaica.

Para ello dentro del software CE3X, nos vamos al apartado de instalaciones e introducimos la instalación fotovoltaica, tal y como se muestra en la siguiente imagen.



The screenshot shows the CE3X software interface. The 'Instalaciones del edificio' section is active, with 'Contribuciones energéticas' selected. The 'Fuentes de energía renovable' section is checked, and the 'Fotovoltaica 3,85 kW' installation is listed in the left sidebar. The 'Contribuciones energéticas' section shows the following data:

| Nombre | Zona |
|----------------------|-----------------|
| Fotovoltaica 3,85 kW | Edificio Objeto |

Under 'Fuentes de energía renovable':

| Porcentaje de demanda cubierto | % |
|--------------------------------|---|
| 85 | % |
| 90 | % |
| 90 | % |

Under 'Generación electricidad mediante renovables / Cogeneración':

| Parámetro | Valor | Unidad |
|---|-------|---------|
| Energía eléctrica generada para autoconsumo | | kWh/año |
| Energía consumida | | kWh/año |
| Calor recuperado para ACS | | kWh/año |
| Calor recuperado para calefacción | | kWh/año |
| Frío recuperado | | kWh/año |

Ilustración 74. Introducción de la fotovoltaica en CE3X.

Como la instalación fotovoltaica se ha diseñado para cubrir todos los consumos eléctricos anuales actuales de la vivienda, en principio se podría poner un 100% de porcentaje de uso cubierto para la calefacción, refrigeración y el agua caliente sanitaria (ACS). Sin embargo, se ha decidido poner porcentajes un poco más bajos (90% para calefacción y refrigeración, y 85% para ACS) porque es común que, después de poner placas solares, los usuarios consuman más electricidad. Esto suele pasar porque perciben un ahorro en la factura y usan más los aparatos eléctricos, como el termo, el aire acondicionado o incluso añaden nuevos equipos.

De este modo, se tiene en cuenta que la demanda podría subir ligeramente en el futuro, y se ajustan los valores en CE3X para que reflejen mejor el uso real que se espera una vez esté funcionando la instalación fotovoltaica.

Con todo ello y teniendo en cuenta todo lo anterior, la calificación energética de la vivienda tras la instalación de las placas solares, es la siguiente:



Ilustración 75. Calificación energética posterior.

Aunque las emisiones globales son muy bajas, gracias a la instalación fotovoltaica que cubre gran parte del consumo eléctrico, las demandas energéticas siguen siendo elevadas. Esto se explica porque el programa CE3X calcula por un lado la cantidad de energía que necesita el edificio (demanda) y por otro, las emisiones asociadas a la fuente de energía usada.

En el caso de la calefacción, la letra F en demanda puede deberse a que la vivienda tiene una elevada necesidad de calefacción por su orientación, aislamiento o características constructivas. CE3X refleja que se requiere mucha energía para mantener una temperatura de confort en invierno.

Para la refrigeración, letra D, la situación puede ser similar un aislamiento térmico insuficiente podrían hacer que se necesite mucha energía para enfriar la vivienda, aunque las emisiones sean bajas por el uso de energía fotovoltaica.

Haciendo énfasis en lo comentado anteriormente, es totalmente lógico ya que las dos únicas letras que no han variado tras la instalación de las placas solares son la demanda de calefacción y refrigeración

2.6. CONCLUSIONES ESTUDIO ENERGÉTICO

Una vez realizados ambos estudios energéticos (anterior y posterior a la instalación solar fotovoltaica), podemos sacar las siguientes conclusiones:

- Reducción del consumo de energía primaria no renovable en un 87,4%

Esta mejora significa que la vivienda consume mucha menos energía procedente de fuentes fósiles (como carbón, gas o petróleo), ya que gran parte de su demanda

eléctrica ahora se cubre mediante la energía solar generada por la instalación fotovoltaica. Destacar además que disminuye la dependencia energética externa.

- Mejora de la calificación energética de la vivienda de la letra C a la A

Pasar de una letra C a una A implica un salto importante en la eficiencia energética global del edificio. Entre las ventajas que se obtienen debido a esta mejora de la eficiencia energética destacan el aumento del valor en el mercado inmobiliario y mejora el acceso a subvenciones y deducciones fiscales.

- Descenso muy significativo en las emisiones de CO₂

Las emisiones de dióxido de carbono bajan de forma considerable, debido a que la vivienda ahora se abastece en gran parte con energía solar, que no genera emisiones durante su producción. De este modo, la vivienda tendría una menor huella de carbono y una contribución real a un modelo energético más limpio y sostenible.

ANEXOS



ANEXO I: DOCUMENTOS PARA LEGALIZAR LA INSTALACIÓN

- DROME



AYUNTAMIENTO DE ASPE

| | | | |
|---|-------|----------|--------------------------|
| DECLARACIÓN RESPONSABLE PARA INSTALACIONES Y SERVICIOS URBANÍSTICOS. Nº EXPTE.: _____ | | | URB.9 |
| Nombre y apellidos o Razón Social* | | | DNI/CIF* |
| Representante | | | DNI/CIF |
| Domicilio del interesado o representante (para notificaciones)* | | | |
| Población* | C.P.* | Teléfono | Fax o Correo Electrónico |

* Los campos marcados con asterisco son **obligatorios**. En caso de que la persona interesada no cumplimente los campos obligatorios, su solicitud puede no ser atendida.

| DATOS DE LA NOTIFICACION | |
|---|---|
| PERSONA A NOTIFICAR | MEDIO DE NOTIFICACIÓN¹ |
| <input type="checkbox"/> Solicitante <input type="checkbox"/> Representante | <input type="checkbox"/> Notificación electrónica (en el caso de elegir esta opción, será necesario indicar una dirección de correo electrónico válida) <input type="checkbox"/> Notificación postal |
| ¹ Conforme al artículo 14 de la Ley 39/2015, las personas físicas podrán elegir en todo momento si se comunican con las Administraciones Públicas a través de medios electrónicos o no. Están obligados los siguientes sujetos: a) Las personas jurídicas, b) Las entidades sin personalidad jurídica, c) Quienes ejerzan una actividad profesional para la que se requiera colegiación obligatoria y en todo caso los notarios y registradores de la propiedad y mercantiles, d) Quienes representen a un interesado que esté obligado a relacionarse electrónicamente con la Administración. | |

| EXPONE: | |
|--|---|
| Que se propone realizar las siguientes instalaciones o servicios: | |
| SÓLO SUELO URBANO | <input type="checkbox"/> Red eléctrica aérea, discurriendo sólo por parcela privada. _____ m/lineales <input type="checkbox"/> Red de telefonía o similares aérea, discurriendo sólo por parcela privada. _____ m/lineales <input type="checkbox"/> Reparación de conducciones en el subsuelo, discurriendo sólo por parcela privada. _____ m/lineales. <input type="checkbox"/> Instalaciones aprovechamiento energía solar. _____ m ² |
| CUALQUIER TIPO DE SUELO | <input type="checkbox"/> Instalaciones de antena, de estaciones o infraestructuras radioeléctricas o dispositivos de comunicación de cualquier clase, sólo en parcela privada , siempre que se encuentren incluidas en el ámbito de aplicación del artículo 34.6 de la Ley 9/2014, de 9 de mayo, General de Telecomunicaciones |
| EMPLAZAMIENTO CONCRETO DE LAS OBRAS | |
| <input type="checkbox"/> Suelo urbano <input type="checkbox"/> Suelo urbanizable <input type="checkbox"/> Suelo no urbanizable | |
| Calle/Avda/Pza/Camino: _____ Nº policía: _____ Ref. Catastral/Polígono-parcela: _____ | |
| PRESUPUESTO INICIAL DE LAS OBRAS (en euros): _____ | |

MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA
UNIFAMILIAR EN ASPE, A TRAVÉS DE UNA INSTALACIÓN
SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED



| | | |
|---|--|---|
| <p>TASA Instalaciones para el aprovechamiento de la energía solar: Hasta 200 m2 ocupado en proyecto...2,90€ m2 (mínimo 60,00€) Desde 200 m2 a 1000 m2 ocupado en proyecto....2,00€ m2 (mínimo 60,00€) Más de 1000 m2 ocupado en proyecto....1,25€ m2 (mínimo 60,00€)</p> <p>Red eléctrica aérea.....1,00€ m/lineal (mínimo 60,00€) Red de telefonía o similares aérea.....1,00€ m/lineal (mínimo 60,00€) Rep. de conducciones en el subsuelo.....2,00€ m/lineal(mínimo 60,00€) Instalación de antena o dispositivos de comunicación: Antena de telefonía móvil 600,00€/ud Resto de antenas o dispositivos..... 400,00€/ud</p> | | <p>TOTAL A INGRESAR (TASA + ICIO):</p> |
| <p>ICIO (el 3,75% del Presupuesto Inicial de las Obras PEM ; o el 0,50% del Presupuesto Inicial de las Obras PEM en caso de ubicarse las obras en la zona 1 o zona 2 del Plan General de Ordenación Urbana) Consultar planos en: https://aspe.es/area-y-departamento/territorio/ Documentación de Disciplina Urbanística “Planos Zona 1 y Zona 2 y Entorno Catalogado” Tipo de bonificaciones del impuesto aplicadas en la autoliquidación (en su caso, según art. 7 Ordenanza Fiscal): <input type="checkbox"/> Apartado 2 art. 7-Por C.I.O. aprovechamiento energía solar30% <input type="checkbox"/> Apartado 3 art. 7-Por C.I.O. en vivienda V.P.O.....30%</p> | | |

OPOSICIÓN EXPRESA DEL INTERESADO A LA CONSULTA DE DATOS OBRANTES EN LA ADMINISTRACIÓN.

De acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 28.2 de la Ley 39/2015, la consulta de datos es AUTORIZADA por los interesados salvo que conste en el procedimiento su oposición expresa o la ley especial aplicable requiera consentimiento expreso.

NO PRESTA SU CONSENTIMIENTO para que el Ayuntamiento de Aspe realice consulta de los datos del solicitante/representante a la Dirección General del Catastro, Instituto Nacional de Estadística, Registro de la Propiedad u otros organismos públicos mediante servicios interoperables y aporta fotocopia de su DNI/NIE y resto de documentos.

| INFORMACIÓN ADICIONAL, LEY ORGANICA 3/2018, DE 5 DE DICIEMBRE, DE PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES Y GARANTIAS DE LOS DERECHOS DIGITALES | |
|---|--|
| Responsable Tratamiento | Ayuntamiento de Aspe |
| Domicilio del Responsable | Área de Ordenación del Territorio Dirección: Plaza Mayor, 1, 03680 Aspe, Alicante Correo: urbanismo@aspe.es CIF: P0301900G Teléfono: 966 91 99 00 |
| Delegado de Protección de Datos | Vd. puede contactar con el Delegado de Protección de Datos (DPD) mediante: (1). Correo electrónico: dpc@aspe.es (2). Correo ordinario: Carta dirigida al DPD – Plaza Mayor, 1, 03680 Aspe, Alicante |
| Finalidades | Las finalidades de este tratamiento son: Tramitación Municipal de la Declaración Responsable para instalaciones y servicios urbanísticos presentada. |



| | |
|---------------------------------------|--|
| Conservación de los datos | Sus datos serán conservados durante el periodo establecido por el tratamiento, la legislación aplicable y los requerimientos aplicables a la conservación de información pública. |
| Legitimación / Bases jurídicas | Ejercicio de poderes públicos conferidos al responsable del tratamiento y/o cumplimiento de una obligación legal aplicable al responsable del tratamiento. Ley 39/2015 de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas. Ley 40/2015 de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público. Desarrollo de las competencias municipales conferidas por la legislación estatal y autonómica reguladora del régimen local. Ley 5/2014, de 25 de julio, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje de la Comunidad Valenciana. Ordenanza Municipal Reguladora de la Tramitación de Licencias Urbanísticas y Declaraciones Responsables. |
| Destinatarios de sus datos | No se comunican datos a otras entidades. |
| Derechos | Usted puede ejercer sus derechos de acceso, rectificación o supresión, cancelación, oposición, limitación del tratamiento, portabilidad y retirada del consentimiento prestado. Para ejercer estos derechos, Vd. debe dirigir una solicitud al Ayuntamiento de Aspe, Registro de Entrada, indicando "Responsable de Protección de Datos" en la que conste claramente, además de su petición, su nombre, apellidos y número de documento válido y vigente acreditativo de su identidad (DNI, NIE, Pasaporte). Esta solicitud puede realizarla mediante: (1). Correo ordinario. La solicitud debe dirigirse a la dirección indicada en el epígrafe "Domicilio del Responsable" en este mismo documento. (2). Correo electrónico. Dirigido al Responsable de Protección de Datos, cuya dirección es: dpd@aspe.es En todos los casos, el Ayuntamiento debe verificar su identidad como titular de los datos. Para esta verificación, Vd. puede elegir entre estas dos opciones: (1). Aportar fotocopia de un documento acreditativo de su identidad (DNI, NIE, Pasaporte). (2). Expresar su consentimiento para que el Ayuntamiento pueda verificar su identidad de forma telemática, para lo cual debe indicar su nombre y apellidos, el tipo de documento para la consulta (DNI, NIE, Pasaporte) y su número. En caso de indisponibilidad de los servicios telemáticos, Vd. deberá aportar fotocopia del documento acreditativo de su identidad. |

SOLICITA:

Que se tenga por formalizada la declaración responsable para ejecutar las obras descritas, en los términos que a continuación se rubrican.

Firma² del interesado/representante:

En Aspe,

² Con la firma de la presente solicitud Vd. declara que los datos aportados son veraces y están actualizados, comprometiéndose a comunicar inmediatamente cualquier modificación sobre los mismos.

DECLARA:

- Que de conformidad con lo establecido en el artículo 69 bis de la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas, el artículo 222 de la Ley 5/2014, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje de la Comunitat Valenciana, y la Ordenanza Municipal Reguladora de la Tramitación de las Licencias Urbanísticas y Declaraciones Responsables, manifiesto, bajo mi responsabilidad, que conozco y cumplo con las obligaciones y los requisitos establecidos en la normativa vigente para acceder al reconocimiento del derecho a realizar la obra objeto de la presente declaración, que poseo la documentación que así lo acredita y que me comprometo a mantener su cumplimiento durante el período de tiempo que dure dicho ejercicio.
- Que, asimismo, manifiesto que los datos consignados en este escrito son ciertos y que soy conecedor de que la inexactitud, falsedad u omisión, de carácter esencial, en cualquier dato, manifestación o documento que se acompañe o incorpore a la presente declaración responsable, o la no presentación ante el Ayuntamiento determinará la imposibilidad de iniciar las obras o de realizar los actos correspondientes, sin perjuicio de las responsabilidades a que hubiera lugar. La resolución administrativa que declare tales circunstancias podrá determinar la obligación del interesado de restituir la situación jurídica al momento previo al reconocimiento o al ejercicio del derecho o al inicio de la actividad correspondiente; todo ello sin perjuicio de la tramitación, en su caso, del procedimiento sancionador correspondiente.

Firma del interesado/representante:

A LA ALCALDÍA-PRESIDENCIA DEL AYUNTAMIENTO DE ASPE

Puede presentar este escrito en:

Preferentemente en el Registro Electrónico, acceder al registro <https://sede.aspe.es/eParticipa> operativo las 24 horas del día

Oficina de Atención Ciudadana del Ayuntamiento de Aspe, Plaza Mayor nº 1. Tel. 966 919 900 Fax 965 492 222



Documentación que, obligatoriamente, se tiene que acompañar en todos los casos:

- a) Fotocopia de la Escritura de poderes a favor del administrador o representante, cuando se trate del caso de una empresa.
- b) Justificante de ingreso de la tasa fiscal correspondiente y del ICIO.
- c) Nota Simple Actualizada del Registro de la Propiedad.

Documentación adicional a aportar, en su caso:

- d) En el caso de redes de instalaciones y en el caso de instalaciones de aprovechamiento de energía solar (placas solares) se acompañará **Proyecto técnico**, adaptado al alcance de la actuación a realizar, suscrito por técnico competente.
- e) En el caso de reparación de conducciones, **Plano de planta** a escala mínima 1:100, suscrito por técnico competente.
- f) En el caso de la instalación de **antenas o dispositivos de comunicación**, se acompañará:
 - **Proyecto técnico**, suscrito por técnico competente, adaptado al alcance de la actuación a realizar, según lo dispuesto en la Ordenanza Municipal Reguladora de la Instalación y Funcionamiento de Infraestructuras Radioeléctricas.
 - Autorización del órgano competente del Ministerio de Industria, Energía y Turismo (o ministerio que lo sustituya).
 - Además, en el supuesto de ubicarse en suelo urbanizable (programado o no programado) será necesario acompañar a la declaración responsable el documento de compromiso de desmantelar la instalación cuando se inicien las obras de urbanización y en cualquier caso en el plazo máximo de un mes desde la firmeza en vía administrativa del acto de aprobación del Proyecto de Parcelación, con renuncia a toda indemnización, que deberá hacerse constar en el Registro de la Propiedad antes de iniciar la instalación
- g) Documentación que justifique la bonificación del ICIO aplicada, en su caso, en la autoliquidación realizada por la persona interesada, conforme lo establecido en el artículo 7 de la Ordenanza Fiscal reguladora del Impuesto sobre Construcciones, Instalaciones y Obras.

Toda la documentación a aportar cumplirá con lo establecido en la *ORDENANZA MUNICIPAL REGULADORA DE LA TRAMITACIÓN DE LAS LICENCIAS URBANÍSTICAS Y DECLARACIONES RESPONSABLES* DEL MUNICIPIO DE ASPE (en adelante OMRTLUDR). En particular, los documentos técnicos se ajustarán a los requisitos de la *GUÍA DE CONTENIDO MÍNIMO DE PROYECTOS, CERTIFICADOS Y DOCUMENTOS TÉCNICOS PARA LA OBTENCIÓN DE LICENCIAS URBANÍSTICAS O PRESENTACIÓN DE DECLARACIONES RESPONSABLES*.

MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN ASPE, A TRAVÉS DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED

-MTDAC

|  GENERALITAT VALENCIANA | | MEMÒRIA TÈCNICA DE DISSENY (MTDAC) INSTAL·LACIONS AUTOCONSUM MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑO (MTDAC) INSTALACIONES AUTOCONSUMO | | | |
|--|---------------------------|---|---|--|----------------------|
| MODALITAT D'AUTOCONSUM MODALIDAD DE AUTOCONSUMO | | <input type="checkbox"/> AMB EXCEDENTS CON EXCEDENTES | | <input type="checkbox"/> SENSE EXCEDENTS SIN EXCEDENTES | |
| | | CAU | | | |
| A TITULAR DE LA INSTAL·LACIÓ TITULAR DE LA INSTALACIÓN | | | | | |
| COGNOMS I NOM O RAO SOCIAL / APELLIDOS Y NOMBRE O RAZON SOCIAL | | | | | NIF / NIE |
| DOMICILI (CARRER/PLAÇA, NÚMERO I PORTA) / DOMICILIO (CALLE/PLAZA, NÚMERO Y PUERTA) | | | CP | LOCALITAT / LOCALIDAD | MUNICIPI / MUNICIPIO |
| PROVÍNCIA / PROVINCIA | TELÈFON / TELÉFONO | FAX | ADREÇA ELECTRÒNICA / CORREO ELECTRÓNICO (*) | | |
| B DADES DEL PUNT DE SUBMINISTRAMENT ASSOCIAT DATOS DEL PUNTO DE SUMINISTRO ASOCIADO | | | | | |
| EMPLAZAMENT / EMPLAZAMIENTO | | | | | CP |
| LOCALITAT / LOCALIDAD | MUNICIPI / MUNICIPIO | PROVÍNCIA / PROVINCIA | REF. CADASTRE / REF. CATASTRO | | |
| CUPS | TELÈFON / TELÉFONO | FAX | ADREÇA ELECTRÒNICA / CORREO ELECTRÓNICO (*) | | |
| C DADES DE LA INSTAL·LACIÓ DE GENERACIÓ DATOS DE LA INSTALACIÓN DE GENERACIÓN | | | | | |
| EMPLAZAMENT (CARRER PLAÇA I NÚMERO) / EMPLAZAMIENTO (CALLE PLAZA Y NÚMERO) | | | | | TELÈFON / TELÉFONO |
| LOCALITAT / LOCALIDAD | MUNICIPI / MUNICIPIO | PROVÍNCIA / PROVINCIA | CP | | |
| POTÈNCIA INSTAL·LADA TOTAL (KW) ⁽¹⁾ POTENCIA INSTALADA TOTAL (KW) ⁽¹⁾ | TENSIÓ (V) TENSION (V) | EMPRESA DISTRIBUIDORA / EMPRESA DISTRIBUIDORA | | | |
| (1) En cas d'instal·lacions fotovoltaïques, la potència instal·lada serà la potència màxima de l'inversor, o si és el cas, la suma de les potències màximes dels inversors. (1) En caso de instalaciones fotovoltaicas, la potencia instalada será la potencia máxima del inversor, o en su caso, la suma de las potencias máximas de los inversores. | | | | | |
| TIPUS D'INSTAL·LACIÓ <input type="checkbox"/> RED INTERIOR <input type="checkbox"/> RED INTERIOR DE DIVERSOS CONSUMIDORS <input type="checkbox"/> PROPERA MITJANÇANT XARXA PRÒXIMA A PARTIR DE RED | | | | | |
| MODALITAT* <input type="checkbox"/> SENSE EXCEDENTS SIN EXCEDENTES <input type="checkbox"/> AMB EXCEDENTS CON EXCEDENTES | | | | | |
| TIPUS CONEJÓ* <input type="checkbox"/> XARXA INTERIOR <input type="checkbox"/> RED INTERIOR <input type="checkbox"/> XARXA INTERIOR DE DIVERSOS CONSUMIDORS <input type="checkbox"/> RED INTERIOR DE VARIOS CONSUMIDORES <input type="checkbox"/> PROPERA PER MITJA DE XARXA <input type="checkbox"/> PRÒXIMA A TRAVÉS DE RED | | | | | |
| COL·LECTIVA* <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI NÚM. CONSUMIDORS Nº CONSUMIDORES | | | | | |
| D MEMÒRIA DESCRIPTIVA* MEMORIA DESCRIPTIVA* | | | | | |
| *Marque i ompliga només les caselles d'aquells elements la instal·lació dels quals s'executarà d'acord amb la present Memòria Tècnica de Disseny. *Marque y cumplimente solo las casillas de aquellos elementos cuya instalación se vaya a ejecutar de acuerdo con la presente Memoria Técnica de Diseño. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> NOVA INSTAL·LACIÓ NUEVA INSTALACIÓN | | | | | |
| <input type="checkbox"/> MODIFICACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ EXISTENT MODIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN EXISTENTE | | | | | |
| <input type="checkbox"/> D'autoconsum amb excedents a autoconsum sense excedents De autoconsumo con excedentes a autoconsumo sin excedentes | | | | | |
| <input type="checkbox"/> D'autoconsum sense excedents a autoconsum amb excedents De autoconsumo sin excedentes a autoconsumo con excedentes En marcar aquesta opció declare que s'ha procedit a la retirada o reprogramació del sistema antiabocament. Marcando esta opción declaro que se ha procedido a la retirada o reprogramación del sistema antiinvertido. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> De producció "tot-tot" a autoconsum sense excedents De producción "todo-todo" a autoconsumo sin excedentes | | | | | |
| <input type="checkbox"/> De producció "tot-tot" a autoconsum sense excedents De producción "todo-todo" a autoconsumo con excedentes | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Amb variació de potència Con variación de potencia En cas de superar els 10kW de potència instal·lada, s'haurà de presentar projecte de la instal·lació en lloc d'aquesta memòria (MTDAC). En caso de superar los 10 kW de potencia instalada, se deberá presentar proyecto de la instalación, en lugar de esta memoria (MTDAC). | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Substitució d'equips Sustitución de equipos En marcar aquesta opció declare que els equips instal·lats tenen característiques similars als substituïts i no suposen augment de potència. Marcando esta opción declaro que los equipamientos instalados tienen características similares a los substituidos, no suponiendo aumento de potencia. | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Altres (Descriu) Otros (Describir) | | | | | |

