



**EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UN  
EDIFICIO DE VIVIENDAS Y  
AHORRO CON ENERGÍAS  
RENOVABLES**

Trabajo de Fin de Grado

**DIRECTOR**

Luis Javier Mata

Diego Medina González  
201803112

Firma del director:

Firma del alumno:



# ÍNDICE

<i>Índice de ilustraciones</i> .....	4
<i>Índice de tablas</i> .....	6
<b>1. Introducción</b> .....	7
<b>1.1 Cambio Climático</b> .....	7
<b>1.2 Protocolo de Kioto</b> .....	8
<b>1.3 El Acuerdo de Copenhague</b> .....	8
<b>1.4 El Acuerdo de París</b> .....	9
<b>1.5 La Unión Europea y la lucha contra el cambio climático</b> .....	9
<b>2. Certificado energético</b> .....	10
<b>2.1 Normativa actual</b> .....	10
<b>2.2 Descripción del programa CE3X</b> .....	11
<b>2.3 Definición del edificio objeto</b> .....	11
<b>2.4 Datos administrativos y generales</b> .....	12
<b>2.5 Envoltante térmica</b> .....	16
2.5.1 Cubierta.....	16
2.5.2 Muro .....	18
2.5.3 Suelo .....	20
2.5.4 Partición interior .....	20
2.5.5 Hueco .....	20
2.5.6 Puente térmico .....	21
<b>2.6 Instalaciones</b> .....	22
<b>2.7 Certificado energético</b> .....	23
<b>2.8 Posibles mejoras</b> .....	23
<b>3. Ahorro con energías renovables</b> .....	24
<b>3.1 Energías renovables aplicables a una vivienda</b> .....	24
<b>Tipos de caldera de biomasa</b> .....	25
<b>3.2 Normativa actual sobre el autoconsumo fotovoltaico en España</b> .....	26
<b>3.3 Elementos de una instalación fotovoltaica</b> .....	27
Módulos fotovoltaicos .....	27
Regulador.....	29
Baterías .....	29
Inversor.....	29
Inversor híbrido .....	30

Soportes .....	30
Protecciones.....	30
Cableado .....	31
<b>4. Diseño de la instalación .....</b>	<b>32</b>
<b>4.1 Inclinación y orientación de los módulos.....</b>	<b>32</b>
<b>4.2 Radiación solar en el lugar del edificio objeto .....</b>	<b>32</b>
<b>4.3 Consumo eléctrico del edificio objeto .....</b>	<b>35</b>
<b>4.4 Cantidad de paneles necesarios .....</b>	<b>35</b>
<b>4.5 Capacidad de la superficie .....</b>	<b>38</b>
<b>4.6 Tipo de instalación .....</b>	<b>41</b>
<b>4.6 Soportes .....</b>	<b>42</b>
<b>4.7 Caso sistema aislado .....</b>	<b>43</b>
<b>4.7.1 Regulador .....</b>	<b>43</b>
<b>4.7.2 Inversor.....</b>	<b>44</b>
<b>4.8 Sistema conectado a la red .....</b>	<b>45</b>
<b>4.8.1 Inversor híbrido .....</b>	<b>45</b>
<b>4.9 Baterías .....</b>	<b>47</b>
<b>4.10 Cableado .....</b>	<b>48</b>
<b>4.11 Protecciones.....</b>	<b>49</b>
<b>4.12 Esquema.....</b>	<b>50</b>
<b>4.13 Cálculo de la producción anual esperada.....</b>	<b>52</b>
<b>5. Certificado energético tras mejoras .....</b>	<b>53</b>
<b>6. Bibliografía.....</b>	<b>54</b>
<b>7. Estudio económico.....</b>	<b>55</b>
<b>7.1 Instalación fotovoltaica .....</b>	<b>55</b>
<b>7.2 Caldera de biomasa .....</b>	<b>57</b>
<b>8. Pliego de condiciones .....</b>	<b>58</b>
<b>8.1 Objetivo del pliego .....</b>	<b>58</b>
<b>8.2 Condiciones generales .....</b>	<b>58</b>
<b>8.3 Pliego de prescripciones técnicas particulares.....</b>	<b>58</b>

<b>8.3.1 Módulos fotovoltaicos .....</b>	<b>58</b>
Normas de calidad: .....	59
<b>8.3.2 Baterías .....</b>	<b>59</b>
<b>8.3.3 Inversor cargador .....</b>	<b>59</b>
<b>8.3.4 Caldera de pellets.....</b>	<b>59</b>
<b>8.3.5 Soportes .....</b>	<b>59</b>
<b>8.3.6 Fusible.....</b>	<b>60</b>
<b>8.3.7 Magnetotérmico monofásico.....</b>	<b>60</b>
<b>8.3.8 Magnetotémico trifásico .....</b>	<b>60</b>
<b>8.3.9 Diferencial .....</b>	<b>60</b>
<b>8.4 Especificaciones de ejecución .....</b>	<b>60</b>
<b>8.5 Medidas de seguridad.....</b>	<b>61</b>
<b>8.6 Mantenimiento .....</b>	<b>61</b>
<b>8.7 Viabilidad .....</b>	<b>62</b>
<b><i>Anexo I: Planos edificio.....</i></b>	<b><i>64</i></b>
.....	68
.....	68
<b><i>Anexo II: Fichas técnicas.....</i></b>	<b><i>69</i></b>
Panel JA Solar 460W 24V Monocristalino PERC: .....	71
Regulador 48V 60A PWM Must Solar:.....	73
Inversor Victron RS 48V 6000VA Smart:.....	75
Inversor híbrido .....	76
Batería Estacionaria 6V 600Ah Tensite OPzS: .....	77
Soporte elevado: .....	79
Caldera de pellets:.....	80
Fusible: .....	82
Magnetotérmico monofásico: .....	84
Magnetotérmico trifásico:.....	87
<b><i>Anexo III: Informe del certificado energético.....</i></b>	<b><i>88</i></b>
<b><i>Anexo IV: Informe de la medida de mejora.....</i></b>	<b><i>93</i></b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: LOCALIZACIÓN (GETXO).....	11
Ilustración 2: REHABILITACIÓN DEL EDIFICIO Y ORIENTACIÓN.....	12
Ilustración 3: ID. CATASTRAL.....	13
Ilustración 4: DATOS ADMINISTRATIVOS .....	13
Ilustración 5: DATOS GENERALES.....	15
Ilustración 6: CERRAMIENTO (CUBIERTA).....	16
Ilustración 7: CARACTERÍSTICAS DEL CERRAMIENTO (CUBIERTA) EN CE3X .....	17
Ilustración 8:CUBIERTA EN CONTACTO CON EL AIRE.....	17
Ilustración 9: MURO EN CONTACTO CON EL TERRENO.....	18
Ilustración 10:FACHADA STOVENTEC R.....	19
Ilustración 11: CARACTERÍSTICAS DEL CERRAMIENTO (FACHADA) .....	19
Ilustración 12: MURO DE FACHADA.....	20
Ilustración 13: HUECO/LUCERNARIO.....	21
Ilustración 14: PUENTE TÉRMICO .....	22
Ilustración 15: CALEFACCIÓN Y ACS.....	22
Ilustración 16: ETIQUETA EFICIENCIA ENERGÉTICA .....	23
Ilustración 17: CALDERA DE PELLETS METLOR .....	25
Ilustración 18: PANELES SOLARES .....	27
Ilustración 19: CÉLULA FOTOVOLTAICA.....	27
Ilustración 20: TIPOS DE PANELES SOLARES.....	28
Ilustración 21: ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DE LOS PANELES .....	32
Ilustración 22: UBICACIÓN PVGIS-SARAH2.....	32
Ilustración 23: SOMBRAS PANELES FV.....	38
Ilustración 24: DISPOSICIÓN DE PANELES SIN SOPORTES ELEVADOS .....	39
Ilustración 25: DISPOSICIÓN FINAL DE PLACAS .....	40
Ilustración 26: TIPO DE INSTALACIÓN FV .....	41
Ilustración 27: SOPORTE SUELO.....	42
Ilustración 28: SOPORTE ELEVADO.....	42
Ilustración 29: REGULADOR DE CARGA.....	43
Ilustración 30: INVERSOR.....	44
Ilustración 31:INVERSOR HÍBRIDO.....	46
Ilustración 32: TARJETA DE COMUNICACIONES.....	46
Ilustración 33: BATERÍA .....	47
Ilustración 34: FUSIBLE .....	49
Ilustración 35: MAGNETOTÉRMICO MONOFÁSICO .....	49
Ilustración 36: DIFERENCIAL .....	49

Ilustración 37: MAGNETOTÉRMICO TRIFÁSICO .....	49
Ilustración 38: ESQUEMA DE CONEXIONES .....	50
Ilustración 39: MEJORA DE CALEFACCIÓN .....	53
Ilustración 40: NUEVA ETIQUETA ENERGÉTICA.....	53

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: A-ANEJO F .....	15
Tabla 2: B-ANEJO F.....	15
Tabla 3: SUPERFICIE MUROS .....	18
Tabla 4: SUPERFICIE HUECOS .....	21
Tabla 5: RADIACIÓN 60° .....	33
Tabla 6: RADIACIÓN 25° .....	33
Tabla 7: RADIACIÓN 25° + 60° .....	34
Tabla 8: CONSUMO 2021.....	35
Tabla 9: CONSUMO MENSUAL (AH).....	36
Tabla 10: PRESUPUESTO ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN.....	55
Tabla 11: PRESUPUESTO PROTECCIÓN.....	55
Tabla 12: PRESUPUESTO MANO DE OBRA .....	55
Tabla 13: PRESUPUESTO TOTAL.....	55
Tabla 14: PRECIO KWH.....	56

## 1. INTRODUCCIÓN

El trabajo de fin de grado que se presenta a continuación consiste en un análisis de la eficiencia energética de un edificio de viviendas existente. Se trata de un edificio rehabilitado en 2018 de 9 viviendas situado en la localidad de Getxo, Bilbao. Para obtener el certificado energético, se hace uso del software CE3X, una herramienta ofrecida por el *Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico*.

Tras obtener la calificación energética, se han analizado las posibles alternativas de mejora, en específico el ahorro con energías renovables incluyendo un estudio completo de una posible instalación de paneles fotovoltaicos y una sustitución de caldera de gas natural por una caldera de biomasa. El análisis de las alternativas posibles para aumentar la calificación es de carácter técnico.

Una vez realizado el análisis de las mejoras, se realiza un estudio económico para ver la viabilidad y rentabilidad de las alternativas. Además, se introducen las mejoras en el software CE3X para obtener la nueva calificación energética.

El objetivo del proyecto reside en el interés de frenar el cambio climático disminuyendo la huella de carbono. Este estudio ofrece la búsqueda de alternativas realmente eficientes y rentables económicamente aplicables en una amplia variedad de edificios.

### 1.1 CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático es una de las mayores amenazas a la que se ha enfrentado el ser humano. La causa del cambio climático radica en la emisión masiva de los denominados gases de efecto invernadero (GEI) en las últimas décadas. Se denomina efecto invernadero a la absorción de las radiaciones infrarrojas por la superficie de la Tierra. Los GEI están constituido por un 83% de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), 9% de Metano (CH<sub>4</sub>), 7% de Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O)

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de la ONU estima una alta probabilidad que derive de las emisiones antropogénicas (actividades humanas). Se caracteriza por ser un problema de carácter global, exponencial y persistente.

Los efectos a nivel hídrico son el retroceso de los glaciares, en los que se ha producido una reducción del 10% los últimos 50 años y, en consecuencia, un aumento el nivel del mar. La humedad del suelo se reducirá en zonas de evaporación provocando la desertización.

A nivel biológico y sobre el medio ambiente, causará una mayor intensidad de los fenómenos climatológicos (vientos, precipitaciones, huracanes...), un incremento de olas de calor y un impacto en las corrientes marinas, causando un impacto negativo en la biodiversidad (desaparición de especies animales y vegetales). Por otra parte, causará un incremento de enfermedades humanas y una mayor pobreza, hambrunas, migraciones masivas, etc.

## 1.2 PROTOCOLO DE KIOTO

El protocolo de Kioto es el acuerdo mediante el cual los países industrializados se comprometían a reducir sus emisiones de GEI en 1997. Entró en vigor en 2005, comprometiéndose con distintos objetivos de reducción de las emisiones. EEUU declaró no estar de acuerdo con las condiciones de los países en desarrollo, saliéndose del pacto el mayor emisor de GEI.

Existen algunos mecanismos para países con dificultades de cumplir el objetivo. En primer lugar, el comercio de derechos de emisión, una licencia para poder emitir una tonelada de CO<sub>2</sub>. El mecanismo de Desarrollo limpio (MDL) permite obtener reducciones certificadas de emisiones, son equivalentes a los derechos de emisión, pero a cambio de realizar inversiones en proyectos que rebajen las emisiones de países en desarrollo. Acción conjunta (AC) es similar al anterior, pero entre países industrializados. Por último, el fondo de adaptación para financiar proyectos para crear modelos de recuperación.

## 1.3 EL ACUERDO DE COPENHAGUE

Tuvo lugar en 2009, con el objetivo de reemplazar el protocolo de Kioto. Se destaca el reconocimiento de la necesidad de limitar el ascenso de la temperatura global a 2°C y de alcanzar un techo de emisiones global y por países lo antes posible. Los países comprometidos representaban un 80% de las emisiones globales. Se comprometieron los países desarrollados en financiar 30 mil millones de dólares anuales en el periodo 2010/12 a los países en vía de desarrollo para su adaptación. Además, se comprometieron a aumentar esta cifra a los 100 mil millones para el año 2020. Actualmente, el techo de emisiones globales establecido se ha superado con creces.

## 1.4 EL ACUERDO DE PARÍS

En diciembre de 2015, se celebró la XXI Conferencia Internacional sobre Cambio Climático (COP 21), los 195 países de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) adoptaron el Acuerdo de París. Sus principales características son:

- Objetivo del incremento de temperatura: limitar el aumento de la temperatura media global por debajo de 1,5°C.
- Objetivo de emisiones netas: Necesidad de disminuir las emisiones para alcanzar en la segunda mitad de siglo el equilibrio entre emisión y captación de GEI.
- Capacidad de adaptación: Se reconoce la importancia de cooperación y apoyo internacional, en especial para los países en desarrollo más vulnerables.
- Financiación: Se destaca la movilización de todo tipo de procedencia de recursos financieros, más allá de los públicos.
- Transparencia: Obligación de los países de preparar y comunicar la reducción cada cinco años.

## 1.5 LA UNIÓN EUROPEA Y LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO

La Unión Europea en 2017 ya había reducido sus emisiones un 22% en comparación con 1990, por lo que cumplió su objetivo de 2020 tres años antes. En diciembre de 2020, la UE aumentó su ambición con el objetivo de reducir sus emisiones al menos un 55%, con respecto a los niveles de 1990, para 2030.

En abril de 2021, el Consejo y el Parlamento llegaron a un acuerdo provisional sobre la Ley Europea del Clima donde se consagra en la legislación el objetivo de 2030. Esta ambición impulsará el crecimiento económico sostenible, creará empleo, beneficios en la salud y medio ambiente y ventaja competitiva en las tecnologías ecológicas.

El pacto verde europeo reconoce la necesidad de que todas las acciones y políticas de la UE participen en la consecución de la neutralidad climática en 2050.

## 2. CERTIFICADO ENERGÉTICO

El certificado energético es un documento expedido por un técnico habilitado en el que se declara la eficiencia energética de una vivienda o edificio. Este documento es obligatorio a la hora de comprar o vender un inmueble ya que debe cumplir unos mínimos.

El certificado energético ofrece la siguiente información del inmueble:

- La dirección del edificio o parte de este, adjuntando la referencia catastral.
- El tipo de procedimiento reconocido (programa) usado para la obtención de la certificación
- Detalle de las condiciones energéticas del edificio (superficie, situación del edificio, instalaciones, envolvente térmica, etc.)
- Etiqueta con la calificación de la eficiencia energética
- Recomendaciones de mejora para los edificios existentes. Estas se dividen en dos: mejoras que conllevan reformas importantes como la envolvente o instalaciones técnicas, y mejoras que se realizan mediante pequeñas reformas.
- Detalle de las comprobaciones realizadas por el técnico que ha evaluado el rendimiento energético.
- Requisitos medioambientales exigidos a las instalaciones térmicas.

### 2.1 NORMATIVA ACTUAL

La legislación sobre eficiencia energética en España ha sufrido importantes cambios. El primer Real Decreto (RD 47/2007) constituye la base sobre certificación energética de edificios. Más tarde, el RD 47/2007 fue derogado por el Real Decreto 235/2013, en desarrollo de la Directiva de Eficiencia Energética y la transformación requerida por su legislación europea. Esta ley modificó las disposiciones relativas a los certificados de eficiencia energética.

Esto supone un gran cambio que afecta a todo el mercado inmobiliario en España, a la hora de construir, alquilar o vender un inmueble. A raíz de esta ley, se requiere un certificado de eficiencia energética para mostrar al comprador o arrendatario, ya sea una empresa o una individual. Por tanto, el propietario del edificio obtiene una calificación energética donde muestra el consumo energético en la vivienda. El objetivo de este certificado es promover la compra o alquiler de viviendas más eficientes.

## 2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA CE3X

CE3X es un programa oficial para la certificación de la eficiencia energética de edificios. Se trata de un software promovido por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, a través del IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) y por el Ministerio de Fomento. Mediante el programa CE3X se puede certificar de una forma simplificada cualquier tipo de edificio, pudiéndose obtener cualquier calificación desde la «A» hasta la «G». El programa permite añadir valores conocidos de las características del edificio, valores estimados o por defecto, dando un amplio margen en casa de no tener acceso a algunos datos.

## 2.3 DEFINICIÓN DEL EDIFICIO OBJETO

El edificio escogido se sitúa en la calle Muelle de Ereaga 6, Getxo (Vizcaya). El edificio fue construido en los años 70 con una rehabilitación integral en 2018, en cumplimiento de las nuevas leyes energéticas. A continuación, se adjunta una la Ilustración 1 con la localización del edificio objeto. La ilustración 2 está compuesta por tres imágenes. Las dos primeras muestran el antes y el después de la rehabilitación del edificio. En la tercera imagen, podemos observar cómo está orientado el edificio ya que es necesario para el siguiente análisis.

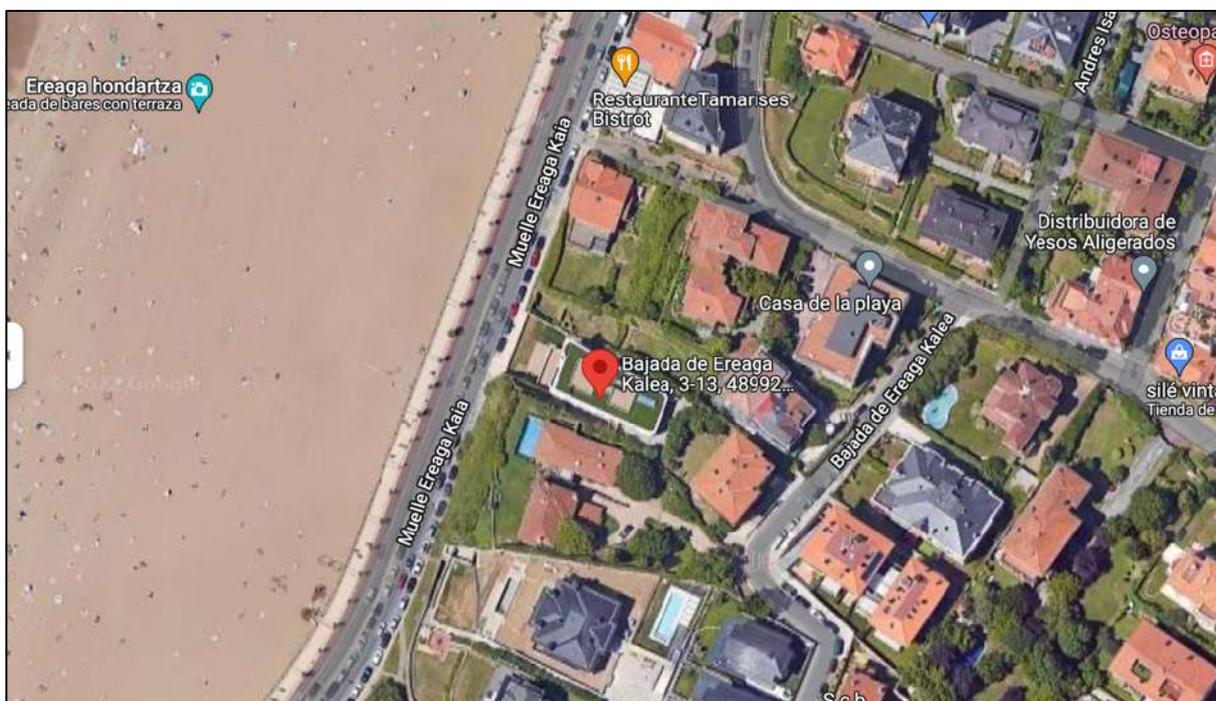


ILUSTRACIÓN 1: LOCALIZACIÓN (GETXO)

La fachada está compuesta por cuatro caras de forma casi rectangular. CE3X nos da la opción de seleccionar la orientación según sea N, S, E, O, NE, NO, SE y SW. Al observar la ilustración, podemos ver que la orientación de la fachada principal está muy cerca de la horizontal. Debido a esto, he asumido que el ángulo con la horizontal es menor que los  $22,5^\circ$ . Por tanto, la orientación de las caras será de N, S, E y O en el posterior análisis.