CONSELLERIA D'INNOVACIÓ, INDÚSTRIA, COMERÇ I TURISME
 CONSELLERIA DE INNOVACIÓN, INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

MTDAC (30/08/2023)

OIIC-T-SMT/PTD
 DIN-A4
 IA-23488-01-E

MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN ASPE, A TRAVÉS DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED

| GENERALITAT VALENCIANA | | MEMÒRIA TÈCNICA DE DISSENY (MTDAC) INSTAL·LACIONS AUTOCONSUM MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑO (MTDAC) INSTALACIONES AUTOCONSUMO | | | | |
|--|---|---|---|------------|------------|--|
| D.1 EQUIPS DE MESURA / EQUIPOS DE MEDIDA | | | | | | |
| CONFIGURACIÓ DE MESURA CONFIGURACIÓN DE MEDIDA | | | | | | |
| | Contador 1 | Contador 2 | Contador 3 | Contador 4 | Contador 5 | |
| Tipus (Segons l'art. 10 de l'RD 244/19) Tipo (Según el art. 10 del RD 244/19) | | | | | | |
| Ubicació Ubicación | | | | | | |
| Fabricant Fabricante | | | | | | |
| Model Modelo | | | | | | |
| Núm. de fabricació Núm. de fabricación | | | | | | |
| Relació d'intensitat Relación de intensidad | | | | | | |
| Tensió (V) Tensión (V) | | | | | | |
| Constant de lectura Constante de lectura | | | | | | |
| Classe Clase | | | | | | |
| Element de tall (A) Elemento de corte (A) | | | | | | |
| <p>(1) Excepcionalment, els equips de mesura podran situar-se en un lloc diferent de la frontera sempre que es garantisca l'accés físic i la mesura a l'encarregat de la lectura, en els següents casos: Excepcionalmente, los equipos de medida podrán situarse en un lugar diferente de la frontera siempre que se garantice el acceso físico y la medida al encargado de la lectura, en los siguientes casos:</p> <p>a) La ubicación de los equipos de medida supone una inversión superior al 10% al de la instalación de generación. a) La ubicación de los equipos de medida supone una inversión superior al 10% al de la instalación de generación. b) El lloc on es situa el punt frontera està ubicat en una façana o espai catalogat com d'especial protecció. b) El lugar donde se sitúa el punto frontera está ubicado en una fachada o espacio catalogado como de especial protección No es consideraran ubicaciones válidas les teulades o cobertes on s'ubiquen les instal·lacions de producció. No se considerarán ubicaciones válidas los tejados o cubiertas donde se ubican las instalaciones de producción.</p> | | | | | | |
| D.2 INSTAL·LACIONS GENERADORES / INSTALACIONES GENERADORAS | | | | | | |
| TECNOLOGIA / TECNOLOGÍA | | | | | | |
| COMBUSTIBLE / COMBUSTIBLE | [Cap / Ninguno] | | | | | |
| En cas d'existir més instal·lacions indiqueu-les en fulls adjunt/s / En caso de existir más instalaciones indíquelas en hoja/s adjunta/s | | | | | | |
| - FOTOVOLTAIQUES / FOTOVOLTAICAS | | | | | | |
| Generador fotovoltaic / Generador fotovoltaico | | | | | | |
| | Placa 1 | Placa 2 | Placa 3 | | | |
| Fabricant Fabricante | | | | | | |
| Model Modelo | | | | | | |
| Núm plaques Nº placas | | | | | | |
| Pot. màx. unit (Wp) Pot. màx unit. (Wp) | | | | | | |
| Corrent màx. potència (A) Corriente màx potencia (A) | | | | | | |
| Tensió en circuit obert (V) Tensión en circuito abierto (V) | | | | | | |
| ICC (A) | | | | | | |
| Tensió màxima potència (V) Tensión máxima potencia (V) | | | | | | |
| Superfície total de plaques (m²) Superficie total de placas (m²) | | | | | | |
| Forma part d'una agrupació Forma parte de una agrupación | <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO | <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO | <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO | | | |

MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN ASPE, A TRAVÉS DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED

|  GENERALITAT VALENCIANA | MEMÒRIA TÈCNICA DE DISSENY (MTDAC) INSTAL·LACIONS AUTOCONSUM MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑO (MTDAC) INSTALACIONES AUTOCONSUMO | | | | |
|--|---|--|--|--|--|
| DESCRIPCIÓ, TIPUS DE CONNEXIÓ I CARACTERÍSTIQUES TÈCNiques DE L'INVERSOR O INVERSORS | | | | | |
| DESCRIPCIÓN, TIPO DE CONEXIÓN Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL INVERSOR O INVERSORES | | | | | |
| | Inversor 1 | Inversor 2 | Inversor 3 | Inversor 4 | Inversor 5 |
| Núm. d'unitats <i>Núm. de unidades</i> | | | | | |
| Fabricant <i>Fabricante</i> | | | | | |
| Model <i>Modelo</i> | | | | | |
| Tensió nominal AC, Vn (V) <i>Tensión nominal AC, Vn (V)</i> | | | | | |
| Potència AC, Pn (kW) <i>Potencia AC, Pn (kW)</i> | | | | | |
| Vcc màxima (V) <i>Vcc máxima (V)</i> | | | | | |
| Vcc mínima (V) <i>Vcc mínima (V)</i> | | | | | |
| Connexió RN, SN, TN o trifàsic <i>Conexión RN, SN, TN o trifásico</i> | | | | | |
| Protecció contra Vac baixa <i>Protección contra Vac baja</i> | <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO | <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO | <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO | <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO | <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO |
| Tensió d'actuació (V) <i>Tensión de actuación (V)</i> | | | | | |
| Protecció contra Vac alta <i>Protección contra Vac alta</i> | <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO | <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO | <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO | <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO | <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO |
| Tensió d'actuació (V) <i>Tensión de actuación (V)</i> | | | | | |
| Protecció contra freqüència baixa <i>Protección contra frecuencia baja</i> | <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO | <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO | <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO | <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO | <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO |
| Freqüència d'actuació (Hz) <i>Frecuencia de actuación (Hz)</i> | | | | | |
| Protecció contra freqüència alta <i>Protección contra frecuencia alta</i> | <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO | <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO | <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO | <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO | <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO |
| Freqüència d'actuació (Hz) <i>Frecuencia de actuación (Hz)</i> | | | | | |
| Protecció contra funcionament en illa <i>Protección contra funcionamiento en isla</i> | | | | | |
| En el cas d'existir més tipus d'inversors s'haurà d'adjuntar en una altra fitxa / En caso de existir más tipos de inversores deberá adjuntarse en otra ficha. | | | | | |
| - ALTRES INSTAL·LACIONS GENERADORES / OTRAS INSTALACIONES GENERADORAS | | | | | |
| Grup Generador (codificat segons esquema unifilar) <i>Grupo Generador (codificado según esquema unifilar)</i> | | | | | |
| Tipologia (motor/turbina/alternador/aerogenerador...) <i>Tipología (motor/turbina/alternador/aerogenerador...)</i> | | | | | |
| Fabricant / Fabricante | | | | | |
| Nº Sèrie/Model / Nº Serie/Modelo | | | | | |
| Potència aparent (KVA) / Potencia aparente /KVA | | | | | |
| Potència activa (KW) / Potencia activa (KW) | | | | | |
| Factor de potència / Factor de potencia | | | | | |
| D.3 INSTAL·LACIONS COMPLEMENTÀRIES / INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Sistema antiabocament <i>Sistema antivertido</i> COMPOST PER (indicar fabricant i model dels dispositius que ho componen)*: <i>COMPUESTO POR (indicar fabricante y modelo de los dispositivos que lo componen)*:</i> | | | <input type="checkbox"/> Sistema acumulació <i>Sistema acumulación</i> TECNOLOGIA / TECNOLOGÍA | | |
| | | | MARCA I MODEL / MARCA Y MODELO | | |
| | | | POTÈNCIA INSTAL·LADA D'EIXIDA (kW) / POTENCIA INSTALADA DE SALIDA (kW) | | |
| | | | ENERGIA MÀXIMA EMMAGATZEMABLE (kWh) / ENERGÍA MÁXIMA ALMACENABLE (kWh) | | |
| * DECLARE que el sistema antiabocament instal·lat és compatible amb el tipus i nombre de inversors instal·lats. (Haurà d'adjuntar el certificat de vertit zero del fabricant) <i>DECLARÓ que el sistema antivertido instalado es compatible con el tipo y número de inversores instalados. (Se deberá adjuntar el certificado de vertido cero del fabricante)</i> | | | <input type="checkbox"/> SERVEIS AUXILIARS <i>SERVICIOS AUXILIARES</i> | | |

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--|---|---|---|
|  <p>GENERALITAT VALENCIANA</p> | <p>MEMÒRIA TÈCNICA DE DISSENY (MTDAC) INSTAL·LACIONS AUTOCONSUM MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑO (MTDAC) INSTALACIONES AUTOCONSUMO</p> | | | | | |
| <p>D.4 PREVISIÓ DE GENERACIÓ D'ENERGIA / PREVISIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA</p> | | | | | | |
| <p>ENERGIA GENERADA ANUAL (ESTIMADA) (kWh) ENERGÍA GENERADA ANUAL (ESTIMADA) (kWh)</p> | | | | | | |
| <p>ENERGIA CONSUMIDA ANUAL (kWh) ENERGÍA CONSUMIDA ANUAL (kWh)</p> | | | | | | |
| <p>ENERGIA ABOCADA ANUAL (ESTIMADA) (kWh) ENERGÍA VERTIDA (ESTIMADA) (kWh)</p> | | | | | | |
| <p>E CÀLCULS JUSTIFICATIUS DE LES CARACTERÍSTIQUES DE LES LÍNIES I CIRCUITS CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS LÍNEAS Y CIRCUITOS</p> | | | | | | |
| <p>DENOMINACIÓ / ESQUEMA UNIFILAR / CIRCUIT DENOMINACIÓN / ESQUEMA UNIFILAR / CIRCUITO</p> | <p>POTÈNCIA PREVISTA (kW) POTENCIA PREVISTA (kW)</p> | <p>LONGITUD (m)</p> | <p>DISPOSITIU DE PROTECCIÓ I_n (A) DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN I_n (A)</p> | <p>MATERIAL CONDUCTOR/SECCIÓ/ SECCIÓ (mm²)</p> | <p>INTENSITAT ADMISSIBLE I_e (A) INTENSIDAD ADMISIBLE I_e (A)</p> | <p>CAIGUDA DE TENSIÓ ΔU (%) CAIDA DE TENSIÓN ΔU (%)</p> |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| <p>F PLÀNOL D'EMPLAÇAMENT I CROQUIS D'ACCÉS PLANO DE EMPLAZAMIENTO Y CROQUIS DE ACCESO</p> | | | | | | |
| <p>En cas que calga, s'ampliarà en fulls adjunt/s a la present MTDAC / En caso de ser necesario se ampliará en hoja/s adjunta/s a la presente MTDAC</p> | | | | | | |
|  | | | | | | |

| | |
|---|---|
|  <p>GENERALITAT VALENCIANA</p> | <p>MEMÒRIA TÈCNICA DE DISSENY (MTDAC) INSTAL·LACIONS AUTOCONSUM MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑO (MTDAC) INSTALACIONES AUTOCONSUMO</p> |
| <p>G ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTAL·LACIÓ / DIAGRAMA DE BLOCS (*) ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN / DIAGRAMA DE BLOQUES (*)</p> | |
| <p>(*) En l'esquema unifilar s'especificaran les característiques tècniques de tots els dispositius de tall i protecció (poder de protecció, etc.), també s'indicaran els sistemes anti-abocament i d'acumulació que s'hi instal·len. Així mateix es definiran la longitud, secció, material i tipus o denominació UNE dels conductors actius, de protecció i posada a terra de cada circuit i els tipus de canalització emprats. En cas que calga, s'ampliarà en full/s adjunt/s a la present MTDAC.</p> <p>(*) En el esquema unifilar se especificarán las características técnicas de todos los dispositivos de corte y protección (poder de corte, etc.), también se indicarán los sistemas antivertido y de acumulación que se instalen. Así mismo se definirán la longitud, sección, material y tipo o denominación UNE de los conductores activos, de protección y puesta a tierra de cada circuito y los tipos de canalización empleados. En caso de ser necesario se ampliará en hoja/s adjunta/s a la presente MTDAC.</p> | |
|  | |

| | |
|--|--|
|  <p>GENERALITAT VALENCIANA</p> | <p>MEMÒRIA TÈCNICA DE DISSENY (MTDAC) INSTAL·LACIONS AUTOCONSUM MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑO (MTDAC) INSTALACIONES AUTOCONSUMO</p> |
| <p>H</p> | <p>CROQUIS DEL SEU TRAÇAT (*) CROQUIS DE SU TRAZADO (*)</p> |
| <p>(*) S'indica en un croquis de la planta de l'establiment la ubicació de tots i cada un dels quadres que formen part de la instal·lació objecte de la present MTDAC. En cas que calga, s'ampliarà en full/s adjunt/s a la present MTDAC. (*) Se indicará en un croquis de la planta del establecimiento la ubicación de todos y cada uno de los cuadros que forman parte de la instalación objeto de la presente MTDAC1. En caso de ser necesario se ampliará en hoja/s adjunta/s a la presente MTDAC.</p> | |
| <div data-bbox="411 996 1189 1265"></div> | |

IA-23488-06-E
DIN-A4
CICIT-SMTPD

MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN ASPE, A TRAVÉS DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED

| | |
|--|--|
|  <p>GENERALITAT VALENCIANA</p> | <p>MEMÒRIA TÈCNICA DE DISSENY (MTDAC) INSTAL·LACIONS AUTOCONSUM MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑO (MTDAC) INSTALACIONES AUTOCONSUMO</p> |
| <p>I PRESSUPOST TOTAL PRESUPUESTO TOTAL</p> | |
| <p>_____ €</p> | |
| <p>J IDENTIFICACIÓ I COMPETÈNCIA DE LA PERSONA QUE FIRMA LA MTDAC IDENTIFICACIÓN Y COMPETENCIA DE LA PERSONA QUE FIRMA LA MTDAC</p> | |
| <p>El tècnic competent que suscriu, declara que les dades indicats en la present memòria són certs i haver dissenyat la instal·lació objecte de la present MTDAC, d'acord amb el vigent Reglament per a Baixa Tensió, les instruccions ITC-BT, el RD 244/2019, el RD 1699/2011, si escau el RD 413/2014 i les normes de l'empresa subministradora, oficialment aprovades.</p> | <p>L'instal·lador habilitat que subscriu, declara que les dades indicats en la present memòria són certs i haver dissenyat la instal·lació objecte de la present MTDAC, d'acord amb el vigent Reglament per a Baixa Tensió, les instruccions ITC-BT, el RD 244/2019, el RD 1699/2011, si escau el RD 413/2014 i les normes de l'empresa subministradora, oficialment aprovades.</p> |
| <p><i>El técnico competente que suscribe, declara que los datos indicados en la presente memoria son ciertos y haber diseñado la instalación objeto de la presente MTDAC, de acuerdo con el vigente Reglamento para Baja Tensión, las instrucciones ITC-BT, el RD 244/2019, el RD 1699/2011, en su caso el RD 413/2014 y las normas de la empresa subministradora, oficialmente aprobadas.</i></p> | <p><i>El instalador habilitado que suscribe, declara que los datos indicados en la presente memoria son ciertos y haber diseñado la instalación objeto de la presente MTDAC, de acuerdo con el vigente Reglamento para Baja Tensión, las instrucciones ITC-BT, el RD 244/2019, el RD 1699/2011, en su caso el RD 413/2014 y las normas de la empresa suministradora, oficialmente aprobadas.</i></p> |
| <p>Abans de firmar ha de llegir la informació sobre protecció de dades que es presenta al final del formulari, atès que comporta l'acceptació del tractament de dades de caràcter personal. Antes de firmar ha de leer la información sobre protección de datos que se presenta al final del formulario, dado que conlleva la aceptación del tratamiento de datos de carácter personal.</p> | |
| <p>_____, ____ d _____ de _____, ____ d _____ de _____</p> | |
| <p>FIRMA DEL TÈCNIC COMPETENT / FIRMA DEL TÉCNICO COMPETENTE</p> | <p>FIRMA DE L'INSTAL·LADOR / FIRMA DEL INSTALADOR</p> |
| <div style="border: 1px solid black; height: 50px; width: 100%;"></div> | <div style="border: 1px solid black; height: 50px; width: 100%;"></div> |
| <p>Nom i cognoms: Nombre y Apellidos _____ NIF _____</p> | <p>Nom i cognoms: Nombre y Apellidos _____ NIF _____</p> |
| <p>De conformitat amb la normativa europea i espanyola en matèria de protecció de dades de caràcter personal, les dades que ens proporcione seran tractades per aquesta Conselleria, en qualitat de responsable i en l'exercici de les competències que té atribuïdes, amb la finalitat de gestionar la instància presentada, conforme a l'establert en l'activitat del tractament anomenada "REGISTRE ADMINISTRATIU D'INSTAL·LACIONS DE PRODUCCIÓ D'ENERGIA ELÈCTRICA". Podrà exercir els drets d'accés, rectificació, supressió i portabilitat de les seues dades personals, limitació i oposició de tractament, i no ser objecte de decisions individuals automatitzades respecte a les seues dades personals registrades en aquesta Conselleria, mitjançant el <u>tràmit telemàtic</u> o presentant un escrit en el registre d'entrada d'aquesta Conselleria, segons siga procedent. Així mateix, podrà reclamar, si escau, davant l'autoritat de control en matèria de protecció de dades, especialment quan no haja obtingut resposta o aquesta no haja sigut satisfactòria en l'exercici dels seus drets. Delegació de Protecció de Dades de la GVA: https://participacio.gva.es/va/web/delegacion-de-proteccion-de-datos-gva/ Agència Espanyola de Protecció de Dades: https://www.aepd.es Més informació sobre el tractament de les dades en: https://cindi.gva.es/va/proteccion-datos</p> | |
| <p>De conformidad con la normativa europea y española en materia de protección de datos de carácter personal, los datos que nos proporcione serán tratados por esta Conselleria, en calidad de responsable y en el ejercicio de las competencias que tiene atribuidas, con la finalidad de gestionar la instancia presentada, conforme a lo establecido en la actividad de tratamiento denominada "REGISTRO ADMINISTRATIVO DE INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA". Podrá ejercer los derechos de acceso, rectificación, supresión y portabilidad de sus datos personales, limitación y oposición de tratamiento y no ser objeto de decisiones individuales automatizadas respecto a sus datos personales registrados en esta Conselleria a través del <u>trámite telemático</u> o presentando escrito en el registro de entrada de esta Conselleria, según proceda. Así mismo, podrá reclamar, en su caso, ante la autoridad de control en materia de protección de datos, especialmente cuando no haya obtenido respuesta o esta no haya sido satisfactoria en el ejercicio de sus derechos. Delegación de Protección de Datos de la GVA: https://participacio.gva.es/es/web/delegacion-de-proteccion-de-datos-gva Agencia Española de Protección de Datos: https://www.aepd.es Más información sobre el tratamiento de datos en: https://cindi.gva.es/es/proteccion-datos</p> | |

MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN ASPE, A TRAVÉS DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED

- COMUBTAC

| | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|-------------------------------------|---|-----------------------|--|--|--|--|--|--|
|  GENERALITAT VALENCIANA | | COMUNICACIÓ D'INSTAL·LACIONS DE GENERACIÓ ELÈCTRICA, CONNECTADES EN BAIXA TENSIÓ, DESTINADES A AUTOCONSUM COMUNICACIÓN DE INSTALACIONES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA, CONECTADAS EN BAJA TENSIÓN, DESTINADAS A AUTOCONSUMO | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> ALTA | <input type="checkbox"/> MODIFICACIÓ MODIFICACIÓN | <input type="checkbox"/> CANVI DE TITULARITAT CAMBIO DE TITULARIDAD | <input type="checkbox"/> BAIXA BAJA | CAU* (Ha de coincidir amb el del certificat / Ha de coincidir con el del certificado) | | | | | | | |
| <small>* Els camps amb asteriscs s'han d'omplir obligatòriament. Los campos con asterisco se han de rellenar obligatoriamente</small> | | | | | | | | | | | |
| A DADES DE LA PERSONA TITULAR DE LA INSTAL·LACIÓ DE GENERACIÓ DATOS DE LA PERSONA TITULAR DE LA INSTALACIÓN DE GENERACIÓN | | | | | | | | | | | |
| PRIMER COGNOMS / PRIMER APELLIDO* | | SEGON COGNOM / SEGUNDO APELLIDO | | NOM / NOMBRE* | | | | | | | |
| | | | | RAO SOCIAL / RAZÓN SOCIAL* | | | | | | | |
| | | | | NIF / NIE* | | | | | | | |
| TIPUS VIA* / TIPO VIA | ADREÇA* / DIRECCIÓN | FINCA / FINCA | | ESCALA / ESCALERA | PIS / PISO | | | | | | |
| | | NÚM.* / Nº | DUPLICAT / DUPLICADO | ACLARACIÓ / ACLARACIÓN | PORTA / PUERTA | | | | | | |
| PAIS / PAÍS* | | PROVINCIA / PROVINCIA* | | MUNICIPI / MUNICIPIO* | | | | | | | |
| POBLACIÓ / POBLACIÓN | | | | | CP* | | | | | | |
| ADREÇA ELECTRÒNICA / CORREO ELECTRÓNICO* | | | | | APDO CORR. | | | | | | |
| PREFIJE / PREFIJO | TELÈFON / TELÉFONO* | ADREÇA ELECTRÒNICA / CORREO ELECTRÓNICO* | | | | | | | | | |
| B DADES DE LA PERSONA REPRESENTANT (SI ÉS EL CAS) DATOS DE LA PERSONA REPRESENTANTE (EN SU CASO) | | | | | | | | | | | |
| COGNOMS / APELLIDOS | | NOM / NOMBRE | | NIF / NIE | | | | | | | |
| | | | | TELEFON / TELÉFONO | | | | | | | |
| ADREÇA ELECTRÒNICA / CORREO ELECTRÓNICO (*) | | | | | | | | | | | |
| C NOTIFICACIONS NOTIFICACIONES | | | | | | | | | | | |
| DOMICILI (CARRER/PLAÇA, NÚMERO I PORTA) / DOMICILIO (CALLE/PLAZA, NÚMERO Y PUERTA) | | | | | CP | | | | | | |
| LOCALITAT / LOCALIDAD | | PROVINCIA / PROVINCIA* | | TELÈFON / TELÉFONO | FAX | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| ADREÇA ELECTRÒNICA / CORREO ELECTRÓNICO (*) | | | | | | | | | | | |
| Si el sol·licitant és persona física, accepta la notificació exclusivament per mitjans electrònics, cas que no siga obligatòria d'acord amb la normativa vigent? Si el solicitante es persona física, ¿acepta la notificación exclusivamente por medios electrónicos, en caso de que no sea obligatoria de acuerdo con la normativa vigente? <input type="checkbox"/> Si | | | | | | | | | | | |
| Indique en quina llengua desitja rebre les notificacions. Indique en que lengua desea recibir las notificaciones. | | | | | | | | | | | |
| | | <input type="checkbox"/> VALENCIA VALENCIANO | | <input type="checkbox"/> CASTELLÀ CASTELLANO | | | | | | | |
| <small>(*) A l'efecte de la pràctica de notificacions electròniques, haurà de disposar de certificat electrònic en els termes previstos en la seu electrònica de la Generalitat (https://sede.gva.es). (*) A efectos de la práctica de notificaciones electrónicas, deberá disponer de certificación electrónica en los términos previstos en la sede electrónica de la Generalitat (https://sede.gva.es).</small> | | | | | | | | | | | |
| D CONSULTA INTERACTIVA DE DADES (OPOSICIÓ) CONSULTA INTERACTIVA DE DATOS (OPOSICIÓN) | | | | | | | | | | | |
| L'òrgan gestor del procediment està autoritzat per a procedir a la consulta de la següent informació: identitat del sol·licitant. No obstant això, si desitja oposar-se a això, és imprescindible que indique a continuació la informació concreta a la consulta de la qual s'oposa i els motius que ho justifiquen. Si s'oposa, queda obligat a aportar els documents acreditatius corresponent. El órgano gestor del procedimiento está autorizado para proceder a la consulta de la siguiente información: identidad del solicitante. No obstante, si desea oponerse a ello, es imprescindible que indique a continuación la información concreta a cuya consulta se opone y los motivos que lo justifican. Si se opone, queda obligado a aportar los documentos acreditativos correspondientes. | | | | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> M'opose a l'obtenció de les dades d'identitat del sol·licitant o, en el seu cas, del seu representant legal Me opongo a la obtención de los datos de identidad del solicitante o, en su caso, de su representante legal | | | | | | | | | | | |
| Motiu oposició: Motivo oposición: <input type="text"/> | | | | | | | | | | | |
| E CANVI DE TITULARITAT* CAMBIO DE TITULARIDAD* | | | | | | | | | | | |
| | | | | NÚM. / Nº RAIPRE CV* | | | | | | | |
| DADES DE LA PERSONA TITULAR ANTERIOR / DATOS DE LA PERSONA TITULAR ANTERIOR | | | | | | | | | | | |
| COGNOMS I NOM O RAO SOCIAL / APELLIDOS Y NOMBRE O RAZÓN SOCIAL | | | | NIF / NIE | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| DOMICILI (CARRER/PLAÇA, NÚMERO I PORTA) / DOMICILIO (CALLE/PLAZA, NÚMERO Y PUERTA) | | CP | LOCALITAT / LOCALIDAD | | PROVINCIA / PROVINCIA | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| ADREÇA ELECTRÒNICA / CORREO ELECTRÓNICO (*) | | | | | | | | | | | |
| CUPS Consumidors associats a la instal·lació / CUPS consumidores asociados a la instalación | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| <small>(1) Per a instal·lacions individuals sense excedents, el seu titular i el del punt de subministrament hauran de ser el mateix. S'hauria de procedir també al canvi de titularitat d'aquest últim. Para instalaciones individuales sin excedentes, su titular y el del punto de suministro deberán ser el mismo. Se debería proceder también al cambio de titularidad de este último. (2) Només per instal·lacions amb excedents / Solo para instalaciones con excedentes</small> | | | | | | | | | | | |

CONSELLERIA D'INNOVACIÓ, INDÚSTRIA, COMERÇ I TURISME
 CONSELLERIA DE INNOVACIÓN, INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

COMUBTAC (30/08/2023)

MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN ASPE, A TRAVÉS DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED

| | | | | | | | | |
|--|----------------------|--|-----------------------|--|--|--|------------|----------------|
|  GENERALITAT VALENCIANA | | COMUNICACIÓ D'INSTAL·LACIONS DE GENERACIÓ ELÈCTRICA, CONNECTADES EN BAIXA TENSIÓ, DESTINADES A AUTOCONSUM COMUNICACIÓN DE INSTALACIONES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA, CONECTADAS EN BAJA TENSIÓN, DESTINADAS A AUTOCONSUMO | | | | | | |
| Declare sota la meua responsabilitat que dispose del títol/document de transmissió patrimonial, públic/privat acreditatiu del canvi de titularitat de les instal·lacions declarades, així com el corresponent document de liquidació de l'impost de transmissions patrimonials. <input type="checkbox"/> <i>Declaro bajo mi responsabilidad que dispongo del título/documento de transmisión patrimonial, público/privado acreditativo del cambio de titularidad de las instalaciones declaradas, así como el correspondiente documento de liquidación del impuesto de transmisiones patrimoniales.</i> | | | | | | | | |
| Declare sota la meua responsabilitat que la titularitat d'aquesta instal·lació de generació i del mecanisme antivessament està compartida solidàriament per tots els consumidors associats a aquesta instal·lació de generació, i que dispose de la documentació que ho acredita. (Obligatori solo per a instal·lacions col·lectives sense excedents). <input type="checkbox"/> <i>Declaro bajo mi responsabilidad que la titularidad de esta instalación de generación y del mecanismo antivertido está compartida solidariamente por todos los consumidores asociados a dicha instalación de generación, y que dispongo de la documentación que lo acredita. (Obligatorio solo para instalaciones colectivas sin excedentes).</i> | | | | | | | | |
| F DADES TÈCNICS-ECONÒMICS DE LA INSTAL·LACIÓ DATOS TÉCNICOS-ECONÓMICOS DE LA INSTALACIÓN | | | | | | | | |
| NÚM / Nº RAIPRE CV ¹ / CIL ¹ | | SERVEIS AUXILIARS / SERVICIOS AUXILIARES * | | | | | | |
| COMPENSACIÓ / COMPENSACIÓN* | | | | | | | | |
| La instal·lació està situada en sòl urbanitzat que compte amb les dotacions i serveis requerits per la legislació urbanística? <input type="checkbox"/> SI <i>¿La instalación está ubicada en suelo urbanizado que cuente con las dotaciones y servicios requeridos por la legislación urbanística?</i> <input type="checkbox"/> NO | | | | | | | | |
| 1. Emplenar només en cas d'instal·lacions amb excedents Cumplimentar sólo en caso de instalaciones con excedentes | | | | | | | | |
| G MODIFICACIÓ MODIFICACIÓN | | | | | | NÚM. EXPEDIENT INICIAL Nº EXPEDIENTE INICIAL | | |
| <input type="checkbox"/> CANVI DE MODALITAT A CAMBIO DE MODALIDAD A | | En cas de canvi de modalitat a "amb excedents", declare que s'ha procedit a la retirada o reprogramació del sistema antivessaments. En caso de cambio de modalidad a "con excedentes", declaro que se ha procedido a la retirada o reprogramación del sistema antivertido. <input type="checkbox"/> | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> VARIACIÓ POTÈNCIA VARIACIÓN POTENCIA | | POTÈNCIA ANTERIOR (kW) POTENCIA ANTERIOR (kW) | | POTÈNCIA AMPLIADA (kW) POTENCIA AMPLIADA (kW) | | POTÈNCIA TOTAL INSTAL·LADA (kW) POTENCIA TOTAL INSTALADA (kW) | | |
| <input type="checkbox"/> SUBSTITUCIÓ D'EQUIPS SUSTITUCIÓN DE EQUIPOS | | Declare que els equipaments instal·lats tenen característiques similars als substituïts, no suposant augment de potència. Declaro que los equipamientos instalados tienen características similares a los sustituidos, no suponiendo aumento de potencia. <input type="checkbox"/> | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> INSTAL·LACIÓ SISTEMA EMMAGATZEMATGE INSTALACIÓN SISTEMA ALMACENAMIENTO | | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> ALTRES OTROS | | | | | | | | |
| CUPS Consumidors associats a la instal·lació / CUPS consumidores asociados a la instalación | | | | | | | | |
| CUPS Consumidors associats a la instal·lació / CUPS consumidores asociados a la instalación | | | | | | | | |
| H BAJA BAIXA | | | | | | NÚM. EXPEDIENT INICIAL Nº EXPEDIENTE INICIAL | | |
| CUPS Consumidors associats a la instal·lació / CUPS consumidores asociados a la instalación | | | | | | | | |
| CUPS Consumidors associats a la instal·lació / CUPS consumidores asociados a la instalación | | | | | | | | |
| I DADES DEL TITULAR DEL PUNT DE SUBMINISTRAMENT² DATOS DEL TITULAR DEL PUNTO DE SUMINISTRO | | | | | | | | |
| PRIMER COGNOM / PRIMER APELLIDO* | | SEGON COGNOM / SEGUNDO APELLIDO | | NOM / NOMBRE* | | RAO SOCIAL / RAZÓN SOCIAL* | NIF / NIE* | |
| TIPUS VIA* TIPO VIA | ADREÇA* DIRECCIÓN | | | FINCA / FINCA | | ESCALA / ESCALERA | PIS / PISO | PORTA / PUERTA |
| | | NÚM.* Nº | DUPLICAT DUPLICADO | ACLARACIÓ ACLARACIÓN | | | | |
| PAIS / PAIS* | | PROVÍNCIA / PROVINCIA* | | MUNICIPI / MUNICIPIO* | | | | |
| POBLACIÓ / POBLACIÓN* | | | | | | CP* | APDO CORR. | |
| PREFIXE / PREFIJO | | TELÈFON / TELÉFONO* | | ADREÇA ELECTRÒNICA / CORREO ELECTRÓNICO* | | | | |
| 2. Empleneu només en cas que no coincideixca amb el titular de la instal·lació de generació. En cas d'existir més d'un punt de subministrament, empleneu en Annex A. Cumplimente únicamente en caso de que no coincida con el titular de la instalación de generación. En caso de existir más de un punto de suministro, cumplimente en Anexo A | | | | | | | | |

CONSELLERIA D'INNOVACIÓ, INDÚSTRIA, COMERÇ I TURISME
 CONSELLERIA DE INNOVACIÓN, INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

COMUBTAC (30/08/2023)

MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN ASPE, A TRAVÉS DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED

| | | | | | | | |
|--|--|--|-----------------------|-------------------------|--------------------|-------------|-----------------|
|  GENERALITAT VALENCIANA | | COMUNICACIÓ D'INSTAL·LACIONS DE GENERACIÓ ELÈCTRICA, CONNECTADES EN BAIXA TENSIÓ, DESTINADES A AUTOCONSUM COMUNICACIÓN DE INSTALACIONES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA, CONECTADAS EN BAJA TENSIÓN, DESTINADAS A AUTOCONSUMO | | | | | |
| | | DADES DEL PUNT DE SUBMINISTRAMENT DATOS DEL PUNTO DE SUMINISTRO | | | | | |
| TIPUS VIA TIPO VIA | ADREÇA DIRECCIÓ | FINCA / FINCA | | | ESCALA ESCALERA | PIS PISO | PORTA PUERTA |
| | | NUM.* Nº | DUPLICAT DUPLICADO | ACLARACIÓ ACLARACIÓN | | | |
| PROVÍNCIA / PROVINCIA* | MUNICIPI / MUNICIPIO* | POBLACIÓ / POBLACIÓN* | | | | CP* | |
| REF. CADASTRE / CATASTRO | EMPRESA DISTRIBUIDORA / EMPRESA DISTRIBUIDORA* | CUPS* | TIPUS / TIPO CUPS | | | | |
| TENSIÓ PUNT DE CONNEXIÓ (V)* TENSIÓN PUNTO DE CONEXIÓN (V) | POTÈNCIA CONTRATADA (kW)* POTENCIA CONTRATADA (kW)* | POTÈNCIA INSTAL·LADA (kW)* POTENCIA INSTALADA (kW)* | ÚS USO | | | | |
| J DOCUMENTS QUE ES PRESENTEN DOCUMENTOS QUE SE PRESENTAN | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> 1.- MEMÒRIA TÈCNICA DE DISSENY (MTDAC) MEMORIA TÉCNICA DE DISEÑO (MTDCA) <input type="checkbox"/> 4.- CERTIFICAT D'INSTAL·LACIÓ BT EMÉS PER INSTAL·LADOR/A HABILITAT/HABILITADA (CERTACEN) CERTIFICADO DE INSTALACIÓN BT EMITIDO POR INSTALADOR/A HABILITADO/A (CERTACEN) | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> 2.- PROJECTE DE LA INSTAL·LACIÓ PROYECTO DE LA INSTALACIÓN <input type="checkbox"/> 5.- CERTIFICAT DE DIRECCIÓ I TERMINACIÓ D'OBRA (CERINSBT) CERTIFICADO DE DIRECCIÓN Y TERMINACIÓN DE OBRA (CERINSBT) | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> 3.- PERMISOS D'ACCÉS I CONNEXIÓ PERMISOS DE ACCESO Y CONEXIÓN <input type="checkbox"/> 6.- CERTIFICAT D'INSPECCIÓ DE LES INSTAL·LACIONS DE GENERACIÓ I CONSUM CERTIFICADO DE INSPECCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE GENERACIÓN Y CONSUMO | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> 7.- AVALUACIÓ DE LA CONFORMITAT DEL SISTEMA D'ABOCAMENT EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DEL SISTEMA ANTIVERTIDO | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> 8.- JUSTIFICACIÓ COMPLIMENT REGLAMENTACIÓ I PROTECCIÓ FUNCIONAMENT EN ILLA INVERSORS JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO REGLAMENTACIÓN Y PROTECCIÓN FUNCIONAMIENTO EN ISLA INVERSORES | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> 9.- DECLARACIÓ RESPONSABLE DELS TÈCNICS COMPETENTS PROJECTISTA I DIRECTOR/A DE L'EXECUCIÓ D'OBRES (DECRESTE). Este documento no s'ha de presentar si el projecte i el certificat final d'obra disposen de visat per un col·legi professional. DECLARACIÓN RESPONSABLE DE LOS TÉCNICOS COMPETENTES Y DIRECTOR/A DE LA EJECUCIÓN DE OBRAS (DECRESTE). Este documento no se ha de presentar si el proyecto y el certificado final de obra están visados por un colegio profesional. | | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> 10.- Certificat de desconexió de la instal·lació, emés per instal·lador habilitat Certificado de desconexión de la instalación, emitido por instalador habilitado | | | | | | | |
| K DECLARACIÓ DECLARACIÓN | | | | | | | |
| <p>La persona firma aquesta comunicació DECLARA, sota la seua responsabilitat, La persona que firma esta comunicació DECLARA, bajo su responsabilidad,</p> <p>- L'exactitud de les dades ressenyades en aquesta comunicació, i la conformitat amb el que estableix la legislació vigent La exactitud de los datos reseñados en la presente comunicación, y su conformidad con lo establecido en la legislación vigente</p> <p>- Haver informat del present tràmit als consumidors associats a la instal·lació de generació i comptar amb la seua autorització per a les corresponents inscripcions en el registre administratiu d'autoconsum. Haber informado del presente trámite a los consumidores asociados a la instalación de generación y contar con su autorización para las correspondientes inscripciones en el registro administrativo de autoconsumo.</p> <p>- Haver informat els tercers, les dades de caràcter personal dels quals s'inclouen en el present document, de la comunicació i tractament de les dades per part d'aquesta Conselleria, així com d'haver obtingut d'ells el corresponent consentiment per a això. Haber informado a los terceros, cuyos datos de carácter personal se incluyen en el presente documento, de la comunicación y tratamiento de los mismos por parte de esta Conselleria, así como de haber recabado de ellos el correspondiente consentimiento para tal fin.</p> <p>Abans de firmar ha de llegir la informació sobre protecció de dades que es presenta al final del formulari, atès que comporta l'acceptació del tractament de dades de caràcter personal. Antes de firmar ha de leer la información sobre protección de datos que se presenta al final del formulario, dado que conlleva la aceptación del tratamiento de datos de carácter personal.</p> <p>_____, ____ d _____ de _____</p> <p>Firma: <input type="text"/></p> | | | | | | | |
| <p>De conformitat amb la normativa europea i espanyola en matèria de protecció de dades de caràcter personal, les dades que ens proporcione seran tractades per aquesta Conselleria, en qualitat de responsable i en l'exercici de les competències que té atribuïdes, amb la finalitat de gestionar la instància presentada, conforme a l'establert en l'activitat del tractament anomenada "REGISTRE ADMINISTRATIU D'INSTAL·LACIONS DE PRODUCCIÓ D'ENERGIA ELÈCTRICA". Podrà exercir els drets d'accés, rectificació, supressió i portabilitat de les seues dades personals, limitació i oposició de tractament, i no ser objecte de decisions individuals automatitzades respecte a les seues dades personals registrades en aquesta Conselleria, mitjançant el <u>tràmit telemàtic</u> o presentant un escrit en el registre d'entrada d'aquesta Conselleria, segons siga procedent. Així mateix, podrà reclamar, si escau, davant l'autoritat de control en matèria de protecció de dades, especialment quan no haja obtingut resposta o aquesta no haja sigut satisfactòria en l'exercici dels seus drets.</p> <p>Delegació de Protecció de Dades de la GVA: https://participacio.gva.es/va/web/delegacion-de-proteccion-de-datos-gva/ Agència Espanyola de Protecció de Dades: https://www.aepd.es/es Més informació sobre el tractament de les dades en: https://cindi.gva.es/va/proteccion-datos</p> <p>De conformidad con la normativa europea y española en materia de protección de datos de carácter personal, los datos que nos proporcione serán tratados por esta Conselleria, en calidad de responsable y en el ejercicio de las competencias que tiene atribuidas, con la finalidad de gestionar la instancia presentada, conforme a lo establecido en la actividad de tratamiento denominada "REGISTRO ADMINISTRATIVO DE INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA". Podrá ejercer los derechos de acceso, rectificación, supresión y portabilidad de sus datos personales, limitación y oposición de tratamiento y no ser objeto de decisiones individuales automatizadas respecto a sus datos personales registrados en esta Conselleria a través del <u>trámite telemático</u> o presentando escrito en el registro de entrada de esta Conselleria, según proceda. Así mismo, podrá reclamar, en su caso, ante la autoridad de control en materia de protección de datos, especialmente cuando no haya obtenido respuesta o esta no haya sido satisfactoria en el ejercicio de sus derechos.</p> <p>Delegación de Protección de Datos de la GVA: https://participacio.gva.es/es/web/delegacion-de-proteccion-de-datos-gva/ Agencia Española de Protección de Datos: https://www.aepd.es Más información sobre el tratamiento de datos en: https://cindi.gva.es/es/proteccion-datos</p> | | | | | | | |

MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA
UNIFAMILIAR EN ASPE, A TRAVÉS DE UNA INSTALACIÓN
SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED



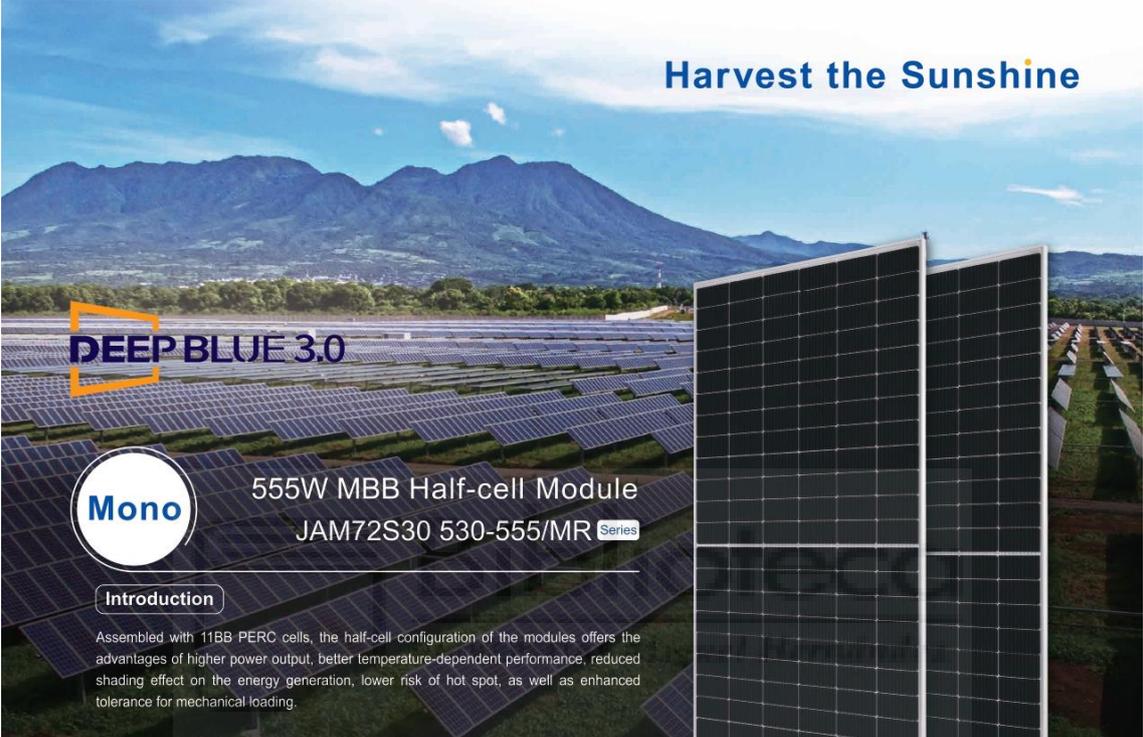
| GENERALITAT VALENCIANA | | COMUNICACIÓ D'INSTAL·LACIONS DE GENERACIÓ ELÈCTRICA, CONNECTADES EN BAIXA TENSIÓ, DESTINADES A AUTOCONSUM COMUNICACIÓN DE INSTALACIONES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA, CONECTADAS EN BAJA TENSIÓN, DESTINADAS A AUTOCONSUMO | | | | | | |
|--|---------------------|--|--|---|------------------------|----------------------------|------------|----------------|
| ANNEX A (NOMÉS PER AUTOCONSUM COL·LECTIU): DADES DELS ALTRES CONSUMIDORS ASSOCIATS A LA INSTAL·LACIÓ DE GENERACIÓ ANEXO A (SÓLO PARA AUTOCONSUMO COLECTIVO): DATOS DE OTROS CONSUMIDORES ASOCIADOS A LA INSTALACIÓN DE GENERACIÓN | | | | | | | | |
| DADES DEL CONSUMIDOR / DATOS DEL CONSUMIDOR | | | | | | | | |
| PRIMER COGNOMS / PRIMER APELLIDO* | | SEGON COGNOM / SEGUNDO APELLIDO | | NOM / NOMBRE* | | RAO SOCIAL / RAZÓN SOCIAL* | NIF / NIE* | |
| TIPUS VIA* / TIPO VIA | ADREÇA* / DIRECCIÓN | | FINCA / FINCA | | | ESCALA / ESCALERA | PIS / PISO | PORTA / PUERTA |
| | | | NÚM.* / Nº | DUPLICAT / DUPLICADO | ACLARACIÓ / ACLARACIÓN | | | |
| PAIS / PAÍS* | | PROVÍNCIA / PROVINCIA* | | MUNICIPI / MUNICIPIO* | | | | |
| POBLACIÓ / POBLACIÓN* | | | | | | CP* | APDO CORR. | |
| PREFIXE / PREFIJO | TELÈFON / TELÉFONO* | | ADREÇA ELECTRÒNICA / CORREO ELECTRÓNICO* | | | | | |
| DADES DEL PUNT DE SUBMINISTRAMENT / DATOS DEL PUNTO DE SUMINISTRO | | | | | | | | |
| TIPUS VIA / TIPO VIA | ADREÇA / DIRECCIÓN | | FINCA / FINCA | | | ESCALA / ESCALERA | PIS / PISO | PORTA / PUERTA |
| | | | NÚM. / Nº | DUPLICAT / DUPLICADO | ACLARACIÓ / ACLARACIÓN | | | |
| PROVÍNCIA / PROVINCIA* | | MUNICIPI / MUNICIPIO* | | POBLACIÓ / POBLACIÓN* | | | | CP* |
| REF. CADASTRE / CATASTRO | | EMPRESA DISTRIBUIDORA / EMPRESA DISTRIBUIDORA* | | CUPS* | | TIPUS / TIPO CUPS | | |
| TENSIÓ PUNT DE CONNEXIÓ (V)* / TENSIÓN PUNTO DE CONEXIÓN (V) | | POTÈNCIA CONTRATADA (kW)* / POTENCIA CONTRATADA (kW)* | | POTÈNCIA INSTAL·LADA (kW)* / POTENCIA INSTALADA (kW)* | | ÚS / USO | | |
| DADES DEL CONSUMIDOR / DATOS DEL CONSUMIDOR | | | | | | | | |
| PRIMER COGNOMS / PRIMER APELLIDO* | | SEGON COGNOM / SEGUNDO APELLIDO | | NOM / NOMBRE* | | RAO SOCIAL / RAZÓN SOCIAL* | NIF / NIE* | |
| TIPUS VIA* / TIPO VIA | ADREÇA* / DIRECCIÓN | | FINCA / FINCA | | | ESCALA / ESCALERA | PIS / PISO | PORTA / PUERTA |
| | | | NÚM.* / Nº | DUPLICAT / DUPLICADO | ACLARACIÓ / ACLARACIÓN | | | |
| PAIS / PAÍS* | | PROVÍNCIA / PROVINCIA* | | MUNICIPI / MUNICIPIO* | | | | |
| POBLACIÓ / POBLACIÓN* | | | | | | CP* | APDO CORR. | |
| PREFIXE / PREFIJO | TELÈFON / TELÉFONO* | | ADREÇA ELECTRÒNICA / CORREO ELECTRÓNICO* | | | | | |
| DADES DEL PUNT DE SUBMINISTRAMENT / DATOS DEL PUNTO DE SUMINISTRO | | | | | | | | |
| TIPUS VIA / TIPO VIA | ADREÇA / DIRECCIÓN | | FINCA / FINCA | | | ESCALA / ESCALERA | PIS / PISO | PORTA / PUERTA |
| | | | NÚM. / Nº | DUPLICAT / DUPLICADO | ACLARACIÓ / ACLARACIÓN | | | |
| PROVÍNCIA / PROVINCIA* | | MUNICIPI / MUNICIPIO* | | POBLACIÓ / POBLACIÓN* | | | | CP* |
| REF. CADASTRE / CATASTRO | | EMPRESA DISTRIBUIDORA / EMPRESA DISTRIBUIDORA* | | CUPS* | | TIPUS / TIPO CUPS | | |
| TENSIÓ PUNT DE CONNEXIÓ (V)* / TENSIÓN PUNTO DE CONEXIÓN (V) | | POTÈNCIA CONTRATADA (kW)* / POTENCIA CONTRATADA (kW)* | | POTÈNCIA INSTAL·LADA (kW)* / POTENCIA INSTALADA (kW)* | | ÚS / USO | | |
| 1. Empleneu només en cas que la direcció siga diferent a la del consumidor. A cumplimentar únicamente en caso de que la dirección sea diferente a la del consumidor. | | | | | | | | |

CONSELLERIA D'INNOVACIÓ, INDÚSTRIA, COMERÇ I TURISME
CONSELLERIA DE INNOVACIÓN, INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

COMUBTAC (30/08/2023)

ANEXO II: FICHAS TÉCNICAS ELEMENTOS FOTOVOLTAICOS

-Paneles Solares



Harvest the Sunshine

DEEP BLUE 3.0

Mono 555W MBB Half-cell Module
JAM72S30 530-555/MR Series

Introduction

Assembled with 11BB PERC cells, the half-cell configuration of the modules offers the advantages of higher power output, better temperature-dependent performance, reduced shading effect on the energy generation, lower risk of hot spot, as well as enhanced tolerance for mechanical loading.