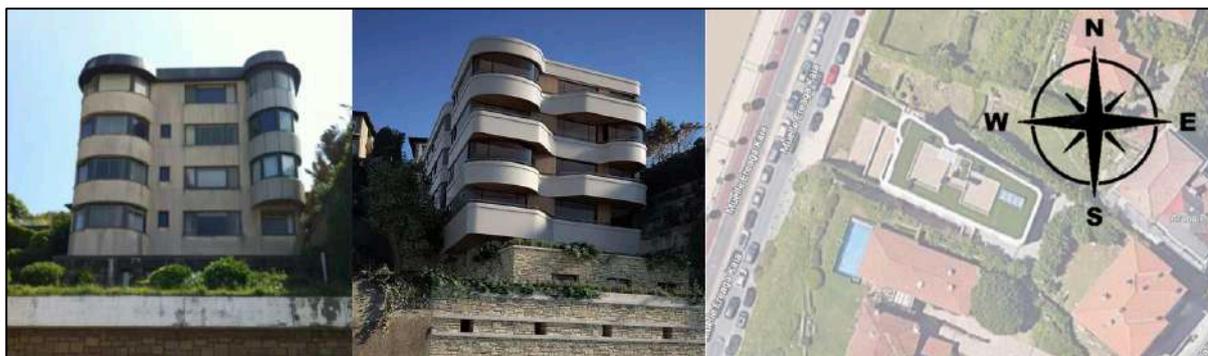
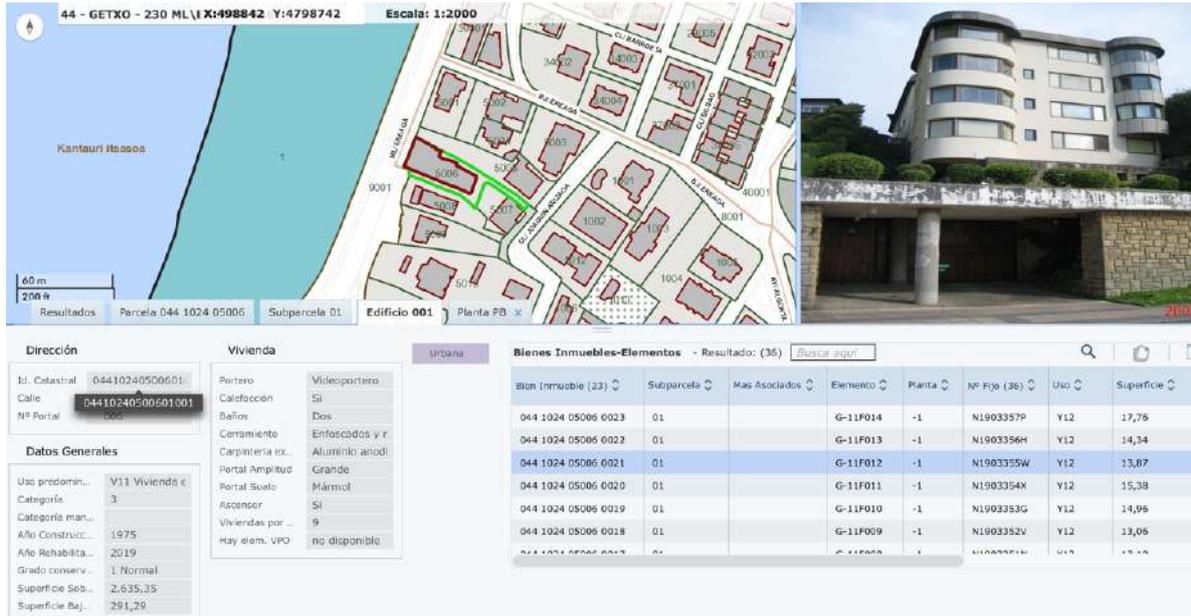


ILUSTRACIÓN 2: REHABILITACIÓN DEL EDIFICIO Y ORIENTACIÓN

## 2.4 DATOS ADMINISTRATIVOS Y GENERALES

El primer paso para realizar el certificado en CE3X es rellenar los Datos Administrativos del edificio como se muestra en la Ilustración 4. Estos incluyen la localización e identificación del edificio, los datos del cliente y los datos del técnico certificador. En este caso, el certificado va dirigido a la universidad Pontificia de Comillas y el técnico es el alumno que realiza este estudio. Los demás datos son innecesarios para nuestro objetivo. La Referencia Catastral se ha consultado en la página web del catastro de Bizkaia, adjunto imagen a continuación.



**Bienes Inmuebles-Elementos - Resultado: (36)**

Bien Inmueble (23)	Subparcela	Mas Asociados	Elemento	Planta	Nº Fijo (36)	Uso	Superficie
044 1024 05006 0023	01		G-11F014	-1	N1903357P	Y12	17,76
044 1024 05006 0022	01		G-11F013	-1	N1903356H	Y12	14,34
044 1024 05006 0021	01		G-11F012	-1	N1903355W	Y12	13,87
044 1024 05006 0020	01		G-11F011	-1	N1903354X	Y12	15,38
044 1024 05006 0019	01		G-11F010	-1	N1903353G	Y12	14,96
044 1024 05006 0018	01		G-11F009	-1	N1903352V	Y12	13,06

**Datos Generales**

Uso predom.: V11 Vivienda  
 Categoría: 3  
 Año Construc.: 1975  
 Año Rehabilit.: 2019  
 Grado conserv.: 1 Normal  
 Superficie Sob.: 2,635,35  
 Superficie Baj.: 291,29

ILUSTRACIÓN 3: ID. CATASTRAL

Datos administrativos | Datos generales | Envolverte técnica | Instalaciones

### Localización e identificación del edificio

Nombre del edificio: Muelle Ereaga 6  
 Dirección: Muelle Ereaga Kaia, 6  
 Provincia/Ciudad autónoma: Vizcaya | Localidad: Getxo | Código Postal: 48992  
 Referencia Catastral: 04410240500601001 +

### Datos del cliente

Nombre o razón social: Universidad Pontificia de Comillas  
 Dirección: Madrid  
 Provincia/Ciudad autónoma: Madrid | Localidad: n/a | Código Postal: n/a  
 Teléfono: n/a | E-mail: n/a

### Datos del técnico certificador

Nombre y Apellidos: Diego Medina González | NIF: n/a  
 Razón social: n/a | CIF: n/a  
 Dirección: n/a  
 Provincia/Ciudad autónoma: Madrid | Localidad: n/a | Código Postal: n/a  
 Teléfono: n/a | E-mail: 201803112@alu.comillas.edu  
 Titulación habilitante según normativa vigente: n/a

ILUSTRACIÓN 4: DATOS ADMINISTRATIVOS

En Segundo lugar, se han rellenado los Datos generales. La normativa vigente del edificio objeto es la CTE 2013 ya que el año de rehabilitación fue en 2019 como bien se indica en la ilustración 3: Id. Catastral. El tipo de edificio es un bloque de viviendas y la zona climática se establece automáticamente al añadir la localidad.

Para la definición del edificio, se ha utilizado la información de los planos a disposición al final del documento. La superficie útil habitable del edificio ha sido calculada como la suma de las superficies útiles de cada vivienda. Los portales, garajes y espacios exteriores no se han incluido debido a que no son zonas aclimatadas. La altura libre de planta es de 2,8 m, esta medida ha sido obtenida en una vivienda del propio edificio. El edificio consta de 9 viviendas distribuidas en 6 plantas. Las tres primeras plantas constan de una vivienda cada una y 2 viviendas en cada una de las 3 superiores. La ventilación del inmueble se recomienda dejar el valor por defecto de 0,63 ren/h. La demanda diaria de ACS (Agua Caliente Sanitaria) ha sido calculada de acuerdo con el nuevo documento de Ahorro de Energía del Código Técnico (DB HE) en el Anejo F. Se considera una demanda de 28 l/día y persona.

En primer lugar, se identifica que el edificio es de uso residencial privado. Con ayuda de los planos, observamos que el total de dormitorios es 27 distribuidos en 9 viviendas (3 dormitorios/vivienda de media). Se hace uso de la Tabla a-Anejo F adjunta a continuación y establecemos 4 personas por vivienda. Se consulta la Tabla b-Anejo F y obtenemos un del factor de centralización de 0,95 (9 viviendas). El valor resultante es:

$$28 \frac{l}{\text{día} * \text{pers.}} * 4 \frac{\text{pers.}}{\text{vivienda}} * 9 \text{viv.} * 0,95 = 957,6 \frac{l}{\text{día}}$$

La masa de las particiones se considera para el cálculo del efecto de la inercia térmica en las particiones internas que separan espacios habitables. En el caso de ladrillo macizo la masa sería pesada y en caso de placa de yeso o similar sería ligera. En nuestro caso, las particiones intermedias están construidas con ladrillo hueco doble y un aislamiento, por lo que la masa es media.

**Tabla a-Anejo F. Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado**

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

TABLA 1: A-ANEJO F

**Tabla b-Anejo F. Valor del factor de centralización en viviendas multifamiliares**

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

TABLA 2: B-ANEJO F

Se adjunta una captura de pantalla con todos los datos previamente explicados introducidos en el programa CE3X. Además, se solicitan imágenes del edificio y de su localización.

Datos administrativos | Datos generales | Envolverte térmica | Instalaciones

**Datos generales**

Normativa vigente: CTE 2013  Año construcción: 2019

Tipo de edificio: Bloque de Viviendas

Provincia/Ciudad autónoma: Vizcaya Localidad: Getxo Zona climática: HE-1 C1 HE-4 1

**Definición edificio**

Superficie útil habitable: 1122,58 m<sup>2</sup>

Altura libre de planta: 2,8 m

Número de plantas habitables: 6

Ventilación del inmueble: 0,63 ren/h

Demanda diaria de ACS: 957,6 l/día

Masa de las particiones internas: Media

Se ha ensayado la estanqueidad del edificio

ILUSTRACIÓN 5: DATOS GENERALES

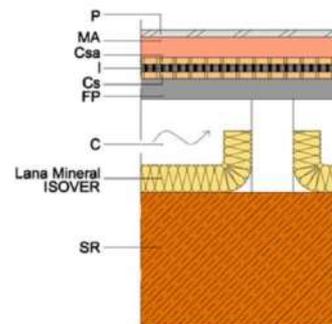
## 2.5 ENVOLVENTE TÉRMICA

La envolvente térmica engloba todos los cerramientos opacos de un edificio, más los huecos que presente y también los puentes térmicos. Los cerramientos horizontales y verticales forman parte de esta parte del edificio. Contiene todos los espacios interiores habitables, y los separa del ambiente exterior. Cuanto mayor sea el aislamiento térmico de la envolvente, mayor eficiencia energética debido a la necesidad de un menor consumo en climatización.

### 2.5.1 CUBIERTA

En primer lugar, se añaden los datos de la cubierta (enterrada y en contacto con el aire). Como podemos ver en los planos del perfil al final del documento, el edificio no posee cubierta enterrada. En contacto con el aire tenemos dos cubiertas planas, la cubierta superior y la parte de cubierta del 1<sup>er</sup> piso, siendo esta la terraza del 2<sup>o</sup>. Los metros cuadrados totales serían la suma entre ambas ya que tienen los mismos cerramientos. Se han consultado los planos y la terraza del segundo piso son 78,34 m<sup>2</sup>. Los metros cuadrados de la cubierta superior han sido calculados como la suma de las superficies construidas de las dos viviendas en la planta superior restándoles el espacio exterior de la vivienda H. Al ser un voladizo, la cubierta está exenta de esos metros. Por tanto, la superficie de la cubierta superior resulta ser  $205,43 \text{ m}^2 + 227,69 \text{ m}^2 - 8,55 \text{ m}^2 = 424,57 \text{ m}^2$ . La suma de ambas cubiertas es de 502,91 m<sup>2</sup>.

La cubierta está formada por el soporte resistente original (previo a la rehabilitación) que consiste en un forjado reticular de entrevigado de hormigón aligerado con un espesor de 25 cm. Al forjado original se le ha añadido una capa de aislamiento térmico de lana mineral con un espesor de 3 cm con una cámara de aire ventilada. La siguiente capa consiste en una lámina impermeable EPDM (Etileno propileno dieno monómero) y por último el acabado transitable formado por baldosas cerámicas.



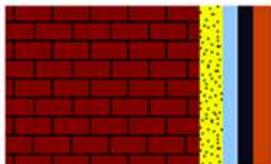
**ILUSTRACIÓN 6:  
CERRAMIENTO  
(CUBIERTA)**

En la Ilustración 8, se ha añadido un esquema del cerramiento de la cubierta plana y el cerramiento creado en CE3X (llamado CUBIERTAS).

*Características del cerramiento*

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m <sup>2</sup> K...)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m <sup>3</sup> )
FR Entrevigado de hormigón aligerado -...	Forjados reticulares	0.14	0.25	1.788	1645
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	Aislantes	0.968	0.03	0.031	40
Cámara de aire ligeramente ventilada ho...	Cámaras de aire	0.08	-	-	-
Etileno propileno dieno monómero [EPDM]	Cauchos	0.08	0.02	0.25	1150
Plaqueta o baldosa cerámica	Cerámicos	0.02	0.02	1	2000



$R_i + \dots + R_n$   
 1.29 m<sup>2</sup>K/W

ILUSTRACIÓN 7: CARÁCTERÍSTICAS DEL CERRAMIENTO (CUBIERTA) EN CE3X

Teniendo el cerramiento añadido al programa, obtenemos una transmitancia térmica de 0,7 W/m<sup>2</sup>K como podemos ver en la Ilustración 9. No existe patrón de sombras ya que está a mayor altura que los edificios cercanos y en primera línea de playa. Por último, se añaden los metros cuadrados de ambas cubiertas antes calculado.

### Cubierta en contacto con el aire

Nombre:  Zona:

*Dimensiones*  
 Superficie:  m<sup>2</sup>  
 Longitud:  m  
 Anchura:  m

*Características*  
 Patrón de sombras:

*Parámetros característicos del cerramiento*

Propiedades térmicas:  Transmitancia térmica:  W/m<sup>2</sup>K

Transmitancia térmica  W/m<sup>2</sup>K Masa/m<sup>2</sup>  kg/m<sup>2</sup>

Librería cerramientos:  

ILUSTRACIÓN 8: CUBIERTA EN CONTACTO CON EL AIRE

## 2.5.2 MURO

En primer lugar, es necesario obtener los datos de la superficie de los muros. Con ayuda de los planos de las viviendas del edificio (localizados en el Anexo I), se ha obtenido la siguiente tabla:

Superficie (m2)	Vivienda 1a	Vivienda 2b	Vivienda 3c	Vivienda 4d	Vivienda 4e	Vivienda 5f	Vivienda 5g	Vivienda 6h	Vivienda 6i	TOTAL
Muro (en contacto con el terreno)	24,75	23,1	54,45		49,665					151,965
Particiones internas	33,6	36,4	36,4	42	33,6	50,4	44,8	52,92	42	372,12
Muro (de fachada)N	54,45	22,11	29,37	29,37	40,26	29,37	56,76	29,37	56,76	347,82
Muro (de fachada)O	47,19	40,26	47,85	47,85	0	47,85	0	47,85	0	278,85
Muro (de fachada)S			56,76	45,54	25,74	56,76	52,8	56,76	52,8	347,16
Muro (de fachada)E							36,3		36,3	72,6

TABLA 3: SUPERFICIE MUROS

Los muros de fachada se han dividido según su orientación para la posterior inserción de los datos en CE3X. La superficie de las particiones internas ha sido calculada con la altura libre (2,8 m) y el resto con la altura de la planta, incluyendo forjado (2,8m + 0,5m = 3,3m). El edificio no consta de medianería ya que el edificio está aislado.

### MURO EN CONTACTO CON EL TERRENO

Para los muros en contacto con terreno, se ha añadido la superficie previamente calculada y se ha establecido las propiedades térmicas por defecto. Se debe a que su valor de la transmitancia térmica es muy cercano a cero y, por tanto, muy similar en la gran mayoría de edificios. Se trata de un muro de hormigón en contacto con el terreno.

#### Muro en contacto con el terreno

Nombre	<input type="text" value="Muro con terreno"/>	Zona	<input type="text" value="Edificio Objeto"/>
<i>Dimensiones</i>			
Superficie	<input type="text" value="151,965"/> m2	Longitud	<input type="text"/> m
		Altura	<input type="text"/> m
<i>Parámetros característicos del cerramiento</i>			
Propiedades térmicas	<input type="text" value="Por defecto"/>	Transmitancia térmica	<input type="text" value="0.29"/> W/m2K

ILUSTRACIÓN 9: MURO EN CONTACTO CON EL TERRENO

## MURO DE FACHADA

El sistema de fachada ventilada implantado tras la rehabilitación es el StoVentec R. Este cerramiento está compuesto por las siguientes capas. El soporte es el original previo a la rehabilitación y está formado por ladrillo macizo con una capa de enfoscado de mortero de cemento con un espesor de 15 mm que aporta una mayor consistencia y dureza a los muros. Se le ha añadido un aislamiento térmico con lana mineral y un sellado de espuma de poliuretano con el objetivo de resanar grietas y juntas en sistemas impermeables acrílicos y asfálticos evita el paso de humedad. Al muro inicial se le ha añadido una subestructura metálica de acero inoxidable para la adición de capas. Entre el aislamiento térmico del muro portante y el elemento de revestimiento hay un hueco ventilado que deberá estar siempre drenado (cámara de aire ventilada). Los elementos de revestimiento están cubiertos posteriormente por un sistema de revoco que incluye una malla de refuerzo (malla de fibra de vidrio).



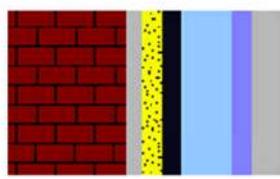
ILUSTRACIÓN 10: FACHADA STOVENTEC R

Con esta información, hemos cargado los datos del cerramiento en CE3X obteniendo el resultado de la ilustración 12 (No es visible la capa inicial de ladrillo macizo en la captura de pantalla):

*Características del cerramiento*

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 500 < d < 750	Morteros
MW Lana mineral [0.05 W/[mK]]	Aislantes
Espuma de poliuretano [PU]	Sellantes
Cámara de aire ligeramente ventilada vertical 5 cm	Cámaras de aire
Polipropileno 25% fibra vidrio	Plásticos
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 2000	Morteros



$R_1 + \dots + R_n$   
 1.26 m<sup>2</sup>K/W

ILUSTRACIÓN 11: CARACTERÍSTICAS DEL CERRAMIENTO (FACHADA)

Con las superficies previamente calculadas de las fachadas en su respectiva orientación, se han rellenado los datos en el programa. En la Ilustración 13, se muestra un ejemplo con la orientación norte. No se ha observado ningún patrón de sobras en ninguna de las orientaciones.

#### Muro de fachada

Nombre	Muro de fachada norte	Zona	Edificio Objeto
<b>Dimensiones</b>		<b>Características</b>	
Superficie	347.82 m <sup>2</sup>	Orientación	Norte
Longitud	m	Patrón de sombras	Sin patrón
Altura	m		
<b>Parámetros característicos del cerramiento</b>			
<b>Propiedades térmicas</b>	Conocidas	Transmitancia térmica	0,7 W/m <sup>2</sup> K
<input type="radio"/> Transmitancia térmica	W/m <sup>2</sup> K	Masa/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>
<input checked="" type="radio"/> Librería cerramientos	Fachada ventilada Stoventec-R		

ILUSTRACIÓN 12: MURO DE FACHADA

#### 2.5.3 SUELO

No se han añadido suelos en el programa CE3X debido a que el suelo en contacto con el terreno no está en contacto con ningún espacio habitable. En la planta baja se sitúa el portal y un garaje, zonas no aclimatadas. Por otra parte, el edificio no contiene voladizos excepto las terrazas que tampoco están aclimatadas.

#### 2.5.4 PARTICIÓN INTERIOR

A continuación, se ha añadido las particiones interiores verticales en contacto con los espacios comunes no aclimatados. La superficie total está calculada en la Tabla 3. Las propiedades térmicas se han establecido las predeterminadas.

#### 2.5.5 HUECO

Con un proceso similar a los muros, se han calculado las superficies de los huecos/lucernarios del edificio en las cuatro orientaciones distintas.

Superficie (m2)	Vivienda 1a	Vivienda 2b	Vivienda 3c	Vivienda 4d	Vivienda 4e	Vivienda 5f	Vivienda 5g	Vivienda 6h	Vivienda 6i	TOTAL
Hueco N	5,1	1,2	1,8	1,1	4	1,8	5	1,8	5,4	27,2
Hueco O	9,9	16,8	16,6	14,2		15,4		15,4		88,3
Hueco S			11,4	5,7	4,4	10,6	11,8	10,6	11,8	66,3
Hueco E							4,5		3,8	8,3

TABLA 4: SUPERFICIE HUECOS

En consecuencia, se han añadido al programa CE3X los huecos de sus respectivos cerramientos asociados. En la Ilustración 14, se puede ver un ejemplo de los huecos en la orientación norte. Las vendas están formadas por doble vidrio con un marco metálico con rotura de puente térmico. Las características se han dejado predeterminadas debido a la falta de datos sobre estas. Se añaden el resto de las orientaciones con el mismo proceso.

### Hueco/Lucernario

Nombre:

Cerramiento asociado:

Orientación:

**Dimensiones**

Longitud:  m

Altura:  m

Multiplicador:

Superficie:  m<sup>2</sup>

Porcentaje de marco:  %

**Características**

Permeabilidad del hueco:  50 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>

Absortividad del marco:  0.75

Dispositivo de protección solar

Patrón de sombras:

Doble ventana

**Parámetros característicos del hueco**

Propiedades térmicas:

Tipo de vidrio:  U vidrio:  W/m<sup>2</sup>K

Tipo de marco:  g vidrio:

U marco:  W/m<sup>2</sup>K

ILUSTRACIÓN 13: HUECO/LUCERNARIO

### 2.5.6 PUENTE TÉRMICO

Un puente térmico es aquel punto de la fachada o cubierta en el cual se transmite el calor con mayor facilidad, ya sea por el material o por el espesor.

Al ser un edificio rehabilitado en el año 2019, se ha tenido en cuenta la eliminación de los puentes térmicos con el objetivo de minimizarlos al máximo. Por tanto, el único puente térmico en el edificio objeto se ubica en el encuentro de la fachada con la cubierta.

## Puente térmico

Nombre

*Parámetros generales*

Tipo de puente térmico

Cerramiento asociado

$\phi$   W/mK

Longitud  m

ILUSTRACIÓN 14: PUENTE TÉRMICO

## 2.6 INSTALACIONES

Cada vivienda cuenta con una caldera individual de gas natural para la producción de agua caliente para calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) en caudal acorde a la importancia de la vivienda. Por tanto, añadimos en el programa CE3X una caldera estándar de gas natural que cubre toda la superficie aclimatada del edificio.

### Equipo mixto de calefacción y ACS

Nombre

Zona

*Características*

Tipo de generador

Tipo de combustible

*Demanda cubierta*

	ACS	Calefacción
Superficie (m <sup>2</sup> )	1122.58	1122.58
Porcentaje (%)	100	100

*Rendimiento medio estacional*

**Rendimiento estacional**

Potencia nominal  kW

Carga media real  $\beta_{cmb}$    Aislamiento de la caldera

Rendimiento de combustión  %

*Rendimiento medio estacional (ACS y Calefacción)*  %

ILUSTRACIÓN 15: CALEFACCIÓN Y ACS

## 2.7 CERTIFICADO ENERGÉTICO

Una vez añadido al programa todos los datos expuestos previamente, obtenemos la calificación energética calculada por el software. Se ha obtenido una calificación de 19.0 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> (D). Como podemos observar en la ilustración, la demanda de calefacción es de 40,2 kWh/m<sup>2</sup>, las emisiones de calefacción de 13,1 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> y las emisiones de agua caliente sanitaria (ACS) de 5,5 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.

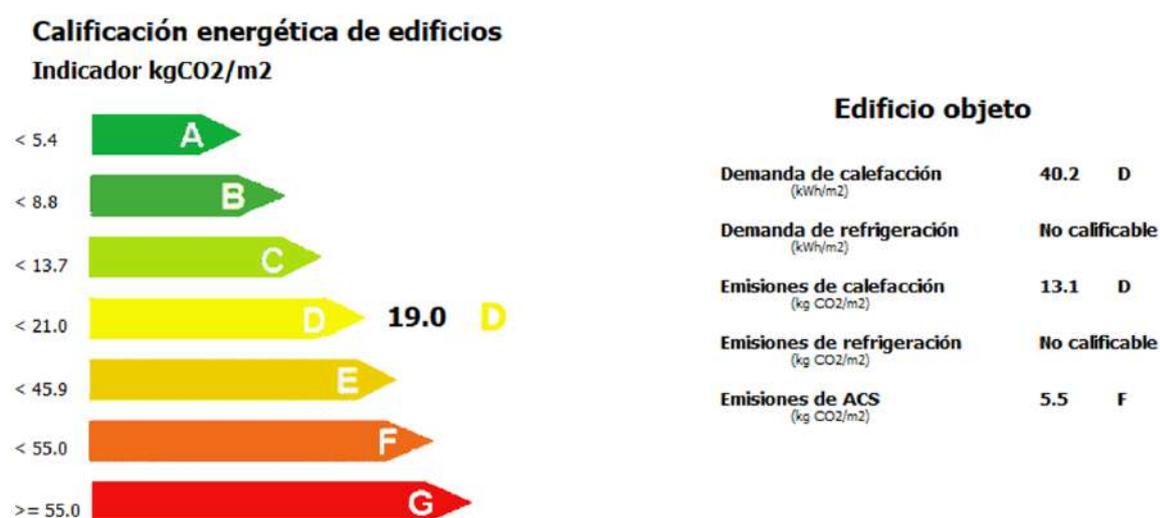


ILUSTRACIÓN 16: ETIQUETA EFICIENCIA ENERGÉTICA

## 2.8 POSIBLES MEJORAS

Para aumentar la eficiencia energética del edificio objeto, se ha decidido implantar un ahorro con energías renovables. Al ser un edificio rehabilitado recientemente, el cambio de cerramientos de la fachada y cubiertas puede ser un gran gasto económico para obtener una ligera mejora. Con energías renovables se reducirá el consumo de energía de la red, mejorando la eficiencia energética y disminuyendo la liberación de gases de efecto invernadero.

## 3. AHORRO CON ENERGÍAS RENOVABLES

### 3.1 ENERGÍAS RENOVABLES APLICABLES A UNA VIVIENDA

Las energías renovables aplicables a un edificio de viviendas o una vivienda particular son las siguientes:

- Energía solar fotovoltaica. La energía renovable más accesible para edificios de viviendas es la energía solar fotovoltaica conseguida a través de la instalación de paneles solares. La generación de electricidad se basa a partir de los rayos del sol para producir la electricidad necesaria para la vivienda. Se trata quizás ya de una de las energías renovables más comúnmente conocida y más generalizada por los consumidores.
- Energía solar térmica. Este tipo de energía es fácilmente identificable en los techos de los edificios. El objetivo es aprovechar la energía del sol para producir calor, para producir agua caliente o calefacción, o para producir energía mecánica y por lo tanto energía eléctrica. También se puede utilizar para alimentar acondicionadores de aire, por ejemplo, para habitaciones y hogares con aire acondicionado.
- Energía eólica: La energía eólica produce energía a través del viento y, aunque menos común, también puede tener un uso doméstico. Para generar electricidad a través del viento se utilizan unos aerogeneradores domésticos. Es necesario el espacio suficiente para este tipo de instalación y debe ser un lugar con vientos de alta velocidad.
- Biomasa: El calor de las calderas de biomasa se puede generar a partir de residuos forestales, madera, pellets u otro material orgánico que se puede utilizar para calentar agua.
- Aerotermia: La energía de convección de aire es una tecnología que utiliza principalmente la energía del aire para los espacios con aire acondicionado. En general, se considera una fuente de energía limpia y eficiente. Sus principales usos son la climatización y la producción de agua caliente sanitaria.

Para aumentar la eficiencia energética y lograr una calificación superior, en primer lugar, se ha decidido sustituir las instalaciones de calefacción con gas natural como combustible por calderas de biomasa. En adición, se diseñará una instalación fotovoltaica en la cubierta para un ahorro en el consumo de electricidad proveniente de la red eléctrica.

## TIPOS DE CALDERA DE BIOMASA

Como se ha visto previamente, una caldera de biomasa es un sistema de calefacción que no libera gases de efecto invernadero. Este sistema se basa en la combustión de sustancias orgánicas para proporcionar calor. Existen 4 tipos:

- Calderas de llama invertida para la combustión de trozos de leña: Su calor se obtiene a través de la combustión de troncos de madera. Se recomienda para casas aisladas debido a que no proporciona mucha energía calorífica.
- Calderas de astillas: Funcionan a través de un mecanismo más automatizado. Los trozos de madera del combustible suelen ser pequeños y de pocos centímetros.
- Caldera de pellets: Este sistema funciona gracias a un determinado combustible prensado confeccionado artificialmente que está compuesto principalmente por serrín, llamado pellets. Mediante este combustible ecológico se ahorra casi un 50% de energía y también de dinero, ya que es más barato que el gasoil, gas natural y propano.
- Multicombustibles: Usan combustibles biomásicos que provienen de los residuos naturales. Los más comunes son los huesos de aceitunas y las cáscaras de almendras. Tienen un elevado poder calorífico.

Finalmente, se ha elegido sustituir la caldera de gas natural por una caldera de pellets debido al ahorro energético y económico que nos proporciona. Además, permiten la instalación de radiadores o suelo radiante por toda la vivienda.

Los precios de una caldera de pellet para uso doméstico suelen rondar entre los 3500€ y los 5000€. El precio es superior al de una caldera estándar de gas natural, pero a largo plazo la inversión es rentable debido a la diferencia de precios del combustible. El precio del gas natural son unos 0,06 € por kWh de calor y entre 0,03 y 0,04 € por kWh en el caso de los pellets. Se ha realizado un análisis de mercado y se ha seleccionado la **Caldera METLOR CPC18 150m<sup>2</sup>**. Se instalará una caldera por vivienda, siendo un total de 9 calderas de pellets.



ILUSTRACIÓN 17:  
CALDERA DE PELLETS  
METLOR

### 3.2 NORMATIVA ACTUAL SOBRE EL AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO EN ESPAÑA

La última ley implantada en el BOE del autoconsumo fotovoltaico fue el Real Decreto RD 244/2019 donde se regulan las condiciones técnicas, administrativas y económicas del autoconsumo eléctrico. No es necesario conocer la legislación previa para el estudio presente, pero es importante conocer los principales cambios de la nueva legislación.

En primer lugar, se eliminan las tasas en la generación fotovoltaica debido a la derogación del Impuesto al sol. Se establece que la energía autoconsumida de origen renovable, cogeneración o residuos, está exenta de cualquier tipo de cargo y peaje. Se añade la compensación de excedentes, la energía producida en exceso es vertida a la red y las comercializadoras deben descontarte esa energía de tu factura. Se permite el consumo compartido (comunidades residenciales o asociaciones). Se eliminan los límites de potencia. Previamente, la potencia debía de ser la misma o inferior que la contratada. Por último, se permite la producción de terceros, con la posibilidad del reparto de beneficios.

Según el RD 244/2019 las modalidades de autoconsumo pueden ser con excedentes o sin excedentes. La modalidad sin excedentes hace referencia a instalaciones las cuales la generación es menor que el consumo. Se instala un sistema antivertido por si diese el caso de una producción de excedentes. La modalidad con excedentes puede ser de dos tipos, modalidad de compensación o de venta (sin compensación).

La modalidad de compensación de excedentes consiste en una devolución económica de la comercializadora donde se restan los kWh vertidos a la red del consumo. Esta modalidad posee un límite que es el propio consumo.

La modalidad sin compensación consiste en una venta directa de los kWh vertidos a la red. Incluyen obligaciones fiscales y tributarias propias de una actividad económica. Además, se debe disponer de la licencia de actividad del Ayuntamiento.

### 3.3 ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

#### MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Se denomina módulo fotovoltaico a una serie de células capaces de convertir la radiación solar en energía eléctrica. Su principal componente son dos semiconductores de Silicio, generalmente. El Silicio se tiene que dopar de otros materiales para generar una inestabilidad eléctrica. Los más comunes son el fósforo (p-tipo), poseen 1 electrón extra por cada átomo de fósforo y el boro (n-tipo) en el que se genera un hueco por cada átomo de boro.



ILUSTRACIÓN 18: PANELES SOLARES

Al impactar los fotones de la luz solar sobre la célula, la radiación solar excita los electrones provocando que estos liberen un hueco en la capa p-tipo. Se genera una diferencia de potencial respecto al semiconductor negativo, lo que genera una corriente eléctrica. La electricidad obtenida es corriente continua

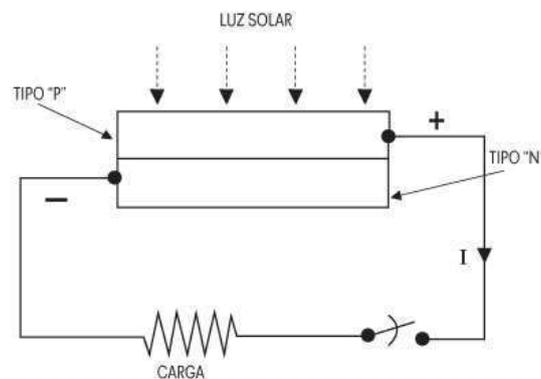


ILUSTRACIÓN 19: CÉLULA FOTOVOLTAICA

El rendimiento de estas células está condicionado por los materiales utilizados, su inclinación respecto al horizonte y su orientación al sol. Aunque el sol varíe en función de la hora y de la época del año, suelen mantener una posición fija para reducir costes en mantenimiento. En este estudio, se fijará una posición para los meses de verano y otra para los de invierno.

Las células se conectan entre sí en serie y en paralelo buscando la intensidad y tensión deseada. Los paneles suelen estar formados 60 y 72 células.

Tipos de paneles solares fotovoltaicos:

- Monocristalinos – Estos paneles son los más utilizados en tejados para autoconsumo. Este tipo es el más potente y eficiente del mercado, se debe a que tienen el silicio más puro, lo que también hace que sean los más costosos. Además, poseen la mayor vida útil (alrededor de 25 años).
- Policristalinos – También tiene el silicio como componente, pero menos puro y a un menor coste. Las celdas tienen un acabado rectangular en contraste con los paneles monocristalinos. Son más sensibles al calor, lo que hace que su rendimiento caiga a altas temperaturas y puede dañar su vida útil.
- Amorfos – También llamados ‘de capa fina’ son los más baratos de los tres. En consecuencia, son los menos potentes y con menor vida útil. A diferencia de los anteriores, estos son flexibles, por tanto, adaptables a muchas superficies. Esto implica que su instalación tenga un coste superior.



ILUSTRACIÓN 20: TIPOS DE PANELES SOLARES

## REGULADOR

El regulador es un dispositivo que actúa regulando y controlando la energía entre el generador fotovoltaico (conjunto de módulos) y la batería en función del estado de carga de esta. Para su correcto funcionamiento, se debe dimensionar bien su potencia y escoger el tipo adecuado para un mayor rendimiento de generación. Hay 2 tipos de reguladores de carga:

- Reguladores PWM: Solo pueden utilizarse si la tensión nominal de las placas y la batería son la misma. Se recomienda para pequeños sistemas ya que es más económico.
- Reguladores MPPT: La eficiencia es puede llegar a ser un 30% superior a los de tipo PWM, esto se debe al ajuste de tensión entrante de paneles a la tensión que precisa la batería. El único requisito necesario es que la tensión nominal de los paneles sea superior a la tensión de trabajo de las baterías.

## BATERÍAS

Las baterías se encargan de almacenar energía no demandada en el momento de generación. No se utilizan en momentos de luz para disponer de esa energía en momentos sin luz. Dentro del presupuesto del sistema aislado, suponen en torno al 50% de la inversión.

Sus principales funciones son almacena energía durante un tiempo determinado, proporciona una potencia de energía inmediata lo suficientemente elevada como para dar lugar a un abastecimiento efectivo y por último, limita y fija la tensión de trabajo del sistema para evitar caídas de tensión en toda la instalación. La tensión de trabajo de las baterías debe ser la misma que la tensión de la instalación para su correcto funcionamiento.

## INVERSOR

El inversor se encarga de convertir la corriente continua del generador fotovoltaico en corriente alterna, igual a la utilizada con la red eléctrica (220V de valor eficaz y una frecuencia de 50Hz). La tensión de entrada estará definida por la tensión de nuestra instalación (12V / 24V / 48V). El inversor, por tanto, nos permite conectar los electrodomésticos utilizados habitualmente en las viviendas.

El dato clave para definir un inversor es su potencia. Este dato será la energía que podremos utilizar en nuestra instalación de manera simultánea sin que ésta se vea afectada

## INVERSOR HÍBRIDO

Un inversor híbrido está pensado para aprovechar la energía proveniente de distintas fuentes. Su trabajo es integrar y gestionar las distintas fuentes de energía, priorizando cada una de ellas dependiendo de las necesidades energéticas del consumidor.

Los inversores mixtos pueden estar conectados a la red eléctrica y a baterías para mayor seguridad. Se trata de inversores capaces de gestionar las diferentes energías de manera eficiente. Podemos encontrar, inversores híbridos para instalaciones domésticas, como los inversores de onda sinusoidal, y los inversores para instalaciones industriales, como los inversores de onda senoidal modificada.

Para poder utilizarlos adecuadamente, los inversores híbridos deben configurarse según la instalación que se disponga. Para configurar un inversor híbrido es fundamental contar con ciertos conocimientos sobre electricidad.

## SOPORTES

Los soportes de los paneles fotovoltaicos son una parte imprescindible del sistema. El fallo de uno de ellos puede resultar una paralización del sistema completo. A la hora de elegir los soportes adecuados, se debe tener en cuenta la fuerza del viento en la localización del edificio objeto. Las precipitaciones no deberían ser un problema.

## PROTECCIONES

Donde haya electricidad, siempre existe un riesgo. Existen diferentes tipos de protecciones para una instalación solar. Las protecciones de corriente continua sirven para proteger la parte de la instalación desde los paneles solares hasta el inversor:

- Fusibles – Protegen frente a sobreintensidades o cortocircuitos. La elección debe hacerse en función de la intensidad y tensión máxima del sistema.
- Seleccionador de corte – Permiten abrir el circuito de corriente continua de forma manual y así poder realizar intervenciones de forma segura.
- Descargador de sobretensiones – Estos elementos de protección derivan a tierra las sobretensiones producidas por fenómenos atmosféricos (como rayos). La tensión de trabajo debe ser superior a la tensión máxima del sistema.
- Interruptores magnetotérmicos – Protege la instalación frente a cortocircuitos o sobrecarga de la red eléctrica, como ocurre en cualquier instalación eléctrica convencional

- Envolventes – Las envolventes y cuadros de protección deben estar certificados para su aplicación en instalaciones fotovoltaicas.

Por otra parte, las protecciones de corriente alterna protegen al inversor y a la instalación de la vivienda:

- Interruptor magnetotérmico – Protege la instalación frente a cortocircuitos o sobrecarga de la red eléctrica, como ocurre en cualquier instalación eléctrica convencional. En este caso, el inversor podría ser el causante.
- Interruptor diferencial – Protege a los habitantes de la vivienda frente a contactos indirectos o corrientes de fuga que pueda generar la instalación fotovoltaica.

#### CABLEADO

Para realizar la conexión entre todos los elementos de la instalación, es necesario un conductor eléctrico como en toda instalación eléctrica. Estos conductores vienen determinados por una serie de características como la longitud, la conductividad, la sección o la intensidad que les atraviesa.

## 4. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

### 4.1 INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN DE LOS MÓDULOS

Como se puede observar en la Ilustración X, las placas deben estar orientadas hacia el sur. En nuestro caso, al deberse de una superficie plana, no nos supone un problema. La inclinación depende de la estación del año. Para optimizar la producción, en este proyecto se establecerán dos inclinaciones distintas al año.

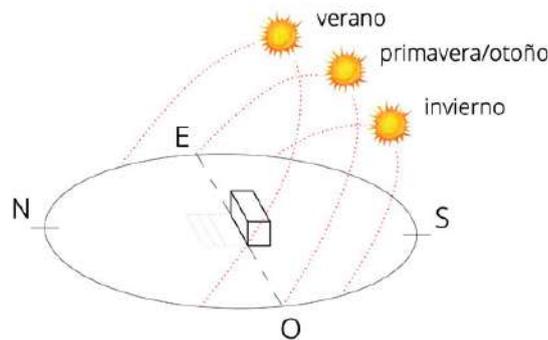


ILUSTRACIÓN 21: ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DE LOS PANELES

Para obtener la eficiencia máxima, tenemos que inclinar las placas  $18^\circ$  más que la latitud de la vivienda y en verano  $18^\circ$  menos. Con esto conseguimos la máxima perpendicularidad de la radiación para las dos posiciones. En nuestro caso, la latitud de la vivienda es de  $43^\circ$ . Por tanto, en verano (abril-septiembre) pondremos una inclinación de  $43^\circ - 18^\circ = 25^\circ$  y en invierno (octubre-marzo) de  $23^\circ + 18^\circ = 61^\circ \approx 60^\circ$ .

### 4.2 RADIACIÓN SOLAR EN EL LUGAR DEL EDIFICIO OBJETO

Para obtener los datos de la radiación media en la ubicación del edificio objeto, se hace uso de la base de datos PVGIS-SARAH2 ofrecida por la Unión Europea.

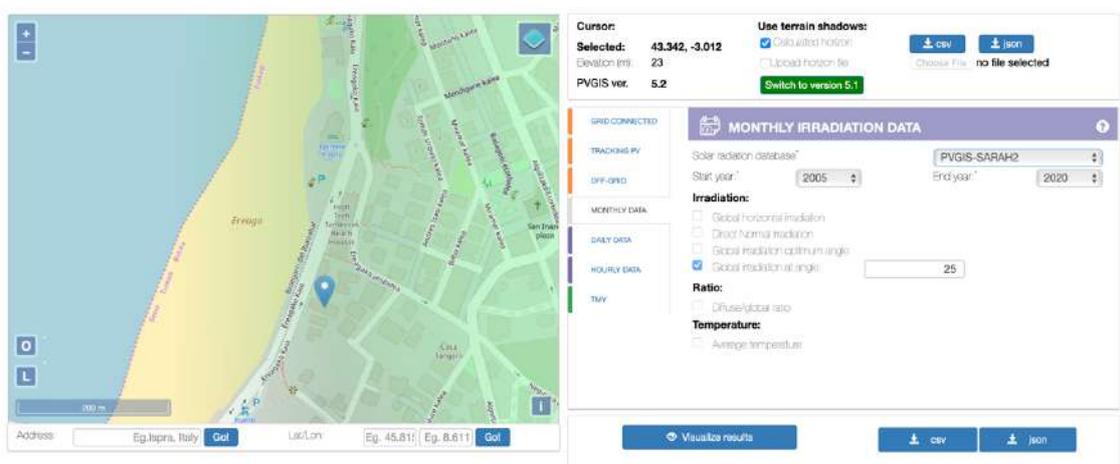


ILUSTRACIÓN 22: UBICACIÓN PVGIS-SARAH2

Obtenemos tablas de la radiación media mensual desde 2005 hasta 2020 en las orientaciones escogidas 25° y 60°. Las tablas obtenidas son las siguientes. La radiación solar se mide en kWh/m<sup>2</sup>.