Higher output power



Lower LCOE



Less shading and lower resistive loss



Better mechanical loading tolerance

Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 25-year linear power output warranty

0.55% Annual Degradation Over 25 years



■ New linear power warranty ■ Standard module linear power warranty

Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001: 2018 Occupational health and safety management systems
- IEC 62941: 2019 Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Quality system for PV module manufacturing



JA SOLAR

www.jasolar.com

Specifications subject to technical changes and tests.
JA Solar reserves the right of final interpretation.

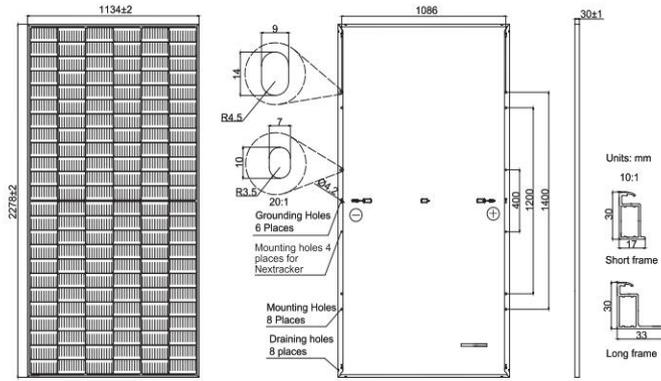


MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN ASPE, A TRAVÉS DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED

JASOLAR

JAM72S30 530-555/MR Series

MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

| | |
|------------------------------------|--|
| Cell | Mono |
| Weight | 27.8kg |
| Dimensions | 2278±2mm×1134±2mm×30±1mm |
| Cable Cross Section Size | 4mm ² (IEC) , 12 AWG(UL) |
| No. of cells | 144(6×24) |
| Junction Box | IP68, 3 diodes |
| Connector | MC4-EVO2/ QC 4.10-351 |
| Cable Length (Including Connector) | Portrait: 200mm(+)/300mm(-); Landscape: 1300mm(+)/1300mm(-) |
| Packaging Configuration | 36pcs/Pallet 720pcs/40HQ Container |

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

| TYPE | JAM72S30 -530/MR | JAM72S30 -535/MR | JAM72S30 -540/MR | JAM72S30 -545/MR | JAM72S30 -550/MR | JAM72S30 -555/MR |
|--|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Rated Maximum Power(Pmax) [W] | 530 | 535 | 540 | 545 | 550 | 555 |
| Open Circuit Voltage(Voc) [V] | 49.30 | 49.45 | 49.60 | 49.75 | 49.90 | 50.02 |
| Maximum Power Voltage(Vmp) [V] | 41.31 | 41.47 | 41.64 | 41.80 | 41.96 | 42.11 |
| Short Circuit Current(Isc) [A] | 13.72 | 13.79 | 13.86 | 13.93 | 14.00 | 14.07 |
| Maximum Power Current(Imp) [A] | 12.83 | 12.90 | 12.97 | 13.04 | 13.11 | 13.18 |
| Module Efficiency [%] | 20.5 | 20.7 | 20.9 | 21.1 | 21.3 | 21.5 |
| Power Tolerance | 0~+5W | | | | | |
| Temperature Coefficient of Isc(α _{Isc}) | +0.045%/°C | | | | | |
| Temperature Coefficient of Voc(β _{Voc}) | -0.275%/°C | | | | | |
| Temperature Coefficient of Pmax(γ _{Pmp}) | -0.350%/°C | | | | | |
| STC | Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25°C, AM1.5G | | | | | |

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer.They only serve for comparison among different module types.

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

| TYPE | JAM72S30 -530/MR | JAM72S30 -535/MR | JAM72S30 -540/MR | JAM72S30 -545/MR | JAM72S30 -550/MR | JAM72S30 -555/MR |
|--------------------------------|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Rated Max Power(Pmax) [W] | 401 | 405 | 408 | 412 | 416 | 420 |
| Open Circuit Voltage(Voc) [V] | 46.18 | 46.31 | 46.43 | 46.55 | 46.68 | 46.85 |
| Max Power Voltage(Vmp) [V] | 38.57 | 38.78 | 38.99 | 39.20 | 39.43 | 39.66 |
| Short Circuit Current(Isc) [A] | 11.01 | 11.05 | 11.09 | 11.13 | 11.17 | 11.21 |
| Max Power Current(Imp) [A] | 10.39 | 10.43 | 10.47 | 10.51 | 10.55 | 10.59 |
| NOCT | Irradiance 800W/m ² , ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G | | | | | |

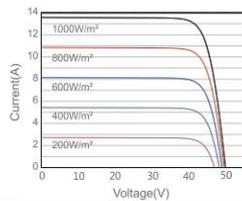
*For NextTracker installations, Maximum Static Load, Front is 1800Pa while Maximum Static Load, Back is 1800Pa.

OPERATING CONDITIONS

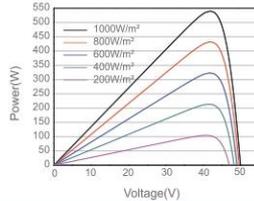
| | |
|----------------------------|--------------------------------|
| Maximum System Voltage | 1000V/1500V DC |
| Operating Temperature | -40 C ~+85 C |
| Maximum Series Fuse Rating | 25A |
| Maximum Static Load,Front* | 5400Pa(112lb/ft ²) |
| Maximum Static Load,Back* | 2400Pa(50lb/ft ²) |
| NOCT | 45±2 C |
| Safety Class | Class II |
| Fire Performance | UL Type 1 |

CHARACTERISTICS

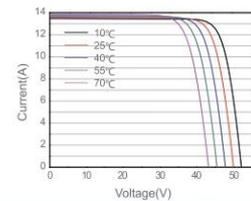
Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Power-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Premium Cells, Premium Modules

Version No. : Global_EN_20220802A

-Inversor



X1-BOOST G4

2,5 kW / 3,0 kW / 3,3 kW / 3,6 kW
4,2 kW / 5,0 kW / 6,0 kW

info@solaxpower.com
service@solaxpower.com



Prestaciones

Rendimiento superior

- Entrada CC: Sobredimensionamiento del 200 %, corriente de 16 A, tensión de arranque de 50 V
- Escaneado MPP global integrado para una mayor eficiencia de rendimiento

Monitorización fácil

- Intervalo de nivel de actualización de datos de 10 s (opcional, nuevo dispositivo wifi necesario)
- Configuración rápida y sencilla (wifi y APP)

Seguridad y fiabilidad garantizadas

- CA/CC SPD Tipo II incorporado (opcional) y diagnóstico de curva I-V admitido
- RSD (desconexión rápida) externa opcional y protección AFCI de CC integrada (opcional)
- Función de control de exportación integrada

Adaptabilidad excelente

- Solución de cargador VE doméstico y bomba de calor adaptable
- Gestión masiva y amplia extensión vía Datahub
- Solución paralela maestro/esclavo mediante Modbus compatible

Para más información, póngase en contacto con nosotros.

www.solaxpower.com

Mundial: +86 571- 56260008

AUSTRALIA: +61 1300 476529
ALEMANIA: +49 6142 4091664

REINO UNIDO: +44 2476 586998
PAÍSES BAJOS: +31 (0) 852 737932

MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN ASPE, A TRAVÉS DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED



X1-BOOST G4

| | X1-BOOST-2.5K-G4 | X1-BOOST-3K-G4 | X1-BOOST-3.3K-G4 | X1-BOOST-3.6K-G4 | X1-BOOST-4.2K-G4 | X1-BOOST-5K-G4 | X1-BOOST-6K-G4 |
|---|--|----------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|----------------|
| ENTRADA CC | | | | | | | |
| Potencia máx. de entrada del conjunto FV [Wp] | 6000 | 6000 | 6600 | 7200 | 8000 | 10000 | 12000 |
| Tensión máx. de entrada FV [V] | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 |
| Tensión de arranque [V] | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Tensión de entrada nominal [V] | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 | 360 |
| Rango de tensión del rastreador MPP [V] | 40~560 | 40~560 | 40~560 | 40~560 | 40~560 | 40~560 | 40~560 |
| N.º de rastreadores MPP / Cadenas por rastreador MPP | | | | 2 / 1 | | | |
| Corriente máx. de entrada FV [A] | | | | 16 / 16 | | | |
| Isc corriente de cortocircuito del conjunto FV [A] | | | | 22 / 22 | | | |
| SALIDA CA | | | | | | | |
| Potencia nominal de salida de CA [W] | 2500 | 3000 | 3300 | 3680 | 4200 | 5000 ¹⁾ | 6000 |
| Tensión nominal de salida de CA [A] | 10,9 | 13,1 | 14,4 | 16 | 18,3 | 21,7 | 26,1 |
| Potencia máx. aparente de salida de CA [VA] | 2750 | 3300 | 3630 | 4048 ¹⁾ | 4620 | 5000 ²⁾ | 6000 |
| Corriente máx. de salida de CA [A] | 12 | 14,4 | 15,8 | 17,6 ³⁾ | 20,1 | 21,7 ⁴⁾ | 27,3 |
| Tensión nominal de CA / Rango de tensión de CA [V]** | 220/230/240;90~290 | | | | | | |
| Frecuencia nominal de CA / Rango de frecuencia de CA [Hz]** | 50/60;±5 | | | | | | |
| Rango de factor de potencia | 0,8 de adelantado - 0,8 retrasado | | | | | | |
| THDi (potencia nominal) [%] | <3 | | | | | | |
| INFORMACIÓN DEL SISTEMA | | | | | | | |
| Eficiencia máxima [%] | 98 | | | | | | |
| Eficiencia Eficiencia [%] | 97 | | | | | | |
| Consumo en espera [W] por la noche | <3 | | | | | | |
| Protección contra la penetración | IP66 | | | | | | |
| Rango de temperatura ambiente de funcionamiento [°C] | -25~60 | | | | | | |
| Altitud máxima de funcionamiento [m] | 4000 | | | | | | |
| Humedad relativa [%] | 0~100 | | | | | | |
| Emisión de ruido habitual [dB] | 25 ⁶⁾ | | | | | | |
| Temperatura de almacenamiento [°C] | -30 a 70 | | | | | | |
| Dimensiones (anchura x altura x profundidad) [mm] | 404x274x146 | | | | | | |
| Peso [kg] | 11 | | | | | | |
| Concepto de refrigeración | Refrigeración natural | | | | | | |
| Interfaces de comunicación | USB/RS485/DRM, opcional: Medidor/CT* | | | | | | |
| Dispositivo de control opcional | Wifi/LAN/4G de bolsillo | | | | | | |
| Pantalla | 2 x LED + LCD (16 x 2) / APP | | | | | | |
| PROTECCIÓN | | | | | | | |
| Protección contra sobretensión/subtensión | Sí | | | | | | |
| Protección de aislamiento CC | Sí | | | | | | |
| Supervisión de la protección contra fallas a tierra | Sí | | | | | | |
| Monitorización de la red | Sí | | | | | | |
| Monitorización de la inyección de CC | Sí | | | | | | |
| Control de la corriente de retroalimentación | Sí | | | | | | |
| Detección de corriente residual | Sí | | | | | | |
| Protección anti-isla | Sí | | | | | | |
| Protección contra sobrecalentamiento | Sí | | | | | | |
| SPD (CC/CA) | Tipo II / Tipo II (Opcional) | | | | | | |
| Interruptor de circuito de fallo de arco (AFCI) | Opcional | | | | | | |
| Fuente de alimentación auxiliar de CA (APS) | Opcional | | | | | | |
| Interruptor DC | Opcional | | | | | | |
| NORMATIVA | | | | | | | |
| Seguridad | IEC / EN 62109-1 / -2 | | | | | | |
| EMC | EN61000-6-1 / 2 / 3 / 4, EN61000-3-2 / 3 / 11 / 12 | | | | | | |
| Certificación | IEC61727, EN50549, G98/G99, AS 4777.2, VDE4105, CEI 0-21, VFR, PPDS, TOR | | | | | | |

1) 5000 (4620 para VD4105) 2) 5000 (4620 para VD4105) 3) 21,7 (20 para VD4105) 4) 4048 (3680 para G98/G99 TOR y PPDS) 5) 17,6 (16 para G98/G99 TOR y PPDS) 6) V1.2 La información puede estar sujeta a modificaciones sin previo aviso 650.000.29.00
 * Para los modelos convertidor interno (opcional), la emisión de ruido habitual es de 30 dB.
 ** No incluido en el paquete. Debe adquirirse adicionalmente. ** El voltaje de CA y el rango de frecuencia pueden variar según los códigos de los distintos países.

-Bloques de Hormigón



FICHA TÉCNICA
ENNOVABLOC 20°R

| PIEZA | NOMBRE | MATERIAL | PESO |
|-------|-------------------------------------|---------------------------------|----------|
| | EnnovaBloc 20°R | Hormigón | 80 kg |
| | Carril Regulable R | Acero Galvanizado | 0,366 kg |
| | Unión Terminal R | Aluminio AW-6005 | 0,100 kg |
| | Unión Intermedia R | Aluminio AW-6005 | 0,065 kg |
| | Unión Terminal | Aluminio AW-6005 | 0,038 kg |
| | Unión Intermedia | Aluminio AW-6005 | 0,039 kg |
| | Espuma Protectora 1200 x 150 x 3 | Espuma de Polietileno Rugosa | 0,020 kg |

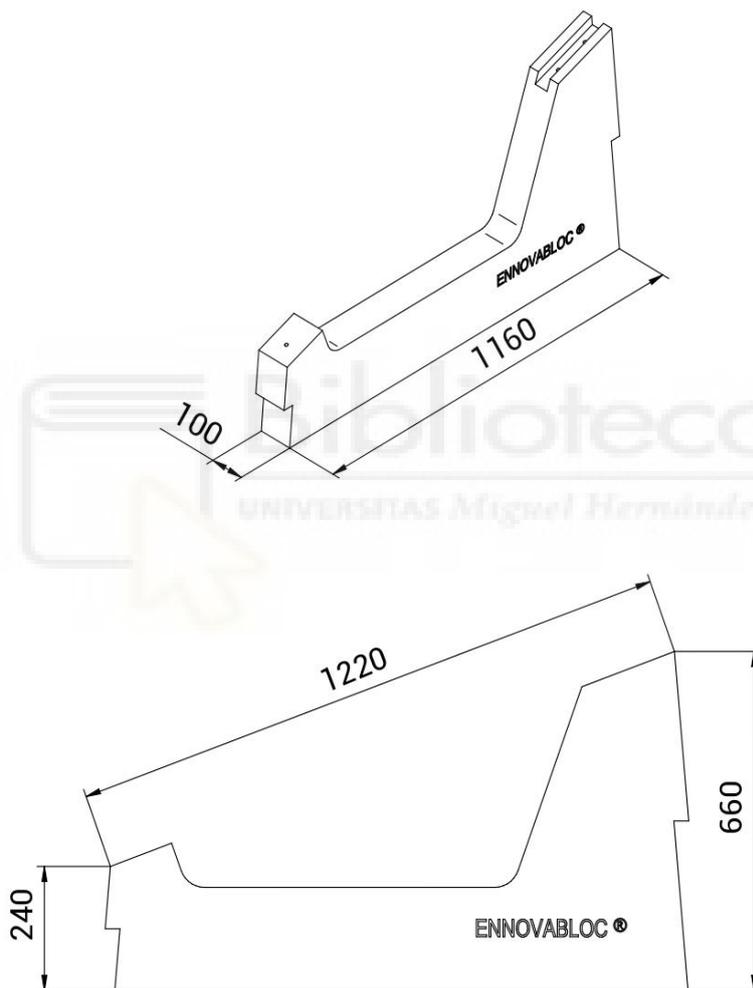
* La espuma protectora es opcional. No se incluye con la venta del bloque EnnovaBloc 20° R.



Importante:

Siga siempre las instrucciones de montaje de Ennova.
www.ennovarenovables.com

COTAS
(Cotas en mm)



Importante:

Siga siempre las instrucciones de montaje de Ennova.
www.ennovarenovables.com

MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN ASPE, A TRAVÉS DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED

- Cableado de Continua


Cables baja tensión - Fotovoltaicos e-Sens

PRYSMIAN PRYSOLAR® e-Sens - H1Z2Z2-K

Tensión asignada: 1,0/1,0 kVAc; 1,5/1,5 kVdc (1,2/1,2 kVAc máx.) (1,8/1,8 kVdc máx.)
 Norma diseño: UNE-EN 50618; IEC 62930
 Designación genérica: H1Z2Z2-K








Descárgate la DoP 1019137
(declaración de prestaciones)
<https://es.prysmian.com/dop>



GlobalEPD
A VERIFIED ENVIRONMENTAL DECLARATION
(Declaraciones ambientales de producto)



| | | | | | |
|--|--|---|---|--|--|
|  No propagación de la llama UNE-EN 60332-1-2 IEC 60332-1-2 |  Libre de halógenos IEC 62821-1 UNE-EN 50525-1 |  Máxima Resistencia al agua en dc (ADP) |  Resistencia al frío |  Cable flexible |  Resistencia a los rayos ultravioleta UNE 21605 |
|  Baja opacidad de humos UNE-EN 61034-2 IEC 61034-2 |  Resistencia a los impactos |  Resistencia a los agentes químicos |  Resistencia al ozono |  Resistencia al calor húmedo | |


 Conductor con contenido en cobre reciclado


 Aislamiento con compuesto de origen 100% Bio-Atribuido


-29 % emisiones de CO₂
 (Sección 1 x 4 mm²)


 Rollo retráctil 80% reciclado y 100% reciclable


 Sistema circular de retorno, reparación y reutilización de bobinas


 El logotipo PEFC es nuestra pequeña garantía que respalda bobinas de marfil, procesos de bobinas que lo todo de la misma sociedad, reciclados y reutilizados. Cada compra de un producto PEFC marca la diferencia para los bosques y las comunidades forestales del planeta.
 www.pefc.org

- Temperatura de servicio: -40 °C, +90 °C (cable termoestable), +120 °C (20 000h).
- Ensayo de tensión durante 5 min: 6500 Vac / 15000 Vdc.

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): E_{ca}.
- Requerimientos de fuego: UNE-EN 50575:2015 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: UNE-EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: UNE-EN 50576.
- Métodos de ensayo: UNE-EN 60332-1-2.

Normativa de fuego completa. Incluidas normas aplicables a países no pertenecientes a la Unión Europea:

- No propagación de la llama:
 UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- Libre de halógenos:
 IEC 62821-1 Anexo B; UNE-EN 50525-1 Anexo B.
- Baja opacidad de humos:
 UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2.



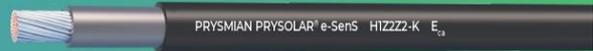
MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN ASPE, A TRAVÉS DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED



Cables baja tensión - Fotovoltaicos e-SenS

PRYSMIAN PRYSOLAR® e-SenS - H1Z2Z2-K

Tensión asignada: 1,0/1,0 kVAc; 1,5/1,5 kVdc (1,2/1,2 kVAc máx.) (1,8/1,8 kVdc máx.)
 Norma diseño: UNE-EN 50618; IEC 62930
 Designación genérica: H1Z2Z2-K

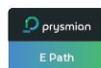


Ensayos adicionales cable PRYSMIAN PRYSOLAR® e-SenS

| Vida estimada | 30 años* | |
|---|---|--|
| Protección frente al agua | AD8 (test ac)** | EN 50525-2-21 Anexos D y E |
| | WET-I 1500 | Ensayo mejorado específico de Prysmian FV: > 1500 ciclos sumergido en agua a 70 °C con la máxima tensión continua (1800 Vdc) |
| Resistencia a los rayos UVA | IEC 62930 Anexo E; UNE-EN 50618 Anexo E: 720 h (360 ciclos) | |
| Servicios móviles | Sí | |
| Doble aislamiento (clase II) | Sí | |
| Temperatura máxima del conductor | 90 °C (120 °C, 20 000 h) 250 °C (cortocircuito) | |
| Adecuado para sistemas anti-PID | Tensión máxima eficaz: 1200 V (>906 V) Tensión máxima de pico: 1697 V (>1468 V) | |
| Máxima tensión de tracción | 50 N/mm ² durante el tendido 15 N/mm ² en operación (instalado) | |
| Resistencia al ozono | IEC 62930 Tab. 3 según IEC 60811-403; UNE-EN 50618 Tab. 2 según UNE-EN 50396 tipo de prueba B | |
| Resistencia a ácidos y bases | IEC 62930 y UNE-EN 50618 Anexo B 7 días, 23 °C, N-ácido oxálico, N-hidróxido sódico (según IEC 60811-404; UNE-EN 60811-404) | |
| Prueba de contracción | IEC 62930 Tab. 2 según IEC 60811-503; UNE-EN 50618 Tab. 2 según UNE-EN 60811-503 (máxima contracción 2 %) | |
| Resistencia al calor húmedo | IEC 62930 Tab. 2 y UNE-EN 50618 Tab. 2 1000 h a 90 °C y 85 % de humedad para IEC 60068-2-78; UNE-EN- 60068-2-78 | |
| Resistencia de aislamiento a largo plazo (dc) | IEC 62821-2; UNE-EN 50395-9 (240 h, 85 °C agua, 1,8 kVdc) | |
| Respetuoso con el medio ambiente | Directiva RoHS 2011/65/UE de la Unión Europea | |
| Ensayo de penetración dinámica | IEC 62930 Anexo D; UNE-EN 50618 Anexo D | |
| Doblado a baja temperatura | Doblado y alargamiento a -40 °C según IEC 60811-504 y -505 y UNE-EN 60811-504 y -505 | |
| Resistencia al impacto en frío | Resistencia al impacto a -40 °C según IEC 62930 Anexo C según IEC 60811-506 y UNE-EN 50618 Anexo C según UNE-EN 60811-506 | |
| Durabilidad del marcado | IEC 62930; UNE-EN 50396 | |

* Para la estimación de la vida del cable se ha empleado el ensayo de durabilidad térmica según la norma IEC 60216.