Para una inclinación de 60°:

60° (Invierno)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Enero	93,89	72,51	93,90	91,51	64,58	62,10	73,87	85,12	
Febrero	74,33	84,80	92,69	129,44	99,05	84,51	103,89	79,54	
Marzo	144,32	113,83	101,90	89,63	142,94	104,07	118,28	163,85	
Abril	113,17	122,87	126,54	130,47	111,37	146,12	142,11	87,48	
Mayo	136,68	133,77	107,48	116,10	125,50	111,90	133,44	143,31	
Junio	134,44	127,58	125,83	112,26	136,58	117,49	119,64	114,98	
Julio	145,86	132,83	131,53	135,09	132,84	126,96	125,54	139,03	
Agosto	148,34	126,73	126,10	135,40	116,45	133,38	129,17	145,80	
Septiembre	144,77	136,50	127,90	118,67	127,13	141,25	141,99	126,36	
Octubre	127,34	113,82	109,27	113,77	132,09	95,59	139,52	115,08	
Noviembre	81,69	110,24	81,72	60,37	81,65	70,54	99,77	82,92	
Diciembre	82,41	91,79	93,64	72,28	67,65	84,57	75,11	80,56	
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Enero	84,23	64,26	89,05	75,19	108,28	82,15	71,27	105,92	79,69
Febrero	73,49	91,99	55,73	84,77	107,16	67,80	148,78	119,80	93,53
Marzo	112,99	126,08	97,92	91,08	127,18	130,95	168,70	125,20	122,35
Abril	121,81	129,74	136,14	104,42	150,33	123,54	124,89	124,11	122,52
Mayo	92,75	127,01	113,02	139,24	141,68	125,20	138,98	148,70	126,02
Junio	107,27	135,98	126,41	122,90	109,49	114,44	131,83	119,47	123,60
Julio	150,81	127,21	122,91	113,59	119,06	122,18	136,47	141,84	133,71
Agosto	136,10	134,61	146,25	153,96	133,25	147,85	139,92	135,58	132,67
Septiembre	121,28	146,59	126,06	137,99	130,50	153,84	140,13	152,14	133,07
Octubre	107,61	146,37	112,42	128,18	131,60	119,34	116,21	96,14	118,31
Noviembre	42,93	81,44	105,86	89,76	107,72	104,28	58,45	118,85	83,61
Diciembre	111,16	60,08	122,83	115,12	79,31	94,24	99,01	63,47	81,00

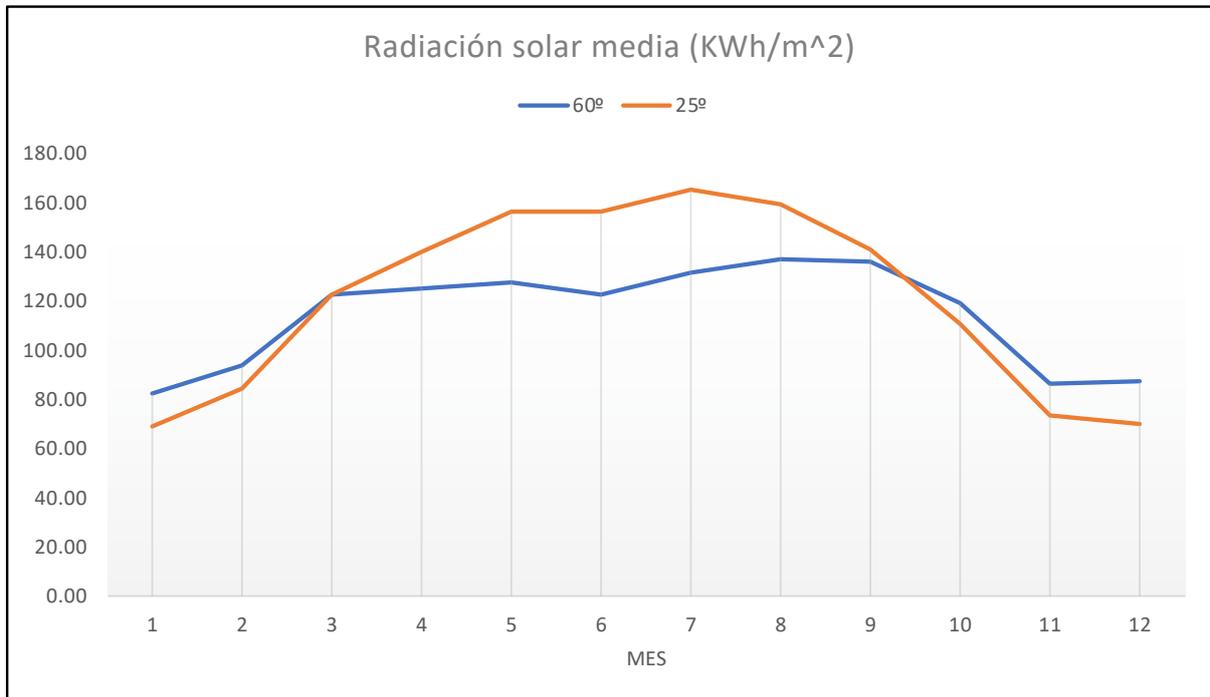
TABLA 5: RADIACIÓN 60°

Para una inclinación de 25°:

25° (Verano)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Enero	73,67	62,23	77,71	75,05	54,76	54,83	63,26	71,69	
Febrero	67,69	76,22	84,38	112,82	89,58	76,98	91,26	72,75	
Marzo	141,23	114,68	103,11	92,37	141,77	106,3	118,94	161,51	
Abril	128,28	137,49	141,69	147,07	124,91	162,94	157,93	100,29	
Mayo	167,64	164,13	131,33	141,04	154,36	139,5	163,84	176,38	
Junio	172,13	163,15	160,68	141,99	174,8	150,38	152,34	147,55	
Julio	183,29	166,86	164,14	170,73	166,73	158,89	157,8	174,66	
Agosto	174	147,85	147,95	157,48	135,32	154,17	149,84	169,8	
Septiembre	148,03	142,27	134,17	123,87	131,55	146,28	144,89	131,84	
Octubre	117,7	106,17	102,43	106,26	120,79	91,28	126,71	107,48	
Noviembre	68,56	91,16	70,53	53,66	69,62	62,01	83,61	71,33	
Diciembre	64,08	72,73	74,36	59,96	55,95	68,12	61,94	65,19	
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Media
Enero	70,9	56,8	73,66	64,23	87,28	69,14	61,57	86,1	66,65
Febrero	68,08	83,7	54,01	78,38	95,01	65,2	128,62	104,97	83,96
Marzo	113,82	124,42	98,23	94,78	126,71	130,47	165,53	126,07	122,49
Abril	136,97	144,69	151,22	118,79	167,66	137,64	141,21	137,68	137,58
Mayo	112,58	155,7	138,56	169,68	173,6	153,88	171,55	185,16	154,78
Junio	137,37	173,83	162,35	157,29	139,94	145,86	168,35	152,73	157,88
Julio	190,9	158,65	154,46	142,89	148,84	152,57	172,04	178,55	167,89
Agosto	158,68	156,88	169,91	179,19	155,38	172,36	162,46	157,3	154,55
Septiembre	127,26	152,2	130,91	143,3	135,09	157,4	144,49	157,54	137,86
Octubre	101,51	132,59	104,92	117,05	121,31	111,5	108,59	91,15	109,85
Noviembre	40,42	70,7	88,18	76,04	89,82	87,93	52,91	98,11	71,31
Diciembre	86,8	50,93	94,85	89,64	63,94	74,48	78,06	53,31	65,29

TABLA 6: RADIACIÓN 25°

En la siguiente gráfica se puede observar una diferencia de la radiación media de ambas inclinaciones:



GRÁFICA 1: RADIACIÓN 25° + 60°

Por tanto, la radiación mensual media obtenida con el cambio de inclinación es la siguiente:

Enero	82,36
Febrero	93,61
Marzo	122,43
Abril	139,78
Mayo	156,18
Junio	156,30
Julio	165,13
Agosto	159,29
Septiembre	140,69
Octubre	119,02
Noviembre	86,14
Diciembre	87,08

TABLA 7: RADIACIÓN 25° + 60°

### 4.3 CONSUMO ELÉCTRICO DEL EDIFICIO OBJETO

Los datos del consumo de las 9 viviendas en 2021 están recogidos en la siguiente tabla. Las 9 viviendas tienen contratada una potencia de 3.3 kW. El consumo está reflejado en kWh.

Consumo (kWh)	1a	2b	3c	4d	4e	5f	5g	6h	6i	Consumo total
Enero	228	234	152	190	380	351	307	410	380	2634
Febrero	202	208	135	169	337	311	272	363	337	2335
Marzo	189	194	126	158	316	291	255	340	316	2186
Abril	166	170	110	138	276	255	223	297	276	1912
Mayo	185	189	123	154	308	284	249	331	308	2130
Junio	202	207	134	168	336	310	271	362	336	2326
Julio	218	223	145	181	363	335	293	390	363	2510
Agosto	238	244	159	198	397	366	320	427	397	2747
Septiembre	210	215	140	175	350	323	283	377	350	2423
Octubre	186	191	124	155	310	286	250	334	310	2145
Noviembre	207	213	138	173	346	319	279	372	346	2393
Diciembre	213	218	142	177	354	327	286	382	354	2454
<b>AÑO (2021)</b>	<b>2444</b>	<b>2506</b>	<b>1629</b>	<b>2036</b>	<b>4073</b>	<b>3759</b>	<b>3289</b>	<b>4386</b>	<b>4073</b>	<b>28195</b>

TABLA 8: CONSUMO 2021

### 4.4 CANTIDAD DE PANELES NECESARIOS

En primer lugar, se procede a calcular la cantidad de paneles necesarios para cubrir el consumo del edificio entero. Por ello, se analizará respecto a las condiciones más desfavorables. En el caso de este estudio, se dispone de una superficie muy limitada y un alto consumo energético. Por tanto, se han seleccionado paneles monocristalinos debido a su alta eficiencia. Se ha valorado la relación calidad precio en el mercado actual y se ha escogido el **Panel JA Solar 460W 24V Monocristalino PERC**. Posee un rendimiento del 20,7%, las mejores placas del mercado oscilan en torno a este porcentaje. Las características del panel son las siguientes:

$$P_p = 460W$$

$$V_{cc} = 50,01V$$

$$V_p = 42,13V$$

$$I_p = 10,92A$$

$$V_N = 24V$$

La tensión de la instalación será de 48V para minimizar las pérdidas por calor:  $V_{inst} = 48V$

Para conocer el número de placas que debemos instalar para cubrir el consumo, se ha calculado el coeficiente más desfavorable ( $C_{md}$ ) que es la relación entre la radiación solar y el consumo de energía del edificio.

$$C_{md} = \frac{\text{Consumo mensual}(Ah)}{\text{Radiación solar } (kWh/m^2)}$$

Se necesita conocer el consumo mensual crítico en Ah. Para ello, se utilizará la tensión de la instalación fotovoltaica ( $V_{inst} = 48V$ ) y el rendimiento del inversor. El rendimiento de los inversores oscila entre el 90% y el 94%. En este caso, utilizaremos un rendimiento del 92%. Aunque finalmente se escoja un inversor con un rendimiento superior, se realiza un pequeño sobredimensionamiento para un cálculo más realista en condiciones desfavorables. El consumo eléctrico en Ah está definido con la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo } (Ah) = \frac{\text{Consumo } (Wh)}{\text{Voltaje de la instalación} * \text{Rendimiento del inversor}}$$

En la siguiente tabla se calculan los consumos mensuales en Ah:

Enero	60302,2
Febrero	53457
Marzo	50045,8
Abril	43772,9
Mayo	48763,7
Junio	53250,9
Julio	57463,4
Agosto	62889,2
Septiembre	55471,6
Octubre	49107,1
Noviembre	54784,8
Diciembre	56181,3

TABLA 9: CONSUMO MENSUAL (AH)

En la tabla podemos observar que el mes más desfavorable es agosto con un consumo de 62889,2 Ah. El coeficiente más desfavorable entonces sería:

$$C_{md} = \frac{62889,2 \text{ Ah}}{159,27 \text{ kWh/m}^2} = 395 \frac{Am^2}{kW}$$

Una vez calculado el coeficiente más desfavorable, se le ha añadido un sobredimensionamiento del 15% para asegurar el funcionamiento en condiciones desfavorables. Por tanto, el coeficiente de sobredimensionamiento ( $C_s$ ) será:  $C_s = C_{md} * 1,15 = 454,25 \text{ Am}^2/\text{kW}$ .

El número de placas en serie será de 2 debido a que el voltaje nominal de los paneles es de 24V y previamente, ya se había decidido que el voltaje de la instalación sea de 48V para una menor pérdida.

$$N_{PS} = \frac{V_{inst}}{V_N} = \frac{48V}{24V} = 2 \text{ paneles en serie}$$

El número de líneas en paralelo con 2 paneles por línea se ha calculado con el coeficiente de sobredimensionamiento entre la intensidad pico:

$$N_{LP} = \frac{C_s \left( \frac{\text{Am}^2}{\text{kW}} \right)}{I_p (A)} = \frac{454,25}{10,92} = 41,6 \text{ líneas en paralelo}$$

El resultado obtenido para cubrir todo el consumo del edificio es de 42 líneas en paralelo con 2 paneles por línea. Sería un total de  $42 * 2 = 84$  paneles solares. No se dispone de una superficie lo suficientemente amplia para 84 paneles, por lo que la instalación no cubrirá todo el consumo. A continuación, se realiza un análisis de la cantidad de placas admisibles en nuestra superficie y en consecuencia se decidirá el tipo de instalación.

## 4.5 CAPACIDAD DE LA SUPERFICIE

Debido al gran número de placas necesarias para cubrir el consumo completo, precedemos a analizar el número máximo de placas a instalar en la superficie disponible. Las dimensiones de los paneles son 2120 x 1052 x 35mm.

En primer lugar, es necesario conocer la distancia que deben tomar los paneles entre filas para evitar las sobras entre ellos. Como he definido realizando el certificado energético, la superficie no tiene sobras por factores externos.

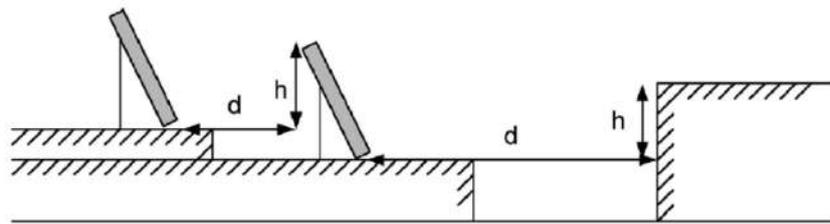


ILUSTRACIÓN 23: SOMBRAS PANELES FV

Con la siguiente expresión, podemos calcular la distancia  $d$  en función de la latitud del edificio objeto ( $43^\circ$ ):

$$d = k * h \quad \text{donde} \quad k = \frac{1}{\tan(61 - \text{latitud})}$$

$$k = \frac{1}{\tan(61 - \text{latitud})} = \frac{1}{\tan(61 - 43)} = 3,078$$

En esta instalación, se pretende utilizar dos inclinaciones,  $60^\circ$  en invierno y  $25^\circ$  en verano por lo que se ha calculado ambas distancias y se ha escogido la distancia más crítica.

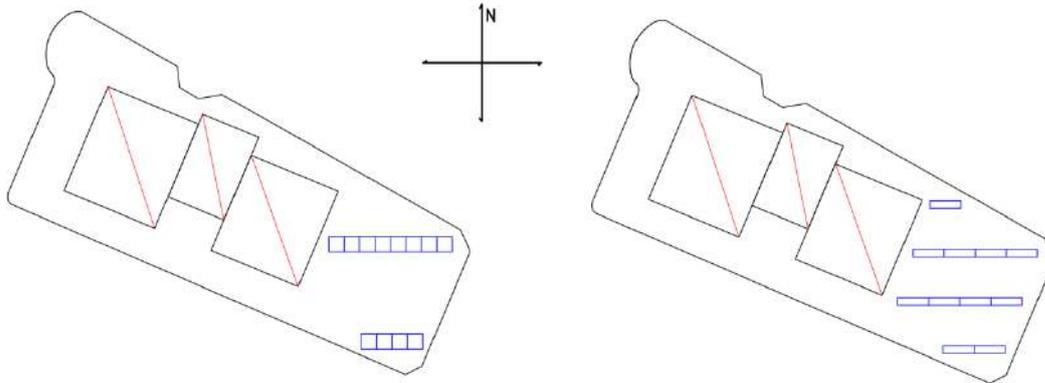
$$h = 2,12m * \sin(25) = 0,896m$$

$$h = 2,12m * \sin(60) = 1,836m$$

Por tanto, la distancia entre placas debe ser de  $d = k * h = 3,078 * 1,836 = 5,65m$

En la siguiente figura, se puede ver un croquis inicial de posibles disposiciones de las placas. Ambos esquemas están representados con la inclinación de  $60^\circ$  (distancia crítica). En el esquema de la izquierda, las placas están colocadas de manera vertical y

en la derecha de manera horizontal ( $d = k * h = 3,078 * 1,052 * \sin(60) = 2,8m$ ). Se puede concluir que la disposición vertical es la más apropiada.



**ILUSTRACIÓN 24: DISPOSICIÓN DE PANELES SIN SOPORTES ELEVADOS**

Para una mayor optimización del espacio, se reducirá la altura  $h$  elevando con los soportes las placas traseras de manera escalonada. Esto nos proporcionará una mayor distribución de paneles fotovoltaicos. Si elevamos 1 metro los paneles en segunda fila, la distancia es la siguiente:

$$d = k * h = 3,078 * (1,836 - 1) = 2,57m$$

Para la inclinación de  $25^\circ$  ya no es un problema ya que la altura se vuelve negativa. En la siguiente ilustración se muestra la disposición final de los paneles fotovoltaicos. La parte de la cubierta representada con líneas rojas forma parte de espacios privado de las viviendas de la planta superior. El plano se ha realizado con la orientación correspondiente del edificio. Por tanto, los paneles están representados con orientación sur.

Cada panel está representado con la inclinación de  $60^\circ$  en planta (color cian) y una prolongación (color magenta) para la planta del panel al inclinarlo  $25^\circ$ . Además, se han representado con color amarillo los paneles que deben estar a una altura de un metro y de naranja los paneles con un soporte de dos metros (se ha añadido un metro respecto al conjunto de paneles situados en la segunda fila por la misma razón).

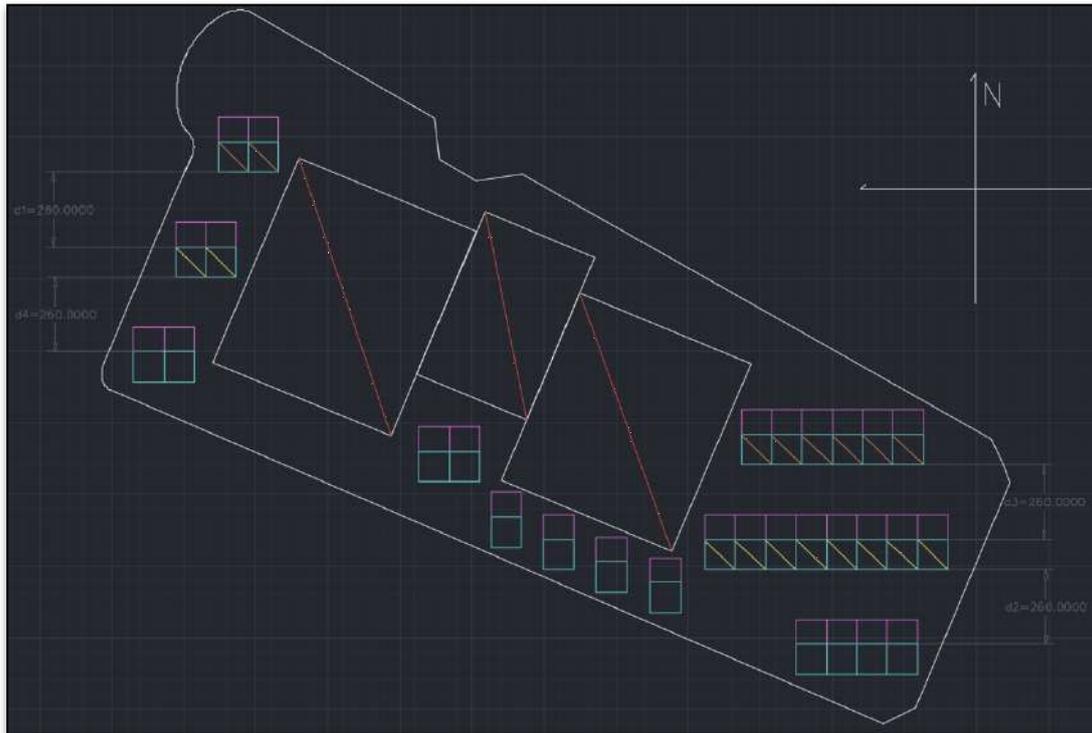


ILUSTRACIÓN 25: DISPOSICIÓN FINAL DE PLACAS

La superficie disponible para la instalación ofrece un total de 30 paneles fotovoltaicos. Como se ha afirmado antes, la instalación tiene un voltaje de 48V y cada placa tiene un voltaje nominal de 24V. La instalación, por tanto, consta de 15 ramas en paralelo con 2 paneles en serie por cada rama.

$$N_{LP} \text{ (número de líneas en paralelo)} = 15$$

$$N_{TP} \text{ (número total de placas)} = 30$$

La potencia pico total ( $P_{PT}$ ) de la instalación será:

$$P_{PT} = N_{TP} * P_p = 30 \text{ paneles} * 460 \frac{W}{\text{panel}} = 13800W$$

## 4.6 TIPO DE INSTALACIÓN

Habiendo llegado a la conclusión de que la generación no alcanza el consumo, podemos diseñar dos tipos de instalaciones conectadas a la red. Una opción sería una instalación FV de autoconsumo con acumulación en baterías y la segunda opción, una instalación FV de autoconsumo sin excedentes.

La instalación de autoconsumo sin excedentes posee un mecanismo antivertido el cual se comunicará directamente con el inversor para que no se produzca más energía de la consumida y evitará que ésta pase a la red. En caso de que la demanda sea inferior a la potencia generada, estos excedentes son desechados y perdemos la posibilidad de su uso.

Por tanto, se ha decidido diseñar un sistema aislado con acumulación en baterías para evitar pérdidas. Una desventaja de este sistema es el aumento de inversión debido al precio de las baterías, pero con una producción escasa de excedentes, el deterioro de las baterías es menor y, por tanto, se garantiza una vida útil lo suficientemente rentable.

Para esta instalación es necesario un inversor híbrido, en vez de optar por un inversor y un regulador. Esto se debe a que estos inversores durante el día se abastecen prioritariamente de los paneles solares, cuando no es suficiente lo hacen de las baterías y cuando las baterías están en niveles bajos de carga el inversor híbrido tiene la particularidad que se abastecerá de la red eléctrica convencional.

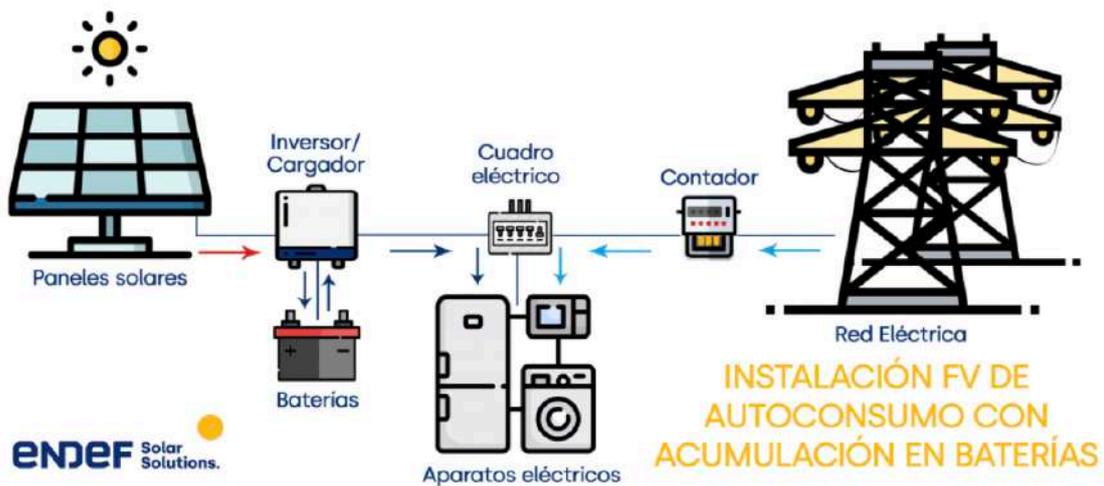


ILUSTRACIÓN 26: TIPO DE INSTALACIÓN FV

## 4.6 SOPORTES

Tras la distribución y cantidad de paneles solares establecidos, podemos seleccionar los soportes necesarios para la instalación. Para los paneles fotovoltaicos que no se ven afectados por una posible sombra, es decir, los paneles situados al sur de la instalación, se ha escogido una estructura en el suelo con inclinación regulable. Una de las estructuras con capacidad para 4 paneles, otras dos estructuras para 2 paneles cada una y otras cuatro estructuras para 1 panel cada una.



ILUSTRACIÓN 27: SOPORTE SUELO

Para los paneles situados a una altura elevada, en específico 10 paneles situados a una altura de un metro y 8 paneles a la altura de dos metros, se ha seleccionado 9 unidades de una estructura que sustenta dos paneles solares. Esto se debe a que la altura y la inclinación son ajustables, por tanto, nos permite situar los paneles a la altura adecuada y realizar el cambio de inclinación entre los  $25^\circ$  y  $60^\circ$  deseados. La estructura seleccionada es la siguiente:



ILUSTRACIÓN 28: SOPORTE ELEVADO

## 4.7 CASO SISTEMA AISLADO

En caso de diseñar un sistema aislado, se instalaría un regulador y un inversor como los siguientes:

### 4.7.1 REGULADOR

Conociendo el número de placas de la instalación, el próximo paso que se realiza es la selección del regulador de carga. En caso de seleccionar un regulador de carga PWM, debemos conocer la intensidad máxima ( $I_{max}$ ) de la instalación la cual es el resultado de la intensidad pico ( $I_p$ ) de cada panel multiplicado por número de líneas en paralelo ( $N_{LP}$ ).

$$I_{max} = I_p * N_{LP}$$

$$I_{max} = 10,92 A * 15 = 163,8 A$$

En caso de seleccionar un regulador de carga MPPT, debemos calcular la  $I_{max}$  con la siguiente expresión:

$$I_{max} = \frac{P_{PT}(\text{Potencia pico total})}{V_b(\text{Tensión de la batería})} = \frac{13800W}{48V} = 287,5 A$$

Para disminuir el coste, se ha seleccionado el regulador de carga PWM, en específico, **Regulador 48V 60A PWM Must Solar**. Como la  $I_{max}$  calculada es de 163,8 A y el regulador escogido es de 60A, necesitaremos 3 reguladores para la instalación. ( $3 * 60A = 180A$ ). Como hemos visto previamente, el requisito de los reguladores PWM es que la tensión de la instalación sea igual que la tensión de trabajo de las baterías.



ILUSTRACIÓN 29: REGULADOR DE CARGA

## 4.7.2 INVERSOR

Para determinar el inversor que necesitamos, debemos tener clara la potencia que necesitaremos disponible, es decir, la que contrataríamos a la suministradora, pues esa potencia es la que debemos que elegir de nuestro inversor.

Por otra parte, el inversor solamente funciona a una tensión de entrada por lo que esta debe ser la misma tensión que las baterías escogidas (48V).

La potencia contratada por las viviendas es de 3,3kW. Para reducir costes y aumentar la seguridad, se ha decidido instalar 4 inversores. El inversor escogido es **Inversor Victron RS 48V 6000VA Smart**. Al ser de 6000VA, se instalará un inversor por cada planta del edificio con dos viviendas, es decir en el piso 4, 5 y 6. El cuarto inversor se instalará para las viviendas del piso 1, 2 y 3. Estas plantas solo constan de un piso por planta y su capacidad es menor, por tanto, el consumo de las tres es inferior.



ILUSTRACIÓN 30: INVERSOR

## 4.8 SISTEMA CONECTADO A LA RED

En nuestro caso, al no cubrir con la producción la demanda necesaria, instalaremos un inversor híbrido para que la red nos pueda suministrar la demanda necesaria.

### 4.8.1 INVERSOR HÍBRIDO

El inversor híbrido tiene distintos modos de funcionamiento:

- Modo aislado: solo consume de la red cuando las baterías no tienen carga y no hay producción de energía por parte de los paneles solares.
- Modo back-up: en este caso el inversor híbrido se conecta a la red cuando esta está presente, las baterías se mantienen cargadas, y serán utilizadas si la red cae. El inversor híbrido inyecta a la red la producción sobrante.
- Modo autoconsumo: en este modo siempre tendrá prioridad el consumo directo de la energía solar que puede ser suministrado desde los paneles o también desde las baterías si estas están incluidas en la instalación. La producción de energía sobrante o excedente podría recargar las baterías o ser inyectada a la red. Algunas de estas instalaciones incorporan en el inversor un sistema anti vertido.
- Modo soporte de red: el inversor híbrido adapta la potencia de salida de la instalación fotovoltaica marcando un valor predeterminado, de esta forma se mantendrá constante o también es posible controlar una rampa de variación de la potencia suministrada. Para lograr esto necesitaremos un controlador externo.

En nuestro caso, será necesario usar el modo de autoconsumo ya que nuestro interés reside en aprovechar toda la producción de los paneles, y en caso de no cubrir la demanda, obtener de la red la restante. Se utilizará un sistema antivertido, por el cual, los excedentes producidos se acumularán en las baterías, sin ser vertido a la red.

Como cada vivienda tiene contratada una potencia de 3,3kw, necesitaremos tantos inversores como para cubrir los  $3,3 \text{ kW} * 9 \text{ viviendas} = 29,7 \text{ kW}$ . Se ha escogido el **Inversor Cargador 8000W 48V Voltronic MAX**, debido a que nuestro conjunto generador es de 48V. Necesitaremos 3 inversores híbridos, no cubrimos la potencia contratado total, pero al no cubrir todo el consumo, no nos será necesario.



ILUSTRACIÓN 31: INVERSOR HÍBRIDO

Para conseguir los 24 kW, hay que instalar los inversores en paralelo. Es necesario una tarjeta de comunicaciones en cada inversor y conectarlas entre si de forma cruzada. Una vez establecida la comunicación entre ambos inversores, y estando conectados ambos al mismo banco de baterías en paralelo, entre ellos decidirán en cada momento quien ejerce de master y quien de esclavo.

Serán necesarios 3 **Kit paralelo inversores AXPERT MKS/KS/KING**:



ILUSTRACIÓN 32: TARJETA DE COMUNICACIONES

Los paneles fotovoltaicos pueden ser conectados o bien en paralelo o bien repartidos. Si los repartimos podemos aprovechar cada uno de los maximizadores de potencia MPPT por separado. En nuestra instalación, se repartirán los paneles en tres conjuntos separados para aprovechar los maximizadores de potencia y una reducción de riesgos.

## 4.9 BATERÍAS

Debido a la falta de superficie para una instalación fotovoltaica que cubra todo el consumo, los excedentes son muy escasos. Por tanto, para evitar posibles pérdidas cuando la demanda sea inferior, se ha decidido instalar un conjunto de baterías que cubra el consumo de 24 horas del edificio. Una mayor autonomía supondría un mayor coste con un beneficio nulo. El consumo diario en Ah se calcula con la siguiente expresión:

$$\text{Consumo diario (Ah)} = \frac{\text{Consumo mensual más desfavorable (Ah)}}{\text{Días del mes}}$$

$$\text{Consumo diario (Ah)} = \frac{62889,2 \text{ Ah}}{31} = 2028,7 \text{ Ah}$$

Para no dañar las baterías y alargar su vida útil, establecemos el límite de descarga en un 90% ya que se van a seleccionar baterías estacionarias.

$$C_{24} = 2028,7 \text{ Ah} / 0,7 = 2254 \text{ Ah}$$

Como hemos visto previamente, la tensión del conjunto de baterías debe ser de 48V. Se ha escogido **Batería Estacionaria 6V 600Ah Tensite OPzS** debido a su capacidad en relación con el coste. Para obtener 2254Ah, debemos colocar 4 ramas de baterías en paralelo para obtener 2400Ah. Como las baterías tienen un voltaje de 6V, debemos poner 8 batería en serie por cada línea en paralelo. Serían un total de 32 baterías.



ILUSTRACIÓN 33: BATERÍA

## 4.10 CABLEADO

Para conectar todos los elementos de la instalación, necesitaremos cables. Es de gran importancia la selección de las secciones de estos para evitar el sobrecalentamiento. La sección viene definida por la siguiente expresión:

$$S = \frac{2 * I_{max} * \rho * L}{V_{max} * Cdt},$$

Donde  $I_{max}$  = Intensidad máxima que atraviesa el cable

$\rho$  = Resistividad del cable

L = Longitud del cable

$V_{max}$  = Tensión máxima que atravesará el cable

Cdt = Caída de tensión del cable

El conductor seleccionado para el cableado es el cobre debido a su alta conductividad y su bajo coste. La resistividad del cobre es de  $48^{-1} (\Omega * mm^2)/m$ . La Cdt = 0,015.

### 4.10.1 ENTRE PANELES E INVERSORES HÍBRIDOS

$$S = \frac{2 * I_{max} * \rho * L}{V_{max} * Cdt} = \frac{2 * 54,6A * 58^{-1} * 15}{48 * 0,015} = 40 \text{ mm}^2$$

### 4.10.2 ENTRE INVERSORES HÍBRIDOS Y BATERÍAS

$$\frac{2 * I_{max} * \rho * L}{V_{max} * Cdt} = \frac{2 * 10,92A * 3 * 58^{-1} * 7}{48 * 0,015} = 11 \text{ mm}^2$$

### 4.10.3 ENTRE BATERÍAS

$$\frac{2 * I_{max} * \rho * L}{V_{max} * Cdt} = \frac{2 * 90A * 58^{-1} * 0,5}{48 * 0,015} = 2,5 \text{ mm}^2$$

### 4.10.4 ENTRE PANELES EN SERIE

$$\frac{2 * I_{max} * \rho * L}{V_{max} * Cdt} = \frac{2 * 85A * 58^{-1} * 4}{48 * 0,015} = 16 \text{ mm}^2$$

### 4.10.5 ENTRE INVERSORES HÍBRIDOS Y PROTECTORES DE VIVIENDA

$$\frac{2 * I_{max} * \rho * L}{V_{max} * Cdt} = \frac{2 * 80A * 58^{-1} * 20}{230 * 0,0015} = 50 \text{ mm}^2$$

## 4.11 PROTECCIONES

En la parte de corriente continua, se ha decidido instalar dos fusibles previos a cada inversor cargador para proteger a los módulos de corrientes inversas que pueden darse en el string. Cada regulador tiene conectado 5 líneas en paralelo con dos paneles en serie por cada línea. Para decidir los fusibles indicados, calculamos la intensidad máxima que llega a cada inversor híbrido:

$$I_{max} = I_P * N_{LP}$$

$$I_{max} = 10,92 A * 5 = 54,6A$$

Por tanto, necesitaremos 6 fusibles de 63A cada uno. Un margen de 10A evitará fallos del sistema inesperados y el sobrecalentamiento no será destacable. Además, se procede a instalar un interruptor magnetotérmico de corriente continua por cada línea para proteger los paneles. La intensidad máxima por línea es de 10,92A, por lo que dejando un margen de seguridad, seleccionamos un **Magnetotérmico ABB Monofásico 16A SH202-C16** por cada línea. Un total de 15 interruptores magnetotérmicos monofásicos.



ILUSTRACIÓN 34:  
FUSIBLE



ILUSTRACIÓN 35:  
MAGNETOTÉRMICO  
MONOFÁSICO

En la parte de corriente alterna, la intensidad máxima de salida del inversor híbrido, según la ficha técnica, es de 80 A. Por tanto, la protección empleada será un interruptor **Magnetotérmico Legrand 100A 2P 6/10KA C**, uno por cada inversor (un total de 3) y un interruptor **Diferencial 4P 100A 30mA REVALCO RV31**. Se instalará un diferencial por vivienda, con un total de 9.



ILUSTRACIÓN 37:  
MAGNETOTÉRMICO  
TRIFÁSICO



ILUSTRACIÓN 36:  
DIFERENCIAL

## 4.12 ESQUEMA

Con la totalidad de los cálculos realizados y sus consecuentes selecciones de elementos, el esquema de la instalación es el siguiente:

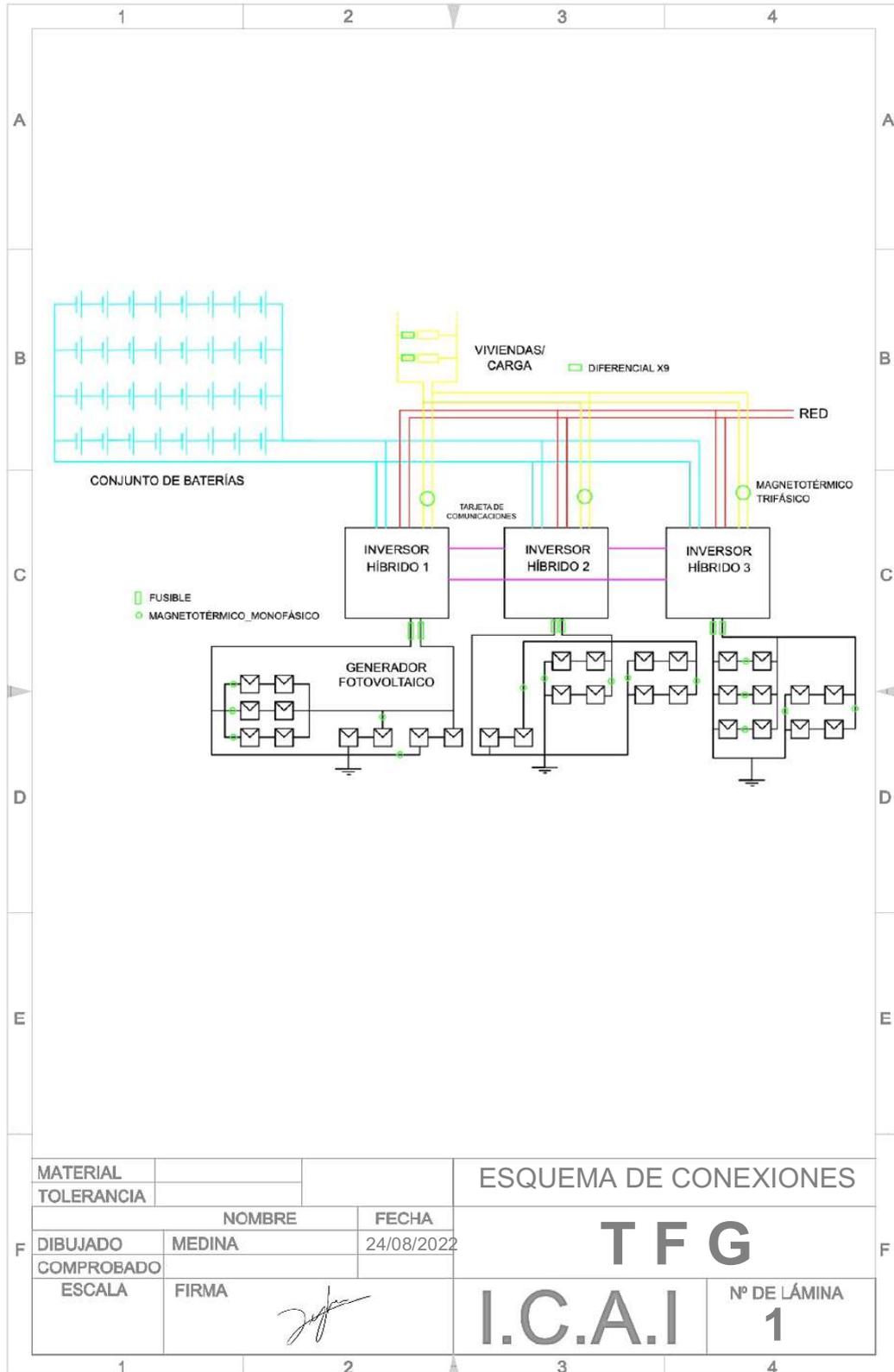


ILUSTRACIÓN 38: ESQUEMA DE CONEXIONES

En el esquema se muestran todos los elementos de la instalación con sus respectivas conexiones. Como hemos decidido previamente, cada inversor cargador se encarga de un conjunto distinto de paneles. Esto nos proporciona una mayor optimización de la potencia y en caso de fallo en el sistema, una disminución de riesgos debido a la segmentación de este. A cada inversor se le conectan 5 líneas en paralelo, las cuales tienen un magnetotérmico de corriente continua como protección. Cada línea en paralelo contiene dos paneles en serie, obteniendo los 48 V necesarios. En la entrada del inversor se colocan los fusibles para proteger a este de una sobrecarga. Los inversores están conectados mediante una tarjeta de comunicaciones para un funcionamiento mutuo. Por otra parte, los inversores están conectados a la red, por tanto, si la demanda es mayor que la producción, podrán suministrar potencia de esta. Si la demanda es menor que la producción solar, los excedentes serán almacenados en el conjunto de baterías. Por último, a la salida del inversor, se añade como medida de protección un magnetotérmico trifásico en cada uno de ellos y en cada vivienda un diferencial.

Los paneles se encuentran situados en la disposición mostrada en los apartados anteriores. Los inversores y baterías, con sus respectivas protecciones, se deben colocar en el un cuarto de la zona común situado junto al ascensor del sexto piso (último), esto facilita las conexiones y una cantidad menor de metros en el cableado. Este cuarto se mantiene cerrado y restringido al responsable del mantenimiento del sistema.

### 4.13 CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA

La estimación de la generación anual se realizará de acuerdo con la siguiente expresión:

$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) * P_{PT} * \eta}{G_{CEM}}$$

Donde  $G_{dm}(\alpha, \beta)$  = Radiación solar en función de la orientación e inclinación

$P_{PT}$  = Potencia pico total

$\eta$  = Rendimiento de la instalación

$G_{CEM} = 1 \text{ kW/m}^2$

La suma de la radiación solar media mensual obtenidas en la tabla 7 da lugar a la radiación solar anual. El resultado es de 1508 kWh/m<sup>2</sup> anuales. El rendimiento de toda la instalación depende de numerosas variables como la dependencia de la eficiencia con la temperatura, la eficiencia del cableado, las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad, etc. Según el IDAE, este rendimiento de la instalación completa oscila entre el 75% y el 85% por lo que lo estableceremos en un 80% para la estimación. La potencia pico total ha sido calculada previamente y tiene un valor de 13,8kW.

En conclusión, la producción estimada de la instalación es de:

$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) * P_{PT} * \eta}{G_{CEM}} = \frac{1508 \frac{kWh}{m^2} * 13,8kW * 0,8}{1 \frac{kW}{m^2}} = 16648,3kWh \text{ anuales}$$

## 5. CERTIFICADO ENERGÉTICO TRAS MEJORAS

Habiendo realizado el diseño completo de la instalación fotovoltaico y la sustitución de la caldera de calefacción por una caldera de pellets, introducimos las mejoras en el software CE3X para comparar la mejoría. En la ilustración 39, se ha añadido la caldera de biomasa densificada como un equipo de rendimiento constante. El rendimiento de la caldera seleccionada es de un 91% (ver ficha técnica).

### Medida de mejora en la instalación de calefacción

Nombre	Sólo calefacción	Zona	Edificio Objeto
<b>Características</b>		<b>Demanda cubierta</b>	
Tipo de generador	Equipo de Rendimiento Constante	Calefacción	
Tipo de combustible	Biomasa densificada (pelets)	Superficie (m2)	1122.58
		Porcentaje (%)	100
<b>Rendimiento medio estacional</b>		<b>Rendimiento medio estacional</b>	
Rendimiento estacional	Conocido (Ensayado/justificado)		91 %

ILUSTRACIÓN 39: MEJORA DE CALEFACCIÓN

Por último, al añadir el ahorro previamente calculado de 16648,3 kWh debido a la instalación fotovoltaica, obtenemos una nueva calificación. La nueva calificación es de 8.0 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> (B). La mejora es bastante considerable, hemos conseguido reducir más del 50% de emisiones previas.

### Calificación energética del edificio con el conjunto de medidas de mejora

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	40.2 D	40.2 D	0.0 %
Demanda de refrigeración	No calificable	No calificable	-
Emisiones de calefacción	0.8 A	13.1 D	93.9 %
Emisiones de refrigeración	No calificable	No calificable	-
Emisiones de ACS	6.9 G	5.5 F	-24.9 %
EMISIONES GLOBALES	8.0 B	19.0 D	57.8 %



ILUSTRACIÓN 40: NUEVA ETIQUETA ENERGÉTICA

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/que-es-energia-fotovoltaica>
- <https://espaciosto.com/stoventecr-sistema-fachada-ventilada-adaptable-superficies-curvas-multiplanos/>
- [https://www.sto.es/media/documents/download\\_broschuere/kategorie\\_fassade/StoVentec\\_R\\_curvo.pdf](https://www.sto.es/media/documents/download_broschuere/kategorie_fassade/StoVentec_R_curvo.pdf)
- [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/)
- [https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_Documentacion\\_Basica\\_Residencial\\_Unido\\_c93da537.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Documentacion_Basica_Residencial_Unido_c93da537.pdf)
- <https://inarquia.es/paneles-solares-fotovoltaicos-todo-debes-saber/>
- <https://www.energiaysociedad.es/manual-de-la-energia/3-1-el-cambio-climatico-y-los-acuerdos-internacionales/>
- <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/calcular-paneles-solares-necesarios-para-sistemas-aislados/>
- <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf>
- <https://docplayer.es/74555825-Memoria-de-calidades-muelle-de-ereaga-6.html>
- <https://tarifasgasluz.com/autoconsumo/normativa>
- <https://www.consilium.europa.eu/es/policies/climate-change/>
- <https://autosolar.es/aspectos-tecnicos/cuales-son-los-componentes-de-una-instalacion-aislada>
- <https://www.technosun.com/descargas/AMERISOLAR-AS-5M-185W-210W-ficha-EN.pdf>
- <https://autosolar.es/panel-solar-24-voltios/panel-ja-solar-460w-24v-monocristalino-perc>
- <https://tecnosolab.com/noticias/distancia-entre-filas-de-paneles-solares/>
- <https://tarifasgasluz.com/faq/certificado-eficiencia-energetica#contenido-certificado-eficiencia-energetica>
- <https://montegar.es/que-energias-renovables-se-pueden-utilizar-en-el-hogar/>
- <https://endef.com/tipos-de-instalaciones-solares-fotovoltaicas-como-encontrar-la-ideal-para-mi/>
- <https://alusinsolar.com/principales-componentes-de-una-instalacion-fotovoltaica/>
- <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf>
- <https://certific.es/como-hacer-un-certificado-energetico-con-ce3x.html>

## 7. ESTUDIO ECONÓMICO

### 7.1 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

En último lugar, se ha realizado un estudio del presupuesto de las alternativas adoptadas y un análisis de la rentabilidad de la inversión.