** La condición AD8 habitual es una autodeclaración de fabricante sin norma de referencia. Declara la posibilidad de funcionamiento del cable permanentemente sumergido pero el ensayo habitual está pensado para corriente alterna y hasta 450/750 V de tensión asignada del cable. Situación muy alejada de la realidad de las instalaciones fotovoltaicas. Los cables de Prysmian superan el ensayo especial WET-I 1500 a 1800 V de tensión continua.



Aplicaciones

Cable especialmente indicado en aquellos proyectos en que se requiera un compromiso de reducción de impacto en huella de carbono.

A emplear en el lado de corriente continua entre módulos fotovoltaicos y cajas combinadoras (string combiner boxes) o inversores de string en grandes plantas de generación fotovoltaica.

Especialmente diseñado para instalaciones solares fotovoltaicas fijas o móviles (con seguidores...). Pueden ser instalados en bandejas, conductos y módulos fotovoltaicos.

Especialmente resistente a la acción del agua (AD8 + test especial para corriente continua WET-I 1500), en instalaciones subterráneas bajo tubo o conducto.

Sistemas de corriente continua (ITC-BT 53*, UNE-HD 60364-7-712).

Construcción

1. Conductor

Metal: cobre recocido estañado.

Con contenido reciclado.

Flexibilidad: flexible, clase 5, según UNE-EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor:

90 °C (120 °C, 20 000 h). 250 °C en cortocircuito.

2. Aislamiento

Material: compuesto reticulado libre de halógenos 100 % Bio-Atribuido. Según tabla B.1 de Anexo B de UNE-EN 50618.

3. Cubierta

Material: compuesto reticulado libre de halógenos según tabla B.1 de anexo B de EN 50618.

Colores: negro o rojo.

*Pendiente aprobación final.

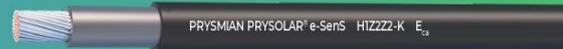
MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN ASPE, A TRAVÉS DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED



Cables baja tensión - Fotovoltaicos e-Sens

PRYSMIAN PRYSOLAR® e-Sens - H1Z2Z2-K

Tensión asignada **1,0/1,0 kVac; 1,5/1,5 kVdc (1,2/1,2 kVac máx.) (1,8/1,8 kVdc máx.)**
 Norma diseño **UNE-EN 50618; IEC 62930**
 Designación genérica **H1Z2Z2-K**



Datos técnicos

| Número de conductores x sección (mm ²) | Diámetro máximo del conductor (mm) | Diámetro exterior del cable (mm) (1) | Radio mínimo de curvatura dinámico (mm) | Radio mínimo de curvatura estático (mm) | Peso (kg/km) (1) | Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km) | Intensidad admisible al aire (A) (2) | Intensidad admisible al aire T ambiente 60 °C y T conductor 120 °C (A) (3) | Intensidad admisible bajo tubo enterrado (A) (4) | Caída de tensión continua (V/(A.km)) | Emisiones de CO ₂ (t/km) (5) |
|---|---------------------------------------|---|--|--|---------------------|---|---|---|---|---|--|
| 1 x 4 | 3,0 | 5,6 | 22 | 11 | 61 | 5,090 | 46 | 55 | 42 | 10,18 | 0,189 |
| 1 x 6 | 3,9 | 6,3 | 25 | 13 | 80 | 3,390 | 59 | 70 | 53 | 6,78 | 0,262 |
| 1 x 10 | 5,1 | 7,2 | 36 | 22 | 124 | 1,950 | 82 | 98 | 70 | 3,90 | 0,441 |
| 1 x 16 | 6,3 | 8,3 | 42 | 25 | 186 | 1,240 | 110 | 132 | 91 | 2,48 | 0,735 |
| 1 x 25 | 7,8 | 10,5 | 53 | 32 | 286 | 0,795 | 140 | 176 | 116 | 1,59 | 1,051 |

⁽¹⁾ Valores sujetos a tolerancias de fabricación.

⁽²⁾ Instalación monofásica o corriente continua en bandeja perforada al aire (40 °C). Con exposición directa al sol, multiplicar la corriente por 0,85.
 → XLPE2 con instalación tipo F → columna 13.
 (UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52).

⁽³⁾ Instalación de conductores separados con renovación eficaz del aire en toda su cubierta (cables suspendidos).

Temperatura ambiente 60 °C (a la sombra) y temperatura máxima en el conductor 120 °C. Valor que puede soportar el cable, 20.000 h a lo largo de su vida estimada (30 años) EN 50618 (tabla A.3).

⁽⁴⁾ Instalación bajo tubo enterrado con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 Km/W y temperatura del terreno 25 °C.
 XLPE2 con instalación tipo D1 (Cu) (monofásica o continua).

⁽⁵⁾ Incluye el proceso de extracción, producción y transporte de las materias primas así como el proceso de fabricación en nuestras factorías (cradle to gate).



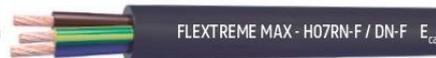
- Cableado de Alterna

Goma **Baja tensión**

FLEXTREME MAX - H07RN-F / DN-F



Tensión asignada: 0,6/1 kV
 Norma diseño: UNE-EN 50525-2-21 / Basado en UNE 21150
 Designación genérica: H07RN-F / DN-F



N° DoP 1011943

E_{ca}

DESCÁRGATE la DoP
 (declaración de prestaciones)
<https://es.prysmiangroup.com/dop>



No propagación de la llama
 UNE-EN 60332-1-2
 IEC 60332-1-2



Resistencia a la absorción del agua



Resistencia al frío



Cable flexible



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia a las grasas y aceites



Resistencia a la abrasión



Servicios móviles



Resistencia a los golpes

- Temperatura de servicio: -40 °C (fijo protegido), +90 °C (cable termoestable).
- Ensayo de tensión durante 5 min: 3500 V.

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego: E_{ca}
- Requerimientos de fuego: UNE-EN 50575:2014 + A1:2016
- Clasificación respecto al fuego: UNE-EN 13501-6
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576
- Métodos de ensayo: [UNE-EN 60332-1-2](#)

Normativa de fuego completa (incluidas normas aplicables a países no pertenecientes a la Unión Europea):

- No propagación de la llama:
[UNE-EN 60332-1-2](#); IEC 60332-1-2

Goma

Baja tensión

FLEXTREME MAX - H07RN-F / DN-F



Tensión asignada: 0,6/1 kV
Norma diseño: UNE-EN 50525-2-21 / Basado en UNE 21150
Designación genérica: H07RN-F / DN-F



Construcción

1. Conductor

Metal: cobre recocido.

Flexibilidad: flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 90 °C (móvil), 250 °C (móvil cortocircuito), 90 °C (fijo), 250 °C (fijo cortocircuito).

2. Aislamiento

Material: elastómero reticulado.

Colores: 1x: blanco roto. 3 G: azul, marrón y amarillo/verde.

2x: marrón y azul 4 G: marrón, negro, gris y amarillo/verde.

5 G: azul, marrón, negro, gris y amarillo/verde.

Más de 5 conductores: negros numerados y amarillo/verde.

Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 3500 V.

3. Cubierta

Material: elastómero reticulado.

Color: negro.

Marcado: FLEXTREME MAX - USE <HAR> H07RN-F/DN-F - PRYSMIAN 255 - sección - DOP 1011943 - E_{ca} - año - semana S.Y.+

El marcado DN-F sólo se aplica a los casos recogidos en la norma UNE 21150.

Aplicaciones

- Servicios que implican sumersión temporal o permanente en agua dulce o salada (bombas sumergidas, pantalanes, zonas inundables...).
- En talleres industriales con atmósferas explosivas (ITC-BT 29, pto. 2.9), edificios, para aplicaciones y alimentación de aparatos para servicios exigentes en los que los cables estén sometidos a esfuerzos mecánicos de tipo medio (ejemplos: placas de calentamiento, lámparas portátiles, utillajes eléctricos como taladros, sierras circulares y herramientas domésticas eléctricas). En canteras y explotaciones agrícolas.
- Apto para instalaciones fijas y servicio móvil (máquinas y equipos móviles, robots grúas, etc.).
- Prolongadores y enrolladores para uso interior, exterior y/o industrial.
- Adecuado para aquellas instalaciones donde se requiera una gran flexibilidad del cable, siendo especialmente indicados en aquellas aplicaciones industriales debido a sus características de: resistencia al calor y al frío, resistencia a los aceites, grasas e hidrocarburos, resistencia a la intemperie y su muy buen comportamiento frente a la humedad y al agua.
- Conexiones y cableado interior de máquinas (UNE-EN 50565-2).
- Alimentación de equipos portátiles de exterior y de equipos industriales (UNE-EN 50565-2).
- Aparatos en talleres industriales y agrícolas (UNE-EN 50565-2).
- Locales a muy baja temperatura, húmedos, mojados, a la intemperie (ITC-BT 30).
- Provisionales de obras (instalaciones interiores y exteriores) (ITC-BT 33).
- Ferias y stands (ITC-BT 34) (ferias, exposiciones, muestras, stands, alumbrados festivos de calles, barracas de feria, casetas, atracciones... donde no sea necesario Afumex Expo).
- Establecimientos agrícolas y hortícolas (ITC-BT 35).
- Caravanas y parques de caravanas (ITC-BT 41).
- Puertos y marinas para barcos de recreo (ITC-BT 42).
- Para sumersión en agua potable consultar cable Hydrofirm con certificación sanitaria ELL (Alemania) y ACS (Francia).

Prysmian

A brand of
Prysmian
Group

Goma **Baja tensión**

FLEXTREME MAX - H07RN-F / DN-F



Tensión asignada: 0,6/1 kV
 Norma diseño: UNE-EN 50525-2-21 / Basado en UNE 21150
 Designación genérica: H07RN-F / DN-F



Datos técnicos

| Número de conductores x sección (mm²) | Diámetro exterior aprox. (mm) | Diámetro exterior máximo (mm) | Radio mínimo de curvatura fijo (mm) | Radio mínimo de curvatura libre (mm) | Peso aprox. (kg/km) | Intensidad admisible al aire instalación fija (1) (A) | Intensidad admisible servicio móvil (2) (A) | Intensidad admisible bajo tubo y enterrado (3) (A) | Intensidad admisible directamente enterrado (4) | Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km) | Caída de tensión (V/A km) | |
|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|---|---|--|---|--|---------------------------|-------------|
| | | | | | | | | | | | cos Φ = 1 | cos Φ = 0,8 |
| 1x1,5 | 5,9 | 6,9 | 27,6 | 41,4 | 50 | 21 | 16 | 21 | 23 | 13,3 | 26,5 | 21,36 |
| 1x2,5 | 6,4 | 7,4 | 29,6 | 44,4 | 65 | 29 | 20 | 28 | 30 | 7,98 | 15,92 | 12,88 |
| 1x4 | 7,4 | 8,5 | 34,0 | 51 | 90 | 40 | 30 | 36 | 39 | 4,95 | 9,96 | 8,1 |
| 1x6 | 8,4 | 9,4 | 37,6 | 56,4 | 120 | 53 | 38 | 44 | 49 | 3,3 | 6,74 | 5,51 |
| 1x10 | 10,2 | 11,2 | 44,8 | 67,2 | 185 | 74 | 53 | 58 | 65 | 1,91 | 4 | 3,31 |
| 1x16 | 11,4 | 12,4 | 50 | 74,4 | 260 | 101 | 71 | 75 | 84 | 1,21 | 2,51 | 2,12 |
| 1x25 | 13,4 | 14,4 | 58 | 86,4 | 360 | 135 | 94 | 96 | 107 | 0,78 | 1,59 | 1,37 |
| 1x35 | 15,1 | 16,1 | 64 | 96,6 | 480 | 169 | 117 | 115 | 129 | 0,554 | 1,15 | 1,01 |
| 1x50 | 16,9 | 17,9 | 72 | 107,4 | 660 | 214 | 148 | 135 | 153 | 0,386 | 0,85 | 0,77 |
| 1x70 | 18,7 | 19,7 | 79 | 118,2 | 870 | 268 | 185 | 167 | 188 | 0,272 | 0,59 | 0,56 |
| 1x95 | 21,1 | 22,6 | 90 | 136 | 1120 | 328 | 222 | 197 | 226 | 0,206 | 0,42 | 0,43 |
| 1x120 | 23,3 | 24,8 | 99 | 149 | 1410 | 383 | 260 | 223 | 257 | 0,161 | 0,34 | 0,36 |
| 1x150 | 25,7 | 27,2 | 109 | 163 | 1710 | 444 | 300 | 251 | 287 | 0,129 | 0,27 | 0,31 |
| 1x185 | 28 | 29,5 | 118 | 177 | 2080 | 510 | 341 | 281 | 324 | 0,106 | 0,22 | 0,26 |
| 1x240 | 30,6 | 32,6 | 130 | 196 | 2640 | 607 | 407 | 324 | 375 | 0,0801 | 0,17 | 0,22 |
| 1x300 | 34,2 | 36,2 | 145 | 217 | 3280 | 703 | 468 | 365 | 419 | 0,0641 | 0,14 | 0,19 |
| 1x400 | 38,5 | 40,5 | 162 | 243 | 4260 | 823 | 553 | 426 | 470 | 0,0486 | 0,11 | 0,17 |
| 1x500 | 46,9 | 49,5 | 198 | 297 | 6240 | 946 | 634 | 481 | 525 | 0,0384 | 0,088 | 0,136 |
| 1x630* | 50 | 53,2 | 213 | 319 | 7370 | 1088 | 742 | 545 | 605 | 0,0287 | 0,07 | 0,107 |
| 2x1* | 8,5 | 9,5 | 38,0 | 57 | 95 | 20,5 | 10 | 20 | 22 | 19,5 | 46,47 | 37,38 |
| 2x1,5 | 8,8 | 9,8 | 39,2 | 58,8 | 110 | 26 | 16 | 25 | 27 | 13,3 | 30,98 | 24,92 |
| 2x2,5 | 10,4 | 11,4 | 45,6 | 68,4 | 155 | 36 | 25 | 33 | 35 | 7,98 | 18,66 | 15,07 |
| 2x4 | 12,6 | 13,6 | 54 | 81,6 | 220 | 49 | 34 | 43 | 46 | 4,95 | 11,68 | 9,46 |
| 2x6 | 14,3 | 15,3 | 61 | 91,8 | 310 | 63 | 43 | 53 | 58 | 3,3 | 7,90 | 6,43 |
| 2x10 | 19,1 | 20,1 | 80 | 121 | 550 | 86 | 60 | 71 | 77 | 1,91 | 4,67 | 3,84 |
| 2x16 | 21,6 | 23,1 | 92 | 139 | 740 | 115 | 79 | 91 | 100 | 1,21 | 2,94 | 2,45 |
| 2x25 | 25,9 | 27,4 | 110 | 164 | 1080 | 149 | 105 | 116 | 129 | 0,78 | 1,86 | 1,59 |
| 2x35* | 29 | 30,5 | 122 | 183 | 1400 | 185 | 130 | 139 | 155 | 0,554 | 1,35 | 1,16 |
| 2x50* | 32,9 | 34,9 | 140 | 209 | 1890 | 225 | 163 | 164 | 183 | 0,386 | 0,99 | 0,89 |

(1) Instalación al aire en bandeja perforada o rejilla (temperatura ambiente 30 °C). Valores obtenidos de UNE-HD 60364-5-52 (IEC 60364-5-52) tabla B.52.12 (método E multiconductores y F unipolares).

(2) Servicio móvil al aire o cables tocando una superficie (temperatura ambiente 30 °C). Valores obtenidos de UNE-EN 50565-1, tablas C.2 y C.3 (temperatura máxima en el conductor 60 °C para evitar quemaduras por contacto con la cubierta del cable).

(3) Instalación bajo tubo y enterrado (temperatura del terreno 20 °C y resistividad térmica de 2,5 K·m/W). Valores obtenidos de UNE-EN 60364-5-52 (IEC 60364-5-52) tablas B.52.3 (monofásica) y B.52,5 (trifásica). Método D1.

(4) Instalación directamente enterrado, sin tubo o conducto (temperatura del terreno 20 °C y resistividad térmica de 2,5 K·m/W). Valores obtenidos de UNE-EN 60364-5-52 (IEC 60364-5-52) tablas B.52.3 (monofásica) y B.52.5 (trifásica). Método D2.

Cables 1x, 4G y 5G → trifásica (3 conductores cargados).
 Cables 2x y 3G → monofásica (2 conductores cargados).
 Cables de más de 5 conductores supuestos cargados todos menos 1 (el conductor de protección) (intensidades Prysmian). Caídas de tensión para cables de más de 5 conductores supuesta entre dos conductores activos de un mismo circuito monofásico.

* Sólo suministrable en versión H07RN-F por no ser formación contemplada en la norma de diseño de DN-F (UNE 21150).

MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN ASPE, A TRAVÉS DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED

Goma

Baja tensión

FLEXTREME MAX - H07RN-F / DN-F



Tensión asignada: 0,6/1 kV

Norma diseño: UNE-EN 50525-2-21 / Basado en UNE 21150

Designación genérica: H07RN-F / DN-F



Datos técnicos

| Número de conductores x sección (mm ²) | Diámetro exterior aprox. (mm) | Diámetro exterior máximo (mm) | Radio mínimo de curvatura fijo (mm) | Radio mínimo de curvatura libre (mm) | Peso aprox. (kg/km) | Intensidad admisible al aire instalación fija (1) (A) | Intensidad admisible servicio móvil (2) (A) | Intensidad admisible bajo tubo y enterrado (3) (A) | Intensidad admisible directamente enterrado (4) | Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km) | Caída de tensión (V/A·km) | |
|--|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|---|---|--|---|--|---------------------------|-------------|
| | | | | | | | | | | | cos Φ = 1 | cos Φ = 0,8 |
| 3 G 1* | 9,1 | 10,1 | 40,4 | 60,6 | 115 | 20 | 10 | 20 | 22 | 19,5 | 46,47 | 37,38 |
| 3 G 1,5 | 9,4 | 10,4 | 41,6 | 62,4 | 130 | 26 | 16 | 25 | 27 | 13,3 | 30,98 | 24,92 |
| 3 G 2,5 | 11,4 | 12,4 | 50 | 74,4 | 200 | 36 | 25 | 33 | 35 | 7,98 | 18,66 | 15,07 |
| 3 G 4 | 12,9 | 13,9 | 56 | 83,4 | 270 | 49 | 35 | 43 | 46 | 4,95 | 11,68 | 9,46 |
| 3 G 6 | 15 | 16 | 64 | 96 | 370 | 63 | 44 | 53 | 58 | 3,3 | 7,90 | 6,43 |
| 3 G 10 | 20,5 | 22 | 88 | 132 | 670 | 86 | 62 | 71 | 77 | 1,91 | 4,67 | 3,84 |
| 3 G 16 | 23 | 24,5 | 98 | 147 | 920 | 115 | 82 | 91 | 100 | 1,21 | 2,94 | 2,45 |
| 3 G 25 | 27,7 | 29,2 | 117 | 175 | 1340 | 149 | 109 | 116 | 129 | 0,78 | 1,86 | 1,59 |
| 3 G 35 | 30,9 | 32,9 | 132 | 197 | 1740 | 185 | 135 | 139 | 155 | 0,554 | 1,35 | 1,16 |
| 3 G 50 | 34,9 | 36,9 | 148 | 221 | 2380 | 225 | 169 | 164 | 183 | 0,386 | 0,99 | 0,89 |
| 3 G 70 | 38,7 | 40,7 | 163 | 244 | 3110 | 289 | 211 | 203 | 225 | 0,272 | 0,69 | 0,64 |
| 3 G 95 | 43,4 | 45,9 | 184 | 275 | 3990 | 352 | 250 | 239 | 270 | 0,206 | 0,49 | 0,48 |
| 3 G 120 | 48 | 50,5 | 202 | 303 | 5000 | 410 | 292 | 271 | 306 | 0,161 | 0,39 | 0,40 |
| 3 G 150 | 53,3 | 56,3 | 225 | 338 | 6120 | 473 | 335 | 306 | 343 | 0,129 | 0,32 | 0,23 |
| 3 G 185 | 58,1 | 61,1 | 244 | 367 | 7330 | 542 | 378 | 343 | 387 | 0,106 | 0,25 | 0,30 |
| 3 G 240 | 65,7 | 68,7 | 275 | 412 | 9470 | 641 | 447 | 395 | 448 | 0,0801 | 0,20 | 0,24 |
| 4 G 1* | 10,2 | 11,2 | 44,8 | 67,2 | 145 | 18 | 10 | 17 | 18 | 19,5 | 40,41 | 32,5 |
| 4 G 1,5 | 10,8 | 11,8 | 47,2 | 70,8 | 160 | 23 | 16 | 21 | 23 | 13,3 | 26,94 | 21,67 |
| 4 G 2,5 | 12,5 | 13,5 | 54 | 81 | 240 | 32 | 20 | 28 | 30 | 7,98 | 16,23 | 13,1 |
| 4 G 4 | 14,4 | 15,4 | 62 | 92,4 | 330 | 42 | 30 | 36 | 39 | 4,95 | 10,16 | 8,23 |
| 4 G 6 | 16,4 | 17,4 | 70 | 104,4 | 490 | 54 | 37 | 44 | 49 | 3,3 | 6,87 | 5,59 |
| 4 G 10 | 22,5 | 24 | 96 | 144 | 790 | 75 | 52 | 58 | 65 | 1,91 | 4,06 | 3,34 |
| 4 G 16 | 25,2 | 26,7 | 107 | 160 | 1140 | 100 | 69 | 75 | 84 | 1,21 | 2,56 | 2,13 |
| 4 G 25 | 30,6 | 32,6 | 130 | 196 | 1680 | 127 | 92 | 96 | 107 | 0,78 | 1,62 | 1,38 |
| 4 G 35 | 34 | 36 | 144 | 216 | 2180 | 158 | 114 | 115 | 129 | 0,554 | 1,17 | 1,01 |
| 4 G 50 | 38,6 | 40,6 | 162 | 244 | 2920 | 192 | 143 | 135 | 153 | 0,386 | 0,86 | 0,77 |
| 4 G 70 | 43 | 45,5 | 182 | 273 | 3990 | 246 | 178 | 167 | 188 | 0,272 | 0,6 | 0,56 |
| 4 G 95 | 49,1 | 51,6 | 206 | 310 | 5200 | 298 | 210 | 197 | 226 | 0,206 | 0,43 | 0,42 |
| 4 G 120 | 53,3 | 56,3 | 225 | 338 | 6410 | 346 | 246 | 223 | 257 | 0,161 | 0,34 | 0,35 |
| 4 G 150 | 59,6 | 62,6 | 250 | 376 | 7480 | 399 | 282 | 251 | 287 | 0,129 | 0,28 | 0,2 |
| 4 G 185 | 64,9 | 67,9 | 272 | 407 | 9520 | 456 | 319 | 281 | 324 | 0,106 | 0,22 | 0,26 |
| 4 G 240 | 73,2 | 76,2 | 305 | 457 | 12170 | 538 | 377 | 324 | 375 | 0,0801 | 0,17 | 0,21 |

(1) Instalación al aire en bandeja perforada o rejilla (temperatura ambiente 30 °C). Valores obtenidos de UNE-HD 60364-5-52 (IEC 60364-5-52) tabla B.52.12 (método E multiconductores y F unipolares).