En relación con la instalación del sistema fotovoltaico, las siguientes tablas muestran los costes de todos los elementos de la instalación:

Elemento	Fabricante	Cantidad	Precio (unidad)	Precio total
Panel solar	JA Solar	30	209,81 €	6.294,30 €
Inversor híbrido	Axpert	3	1.931,87 €	5.795,61 €
Batería	Tensite	32	346,91 €	11.101,12 €
Tarjeta de comunicaciones	Axpert	3	95,00 €	285,00 €
Soporte elevado (2)	-	9	450,34 €	4.053,06 €
Soporte de suelo (4)	-	1	380,00 €	380,00 €
Soporte de suelo (2)	-	2	303,00 €	606,00 €
Soporte de suelo (1)	-	4	208,00 €	832,00 €
Cableado, bandejas...	-	-	-	700,00 €
<b>TOTAL</b>				<b>30.047,09 €</b>

TABLA 10: PRESUPUESTO ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

Elemento	Fabricante	Cantidad	Precio (unidad)	Precio total
Fusible	DC Solar Energy	6	4,76 €	28,56 €
Magnetotérmico monofásico	ABB	15	23,79 €	356,85 €
Magnetotérmico trifásico	Legrand	3	175,39 €	526,17 €
Diferencial	Revalco	9	295,77 €	2.661,93 €
<b>TOTAL</b>				<b>3.573,51 €</b>

TABLA 11: PRESUPUESTO PROTECCIÓN

Mano de obra	# Horas	Precio/hora	Precio total
Oficial	40	20,00 €	800,00 €
Operarios	40	10,00 €	400,00 €
<b>TOTAL</b>	-	-	<b>1.200,00 €</b>

TABLA 12: PRESUPUESTO MANO DE OBRA

<b>TOTAL INSTALACIÓN</b>
<b>34.820,60 €</b>

TABLA 13: PRESUPUESTO TOTAL

Como se ha calculado previamente, la producción anual esperada del sistema fotovoltaico es de unos 16648,3 kWh y el consumo anual del edificio, según los datos expuestos de 2021, es de 28195 kWh. La media del precio del kWh en 2022 según la hora es la siguiente:

Rango horario	Península, Baleares y Canarias
00-01h	0,31677€/kWh
01-02h	0,31763€/kWh
02-03h	0,32045€/kWh
03-04h	0,29823€/kWh
04-05h	0,3003€/kWh
05-06h	0,3111€/kWh
06-07h	0,32814€/kWh
07-08h	0,33241€/kWh
08-09h	0,34858€/kWh
09-10h	0,29345€/kWh
10-11h	0,28498€/kWh
11-12h	0,27852€/kWh
12-13h	0,28088€/kWh
13-14h	0,28029€/kWh
14-15h	0,23243€/kWh
15-16h	0,22866€/kWh
16-17h	0,22742€/kWh
17-18h	0,22829€/kWh
18-19h	0,28487€/kWh
19-20h	0,33193€/kWh
20-21h	0,38563€/kWh
21-22h	0,40679€/kWh
22-23h	0,3534€/kWh
23-24h	0,34797€/kWh

TABLA 14: PRECIO KWH

Asumiremos un precio medio de kWh de 0,3 €/kWh para realizar la estimación. Por tanto, el precio del consumo total del edificio es el siguiente:

$$28195 \text{ kWh} * \frac{0,3\text{€}}{\text{kWh}} = 8458,50\text{€}$$

En caso de instalar el sistema fotovoltaico, se ahorraría la siguiente cantidad:

$$16648,3 \text{ kWh} * \frac{0,3\text{€}}{\text{kWh}} = 4994,50\text{€}$$

La inversión inicial de todos los elementos con un precio total de 34820,60€ sería amortizada en:

$$\frac{34820,60\text{€}}{4994,50\text{€}} = 7 \text{ años}$$

La vida útil de los paneles es de unos 30 años, por tanto, la inversión proporcionará una rentabilidad en torno a los 5000€ durante los 23 años restantes, sin tener en cuenta factores como la inversión y la variabilidad del precio del kWh.

## 7.2 CALDERA DE BIOMASA

Según los datos Eurostat, el precio final que han pagado los consumidores españoles de gas natural el año pasado, incluyendo impuestos y costes fijos, ha sido de 11,8 céntimos de euro por kWh. Un coste real muy alto y en clara desventaja frente a los 5,42 céntimos de euro por kWh que paga un consumidor final por el pellet entregado a domicilio.

Se procede a realizar una estimación de la rentabilidad de la inversión. El consumo medio de gas natural de una vivienda en España es de 5.097 kWh al año. Al tratarse de un edificio situado en el norte de España, el consumo de calefacción será mayor debido a las bajas temperaturas. Estableceremos una estimación de 6250 kWh al año por vivienda. El gasto estimado anual en gas natural es de:

$$6250 \text{ kWh} * 0,118 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 737,50\text{€}$$

En el caso de pellets sería de:

$$6250 \text{ kWh} * 0,0542 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 338,75\text{€}$$

El precio de la caldera es de 2699,00€, el coste inicial sería amortizado en:

$$\frac{2699,00\text{€}}{737,50\text{€} - 338,75\text{€}} = 6,75 \text{ años} = 6 \text{ años y } 9 \text{ meses}$$

Estos cálculos se han realizado según el precio actual del gas natural de unos 11,8 céntimos por kWh, pero este precio actualmente es muy variable y se estima que el precio del gas natural ascenderá en una mayor tendencia que el precio de los pellets. La vida útil de la caldera de pellets oscila alrededor de los 20 años, por lo que, sin tener en cuenta la inflación y otras variables como la variabilidad del precio, se estima un ahorro total de unos 5283,40€.

El cálculo previo es muy poco preciso ya que se debería realizar un estudio de mercado de los combustibles y contar con una mayor precisión del consumo de gas en el edificio. Nuestro objetivo no reside en la precisión del análisis, una estimación es suficiente para concluir que la inversión nos producirá una rentabilidad económica además de nuestro principal objetivo, eliminar las emisiones producidas por el gas natural.

## 8. PLIEGO DE CONDICIONES

### 8.1 OBJETIVO DEL PLIEGO

El objeto del siguiente pliego de condiciones es, desde el punto de vista legal y contractual, tener la capacidad de garantizar una correcta ejecución y funcionamiento de la instalación. Además, un correcto mantenimiento para optimizar al máximo su eficiencia y vida útil.

Se incluyen las características técnicas legales de los materiales como de la normativa a los que refiere, garantizando una seguridad tanto al consumidor como al instalador.

### 8.2 CONDICIONES GENERALES

Se debe cumplir la normativa vigente para garantizar la seguridad de la instalación y de todos los factores que puedan intervenir en ella. El marco legal al que cumplimenta dicho documento rige la siguiente normativa:

RD 244/2019  
RD 15/2018  
RD 413/2013  
RD 235/2013  
RD 15/2012

### 8.3 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Se procede a detallar también las especificaciones técnicas de todos los elementos que intervienen en la instalación, además de la normativa a la que está sujeto el documento.

#### 8.3.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

- Potencia nominal: 460W
- Corriente de máxima potencia: 10,92 A
- Dimensiones: 2112 mm x 1052 mm x 1 mm
- Número de células: 144
- Eficiencia: 20,7%
- Degradación: 0,55% anual
- Tipo de célula: monocristalina
- Máxima categoría de no inflamabilidad

#### NORMAS DE CALIDAD:

- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 6170
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001: 2018 Occupational health and safety management systems
- IEC TS 62941: 2016 Terrestrial photovoltaic (PV) modules

### 8.3.2 BATERÍAS

- Vida útil: 8 años.
- Máxima corriente de descarga: 1500 A (5 s)
- Rendimiento: Superior a los valores definidos por las normas internacionales DIN.
- Mantenimiento: Bajo mantenimiento de rellenado. Comprobar estado cada tres meses.
- IEC 60896-11
- ISO 9001.
- ISO 14001.
- ISO 18001.

### 8.3.3 INVERSOR CARGADOR

- Potencia nominal: 8000W
- Tensión de entrada PV: 48V
- Tensión de baterías: 48V
- Tensión de entrada red: 230 VAC
- Tensión de salida AC: 230 VAC
- Frecuencia de entrada 50/60 Hz
- Eficiencia: 90-93%
- Máxima corriente de carga solar: 80 A
- Máxima corriente de carga AC: 80 A
- Temperatura de operación: -10 – 50 °C

### 8.3.4 CALDERA DE PELLETS

- Potencia nominal: 18kW
- Rendimiento: >91%
- Capacidad de agua de la caldera: 41L
- Capacidad de pellets: 30 Kg

### 8.3.5 SOPORTES

- Ángulo inclinación: 10°...60°.
- Velocidad máxima del viento: 150 km/h.
- Garantía: 10 años.
- Anticorrosivo: inoxidable A2-70.

### 8.3.6 FUSIBLE

- Intensidad máxima: 16 A
- IEC 629-2
- NF C 63 210-63
- IEC 32-4

### 8.3.7 MAGNETOTÉRMICO MONOFÁSICO

- Corriente nominal: 16A
- Standard: IEC 60898-1
- Voltage operacional nominal: 400V

### 8.3.8 MAGNETOTÉRMICO TRIFÁSICO

- Voltaje de corte: 230V
- Intensidad nominal: 100 A
- Número de módulos: 3
- UNE EN 60947-1

### 8.3.9 DIFERENCIAL

- Corriente nominal: 100A.
- Tensión nominal: 240V.
- Número de polos: 2.
- Corriente de disparo: 300mA. - ISO 9001.
- ISO 14001.

## 8.4 ESPECIFICACIONES DE EJECUCIÓN

Es necesario el seguimiento de una serie de pasos para garantizar la seguridad y el correcto funcionamiento de la instalación. Se debe tener en cuenta las normas de seguridad al instalar los elementos.

En primer lugar, una vez claras todas las normas de seguridad, se puede empezar a realizar la instalación de los soportes de los paneles solares a la distancia previamente calculada y en las ubicaciones deseadas. A continuación, se realiza el montaje de los paneles solares sobre los soportes, con su debida precaución debido a la fragilidad de estos. Acto seguido, se instalan las baterías con sus debidas medidas de seguridad, aislando estas de cualquier factor que pueda afectar su funcionamiento. Más tarde se instala el inversor cargador en un lugar accesible para una posterior configuración en su sistema y por último todas las protecciones.

Se debe hacer uso del esquema de conexiones como guía de montaje. Una vez instalados todos los elementos con el cableado interconectado, se realizarán las pruebas pertinentes que confirmen su buen funcionamiento y la inexistencia de fallos. Se necesitará al responsable de obra que garantice su la correcta instalación y funcionamiento

## 8.5 MEDIDAS DE SEGURIDAD

Durante la ejecución de la instalación, los trabajadores deben tomar las medidas de seguridad necesarias para estar exentos de cualquier riesgo. Estos riesgos incluyen quemaduras térmicas debido al trabajo con energía y calor, descargas eléctricas en caso de cortocircuito, caídas ya que la instalación se trabaja en una cubierta y contaminación de los productos de fábrica que puede afectar a zonas como los ojos o la nariz.

Para evitar accidentes al trabajar a cierta altura, además de utilizar casco durante el montaje, se instalará un sistema de barandillas, un sistema de redes de seguridad y un sistema de detección de caídas para los trabajadores.

Además, los trabajadores deberán de utilizar protectores de oídos para evitar daños auditivos, protectores de ojos (gafas) cuando se manipulan alambres en los procesos de cargas, soldaduras, cortes de acero y herramientas con riesgos de proyección de partículas. Por otra parte, los trabajadores deben usar guantes y chalecos durante la manipulación de circuitos eléctricos. Por último, debe usarse un calzado de seguridad como protectores ante una caída de un objeto.

## 8.6 MANTENIMIENTO

Con la instalación terminada y puesta en marcha, será necesario una revisión de los elementos con el transcurso del tiempo, con el fin de garantizar una mayor vida útil y un deterioro menor de los elementos.

Anualmente, se deberán de realizar las mediciones y verificaciones con el fin de certificar que las características de los elementos actúan dentro de los márgenes garantizados por el fabricante.

En el caso de un deterioro notable, se repararán los elementos responsables de forma inmediata. Si la reparación no es posible, se instalará el elemento nuevo. Se ha de comprobar si la garantía cubre la reparación o sustitución del mismo.

Por otra parte, al deberse de una instalación de doble inclinación, se debe rotar en las fechas determinadas todos los paneles a su debida inclinación. Para ello, al tratarse de

una tarea sin necesidad de conocimiento técnico, el presidente de la comunidad será el responsable. En todo caso, este será formado para que cumpla con las medidas de seguridad pertinentes.

Por último, se realizará un mantenimiento especial cada 15 años, donde se sustituirán los elementos cuya vida útil restante sea escasa. Se revalorará la instalación y se optimizará para una mayor rentabilidad.

## 8.7 VIABILIDAD

El presente presentado en este documento será solvente si se realizan de manera precisa las especificaciones de ejecución y su correspondiente mantenimiento. Además, se mantendrá la garantía siempre y cuando no se realicen modificaciones en la instalación original por personal no autorizado. En caso, de un fallo extraordinario, se debe consultar de inmediato a la empresa instaladora para realizar una revisión profesional y garantizar la seguridad de la comunidad y de todos los factores que puedan intervenir.

# ANEXOS

TFG DIEGO MEDINA

# ANEXO I: PLANOS

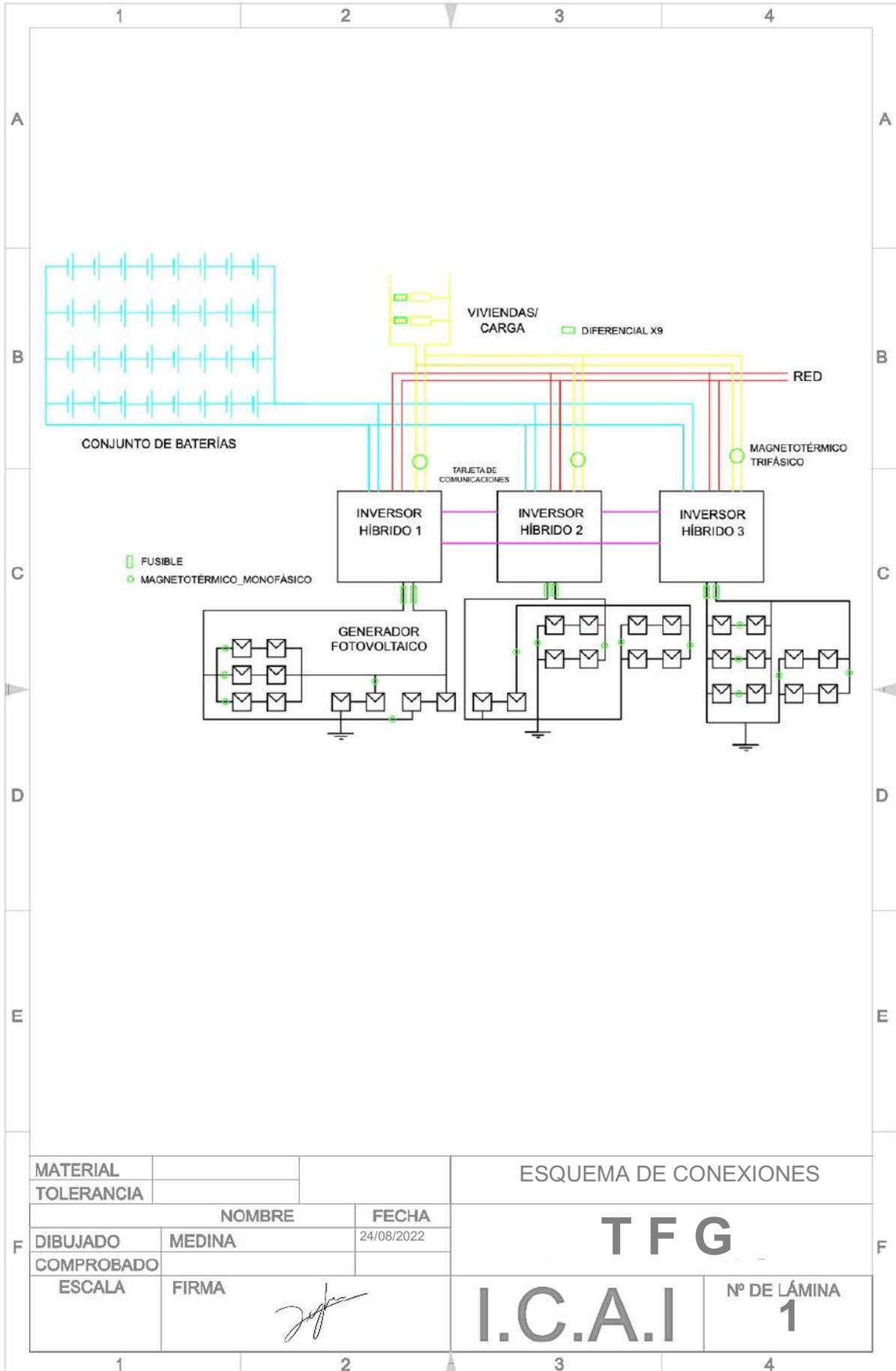


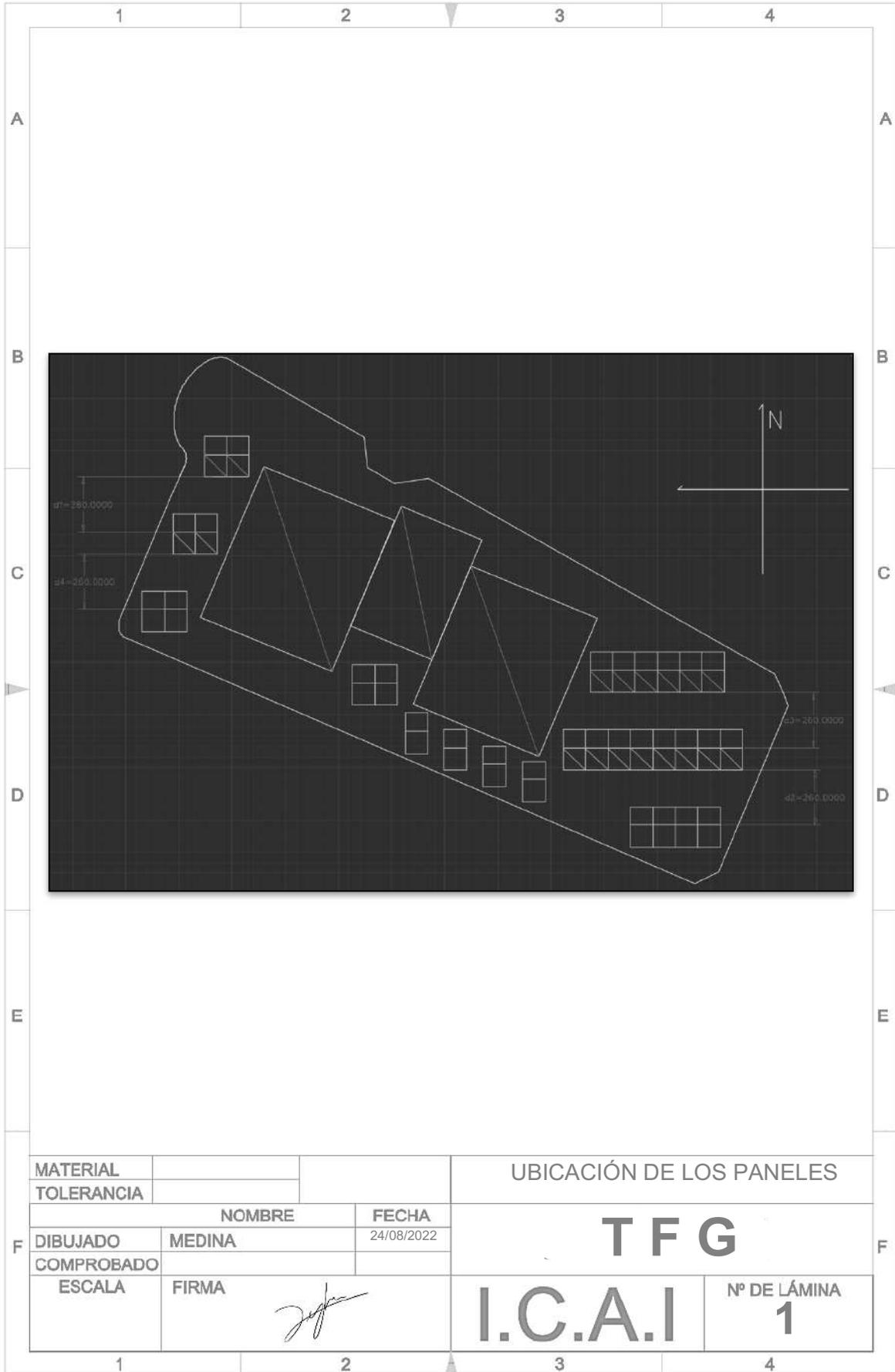












MATERIAL				UBICACIÓN DE LOS PANELES	
TOLERANCIA				<b>TFG</b>	
		NOMBRE		FECHA	
DIBUJADO		MEDINA		24/08/2022	
COMPROBADO					
ESCALA		FIRMA		<b>I.C.A.I</b>	
					
				Nº DE LÁMINA	
				<b>1</b>	

## ANEXO II: FICHAS TÉCNICAS

PANEL JA SOLAR 460W 24V MONOCRISTALINO PERC:



**Mono**

470W MBB Half-Cell Module  
JAM72S20 445-470/MR Series

### Introduction

Assembled with multi-busbar 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

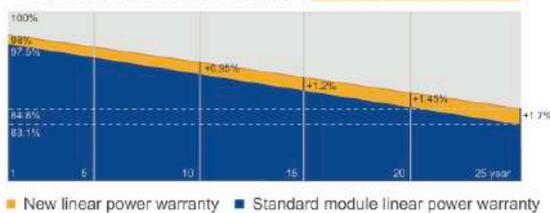


Better mechanical loading tolerance

### Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 25-year linear power output warranty

0.55% Annual Degradation Over 25 years



### 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 TS 62941: 2016 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Guidelines for increased confidence in PV module design qualification and type approval



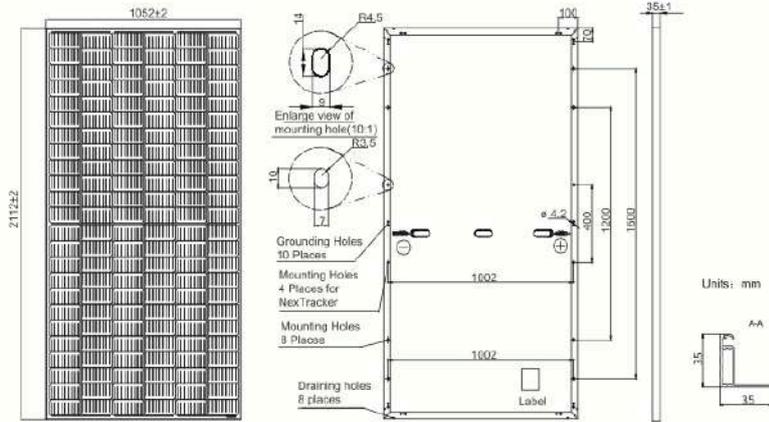
**JA SOLAR**

[www.jasolar.com](http://www.jasolar.com)

Specifications subject to technical changes and tests. JA Solar reserves the right of final interpretation.