(2) Servicio móvil al aire o cables tocando una superficie (temperatura ambiente 30 °C). Valores obtenidos de UNE-EN 50565-1, tablas C.2 y C.3.

(3) Instalación bajo tubo y enterrado (temperatura del terreno 20 °C y resistividad térmica de 2,5 K·m/W). Valores obtenidos de UNE-EN 60364-5-52 (IEC 60364-5-52) tablas B.52.3 (monofásica) y B.52,5 (trifásica). Método D1.

(4) Instalación directamente enterrado, sin tubo o conducto (temperatura del terreno 20 °C y resistividad térmica de 2,5 K·m/W). Valores obtenidos de UNE-EN 60364-5-52 (IEC 60364-5-52) tablas B.52.3 (monofásica) y B.52,5 (trifásica). Método D1.

ca de 2,5 K·m/W). Valores obtenidos de UNE-EN 60364-5-52 (IEC 60364-5-52) tablas B.52.3 (monofásica) y B.52,5 (trifásica). Método D2. Cables 1x, 4G y 5G → trifásica (3 conductores cargados). Cables 2x y 3 → monofásica (2 conductores cargados). Cables de más de 5 conductores supuestos cargados todos menos 1 (el conductor de protección) (intensidades Prysmian).

Caídas de tensión para cables de más de 5 conductores supuesta entre dos conductores activos de un mismo circuito monofásico.

* Sólo suministrable en versión H07RN-F por no ser formación contemplada en la norma de diseño de DN-F (UNE 21150).

Prysmian

A brand of
Prysmian
Group

Goma

Baja tensión

FLEXTREME MAX - H07RN-F / DN-F



Tensión asignada: 0,6/1 kV
 Norma diseño: UNE-EN 50525-2-21 / Basado en UNE 21150
 Designación genérica: H07RN-F / DN-F



Datos técnicos

| Número de conductores x sección (mm²) | Diámetro exterior aprox. (mm) | Diámetro exterior máximo (mm) | Radio mínimo de curvatura fijo (mm) | Radio mínimo de curvatura libre (mm) | Peso aprox. (kg/km) | Intensidad admisible al aire instalación fija (1) (A) | Intensidad admisible al aire servicio móvil (2) (A) | Intensidad admisible bajo tubo y enterrado (3) (A) | Intensidad admisible directamente enterrado (4) | Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km) | Caída de tensión (V/A km) | |
|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|---|---|--|---|--|---------------------------|-------------|
| | | | | | | | | | | | cos Φ = 1 | cos Φ = 0,8 |
| 5 G 1* | 11 | 12 | 48 | 72 | 170 | 18 | 10 | 17 | 18 | 19,5 | 40,41 | 32,5 |
| 5 G 1,5 | 11,5 | 12,5 | 50 | 75 | 200 | 23 | 16 | 21 | 23 | 13,3 | 26,94 | 21,67 |
| 5 G 2,5 | 13,7 | 14,7 | 59 | 88,2 | 295 | 32 | 20 | 28 | 30 | 7,98 | 16,23 | 13,1 |
| 5 G 4 | 16 | 17 | 68 | 102 | 420 | 42 | 30 | 36 | 39 | 4,95 | 10,16 | 8,23 |
| 5 G 6 | 18,7 | 19,7 | 79 | 118,2 | 570 | 54 | 38 | 44 | 49 | 3,3 | 6,87 | 5,59 |
| 5 G 10 | 24,7 | 26,2 | 105 | 157 | 1000 | 75 | 54 | 58 | 65 | 1,91 | 4,06 | 3,34 |
| 5 G 16 | 27,9 | 29,4 | 118 | 176 | 1370 | 100 | 71 | 75 | 84 | 1,21 | 2,56 | 2,13 |
| 5 G 25 | 34 | 36 | 144 | 216 | 2090 | 127 | 94 | 96 | 107 | 0,78 | 1,62 | 1,38 |
| 5 G 35 | 37,9 | 39,9 | 160 | 239 | 2730 | 158 | 114 | 115 | 129 | 0,554 | 1,17 | 1,01 |
| 5 G 50 | 43 | 45,5 | 182 | 273 | 3770 | 192 | 143 | 135 | 153 | 0,386 | 0,86 | 0,77 |
| 5 G 70 | 47,4 | 49,9 | 200 | 299 | 4910 | 246 | 178 | 167 | 188 | 0,272 | 0,6 | 0,56 |
| 5 G 95 | 53,8 | 56,8 | 227 | 341 | 6360 | 298 | 210 | 197 | 226 | 0,206 | 0,43 | 0,42 |
| 7 G 1* | 14,8 | 15,8 | 63 | 94,8 | 290 | 12 | 6,5 | 10 | 11 | 19,5 | 46,47 | 37,38 |
| 7 G 1,5* | 15,3 | 16,3 | 65 | 97,8 | 340 | 15 | 10,4 | 12,5 | 12 | 13,3 | 30,98 | 24,92 |
| 7 G 2,5* | 17,6 | 18,6 | 74 | 111,6 | 470 | 21 | 13 | 17 | 18 | 7,98 | 18,66 | 15,07 |
| 7 G 4* | 21,1 | 22,6 | 90 | 136 | 680 | 27 | 19,5 | 22 | 23 | 4,95 | 11,68 | 9,46 |
| 10 G 1,5* | 17,6 | 18,6 | 74 | 111,6 | 450 | 12,5 | 9 | 10,5 | 10 | 13,3 | 30,98 | 24,92 |
| 10 G 2,5* | 20,6 | 22,1 | 91 | 136 | 640 | 17,5 | 11 | 14 | 15 | 7,98 | 18,66 | 15,07 |
| 10 G 4* | 24,4 | 25,9 | 104 | 155 | 930 | 23 | 16,5 | 18 | 19,5 | 4,95 | 11,68 | 9,46 |
| 12 G 1* | 17,7 | 18,7 | 75 | 112,2 | 410 | 9 | 5 | 7,5 | 8 | 19,5 | 46,47 | 37,38 |
| 12 G 1,5* | 18,4 | 19,4 | 78 | 116,4 | 490 | 11,5 | 8 | 9,5 | 9 | 13,3 | 30,98 | 24,92 |
| 12 G 2,5* | 21,2 | 22,7 | 88 | 133 | 690 | 16 | 10 | 12,5 | 13,5 | 7,98 | 18,66 | 15,07 |
| 12 G 4* | 25,7 | 27,2 | 109 | 163 | 980 | 21 | 15 | 16 | 17,5 | 4,95 | 11,68 | 9,46 |
| 16 G 1,5* | 20,2 | 21,7 | 87 | 130 | 610 | 11,5 | 8 | 9,5 | 9 | 13,3 | 30,98 | 24,92 |
| 16 G 2,5* | 23,6 | 25,1 | 100 | 151 | 880 | 16 | 10 | 12,5 | 13,5 | 7,98 | 18,66 | 15,07 |
| 16 G 4* | 28,5 | 30,5 | 122 | 183 | 1260 | 21 | 15 | 16 | 17,5 | 4,95 | 11,68 | 9,46 |
| 18 G 1* | 20,8 | 21,8 | 87 | 131 | 580 | 8 | 4,5 | 7 | 7 | 19,5 | 46,47 | 37,38 |
| 18 G 1,5* | 21,4 | 22,9 | 92 | 137 | 680 | 10,5 | 7 | 8,5 | 8 | 13,3 | 30,98 | 24,92 |
| 18 G 2,5* | 24,9 | 26,4 | 106 | 158 | 990 | 14,5 | 9 | 11 | 12 | 7,98 | 18,66 | 15,07 |
| 18 G 4* | 30,3 | 32,3 | 129 | 194 | 1420 | 19 | 13,5 | 14,5 | 15,5 | 4,95 | 11,68 | 9,46 |
| 19 G 1,5* | 22,2 | 23,7 | 95 | 142 | 710 | 10,5 | 7 | 8,5 | 8 | 13,3 | 30,98 | 24,92 |
| 19 G 2,5* | 26 | 27,5 | 110 | 165 | 1020 | 14,5 | 9 | 11 | 12 | 7,98 | 18,66 | 15,07 |

(1) Instalación al aire en bandeja perforada o rejilla (temperatura ambiente 30 °C). Valores obtenidos de UNE-HD 60364-5-52 (IEC 60364-5-52) tabla B.52.12 (método E multiconductores y F unipolares).

(2) Servicio móvil al aire o cables tocando una superficie (temperatura ambiente 30 °C). Valores obtenidos de UNE-EN 50565-1, tablas C.2 y C.3.

(3) Instalación bajo tubo y enterrado (temperatura del terreno 20 °C y resistividad térmica de 2,5 K·m/W). Valores obtenidos de UNE-EN 60364-5-52 (IEC 60364-5-52) tablas B.52.3 (monofásica) y B.52,5 (trifásica). Método D1.

(4) Instalación directamente enterrado, sin tubo o conducto (temperatura del terreno 20 °C y resistividad térmica de 2,5 K·m/W). Valores obtenidos de UNE-EN 60364-5-52 (IEC 60364-5-52) tablas B.52.3 (monofásica) y B.52,5 (trifásica). Método D2.

ca de 2,5 K·m/W). Valores obtenidos de UNE-EN 60364-5-52 (IEC 60364-5-52) tablas B.52.3 (monofásica) y B.52,5 (trifásica). Método D2. Cables 1x, 4G y 5G → trifásica (3 conductores cargados). Cables 2x y 3G → monofásica (2 conductores cargados). Cables de más de 5 conductores supuestos cargados todos menos 1 (el conductor de protección) (intensidades Prysmian).

Caídas de tensión para cables de más de 5 conductores supuesta entre dos conductores activos de un mismo circuito monofásico.

Los cables de más de 5 conductores están diseñados según UNE-EN 50525-2-21 (H07RN-F).

* Sólo suministrable en versión H07RN-F por no ser formación contemplada en la norma de diseño de DN-F (UNE 21150).

Prysmian

A brand of
Prysmian Group

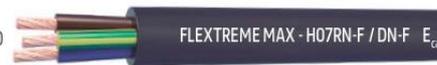
Goma

Baja tensión

FLEXTREME MAX - H07RN-F / DN-F



Tensión asignada: 0,6/1 kV
 Norma diseño: UNE-EN 50525-2-21 / Basado en UNE 21150
 Designación genérica: H07RN-F / DN-F



Datos técnicos

| Número de conductores x sección (mm²) | Diámetro exterior aprox. (mm) | Diámetro exterior máximo (mm) | Radio mínimo de curvatura fijo (mm) | Radio mínimo de curvatura libre (mm) | Peso aprox. (kg/km) | Intensidad admisible al aire instalación fija (1) (A) | Intensidad admisible servicio móvil (2) (A) | Intensidad admisible bajo tubo y enterrado (3) (A) | Intensidad admisible directamente enterrado (4) | Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km) | Caída de tensión (V/A km) | |
|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|---|---|--|---|--|---------------------------|-------------|
| | | | | | | | | | | | cos Φ = 1 | cos Φ = 0,8 |
| 24 G1,5* | 25 | 26,5 | 106 | 159 | 920 | 9 | 6,5 | 7,5 | 7 | 13,3 | 30,98 | 24,92 |
| 24 G2,5* | 29,4 | 30,9 | 124 | 185 | 1330 | 13 | 8 | 10 | 10,5 | 7,98 | 18,66 | 15,07 |
| 24 G4* | 35,6 | 37,6 | 150 | 226 | 1900 | 17 | 12 | 12,5 | 13,5 | 4,95 | 11,68 | 9,46 |
| 27 G1* | 24,8 | 26,3 | 105 | 158 | 810 | 7 | 4 | 6 | 6,5 | 19,5 | 46,47 | 37,38 |
| 27 G1,5* | 25,4 | 26,9 | 108 | 161 | 950 | 9 | 6,5 | 8,2 | 7,8 | 13,3 | 30,98 | 24,92 |
| 27 G2,5* | 29,9 | 31,4 | 126 | 188 | 1330 | 13 | 8 | 10 | 10,5 | 7,98 | 18,66 | 15,07 |
| 27 G4* | 35,8 | 37,8 | 151 | 227 | 1940 | 17 | 12 | 12,5 | 13,5 | 4,95 | 11,68 | 9,46 |
| 48 G2,5* | 39,4 | 41,4 | 166 | 248 | 2420 | 10,5 | 6,5 | 8 | 8,5 | 13,3 | 18,66 | 15,07 |
| 50 G1* | 33,6 | 35,6 | 142 | 214 | 1440 | 6 | 3,5 | 5 | 5 | 19,5 | 46,47 | 37,38 |
| 50 G1,5* | 34,2 | 36,2 | 145 | 217 | 1660 | 7,5 | 5,5 | 6 | 5,5 | 13,3 | 30,98 | 24,92 |

(1) Instalación al aire en bandeja perforada o rejilla (temperatura ambiente 30 °C). Valores obtenidos de UNE-HD 60364-5-52 (IEC 60364-5-52) tabla B.52.12 (método E multiconductores y F unipolares).

(2) Servicio móvil al aire o cables tocando una superficie (temperatura ambiente 30 °C). Valores obtenidos de UNE-EN 50565-1, tablas C.2 y C.3.

(3) Instalación bajo tubo y enterrado (temperatura del terreno 20 °C y resistividad térmica de 2,5 K·m/W). Valores obtenidos de UNE-EN 60364-5-52 (IEC 60364-5-52) tablas B.52.3 (monofásica) y B.52,5 (trifásica). Método D1.

(4) Instalación directamente enterrado, sin tubo o conducto (temperatura del terreno 20 °C y resistividad térmica de 2,5 K·m/W). Valores obtenidos de UNE-EN 60364-5-52 (IEC 60364-5-52) tablas B.52.3 (monofásica) y B.52.5 (trifásica). Método D2.

Cables 1x, 4G y 5G → trifásica (3 conductores cargados).
 Cables 2x y 3G → monofásica (2 conductores cargados).
 Cables de más de 5 conductores supuestos cargados todos menos 1 (el conductor de protección) (intensidades Prysmian).

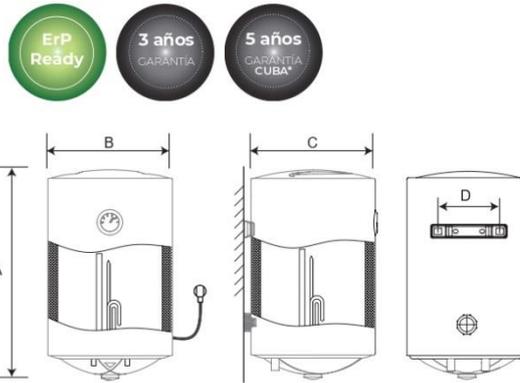
Caídas de tensión para cables de más de 5 conductores supuesta entre dos conductores activos de un mismo circuito monofásico.

Los cables de más de 5 conductores están diseñados según UNE-EN 50525-2-21 (H07RN-F).

* Sólo suministrable en versión H07RN-F por no ser formación contemplada en la norma de diseño de DN-F (UNE 21150).

ANEXO III: FICHAS TÉCNICAS ELEMENTOS CALEFACCIÓN, REFRIGERACIÓN Y ACS

TERMOS | EME30L&EME50L&EME80L&EME100L



| | EME30L | EME50L | EME80L | EME100L |
|---|--------|--------|--------|---------|
| A | 603 | 600 | 805 | 970 |
| B | 340 | 450 | 450 | 450 |
| C | 340 | 450 | 450 | 450 |
| D | 200 | 200 | 200 | 200 |

* Todas las dimensiones son mm

EME30L

EAN 8439000159555

- Termo de 30 LITROS
- Tanque esmaltado
- Resistencia esmaltada
- Termostato temperatura
- Protección contra sobrepresión
- Control monomando
- Apagado automático en vacío
- Manguito electrolítico
- Protección al agua IPX4
- Potencia nominal (W): 1.500
- Espesor aislamiento: 20 mm
- Presión nominal (MPa): 0,75
- Dimensiones (cm): 34,0 x 60,7
- Consumo medio: 1-2 personas
- Instalación vertical

EME50L

EAN 8439000159562

- Termo de 50 LITROS
- Tanque esmaltado
- Resistencia esmaltada
- Termostato temperatura
- Protección contra sobrepresión
- Control monomando
- Apagado automático en vacío
- Manguito electrolítico
- Protección al agua IPX4
- Potencia nominal (W): 1.500
- Espesor aislamiento: 20 mm
- Presión nominal (MPa): 0,75
- Dimensiones (cm): 45,0 x 59,8
- Consumo medio: 2-3 personas
- Instalación vertical

EME80L

EAN 8439000159579

- Termo de 80 LITROS
- Tanque esmaltado
- Resistencia esmaltada
- Termostato temperatura
- Protección contra sobrepresión
- Control monomando
- Apagado automático en vacío
- Manguito electrolítico
- Protección al agua IPX4
- Potencia nominal (W): 1.500
- Espesor aislamiento: 20 mm
- Presión nominal (MPa): 0,75
- Dimensiones (cm): 45,0 x 81,9
- Consumo medio: 2-4 personas
- Instalación vertical

EME100L

EAN 8439000159586

- Termo de 100 LITROS
- Tanque esmaltado
- Resistencia esmaltada
- Termostato temperatura
- Protección contra sobrepresión
- Control monomando
- Apagado automático en vacío
- Manguito electrolítico
- Protección al agua IPX4
- Potencia nominal (W): 1.500
- Espesor aislamiento: 20 mm
- Presión nominal (MPa): 0,75
- Dimensiones (cm): 45,0 x 98,7
- Consumo medio: 3-5 personas
- Instalación vertical

Product Specifications

| Item | | Model Name | | LS-L1261/1262CL/1263DL | LS-L1261/1262HL/1261EL | LS-L1220HL |
|---------------------------------------|---------|---------------------|--------------------|------------------------|------------------------|----------------|
| | | Unit | | | | |
| Cooling Capacity | | Btu/h | 12,000 | | | |
| Heating Capacity | | | - | 13,000 | 12,500 | |
| Moisture Removal | | l/h | 1.5 | | | |
| Power Source | | Ø, V, Hz | 1Ø, 220-240V, 50Hz | | | 1Ø, 220V, 60Hz |
| Air Circulation | Indoor | m ³ /min | 9.5 | | | |
| | Outdoor | | 25 | | | |
| Noise Level | Indoor | dB (A)±3 | 36 | | | |
| | Outdoor | | 46 | | | |
| Input | Cooling | W | 1,190 | 1,280 | 1,260 | |
| | Heating | | - | 1,150 | | |
| Running Current | Cooling | A | 5.4 | 5.8 | 5.9 | |
| | Heating | | - | 5.5 | | |
| E.E.R. | Cooling | Btu/hW | 10.1 | 9.4 | 9.5 | |
| C.O.P | Heating | | - | 3.31 | 3.19 | |
| Motor Output | Indoor | W | 13 | | | |
| | Outdoor | | 26 | | | |
| Dimensions (W x H x D) | Indoor | mm | 888 x 287 x 170 | | | |
| | Outdoor | | 770 x 540 x 245 | | | |
| Net. Weight | Indoor | kg | 9 | | | |
| | Outdoor | | 34 | 35 | | |
| Refrigerant (R22) | | kg | 0.73 | 0.81 | 0.84 | |
| Airflow Direction Control (Up & Down) | | | O | | | |
| Remocon Type | | | L.C.D Wireless | | | |
| Service Valve | Liquid | inch(mm) | 1/4" (6.35) | | | |
| | Gas | | 1/2" (12.7) | | | |
| Sleeping Operation | | | O | | | |
| Drain Hose | | | O | | | |
| Connecting Cable | | | 1.0mm ² | | | |
| Power Cord | | | 1.0mm ² | | | |

©Bronpi Calefacción, S.L. - Hecho reservados todos los derechos sobre las imágenes que aparecen en este documento. Está prohibida la reproducción o la difusión parcial o total de las fotografías y así como del texto. Tanto la marca como las imágenes son distribuidas propiedad exclusiva de la empresa. Los infractores serán procesados conforme a la ley.

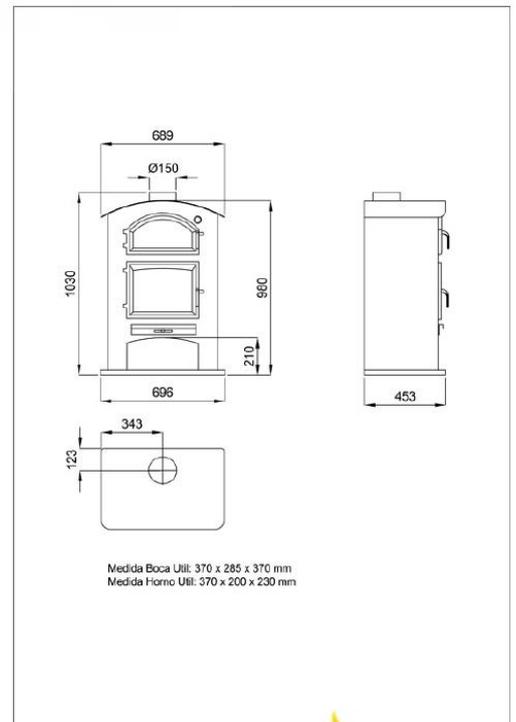
SINTRA



SCL
77%
2,5 kg/h
225 m³
112 kg
150 mm
370x285x370 mm
370x200x230 mm
55 cm
9 kW

Características

- Sistema de Cristal Limpio
- Potencia calorífica: 9kw
- Rendimiento (%): 77%
- Consumo (kg/h): 2,5kg/h
- Volumen calefactable (m3): 225m3
- Interior Metálico
- Elaborado en Fundición y chapa
- Peso (kg): 112kg
- Diámetro salida de humos (mm): 150mm
- Boca útil cámara (mm): 370x285x370mm
- Boca útil horno (mm): 370x200x230mm
- Tamaño máx. troncos (cm): 55cm



Dada la continua mejora de nuestros productos y el perfeccionamiento de nuestro proceso de fabricación, las dimensiones, la estética del producto y las características técnicas están sujetas a posibles variaciones sin previo aviso por parte de nuestra empresa.

www.bronpi.com



ANEXO IV: CERTIFICACIÓN CALIFICACIÓN ENERGÉTICA PREINSTALACIÓN

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

| | | | |
|---|------------------------------|--------------------|----------------------|
| Nombre del edificio | Vivienda Unifamiliar en Aspe | | |
| Dirección | Calle Camino de Uchel, N°42 | | |
| Municipio | Aspe | Código Postal | 03680 |
| Provincia | Alicante | Comunidad Autónoma | Comunidad Valenciana |
| Zona climática | B4 | Año construcción | 2000 |
| Normativa vigente (construcción / rehabilitación) | NBE-CT-79 | | |
| Referencia/s catastral/es | 1234567UF4513S0001AB | | |

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

| | |
|---|---|
| <input type="radio"/> Edificio de nueva construcción | <input checked="" type="radio"/> Edificio Existente |
| <ul style="list-style-type: none"> • Vivienda <ul style="list-style-type: none"> • Unifamiliar <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Bloque <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Bloque completo <input type="radio"/> Vivienda individual | <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Edificio completo <input type="radio"/> Local |

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

| | | | |
|--|--|--------------------|----------------------|
| Nombre y Apellidos | Adrián Parreño Sáez | NIF(NIE) | 12345678Z |
| Razón social | Constructora Soluciones Integrales, S.L. | NIF | B12345678 |
| Domicilio | Calle Reina Victoria, N°115 | | |
| Municipio | Elche | Código Postal | 00007 |
| Provincia | Alicante | Comunidad Autónoma | Comunidad Valenciana |
| e-mail: | EMAIL@GMAIL.COM | Teléfono | 123 456 789 |
| Titulación habilitante según normativa vigente | Grado en Ingeniería Eléctrica | | |
| 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 [kgCO ₂ / m² año] |
|---|--|
|  <p>92,8 D</p> |  <p>17,5 C</p> |