**MECHANICAL DIAGRAMS**



Remark: customized frame color and cable length available upon request

**SPECIFICATIONS**

Cell	Mono
Weight	24.7kg±3%
Dimensions	2112±2mm×1052±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm <sup>2</sup> (IEC) . 12 AWG(UL)
No. of cells	144 (6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/400mm(-); Landscape: 1200mm(+)/1200mm(-)
Packaging Configuration	31 pcs/pallet 682 pcs/40ft Container

**ELECTRICAL PARAMETERS AT STC**

TYPE	JAM72S20 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR	JAM72S20 -470/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	445	450	455	460	465	470
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.56	49.70	49.85	50.01	50.15	50.31
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	41.21	41.52	41.82	42.13	42.43	42.69
Short Circuit Current(Isc) [A]	11.32	11.36	11.41	11.45	11.49	11.53
Maximum Power Current(Imp) [A]	10.80	10.84	10.88	10.92	10.96	11.01
Module Efficiency [%]	20.0	20.3	20.5	20.7	20.9	21.2
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α <sub>Isc</sub> )	+0.04%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β <sub>Voc</sub> )	-0.272%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ <sub>Pmp</sub> )	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m <sup>2</sup> , 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	JAM72S20 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR	JAM72S20 -470/MR
Rated Max Power(Pmax) [W]	336	340	344	348	352	355
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	46.65	46.90	47.15	47.38	47.61	47.84
Max Power Voltage(Vmp) [V]	38.95	39.19	39.44	39.68	39.90	40.10
Short Circuit Current(Isc) [A]	9.20	9.25	9.29	9.33	9.38	9.42
Max Power Current(Imp) [A]	8.64	8.68	8.72	8.76	8.81	8.86
NOCT	Irradiance 800W/m <sup>2</sup> , ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G					

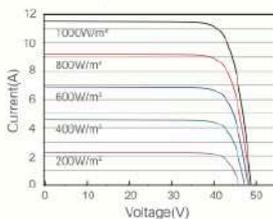
**OPERATING CONDITIONS**

Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Operating Temperature	-40 C ~+85 C
Maximum Series Fuse Rating	20A
Maximum Static Load,Front*	5400Pa(112 lb/ft <sup>2</sup> )
Maximum Static Load,Back*	2400Pa(50 lb/ft <sup>2</sup> )
NOCT	45±2 C
Safety Class	Class II
Fire Performance	UL Type 1

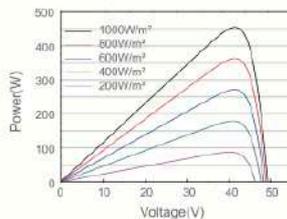
\*For NexTracker installations ,Maximum Static Load, Front is 1800Pa while Maximum Static Load, Back is 1800Pa.

**CHARACTERISTICS**

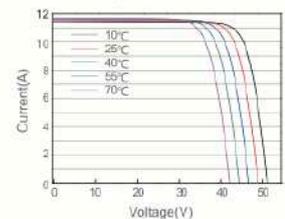
Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Power-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



## REGULADOR 48V 60A PWM MUST SOLAR:

# Solar System



Modelo: PC1500B-60DU

## PC1500B Series PWM - Regulador carga solar

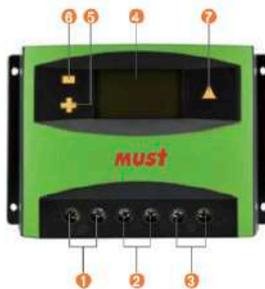
### Características:

- En intensidades 10A 20A 30A 40A 50A 60A.
- Pantalla LCD de fácil lectura.
- Operación sencilla por botones.
- Detección automática de voltaje del sistema.
- Algoritmo carga inteligente PWM.
- Protección ajustable carga-descarga.
- Compensación automática por temperatura.
- Selección de tecnología de batería.
- Protección de corriente inversa de batería.
- Desconexión de batería por bajo voltaje (LVD).
- Protección polaridad invertida en batería.
- Protección por sobre-voltaje.
- Puertos para carga USB en modelos hasta 40A.

### Introducción:

Este regulador solar de carga y descarga inteligente tiene una interfaz sencilla y visual gracias a su pantalla LCD de grandes dimensiones. Muchos parámetros de control se pueden ajustar con gran flexibilidad en función de nuestros requisitos.

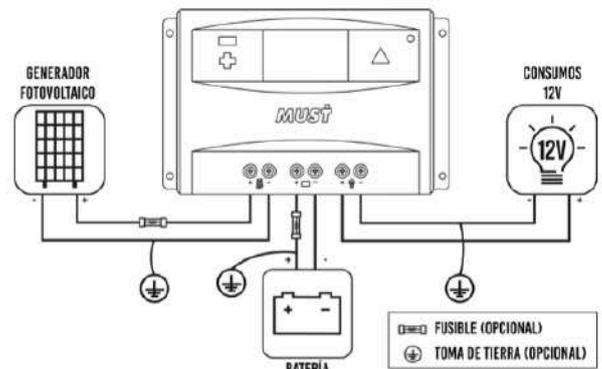
### LCD Información Display



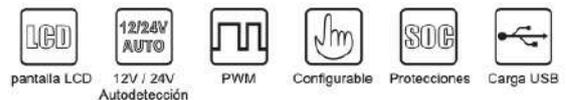
1. Terminal positivo fotovoltaico
- Terminal negativo fotovoltaico
2. Terminal positivo batería
- Terminal negativo batería
3. Terminal carga CC positivo
- Terminal carga CC negativo
4. Pantalla LCD

Nº	Pulsación	Función
5.	Corta	Siguiente visualización; Incremento mientras está en ajustes
	Larga (≥3 s)	Incremento continuo mientras está en ajustes
6.	Corta	Visualización previa; Decremento mientras está en ajustes
	Larga (≥3 s)	Decremento continuo mientras está en ajustes
7.	Corta	Interruptor consumos CC; Entrar configuración / guardar
	Larga (≥3 s)	Entrar/salir menú secundario

### Conexión al sistema solar:



### Funciones:



### Detalles internos



Estabilidad, gran eficiencia, integración



Diseño de circuitería optimizado



SCM Diseño robusto y fiable



Materiales de gran calidad

## PWM Solar Charge Controller

### PC1 500B SERIES Controladores



Modelos: PC1500B-10 y 20A



Voltaje trabajo: 12-24V Auto-detección  
Corriente carga: 10A y 20A  
Puertos USB: 5V, 1A x 2  
Tamaño LCD: 2.2"



Modelos: PC1500B-30 y 40A



Voltaje trabajo: 12-24V Auto-detección  
Corriente carga: 30A y 40A  
Puertos USB: 5V, 1A x 2  
Tamaño LCD: 2.2"



Modelos: PC1500B-50D / 5048D

Voltaje: 12-24V Auto-detección y modelo 48V  
Corriente carga: 50A  
Tamaño LCD: 2.6"



Modelos: PC1500B-60D / 6048D

Voltaje: 12-24V Auto-detección y modelo 48V  
Corriente carga: 60A  
Tamaño LCD: 2.6"

### Aplicación



Sistemas portátiles,  
embarcaciones & recreo



Aislada  
sistema solar casero



Granja solar de generación

Modelo	PC1500B-10-20	PC1500B-30-40	PC1500B-50-60	PC1500B-6048D
Entrada	Voltaje FV		≤50V	
	Intensidad nominal		10A 20A 30A 40A 50A 60A	50A 60A
Salida	Voltaje sistema		12/24V Auto	
	Desconexión por alto voltaje		16.00V x 1/ x 2/ x 3/ x 4 ( 0.5V )	
	Intensidad descarga nominal		10A 20A 30A 40A 50A 60A	50A 60A
	Autoconsumo		≤13mA	
	Caída de tensión circuito carga		≤0.24V	
	Caída de tensión circuito descarga		≤0.10V	
	Modo de carga		PWM 4-etapas carga, absorción, flotación, equalización	
	Voltaje Carga Flotación		13.8V (13V-15V) x 1/ x 2/ x 3/ x 4	
	Voltaje Carga Absorción		14.4V (13V-15V) x 1/ x 2/ x 3/ x 4	
	Voltaje Carga Equalización		14.6V (13V-15.5V) x 1/ x 2/ x 3/ x 4	
Características físicas	Protección Bajo Voltaje		10.7V (10V-14V) x 1/ x 2/ x 3/ x 4	
	Reconexión Bajo Voltaje		12.6V (10V-14V) x 1/ x 2/ x 3/ x 4	
	Salida USB		5V, 1A x2	No tiene
	Sección cableado		≤6mm <sup>2</sup>	≤16mm <sup>2</sup>
	Temperatura trabajo		-20°C-55°C	
	Tamaño (L x W x H)		188 x 95 x 46.5mm	196 x 111 x 54mm
	Peso neto		355g	407g

## INVERSOR VICTRON RS 48V 6000VA SMART:



### Inversor RS 48/6000 Smart

www.victronenergy.com



Inversor RS Smart 48/6000



**Configuración y control con VictronConnect**  
Una conexión integrada Smart Bluetooth permite un rápido seguimiento o ajuste de la configuración del inversor RS.

#### Ligero, eficiente y silencioso

Gracias a su tecnología de alta frecuencia y a su nuevo diseño, este potente inversor solo pesa 11 kg. Además, tiene una eficiencia excelente, bajo consumo de energía en reposo y un funcionamiento muy silencioso.

#### Pantalla y Bluetooth

La pantalla muestra parámetros de la batería y del inversor. Se puede acceder a estos parámetros con un *smartphone* u otro dispositivo con Bluetooth. Además, se puede usar Bluetooth para configurar el sistema y cambiar los parámetros con VictronConnect.

#### Puerto VE.Can y VE.Direct

Permite conectarlo a un dispositivo GX para seguimiento del sistema, registro de datos y actualizaciones de firmware a distancia.

#### Conexiones I/O

Conexiones de relé programable, de sensor de temperatura y de tensión. También puede configurarse la entrada remota para que acepte el smallBMS de Victron.

Inversor RS Smart	48/6000
<b>INVERSOR</b>	
Rango de tensión de entrada CC	38 – 64 V (4)
Salida	Tensión de salida: 230 VCA ± 2 % Frecuencia: 50 Hz ± 0,1 % (1)
Potencia continua de salida a 25 °C	Aumenta linealmente desde 4800 W a 46 V CC hasta 5300 W a 52 V CC
Potencia continua de salida a 40 °C	4500 W
Potencia continua de salida a 65 °C	3000 W
Potencia pico	9 kW durante 3 segundos
Corriente de salida de cortocircuito	50 A
Eficiencia máxima	96,5 % con una carga de 1 kW 94 % con una carga de 5 kW
Consumo en vacío	20 W
<b>GENERAL</b>	
Funcionamiento en paralelo y en trifásico	No
Relé programable (3)	Sí
Protección (2)	a - f
Puertos de comunicación de datos	Puerto VE.Direct y puerto VE.Can
Frecuencia Bluetooth	2402 – 2480 MHz
Potencia Bluetooth	4 dBm
Puerto de entrada analógico/digital de uso general	SI, 2
On/Off remoto	Sí
Rango de temperatura de trabajo	-40 a +65 °C (refrigerado por ventilador)
Humedad (sin condensación)	máx. 95 %
<b>CARCASA</b>	
Material y color	acero, azul RAL 5012
Grado de protección	IP21
Conexión de la batería	Pernos M8
Conexión CA 230 V	Bornes de tornillo de 13 mm <sup>2</sup> (6 AWG)
Peso	11 kg
Dimensiones (al x an x p)	425 x 440 x 125 mm
<b>NORMATIVAS</b>	
Seguridad	EN-IEC 60335-1, EN-IEC 62109-1, EN-IEC 62109-2 EN 55014-1, EN 55014-2
Emisiones, Inmunidad	EN-IEC 61000-3-2, EN-IEC 61000-3-3 IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-3
1) Puede ajustarse a 60 Hz	3) Relé programable que puede configurarse como alarma general, subtensión CC o función de arranque/parada del generador. Capacidad nominal CC: 4 A hasta 35 V CC y 1 A hasta 70 V CC
2) Clave de protección: a) cortocircuito de salida b) sobrecarga c) tensión de la batería demasiado alta d) tensión de la batería demasiado baja h) temperatura demasiado alta f) 230 V CA en la salida del inversor	4) La tensión mínima de arranque es de 41 V. El apagado del inversor puede estar fijado en 32 V CC, pero puede apagarse por baja tensión de salida CA (fijado a la carga). La desconexión por tensión excesiva está fijada en 65,5 V.

# INVERSOR HÍBRIDO

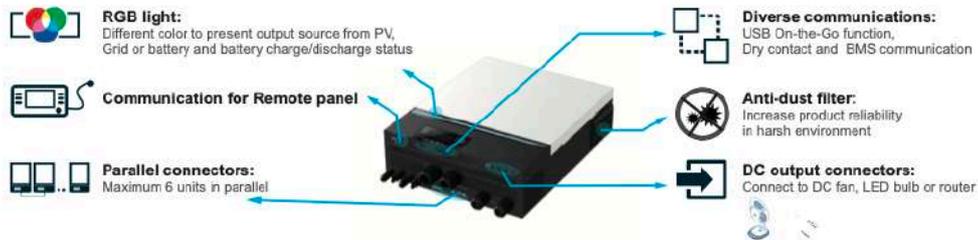
## Off-Grid Inverter

# Axpert MAX Off-Grid Inverter



- Customizable status LED bar with RGB lights
- Built-in wifi for mobile monitoring (Android/iOS Apps are available)
- Supports USB On-the-Go function
- Reserved communication port for BMS (RS485, CAN-BUS or RS232)
- Replaceable fan design for ease of maintenance
- Battery independent design
- Configurable AC/PV output usage timer and prioritization
- Selectable high power charging current
- Selectable input voltage range for home appliances and personal computers
- Compatible to Utility Mains or generator input
- Built-in anti-dust kit
- Optional DC output for DC fan, LED bulb, router and so on
- Parallel operation up to 6 units

OFF-GRID INVERTER



### Axpert MAX Off-Grid Inverter Selection Guide

MODEL	Axpert MAX 8000
Rated Power	8000VA/8000W
PARALLEL CAPABILITY	Yes, up to 6 units
<b>INPUT</b>	
Voltage	230 VAC
Selectable Voltage Range	170-280 VAC (For Personal Computers) 90-280 VAC (For Home Appliances)
Frequency Range	50 Hz/60 Hz (Auto sensing)
<b>OUTPUT</b>	
AC Voltage Regulation (Batt. Mode)	230VAC ± 5%
Surge Power	16000VA
Efficiency (Peak)	90% ~ 93%
Transfer Time	15 ms (For Personal Computers) ; 20 ms (For Home Appliances)
Waveform	Pure sine wave
No Load Power Consumption	< 70W
DC Voltage (Optional)	12 VDC ± 5%, 100W
<b>BATTERY</b>	
Battery Voltage	48 VDC
Floating Charge Voltage	54 VDC
Overcharge Protection	66 VDC
<b>SOLAR CHARGER &amp; AC CHARGER</b>	
Solar Charger Type	MPPT
Maximum PV Array Power	8000W (4000W x 2)
MPPT Range @ Operating Voltage	90 ~ 450 VDC
Maximum PV Array Open Circuit Voltage	500 VDC
Maximum Solar Charge Current	80 A
Maximum AC Charge Current	80 A
Maximum Charge Current	80 A
<b>PHYSICAL</b>	
Dimension, D x W x H (mm)	147.4 x 432.5 x 553.6
Net Weight (kgs)	18.4
Communication Interface	USB/RS232/RS485/Wifi/Dry-contact
<b>OPERATING ENVIRONMENT</b>	
Humidity	5% to 95% Relative Humidity(Non-condensing)
Operating Temperature	-10°C to 50°C
Storage Temperature	-15°C to 60°C
<b>STANDARD</b>	
Compliance Safety	CE

Product specifications are subject to change without further notice.



## BATERÍA ESTACIONARIA 6V 600AH TENSITE OPzS:

# Tensite

## OPzS 6V 600Ah

### OPzS 6V 600Ah Stationary battery

#### TUBULAR FLOODED SERIES BATTERY

The OPzS series is a traditional tubular plate flooded battery which offers 8 years design life according to the standard IEC60896-11. With a new design and technical improvement, it offers maximum efficiency and reliability for the widest variety of applications. This series is highly suited for all standby power application that require the highest levels and security of reliability.



#### APPLICATION

- BTS Stations
- Solar and Wind energy system
- UPS system
- Telecom systems

#### RECOMMENDATIONS

- Check voltage every 3 months
- Avoid exposure to sub-zero temperatures
- Use automatic chargers with constant voltage
- Use the appropriate cable section and length
- Keep connections tight

#### TECHNICAL SPECIFICATIONS

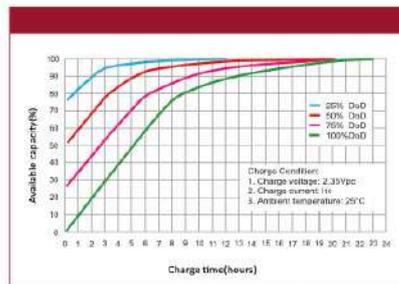
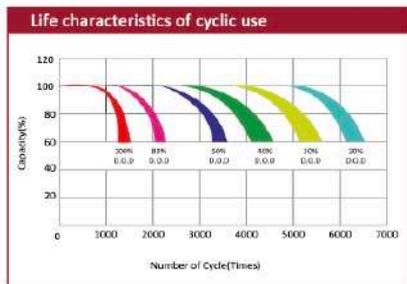
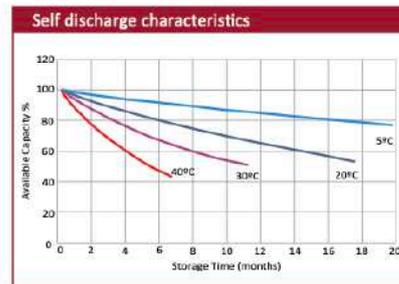
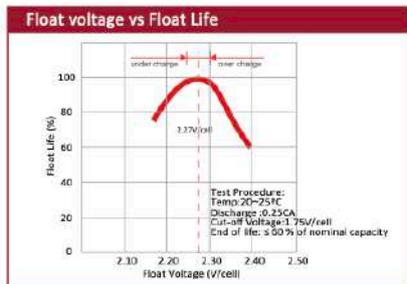
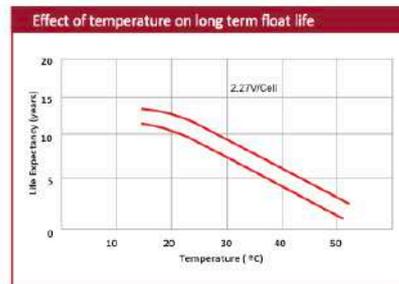
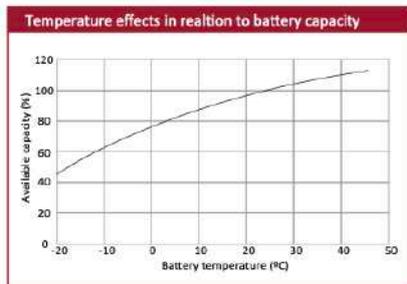
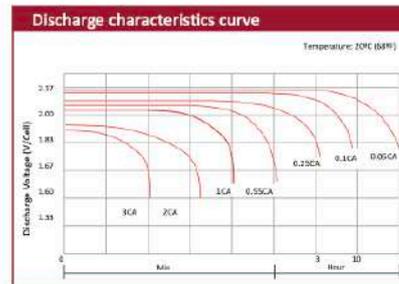
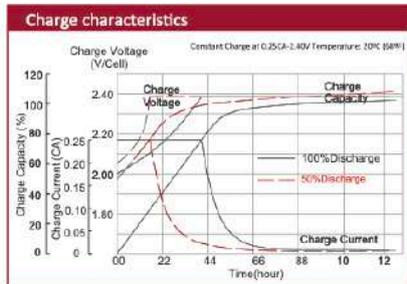
<b>BATTERY MODEL</b>	<b>Nominal voltage</b>	6V
	<b>Rated capacity (15 min rate)</b>	88Wh
	<b>Nominal Capacity (20°C)</b>	600 Ah @ C100 (to 1.75Vpc)
<b>APPROX. WEIGHT</b>	<b>Without electrolyte</b>	<b>With electrolyte</b>
	42.5 kg (93.5 lbs)	59.25 kg (130.35 lbs)
<b>DIMENSIONS</b>	L343mm x W178mm x H426mm	
<b>ELECTROLYTE</b>	Diluted sulphuric acid $\rho$ 1.240 g/cm (20°C)	
	Acid weight: 16.75 Kg	
<b>CHARGING</b>	<b>MAX. DISCHARGE CURRENT</b>	<b>MAX. CHARGING CURRENT</b>
	1500 A (5s)	90 A
<b>INTERNAL RESISTANCE</b>	Approx: 1.85mOhm (fully charged @ 25°C)	
<b>TERMINAL</b>	Female Copper Insert M8 (torque: 10~12N.m)	
<b>SHORT CIRCUIT CURRENT</b>	4300 A	
<b>DESIGN LIFE (20°C)</b>	8 years	
<b>VOLTAGE</b>	<b>FLOAT CHARGE VOLTAGE</b>	<b>EQUALIZE CHARGE VOLTAGE</b>
	6.8V – 6.9V 20°C~25°C	7.2V – 7.4V 20°C~25°C
	Temperature Compensation: -3mV/°C/Cell	Temperature Compensation: -5mV/°C/Cell
<b>OPERATING TEMPERATURE RANGE</b>	<b>DISCHARGE</b>	<b>CHARGE</b>
	-25°C ~ 65°C	-20°C ~ 65°C
<b>SELF DISCHARGE</b>	Approx. 4% per month @ 20°C	
<b>CONTAINER MATERIAL</b>	SAN	