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: 21/05/2025

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, envoltente 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 [m ²] | 128.0 |
| 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 1 | Cubierta | 44.95 | 2.27 | Estimadas |
| Cubierta 2 | Cubierta | 57.5 | 2.27 | Estimadas |
| Cubierta 3 | Cubierta | 24.81 | 2.56 | Estimadas |
| Muro de fachada Oeste (Cubierta 1) | Fachada | 32.8 | 1.69 | Estimadas |
| Muro de fachada Oeste (Cubierta 3) | Fachada | 18.52 | 1.69 | Estimadas |
| Muro de fachada Sur (Cubierta 3) | Fachada | 14.17 | 1.69 | Estimadas |
| Muro de fachada Este (Cubierta 3) | Fachada | 17.88 | 1.69 | Estimadas |
| Muro de fachada Este (Cubierta 1) | Fachada | 10.5 | 1.69 | Estimadas |
| Muro de fachada Norte (Cubierta 1 y 2) | Fachada | 24.36 | 1.69 | Estimadas |
| Muro de fachada Este (Porche) | Fachada | 15.37 | 1.69 | Estimadas |
| Muro de fachada Sur (Porche) | Fachada | 9.62 | 1.69 | Estimadas |
| Suelo | Suelo | 100.0 | 1.00 | 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 1 | Hueco | 1.08 | 5.70 | 0.67 | Estimado | Estimado |
| Hueco 2 | Hueco | 1.08 | 5.70 | 0.67 | Estimado | Estimado |
| Hueco 4 | Hueco | 1.08 | 5.70 | 0.67 | Estimado | Estimado |
| Hueco 3 | Hueco | 1.75 | 5.70 | 0.67 | Estimado | Estimado |

MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN ASPE, A TRAVÉS DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED

| Nombre | Tipo | Superficie [m ²] | Transmitancia [W/m ² ·K] | Factor solar | Modo de obtención. Transmitancia | Modo de obtención. Factor solar |
|----------|-------|------------------------------|-------------------------------------|--------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Hueco 5 | Hueco | 0.88 | 5.70 | 0.69 | Estimado | Estimado |
| Hueco 6 | Hueco | 0.88 | 5.70 | 0.69 | Estimado | Estimado |
| Hueco 7 | Hueco | 1.56 | 5.70 | 0.67 | Estimado | Estimado |
| Hueco 8 | Hueco | 0.48 | 5.70 | 0.67 | Estimado | Estimado |
| Hueco 9 | Hueco | 1.1 | 5.70 | 0.67 | Estimado | Estimado |
| Hueco 10 | Hueco | 0.6 | 5.70 | 0.67 | Estimado | Estimado |

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

| Nombre | Tipo | Potencia nominal [kW] | Rendimiento Estacional [%] | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|-------------------------------|------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|-------------------|
| Chimenea | Caldera Estándar | 9 | 62.6 | Biomasa no densificada | Estimado |
| Aparato de aire acondicionado | Bomba de Calor | | 230.3 | Electricidad | Estimado |
| TOTALES | Calefacción | | | | |

Generadores de refrigeración

| Nombre | Tipo | Potencia nominal [kW] | Rendimiento Estacional [%] | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|-------------------------------|----------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|-------------------|
| Aparato de aire acondicionado | Bomba de Calor | | 156.4 | Electricidad | Estimado |
| 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 |
|-----------------|--------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|-------------------|
| Termo Eléctrico | Efecto Joule | | 98.0 | Electricidad | Estimado |
| TOTALES | ACS | | | | |

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

| | | | |
|----------------|----|-----|-------------|
| Zona climática | B4 | Uso | Residencial |
|----------------|----|-----|-------------|

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

| INDICADOR GLOBAL | INDICADORES PARCIALES | | | |
|---|---|---|---|---|
|  17.5 C | CALEFACCIÓN | | ACS | |
| | Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² año] | A | Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² año] | G |
| | 2.59 | | 8.28 | |
| Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² año] | REFRIGERACIÓN | | ILUMINACIÓN | |
| | Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² año] | C | Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² año] | - |
| | 6.62 | | - | |

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

| | kgCO ₂ /m ² año | kgCO ₂ /año |
|--|---------------------------------------|------------------------|
| Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico | 14.89 | 1906.25 |
| Emisiones CO ₂ por otros combustibles | 2.59 | 331.44 |

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 | | | |
|---|---|---|---|---|
|  92.8 D | CALEFACCIÓN | | ACS | |
| | Energía primaria calefacción [kWh/m ² año] | A | Energía primaria ACS [kWh/m ² año] | G |
| | 4.89 | | 48.86 | |
| Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m ² año] | REFRIGERACIÓN | | ILUMINACIÓN | |
| | Energía primaria refrigeración [kWh/m ² año] | D | Energía primaria iluminación [kWh/m ² año] | - |
| | 39.05 | | - | |

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.

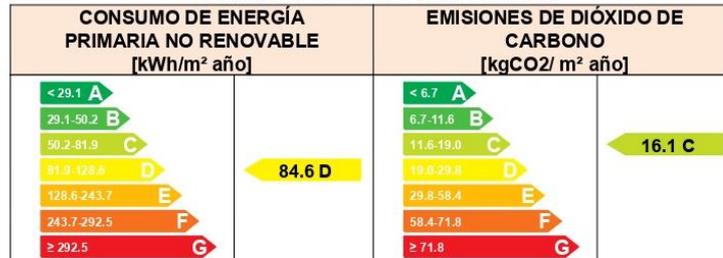
| DEMANDA DE CALEFACCIÓN | DEMANDA DE REFRIGERACIÓN |
|---|--|
|  90.1 F |  31.3 D |
| Demanda de calefacción [kWh/m ² año] | Demanda de refrigeración [kWh/m ² año] |

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

ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Conjunto 1

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



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/m ² año] | 143.85 | 0.0% | 19.99 | 0.0% | 25.01 | 0.0% | - | -% | 184.65 | 2.2% |
| Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año] | 4.89 | A 0.0% | 39.05 | D 0.0% | 48.86 | G 0.0% | - | -% | 84.60 | D 8.8% |
| Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año] | 2.59 | A 0.0% | 6.62 | C 0.0% | 8.28 | G 0.0% | - | -% | 16.09 | C 8.0% |
| Demanda [kWh/m ² año] | 90.05 | F 0.0% | 31.26 | D 0.0% | | | | | | |

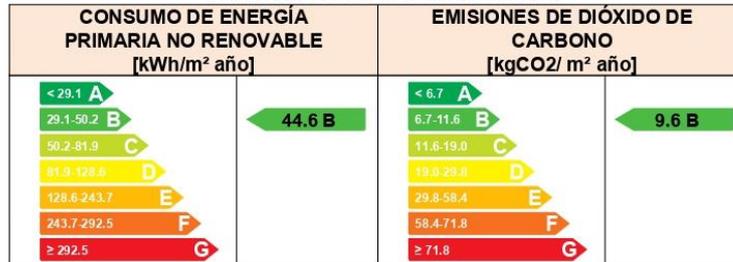
Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

| DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA |
|---|
| Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos) |
| Coste estimado de la medida |
| - |
| Otros datos de interés |

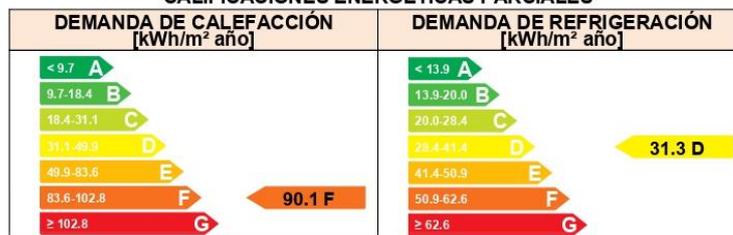
MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN ASPE, A TRAVÉS DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED

Conjunto 2

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



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] | 143.85 | 0.0% | 19.99 | 0.0% | 20.39 | 18.5% | - | -% | 184.23 | 2.4% |
| Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año] | 4.89 | A 0.0% | 39.05 | D 0.0% | 0.69 | A 98.6% | - | -% | 44.64 | B 51.9% |
| Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m² año] | 2.59 | A 0.0% | 6.62 | C 0.0% | 0.37 | A 95.6% | - | -% | 9.57 | B 45.2% |
| Demanda [kWh/m² año] | 90.05 | F 0.0% | 31.26 | D 0.0% | | | | | | |

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

| DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA |
|---|
| Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos) |
| Coste estimado de la medida |
| - |
| Otros datos de interés |

**ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL
TÉCNICO CERTIFICADOR**

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

| | |
|--|------------|
| Fecha de realización de la visita del técnico certificador | 21/05/2025 |
|--|------------|

| |
|--------------------------------------|
| COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR |
|--------------------------------------|



ANEXO V: CERTIFICACIÓN CALIFICACIÓN ENERGÉTICA POSTINSTALACIÓN

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

| | | | |
|---|------------------------------|--------------------|----------------------|
| Nombre del edificio | Vivienda Unifamiliar en Aspe | | |
| Dirección | Calle Camino de Uchel, N°42 | | |
| Municipio | Aspe | Código Postal | 03680 |
| Provincia | Alicante | Comunidad Autónoma | Comunidad Valenciana |
| Zona climática | B4 | Año construcción | 2000 |
| Normativa vigente (construcción / rehabilitación) | NBE-CT-79 | | |
| Referencia/s catastral/es | 1234567UF4513S0001AB | | |

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

| | |
|--|--|
| <input type="radio"/> Edificio de nueva construcción | <input checked="" type="radio"/> Edificio Existente |
| <input checked="" type="radio"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Unifamiliar <input type="radio"/> Bloque <input type="radio"/> Bloque completo <input type="radio"/> Vivienda individual | <input type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Edificio completo <input type="radio"/> Local |

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

| | | | |
|--|--|--------------------|----------------------|
| Nombre y Apellidos | Adrián Parreño Sáez | NIF(NIE) | 12345678Z |
| Razón social | Constructora Soluciones Integrales, S.L. | NIF | B12345678 |
| Domicilio | Calle Reina Victoria, N°115 | | |
| Municipio | Elche | Código Postal | 00007 |
| Provincia | Alicante | Comunidad Autónoma | Comunidad Valenciana |
| e-mail: | EMAIL@GMAIL.COM | Teléfono | 123 456 789 |
| Titulación habilitante según normativa vigente | Grado en Ingeniería Eléctrica | | |
| 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] |
|---|---|
|  <p>11.7 A</p> |  <p>2.2 A</p> |

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: 21/05/2025

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:

Fecha
Ref. Catastral

28/05/2025
1234567UF4513S0001AB

Página 1 de 7

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 [m ²] | 128.0 |
|--|-------|



2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

| Nombre | Tipo | Superficie [m ²] | Transmitancia [W/m ² ·K] | Modo de obtención |
|--|----------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Cubierta 1 | Cubierta | 44.95 | 2.27 | Estimadas |
| Cubierta 2 | Cubierta | 57.5 | 2.27 | Estimadas |
| Cubierta 3 | Cubierta | 24.81 | 2.56 | Estimadas |
| Muro de fachada Oeste (Cubierta 1) | Fachada | 32.8 | 1.69 | Estimadas |
| Muro de fachada Oeste (Cubierta 3) | Fachada | 18.52 | 1.69 | Estimadas |
| Muro de fachada Sur (Cubierta 3) | Fachada | 14.17 | 1.69 | Estimadas |
| Muro de fachada Este (Cubierta 3) | Fachada | 17.88 | 1.69 | Estimadas |
| Muro de fachada Este (Cubierta 1) | Fachada | 10.5 | 1.69 | Estimadas |
| Muro de fachada Norte (Cubierta 1 y 2) | Fachada | 24.36 | 1.69 | Estimadas |
| Muro de fachada Este (Porche) | Fachada | 15.37 | 1.69 | Estimadas |
| Muro de fachada Sur (Porche) | Fachada | 9.62 | 1.69 | Estimadas |
| Suelo | Suelo | 100.0 | 1.00 | 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 1 | Hueco | 1.08 | 5.70 | 0.67 | Estimado | Estimado |
| Hueco 2 | Hueco | 1.08 | 5.70 | 0.67 | Estimado | Estimado |
| Hueco 4 | Hueco | 1.08 | 5.70 | 0.67 | Estimado | Estimado |
| Hueco 3 | Hueco | 1.75 | 5.70 | 0.67 | Estimado | Estimado |

MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN ASPE, A TRAVÉS DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED

| Nombre | Tipo | Superficie [m ²] | Transmitancia [W/m ² ·K] | Factor solar | Modo de obtención. Transmitancia | Modo de obtención. Factor solar |
|----------|-------|------------------------------|-------------------------------------|--------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Hueco 5 | Hueco | 0.88 | 5.70 | 0.69 | Estimado | Estimado |
| Hueco 6 | Hueco | 0.88 | 5.70 | 0.69 | Estimado | Estimado |
| Hueco 7 | Hueco | 1.56 | 5.70 | 0.67 | Estimado | Estimado |
| Hueco 8 | Hueco | 0.48 | 5.70 | 0.67 | Estimado | Estimado |
| Hueco 9 | Hueco | 1.1 | 5.70 | 0.67 | Estimado | Estimado |
| Hueco 10 | Hueco | 0.6 | 5.70 | 0.67 | Estimado | Estimado |

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

| Nombre | Tipo | Potencia nominal [kW] | Rendimiento Estacional [%] | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|-------------------------------|------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|-------------------|
| Chimenea | Caldera Estándar | 9 | 62.6 | Biomasa no densificada | Estimado |
| Aparato de aire acondicionado | Bomba de Calor | | 230.3 | Electricidad | Estimado |
| TOTALES | Calefacción | | | | |

Generadores de refrigeración

| Nombre | Tipo | Potencia nominal [kW] | Rendimiento Estacional [%] | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|-------------------------------|----------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|-------------------|
| Aparato de aire acondicionado | Bomba de Calor | | 156.4 | Electricidad | Estimado |
| 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 |
|-----------------|--------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|-------------------|
| Termo Eléctrico | Efecto Joule | | 98.0 | Electricidad | Estimado |
| TOTALES | ACS | | | | |

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

| Nombre | Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado [%] | | | Demanda de ACS cubierta [%] |
|----------------------|---|---------------|------|-----------------------------|
| | Calefacción | Refrigeración | ACS | |
| Fotovoltaica 3,85 kW | 90.0 | 90.0 | 85.0 | - |
| TOTAL | 90.0 | 90.0 | 85.0 | - |

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

| | | | |
|----------------|----|-----|-------------|
| Zona climática | B4 | Uso | Residencial |
|----------------|----|-----|-------------|

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

| INDICADOR GLOBAL | INDICADORES PARCIALES | | | |
|--|---|---|---|---|
|  2.2 A | CALEFACCIÓN | | ACS | |
| | Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² año] | A | Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² año] | A |
| | 0.26 | | 1.24 | |
| Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² año] | REFRIGERACIÓN | | ILUMINACIÓN | |
| | Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² año] | A | Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² año] | - |
| | 0.66 | | - | |

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

| | kgCO ₂ /m ² año | kgCO ₂ /año |
|--|---------------------------------------|------------------------|
| Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico | 1.90 | 243.60 |
| Emisiones CO ₂ por otros combustibles | 0.26 | 33.14 |

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 | | | |
|---|---|---|---|---|
|  11.7 A | CALEFACCIÓN | | ACS | |
| | Energía primaria calefacción [kWh/m ² año] | A | Energía primaria ACS [kWh/m ² año] | C |
| | 0.49 | | 7.33 | |
| Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m ² año] | REFRIGERACIÓN | | ILUMINACIÓN | |
| | Energía primaria refrigeración [kWh/m ² año] | A | Energía primaria iluminación [kWh/m ² año] | - |
| | 3.91 | | - | |

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.

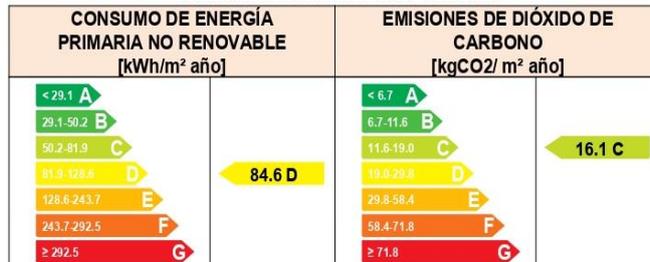
| DEMANDA DE CALEFACCIÓN | DEMANDA DE REFRIGERACIÓN |
|---|---|
|  90.1 F |  31.3 D |
| Demanda de calefacción [kWh/m ² año] | Demanda de refrigeración [kWh/m ² año] |

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

ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Conjunto 1

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



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/m ² año] | 143.85 | -900.0% | 19.99 | -900.0% | 25.01 | -566.7% | - | - | 184.65 | -817.0% | |
| Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año] | 4.89 | A -900.0% | 39.05 | D -900.0% | 48.86 | G -566.7% | - | - | 84.60 | D -621.6% | |
| Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año] | 2.59 | A -900.0% | 6.62 | C -900.0% | 8.28 | G -566.7% | - | - | 16.09 | C -644.3% | |
| Demanda [kWh/m ² año] | 90.05 | F 0.0% | 31.26 | D 0.0% | | | | | | | |

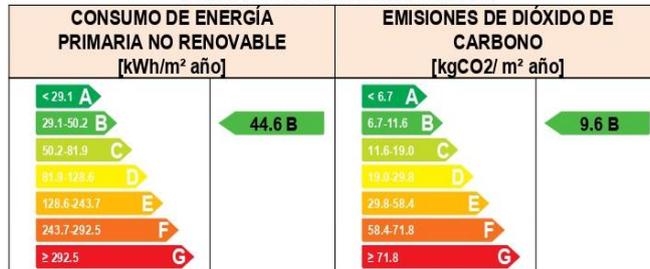
Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

| DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA |
|---|
| Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos) |
| Coste estimado de la medida |
| - |
| Otros datos de interés |

MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN ASPE, A TRAVÉS DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED

Conjunto 2

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



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/m ² año] | 143.85 | -900.0% | 19.99 | -900.0% | 20.39 | -443.6% | - | -% | 184.23 | -815.0% | |
| Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año] | 4.89 | A -900.0% | 39.05 | D -900.0% | 0.69 | A 90.5% | - | -% | 44.64 | B -280.7% | |
| Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año] | 2.59 | A -900.0% | 6.62 | C -900.0% | 0.37 | A 70.4% | - | -% | 9.57 | B -342.7% | |
| Demanda [kWh/m ² año] | 90.05 | F 0.0% | 31.26 | D 0.0% | | | | | | | |

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

Coste estimado de la medida

-

Otros datos de interés

**ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL
TÉCNICO CERTIFICADOR**

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

| | |
|--|------------|
| Fecha de realización de la visita del técnico certificador | 21/05/2025 |
|--|------------|

| |
|--------------------------------------|
| COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR |
|--------------------------------------|



Biblioteca

DOCUMENTO II: PLANOS



Emplazamiento: Calle Camino de Uchel, N° 42, Aspe (Alicante)

N° Plano:
1



Título:

Plano Situación

Autor:

Adrián Parreño Sáez

Titulación:

GIE

Fecha:

29/05/25

Escala:

1:2500

Tipo de Plano:

Plano General

Grupo Planos:

Grupo 1

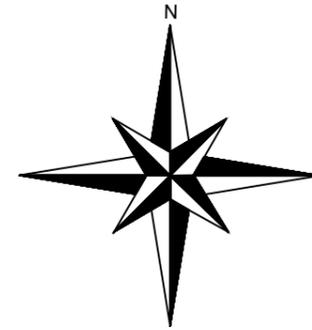
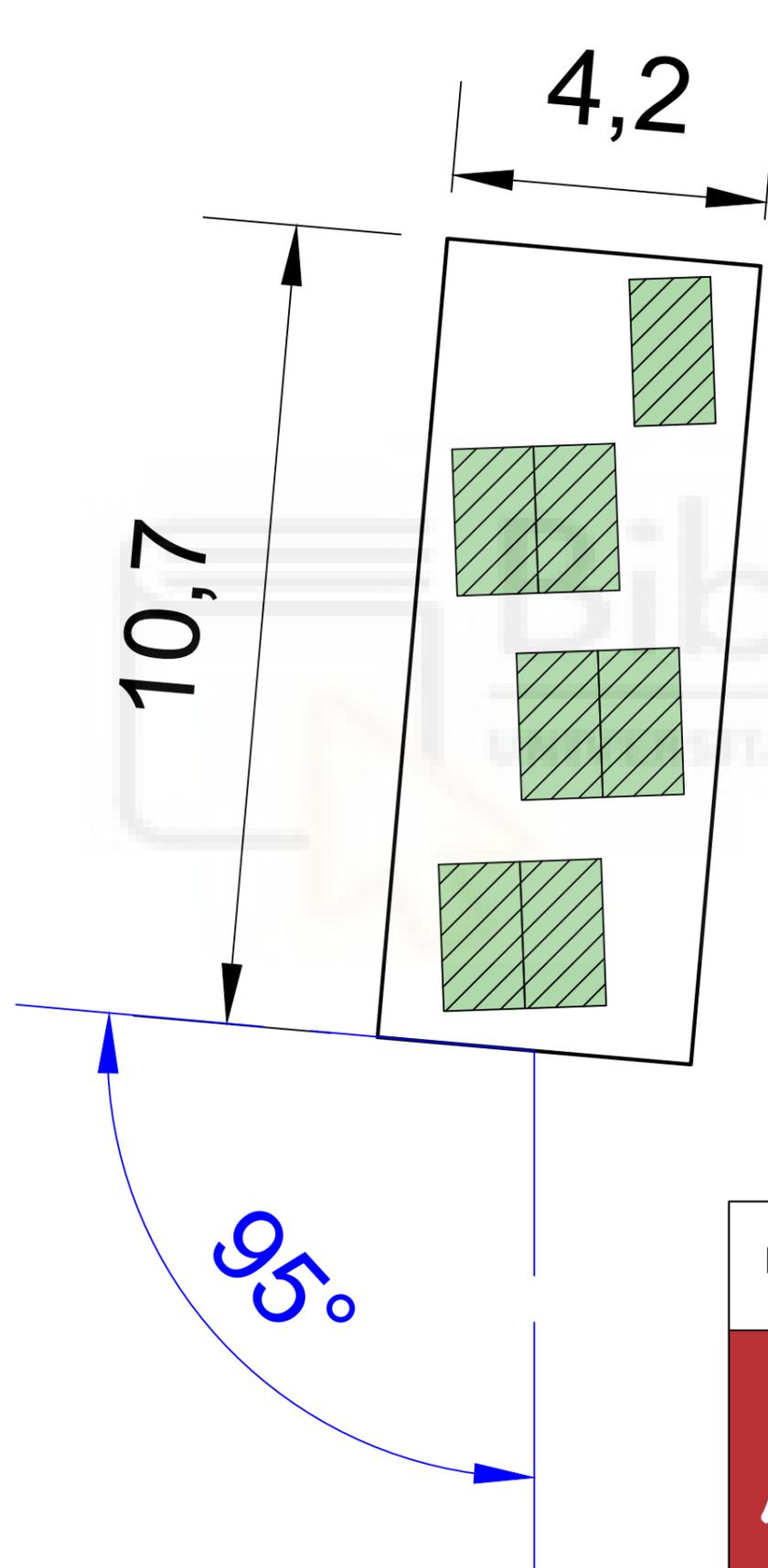


Emplazamiento: Calle Camino de Uchel, Nº 42, Aspe (Alicante)

Nº Plano:
2

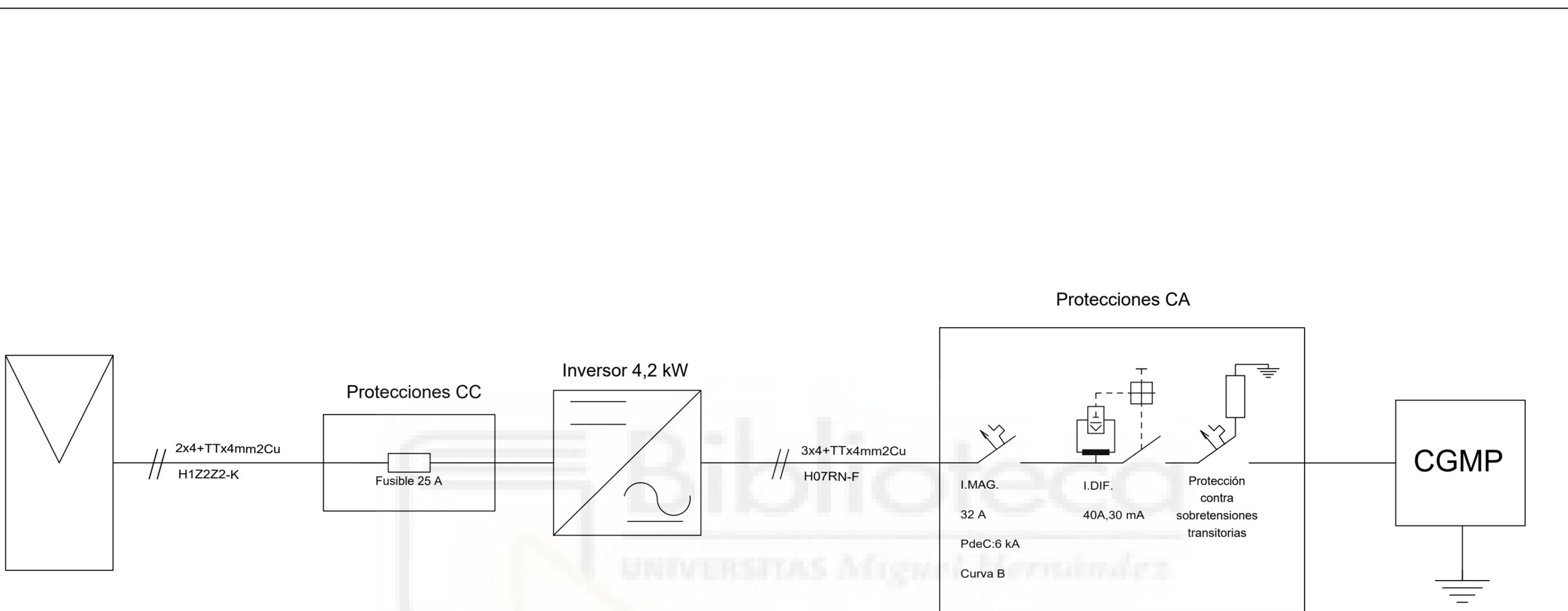


| | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------|--|--|---------------------------------|--|
| Título: Plano Emplazamiento | | Autor: Adrián Parreño Sáez | | Titulación: GIE | |
| Fecha: 29/05/25 | Escala: 1:500 | Tipo de Plano: Plano General | | Grupo Planos: Grupo 1 | |



| Leyenda | |
|---|-----------------|
|  | Paneles Solares |

| | | | |
|---|--|--------------------------------------|---------------------------------|
| Emplazamiento: Calle Camino de Uchel, Nº 42, Aspe (Alicante) | | | Nº Plano: 3 |
|  | Título: Plano Ubicación Paneles | Autor: Adrián Parreño Sáez | Titulación: GIE |
| | Fecha: 29/05/25 | Escala: 1:100 | Grupo Planos: Grupo 1 |
| Tipo de Plano: Plano Descriptivo | | | |



| | | | |
|---|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| Emplazamiento: Calle Camino de Uchel, N° 42, Aspe (Alicante) | | | Nº Plano: 4 |
|  | Título: Esquema Unifilar FV | | Autor: Adrián Parreño Sáez |
| | Fecha: 29/05/25 | Escala: S/E | Título: GIE |
| Tipo de Plano: Plano Explicativo | | | Grupo Planos: Grupo 1 |

DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES

1.OBJETO

El presente pliego de condiciones se ha redactado tomando como base el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, adaptado a las características específicas de la instalación objeto de estudio.

Este documento tiene por finalidad instaurar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red. Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad.

Además, este Pliego de Condiciones Técnicas (PCT) tiene como objetivo asegurar un adecuado nivel de calidad de la instalación fotovoltaica. Su ámbito de aplicación abarca todos los componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos del sistema.

En ciertos casos, debido a la naturaleza del proyecto, se podrán emplear soluciones distintas a las establecidas en este PCT, siempre que se justifique adecuadamente su necesidad y no supongan una reducción de las exigencias mínimas de calidad indicadas en el documento.

2.GENERALIDADES

Este pliego se aplica específicamente a las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de distribución eléctrica. Además, este documento puede funcionar como una guía técnica para otras aplicaciones especiales que requieran cumplir con requisitos de seguridad, calidad y durabilidad establecidos.

En todos los casos, se garantiza el cumplimiento de todas las normativas relacionadas con las instalaciones solares fotovoltaicas, incluyendo, en particular, las siguientes:

- Real Decreto 244/2019
- Ley 24/2013
- Real Decreto 1183/2020
- Real Decreto 413/2014
- Real Decreto 235/2013
- Real Decreto 842/2002
- Real Decreto 1955/2000
- UNE 206006:2018
- UNE-EN IEC 62109-1 y 62109-2
- UNE-EN ISO 6946
- UNE-EN 673
- UNE-EN ISO 10077-2 y UNE-EN ISO 10077-1
- UNE-EN IEC 62446-1 y 62446-2
- UNE-EN 1991-1-4:2007
- UNE-HD 60364-7-712
- UNE-EN ISO 14683
- Código Técnico de la Edificación (CTE)
- Real Decreto 390/2021

3.DEFINICIONES

3.1 RADIACIÓN SOLAR

- Radiación solar

Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

- Irradiancia

Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m².

- Irradiación

Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en kWh/m², o bien en MJ/m².

3.2 INSTALACIÓN

- Instalaciones fotovoltaicas

Aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica sin ningún paso intermedio.

- Instalaciones fotovoltaicas interconectadas

Aquellas que disponen de conexión física con las redes de transporte o distribución de energía eléctrica del sistema, ya sea directamente o a través de la red de un consumidor.

- Línea y punto de conexión y medida

La línea de conexión es la línea eléctrica mediante la cual se conectan las instalaciones fotovoltaicas con un punto de red de la empresa distribuidora o con la acometida del usuario, denominado punto de conexión y medida.

- Interruptor automático de la interconexión

Dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de interconexión.

- Interruptor general

Dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de la empresa distribuidora.

- Generador fotovoltaico

Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

- Rama fotovoltaica

Subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

- Inversor

Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna. También se denomina ondulator.

- Potencia nominal del generador

Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.

- Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal

Suma de la potencia nominal de los inversores (la especificada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.

3.3 MÓDULOS

- Célula solar

Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

- Célula de Tecnología Equivalente (CTE)

Célula solar encapsulada de forma independiente, cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman la instalación.

- Módulo o panel fotovoltaico

Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie

- Potencia pico

Potencia máxima del panel fotovoltaico en condiciones estándar de medida.

- TONC

Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m² con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20 °C y la velocidad del viento, de 1 m/s.

3.4 INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA

- Revestimiento

Cuando los módulos fotovoltaicos constituyen parte de la envolvente de una construcción arquitectónica.

- Cerramiento

Cuando los módulos constituyen el tejado o la fachada de la construcción arquitectónica, debiendo garantizar la debida estanquidad y aislamiento térmico.

- Elementos de sombreado

Cuando los módulos fotovoltaicos protegen a la construcción arquitectónica de la sobrecarga térmica causada por los rayos solares, proporcionando sombras en el tejado o en la fachada.

4.DISEÑO

4.1 DISEÑO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

4.1.1 Generalidades

Todos los módulos que formen parte la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar que no existe ningún problema de compatibilidades. En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

4.1.2 Orientación e inclinación y sombras

Las pérdidas por orientación e inclinación de los módulos fotovoltaicos y las posibles sombras sobre el mismo deberán de ser inferiores a los límites de la tabla I. Se considerarán tres situaciones diferenciadas: general, superposición de módulos e integración arquitectónica. En todos los casos han de cumplirse tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

Tabla I

| | <i>Orientación e inclinación (OI)</i> | <i>Sombras (S)</i> | <i>Total (OI+S)</i> |
|----------------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------|
| General | 10 % | 10 % | 15 % |
| Superposición | 20 % | 15 % | 30 % |
| Integración arquitectónica | 40 % | 20 % | 50 % |

Cuando, por razones justificadas, no se puedan cumplir los porcentajes presentes en la Tabla I se evaluará la reducción en las prestaciones energéticas de la instalación, incluyéndose en la Memoria del Proyecto.

En todos los casos deberán evaluarse las pérdidas por orientación e inclinación del generador y sombras. Cuando existan varias filas de módulos, habrá que calcular la distancia mínima entre ellas.



4.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

El sistema de monitorización proporcionará medidas, como mínimo, de los siguientes parámetros:

- Voltaje y corriente continua a la entrada del inversor
- Voltaje de fases en la red, potencia total de salida del inversor
- Radiación solar en el plano de los módulos
- Temperatura ambiente en la sombra

Los datos se presentarán en forma de medias horarias. Los tiempos de adquisición, la precisión de las medidas y el formato de presentación se hará conforme al documento del JRC-Ispra “Guidelines for the Assessment of Photovoltaic Plants - Document A”, Report EUR16338 EN. Además el sistema de monitorización, será fácilmente accesible para el usuario.

5.COMONENTES Y MATERIALES

5.1 GENERALIDADES

Como principio básico se ha de asegurar, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos, como a materiales, exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento de clase 2 y un grado de protección mínimo de IP65.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico. El correcto funcionamiento de la instalación fotovoltaica no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

De igual manera, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales. Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes. Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en castellano y además, si procede, en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

5.2 SISTEMAS GENERADORES FOTOVOLTAICOS

Los módulos fotovoltaicos deberán incorporar el marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión. Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.

Adicionalmente, en función de la tecnología del módulo, éste deberá satisfacer las siguientes normas:

- UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- UNE-EN 61646: Módulos fotovoltaicos de lámina delgada para aplicaciones terrestres. Cualificación del diseño y aprobación de tipo.
- UNE-EN 62108. Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV). Cualificación del diseño y homologación.

Aquellos módulos que no puedan ser ensayados según estas normas citadas, deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en las mismas por otros medios, y con carácter previo a su inscripción definitiva en el registro de régimen especial dependiente del órgano competente. Será necesario justificar la imposibilidad de ser ensayados, así como la acreditación del cumplimiento de dichos requisitos, lo que deberá ser comunicado por escrito a la Dirección General de Política Energética y Minas, quien resolverá sobre la conformidad o no de la justificación y acreditación presentadas.

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible el modelo y nombre del fabricante, así como un número de serie trazable a la fecha de fabricación. Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación:

- Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
- Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.
- Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 3 \%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.
- Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.
- Será deseable una alta eficiencia de las células.
- La estructura del generador se conectará a tierra.
- Por motivos de seguridad, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.
- Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años.

5.3 ESTRUCTURA SOPORTE

En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad. La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los

módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante. Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terraza) como integrados sobre tejado, cumpliendo lo especificado anteriormente sobre sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

5.4 INVERSOR

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día. Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionarán en isla o modo aislado.

Las características presentes en los inversores, deberán de seguir la siguiente normativa:

- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética, ambas certificadas por el fabricante, e incluirán protecciones contra:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos.

Adicionalmente, han de cumplir con la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo. Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.

– Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.

Además el inversor deberá cumplir las siguientes características eléctricas:

El inversor mantendrá la entrega de potencia a la red de manera continua incluso en condiciones de irradiancia solar hasta un 10% superiores a las Condiciones Estándar de Medida (CEM). Además, será capaz de soportar picos de hasta un 30% superiores a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.

El rendimiento de potencia del inversor, definido como el cociente entre la potencia activa de salida y la potencia activa de entrada, será de al menos un 92% para una potencia de salida en corriente alterna igual al 50% de la potencia nominal, y del 94% para una potencia de salida igual al 100% de la potencia nominal. Este rendimiento será calculado de acuerdo con la norma UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.

El autoconsumo de los equipos en "stand-by" o modo nocturno será inferior al 2% de su potencia nominal de salida. El factor de potencia de la potencia generada será superior a 0.95, en el rango de potencia del 25% al 100% de la potencia nominal. A partir de potencias superiores al 10% de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar energía en la red.

Los inversores contarán con un grado de protección mínimo de IP 20 para aquellos instalados en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para aquellos instalados en el interior de edificios y lugares accesibles, y IP 65 para aquellos instalados a la intemperie, cumpliendo en todos los casos con la legislación aplicable.

Estarán garantizados para operar en condiciones ambientales que abarquen temperaturas entre 0 °C y 40 °C, así como una humedad relativa entre 0% y 85%. Los inversores destinados a instalaciones fotovoltaicas contarán con una garantía mínima otorgada por el fabricante de 3 años.

5.5 CABLEADO

Los cables positivos y negativos de cada conjunto de módulos serán conducidos de manera independiente y protegidos de acuerdo con las regulaciones vigentes.

Se emplearán conductores de cobre con la sección apropiada para prevenir pérdidas de tensión y sobrecalentamientos. Específicamente, los conductores deberán tener una sección adecuada para garantizar que la caída de tensión no supere el 1,5 % en cualquier situación operativa.

La longitud del cable será seleccionada para evitar tensiones en los distintos componentes y para prevenir posibles enganches causados por el tránsito habitual de personas. Todo el cableado de corriente continua contará con doble aislamiento y será adecuado para su utilización en condiciones atmosféricas exteriores, ya sea expuesto al aire libre o enterrado, conforme a lo establecido en la norma UNE 21123.

5.6 CONEXIÓN A RED

Todas las instalaciones de hasta 100 kW se ajustarán a lo establecido en el Real Decreto 1663/2000, en particular a los artículos 8 y 9, relativos a la conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.

5.7 MEDIDAS

Todas las instalaciones cumplirán con el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

5.8 PROTECCIONES

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 Hz y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

5.9 PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión. Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

5.10 ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

5.11 MEDIDAS DE SEGURIDAD

Las centrales fotovoltaicas, independientemente de la tensión a la que estén conectadas a la red, estarán equipadas con un sistema de protecciones que garantice su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia central, de manera que no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas.

La central fotovoltaica debe evitar el funcionamiento no intencionado en isla con parte de la red de distribución, en el caso de desconexión de la red general. La protección anti-isla deberá detectar la desconexión de red en un tiempo acorde con los criterios de protección de la red de distribución a la que se conecta, o en el tiempo máximo fijado por la normativa o especificaciones técnicas correspondientes. El sistema utilizado debe funcionar correctamente en paralelo con otras centrales eléctricas con la misma o distinta tecnología.

Las centrales fotovoltaicas deberán estar dotadas de los medios necesarios para admitir un reenganche de la red de distribución sin que se produzcan daños. Asimismo, no producirán sobretensiones que puedan causar daños en otros equipos, incluso en el transitorio de paso a isla, con cargas bajas o sin carga. Igualmente, los equipos instalados deberán cumplir los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética.



6.RECEPCIÓN Y PRUEBAS

El instalador entregará al usuario un documento en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad. Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán como mínimo las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.

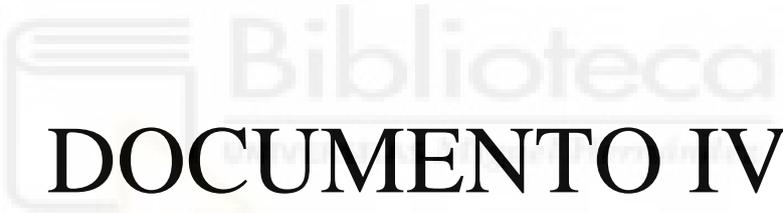
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación.
- Determinación de la potencia instalada.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- Entrega de toda la documentación requerida en este PCT, y como mínimo la recogida en la norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados. Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía mínima será de 10 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.



**DOCUMENTO IV:
PRESUPUESTO**

Un presupuesto es una herramienta esencial en la planificación de cualquier proyecto, ya que permite estimar asociados a la ejecución del proyecto, (en nuestro caso, la instalación fotovoltaica). Sirve como guía económica para tomar decisiones y controlar los gastos, entre otros aspectos.

En el caso que nos ocupa , nuestro presupuesto contará con los siguientes capítulos (los capítulos serán presupuestos parciales):

- Capítulo 1: Elementos de la instalación fotovoltaica.
- Capítulo 2: Protecciones
- Capítulo 3: Cableado
- Capítulo 4: Mano de Obra
- Capítulo 5 : Legalización de la instalación

CAPÍTULO 1

| PRESUPUESTO PARCIAL 1 (Elementos FV) | | | | | |
|--------------------------------------|----|--|----------|----------|-------------------|
| Elemento | Ud | Denominación | Medición | Precio | Total |
| Panel Solar | ud | Panel fotovoltaico monocristalino JA Solar JAM72S30-550/MR de 550 Wp, tensión máxima 41,96 V, corriente 13,11 A. Dimensiones aproximadas: 2278 × 1134 × 30 mm. Se incluyen anclajes, fijación en bloque de hormigón, y conexión en serie. | | | |
| | | Total u..... | 7 | 77,60 € | 543,20 € |
| Inversor | ud | Suministro de inversor monofásico SOLAX X1-BOOST-4.2K-G4, de 4,2 kW de potencia nominal, con dos seguidores MPPT, , eficiencia máxima del 98,1 %, grado de protección IP66. Incluye conexionado. | | | |
| | | Total u..... | 1 | 515,57 € | 515,57 € |
| Bloques de hormigón | ud | Bloque prefabricado de hormigón (EnnovaBloc 20ºR) con inclinación de 20º, para fijación de estructuras fotovoltaicas sin perforación. Dimensiones aproximadas 590×330×300 mm. Incluye nivelación, colocación, ajuste y elementos de anclaje. | | | |
| | | Total u..... | 11 | 25,00 € | 275,00 € |
| Meter | ud | Suministro e instalación de medidor de energía Chint DDSU666, monofásico, para medición de energía activa , con comunicación RS485 , tensión nominal de 230 V,. Incluye conexionado, configuración para monitorización con inversor. | | | |
| | | Total u..... | 1 | 92,30 € | 92,30 € |
| Total Presupuesto Parcial 1: | | | | | 1.426,07 € |

CAPÍTULO 2

| PRESUPUESTO PARCIAL 2 (Protecciones) | | | | | |
|--------------------------------------|----|---|----------|----------|-----------------|
| Elemento | Ud | Denominación | Medición | Precio | Total |
| Protecciones corriente continua | ud | Fusible tipo gPV Ze-Vcc de 25 A, específico para protección en corriente continua en strings fotovoltaicos. Incluye portafusibles bipolar, montaje sobre carril DIN, conexionado y comprobación de continuidad. Instalación dentro de caja estanca o envoltorio adecuada según normativa. Incluye dos fusibles y los respectivos portafusibles. | | | |
| | | Total u..... | 1 | 18,24 € | 18,24 € |
| Protecciones corriente alterna | ud | Conjunto de protecciones en corriente alterna compuesto por interruptor magnetotérmico Schneider Electric A9F04232 de 32 A, curva B, 2 polos; interruptor diferencial tipo A Schneider A9R61240 de 40 A, 30 mA de sensibilidad; y protector contra sobretensiones transitorias Schneider iPRD40R-AC. Montaje sobre carril DIN, conexionado completo, instalación en envoltorio estanca adecuada según normativa | | | |
| | | Total u..... | 1 | 123,68 € | 123,68 € |
| Total Presupuesto Parcial 2: | | | | | 141,92 € |

CAPÍTULO 3

| PRESUPUESTO PARCIAL 3 (Cableado) | | | | | |
|-------------------------------------|----|--|----------|--------|----------------|
| Elemento | Ud | Denominación | Medición | Precio | Total |
| Cableado Continua | m | Suministro de cable solar Prysmian H1Z2Z2-K de 4 mm ² , con conductor de cobre estañado flexible, aislamiento y cubierta libre de halógenos, tensión asignada de 1,5/1,5 kV DC, conforme a las normativas EN 50618 e IEC 62930. Se incluye positivo y negativo (20 x 2). | | | |
| | | Total u..... | 40 | 0,80 € | 32,00 € |
| Cableado alterna | m | Suministro de cable de alimentación Prysmian H07RN-F de 3x4 mm ² , con conductores de cobre flexible y aislamiento de goma termoestable, tensión asignada de 450/750 V. Apto para instalaciones móviles y fijas, con alta resistencia mecánica y química. | | | |
| | | Total u..... | 8 | 2,48 € | 19,84 € |
| Cableado tierra | m | Suministro e instalación de cable de puesta a tierra Prysmian H07V-R de 1x6 mm ² , con conductor de cobre rígido y aislamiento de PVC, tensión asignada de 450/750 V. Conforme a la normativa UNE-EN 50525-2-31, adecuado para instalaciones interiores y cuadros eléctricos. | | | |
| | | Total u..... | 40 | 0,12 € | 4,80 € |
| Total Presupuesto Parcial 3: | | | | | 56,64 € |

CAPÍTULO 4

| PRESUPUESTO PARCIAL 4 (Mano de obra) | | | | | |
|--------------------------------------|----|--|----------|---------|-------------------|
| Elemento | Ud | Denominación | Medición | Precio | Total |
| Instalación y montaje | h | Suministro y ejecución de los trabajos de instalación y montaje de los componentes del sistema fotovoltaico, incluyendo la colocación de paneles solares, inversores, cableado, estructuras de soporte y protecciones eléctricas. Los trabajos se realizarán conforme a las normativas vigentes y las especificaciones técnicas del proyecto. | | | |
| | | Total u..... | 20 | 40,00 € | 800,00 € |
| Puesta en marcha y comprobación | h | Realización de la puesta en marcha del sistema fotovoltaico, incluyendo la verificación de conexiones, configuración del inversor, pruebas de funcionamiento, mediciones de rendimiento y comprobación de la correcta integración con la red eléctrica. Se asegurará el cumplimiento de los parámetros de seguridad y eficiencia establecidos. | | | |
| | | Total u..... | 6 | 40,00 € | 240,00 € |
| Total Presupuesto Parcial 4: | | | | | 1.040,00 € |

CAPÍTULO 5

| PRESUPUESTO PARCIAL 5 (Legalización) | | | | | |
|--------------------------------------|----|--|----------|----------|-----------------|
| Elemento | Ud | Denominación | Medición | Precio | Total |
| Tasa Ayto | ud | Pago de la tasa administrativa correspondiente al trámite de legalización y comunicación previa u obtención de licencia ante el Ayuntamiento, necesaria para la ejecución de la instalación fotovoltaica en vivienda unifamiliar. Incluye presentación de documentación técnica requerida. El valor de la tasa ha sido estimado. | | | |
| | | Total u..... | 1 | 75,00 € | 75,00 € |
| ICIO | ud | Pago del Impuesto sobre Construcciones, Instalaciones y Obras (ICIO), conforme al porcentaje aplicable en el municipio sobre el presupuesto de ejecución material (PEM) de la instalación. Se incluye la estimación del 4% del PEM, aplicado sobre un valor base de 3.000 € | | | |
| | | Total u..... | 1 | 120,00 € | 120,00 € |
| Certificados energéticos | ud | Elaboración de los certificados de eficiencia energética exigidos por la normativa vigente, tanto anterior como posterior a la instalación fotovoltaica. Incluye visitas, toma de datos, modelado energético y emisión de informes con registro telemático. | | | |
| | | Total u..... | 1 | 128,00 € | 128,00 € |
| Total Presupuesto Parcial 5: | | | | | 323,00 € |

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

| Capítulo | Importe (€) |
|--------------------------|-------------------|
| Elementos instalación FV | 1.426,07 € |
| Protecciones | 141,92 € |
| Cableado | 56,64 € |
| Mano de obra | 1.040,00 € |
| Legalización | 323,00 € |
| TOTAL PEM | 2.987,63 € |

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

| Descripción | Importe (€) |
|-----------------------------------|-------------------|
| Presupuesto de ejecución material | 2.987,63 € |
| Beneficio Industrial (6%) | 179,26 € |
| Gastos Generales (12%) | 358,52 € |
| IVA (21%) | 627,40 € |
| TOTAL | 4.152,81 € |