#### BATTERY DISCHARGE TABLE

		CONSTANT CURRENT (A) AND CONSTANT POWER (WPC) DISCHARGE TABLE AT 25 °C									
F.V / TIME		30 min	60 min	90 min	2 hr	3 hr	5 hr	8 hr	10 hr	20 hr	
1.60	A	324.00	198.00	144.91	62.97	44.86	30.61	45.87	37.35	21.32	
	W	645.41	395.01	289.35	126.00	89.75	61.25	91.78	74.74	42.66	
1.67	A	317.08	196.57	143.48	62.66	44.62	30.44	45.48	36.77	20.25	
	W	631.93	392.17	286.55	125.48	89.44	61.02	91.20	73.73	40.61	
1.70	A	314.31	195.13	143.33	62.50	44.51	30.44	45.03	36.31	19.17	
	W	626.44	389.78	286.38	125.21	89.24	61.03	90.33	72.84	39.54	
1.75	A	308.77	192.26	141.47	62.11	44.23	30.28	44.90	36.00	19.40	
	W	615.85	385.00	282.94	124.41	88.73	60.73	90.14	72.27	38.95	
1.80	A	301.85	190.83	140.47	61.72	43.99	30.19	44.52	35.42	18.76	
	W	602.31	382.61	281.63	123.65	88.30	60.59	89.43	71.16	37.69	
1.85	A	293.54	187.86	138.89	61.17	43.60	30.02	43.94	34.84	18.12	
	W	586.15	377.42	279.16	122.60	87.60	60.32	88.35	70.06	36.44	

**Tensite**  
info@tensitebatteries.com  
www.tensitebatteries.com

BATTERY CHARACTERISTICS



**FINAL VOLTAGE SETTINGS RECOMMENDED ACCORDING TO THE DISCHARGE CURRENT**

Discharge Current I (A)	$I \leq 0.08C$	$0.08C \leq I < 0.2C$	$0.2C \leq I < 0.6C$	$0.6C \leq I < 1.0C$	$I \geq 1.0C$
Final of Voltage	$\geq 1.85Vpc$	$\geq 1.80Vpc$	$\geq 1.75Vpc$	$\geq 1.70Vpc$	$\geq 1.60Vpc$

## SOPORTE ELEVADO:

### 18H Soporte poste

**Válido para:**

- Soporte para poste, disposición horizontal.
- Poste incluido
- Anclaje a cimentación.
- Soporte para 1 y 2 módulos.
- Altura poste 3 m.

- Tornillería de anclaje NO incluida

Disponibilidad de tuercas antirrobo.  
Material 100% reciclable.  
Cómoda instalación.

**El kit incluye:**

- Soporte inclinado
- Poste
- Presores laterales
- Presores centrales

Número de paneles

Horizontal: 2 módulos  
Inclinación: Regulable de 0° a 15°

Para módulos de 60 y 72 células (1650/2000x1000) de 33 a 50 mm de espesor.

Viento: 100 km/h

**MATERIALES** Perfiles de aluminio EN AW 6005A T6

**TORNILLERÍA** Pilares de acero galvanizado en caliente  
Tornillería acero inoxidable A2-70

- Comprobar el buen estado del terreno y la capacidad portante del mismo.  
- Se recomienda realizar un estudio geotécnico del terreno.

Para más información consultar

Reservado el derecho a efectuar modificaciones · Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original

## SOPORTES SUELO:

### Soporte inclinado abierto regulable para cubierta plana, vertical

**Válido para:**

- Cubierta plana de hormigón, subestructura.
- Soporte premontado.
- Anclaje a hormigón.
- Regulable de 30° a 50°
- Soporte más robusto lo que permite ir a luces entre triángulos más largos.
- Para módulos de 60 y 72 células (1650/2000x1000) de 33 a 50 mm de espesor.
- Disposición de los módulos en vertical
- Tornillería de anclaje NO incluida

Disponibilidad de tuercas antirrobo.  
Material 100% reciclable.  
Cómoda instalación.

**El kit incluye:**

- Triángulos 14.1
- Perfiles G2
- Uniones UG2
- Presores laterales
- Presores centrales
- Amortiguamientos

Número de paneles

Vertical: de 1 a 6 módulos  
Inclinación: Regulable de 30° a 50°

Para módulos de 60 y 72 células (1650/2000x1000) de 33 a 50 mm de espesor.

Viento: 150 km/h

**MATERIALES** Perfiles de aluminio EN AW 6005A T6

**TORNILLERÍA** Tornillería acero inoxidable A2-70

- Comprobar el buen estado de la cubierta y la capacidad portante de la misma.  
- Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada

Para más información consultar

Reservado el derecho a efectuar modificaciones · Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.

## CALDERA DE PELLETS:

**METLOR**  
puro calor

**CPC18** Caldeira a pellets | Caldera a pellets

### CARACTERÍSTICAS

Potência Nominal   Potencia Nominal	18kW
Rendimento   Rendimiento	>91%
Capacidade da água da caldeira   Capacidad del agua de la caldera	41L
Temperatura máxima da água   Temperatura máxima del agua	90°C
Pressão de Trabalho   Presión de trabajo	0,5 - 2,0bar
Emissão de CO   Emisión de CO	<383ppm
Capacidade do depósito de Pellets   Capacidad depósito Pellets	30Kg
Consumo de Pellets (Min-Max)   Consumo de Pellets (Min-Max)	1-4Kg/h
Saída de Fumos   Salida de Humos	Ø 80mm
Peso   Peso	175Kg
Dimensões   Dimensiones	A960xL581xP608mm
Código EAN   Código EAN	5600863308926

Classificação energética  
Clasificación energética

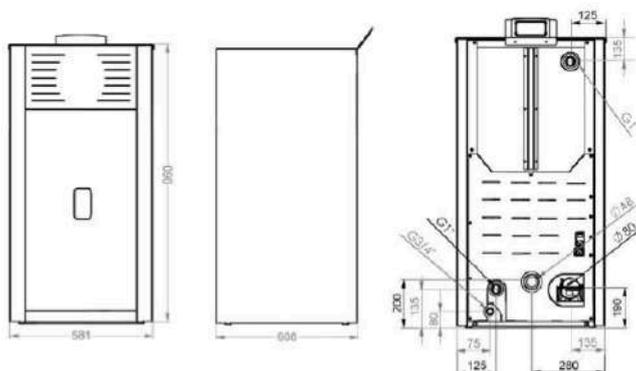
A++



### DESCRIÇÃO | DESCRIPCIÓN

A Caldeira a pellets CPC18 é indicada para aquecimento central e águas sanitárias. Destacam-se por terem um baixo consumo e um rendimento superior a 91%. São constituídas em chapa de aço ao carbono, com uma espessura na câmara de combustão de 5mm. Inclui controlo eletrónico com painel digital e teclado intuitivo, ignição automática, relógio para funcionamento automático, supervisão do equipamento elétrico com mensagens de alarme por código de erro, controlo automático da combustão em função da temperatura ambiente e temperatura desejada.

La Caldera a pellets CPC18 está indicada para funcionar en circuitos de calefacción y ACS. Destaca su bajo consumo y su alto rendimiento superior al 91%. Están construidas en chapa de acero carbono con espesor de 5mm en la cámara de combustión. Incluyen control electrónico con panel digital y teclado muy intuitivos. Encendido automático. Reloj crono para funcionamiento programado. Mensajes de alarma con código de error para supervisión. Control automático de combustión en función de la temperatura ambiente y temperatura deseada.

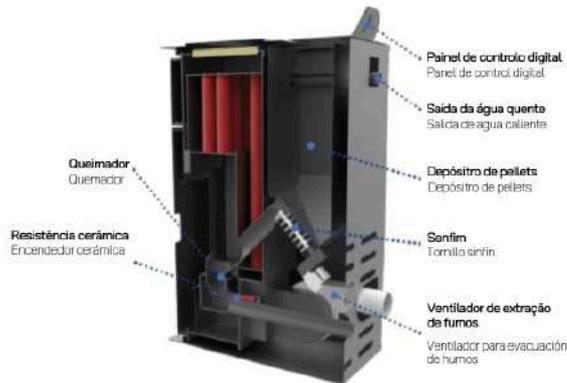


### DIMENSÕES | DIMENSIONES

Medidas do vidro | Medidas de vidrio

135x60mm

## COMPONENTES | COMPONENTES



Inclui controlo electrónico com painel digital e teclado intuitivo, ignição automática, relógio para funcionamento automático, supervisão do equipamento eléctrico com mensagens de alarme por código de erro, controlo automático da combustão em função da temperatura ambiente e temperatura desejada..

Incluye control electrónico con panel digital y teclado intuitivo, encendido automática, reloj para funcionamiento automático, supervisión del equipo eléctrico con mensajes de alarma por código de error, control automático de la combustión en función de la temperatura ambiente y temperatura.

## PARA O INSTALADOR | PARA EL INSTALADOR

A Caldeira deve ser montada em lugar onde tenha acesso a uma tomada elétrica com terra, e a uma chaminé ou parede exterior para a saída dos gases. Assim como uma saída de esgoto, alimentação de água da rede com mínimo 150kPa (1,5bar) de pressão, acesso à ida e retorno da ali-mentação dos emissores. As distâncias mínimas entre o aparelho e entradas de ar ( janelas, Portas ou grelhas de ventilação ) são de 1,2m na horizontal e vertical e entre o aparelho e material combustí-vel são de 1,5m.

La caldera debe ser instalada en lugar donde tenga acceso a conexión eléctrica con toma de tierra, y a una chimenea o pared exterior para la salida de gases. También necesita un desagüe, una toma de agua de red con presión mínima de 150kPa (1,5 bar) y por último deberá tener acceso a la ida y al retorno del circuito de calefacción que alimenta los emisores. Las distancia mínima entre el aparato y entradas de aire (ventanas, puertas o rejillas de ventilación) será de 1,2m en horizontal y vertical. La distancia mínima a materiales combustibles será de 1,5m.



NOTA: Não realizar tarefas para as quais não foi o equipamento concebido.  
NOTA: No realizar tareas para las que no se ha diseñado el equipo.

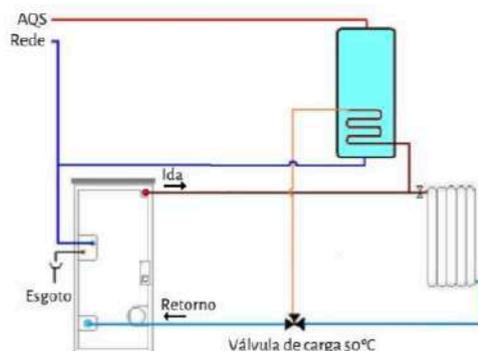


Ler e seguir o manual de instruções e as condições da garantia.  
Leer y seguir el manual de instrucciones y las condiciones de la garantía.

## INSTALAÇÃO (EXEMPLO) | INSTALACIÓN (EJEMPLO)

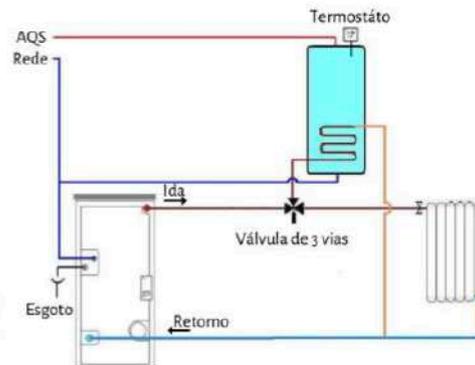
Instalação hidráulica com Acumulador para A.Q.S. e Válvula termostática

Instalación hidráulica con acumulador para A.C.S. y válvula termostática



Instalação hidráulica com Acumulador para A.Q.S. e Válvula de 3 vias elétrica

Instalación hidráulica con acumulador para A.C.S. y válvula de 3 vias motorizada



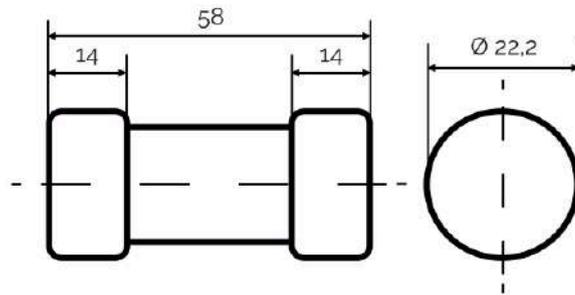
FUSIBLE:

**PARÁMETROS TÉCNICOS**

MODELO	R017	
Imagen		
Tamaño (mm)	22x58	
Peso (g)	55	
Poder de corte nominal	AC 100 kA	
Corriente nominal In (A)	8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125	
Tensión nominal	AC 400V, AC 500V	
Clasificación (A)	8-125	
Según la IEC 269-2, NF C 63 210-63 211-60 200, NBN C 63 269- 2 en-2-1 y IEC 32-4.		
Clase de funcionamiento		
gL/gG para la protección del conductor	aM para protección de motores	aR para protección de semiconductores
08G2258	08M2258	08R2258
10G2258	10M2258	10R2258
12G2258	12M2258	12R2258
16G2258	16M2258	16R2258
20G2258	20M2258	20R2258
25G2258	25M2258	25R2258
32G2258	32M2258	32R2258
40G2258	40M2258	40R2258
50G2258	50M2258	50R2258
63G2258	63M2258	63R2258
80G2258	80M2258	80R2258
100G2258	100M2258	100R2258
125G2258	125M2258	125R2258

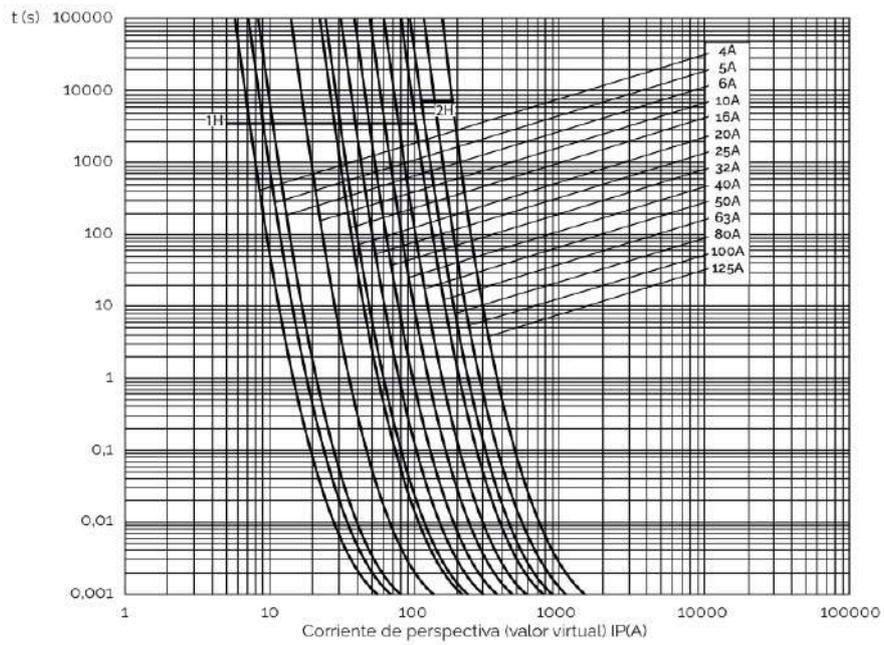
**FUSIBLE SOLAR DC 22x58 R017**

**DIBUJO ACOTADO**



UNIDADES: mm

**CURVA DE CARACTERÍSTICAS**



## MAGNETOTÉRMICO MONOFÁSICO:

# SH202-C16



Miniature Circuit Breaker - SH200 - 2P - C - 16 ampere



### General Information

Extended Product Type	SH202-C16
Product ID	2CDS212001R0164
EAN	4016779631105
Catalog Description	Miniature Circuit Breaker - SH200 - 2P - C - 16 ampere
Long Description	Compact Home SH200 miniature circuit breakers are current limiting. They have two different tripping mechanisms, the delayed thermal tripping mechanism for overload protection and the electromechanic tripping mechanism for short circuit protection. They are available in different characteristics (B,C), configurations (1P,1P+N,2P,3P,3P+N,4P), breaking capacities (up to 6 kA at 230/400 V AC) and rated currents (up to 40 A). All MCBs of the product range SH200 comply with IEC/EN 60898-1, allowing the use for residential applications.

### Ordering

Minimum Order Quantity	1 piece
Customs Tariff Number	85362010

### Popular Downloads

Data Sheet, Technical Information	2CSC400030D0202
Instructions and Manuals	Printed on packaging

### Dimensions

Product Net Width	35 mm
Product Net Depth / Length	69 mm
Product Net Height	85 mm
Product Net Weight	0.25 kg

### Technical

Standards	IEC/EN 60898-1
Number of Poles	2
Tripping Characteristic	C
Rated Current ( $I_n$ )	16 A
Rated Operational Voltage	acc. to IEC 60898-1 400 V AC
Power Loss	5 W at Rated Operating Conditions per Pole 2.5 W

## SH202-C16

2

Rated Insulation Voltage (U <sub>i</sub> )	acc. to IEC/EN 60664-1 440 V
Operational Voltage	Maximum (Incl. Tolerance) 440 V AC Maximum 440 V AC Minimum 12 V AC
Rated Frequency (f)	50 Hz 60 Hz
Rated Short-Circuit Capacity (I <sub>cn</sub> )	(400 V AC) 6 kA
Energy Limiting Class	3
Overvoltage Category	III
Pollution Degree	2
Rated Impulse Withstand Voltage (U <sub>imp</sub> )	4 kV (6.2 kV @ sea level) (5.0 kV @ 2000 m)
Dielectric Test Voltage	50 / 60 Hz, 1 min: 2 kV
Housing Material	Insulation Group II, RAL 7035
Actuator Type	Toggle
Contact Position Indication	ON / OFF
Degree of Protection	IP20
Remarks	IP40 in enclosure with cover
Electrical Endurance	20000 AC cycle 20000 cycle
Terminal Type	Screw Terminals
Screw Terminal Type	Cage Terminal
Connecting Capacity	Conductor 25 / 25 mm <sup>2</sup> Flexible with Ferrule 0.75 ... 16 mm <sup>2</sup> Flexible 0.75 ... 16 mm <sup>2</sup> Rigid 0.75 ... 25 mm <sup>2</sup> Stranded 0.75 ... 25 mm <sup>2</sup>
Tightening Torque	2 N m
Recommended Screw Driver	Pozidriv 2
Mounting on DIN Rail	TH35-7.5 (35 x 7.5 mm Mounting Rail) acc. to IEC 60715 TH35-15 (35 x 15 mm Mounting Rail) acc. to IEC 60715
Mounting Position	Any

### Environmental

Ambient Air Temperature	Operation -25 ... +55 °C Storage -40 ... +70 °C
Resistance to Shock acc. to IEC 60068-2-27	25g / 2 shocks / 13 ms
Resistance to Vibrations acc. to IEC 60068-2-6	5g, 20 cycles at 5 ... 150 ... 5 Hz with load 0.8 In
Environmental Conditions	28 cycles with 55 °C / 90-96 % and 25 °C / 95-100 %
RoHS Status	Following EU Directive 2002/95/EC August 18, 2005 and amendment

### Certificates and Declarations (Document Number)

Declaration of Conformity - CE	9AKK107046A5460
Environmental Information	2CDK400030D0201
Instructions and Manuals	Printed on packaging
RoHS Information	2CDK400030D0201

SH202-C16

3

Container Information

Package Level 1 Units	5 piece
Package Level 1 Width	92 mm
Package Level 1 Depth / Length	183 mm
Package Level 1 Height	80 mm
Package Level 1 Gross Weight	1.3 kg
Package Level 2 EAN	4016779991124

Classifications

Object Classification Code	F
ETIM 4	EC000042 - Miniature circuit breaker (MCB)
ETIM 5	EC000042 - Miniature circuit breaker (MCB)
ETIM 6	EC000042 - Miniature circuit breaker (MCB)
ETIM 7	EC000042 - Miniature circuit breaker (MCB)
eClass	7.0 27141901
UNSPSC	39121614

Categories

Low Voltage Products and Systems → Modular DIN Rail Products → Miniature Circuit Breakers MCBs



## MAGNETOTÉRMICO TRIFÁSICO:



**Ref.409229**

### INTERRUPTORES MAGNETOTERMICOS DX3 10/16kA

MAGNET DX3 10/16kA C 2P 100A

PVR (Sin IVA)

**336,65 €**

**Vigencia de la tarifa 25/07/2022**

Magnetotérmico DX<sup>3</sup> 10000/16kA - 2P - 230/400 V~ - 100 A - curva C

#### Características del producto

Bipolares 230/400 V~ - Curva C - Poder de corte en 230 V~: 32 kA según UNE EN 60947-2 - Intensidad nominal: 100 A - Número de módulos: 3

#### Características generales

MCB DX<sup>3</sup> 1000A/16kA - interruptores automáticos magnetotérmicos -curva C - protección de las salidas - Cumplen la norma UNE EN 60898-1 - Poder de corte: - 10000A - UNE EN 60898-1 - 400 V~ (230 V~ para Uni + Neutro) - 16 kA - UNE EN 60947-2 - 400 V~ (230 V~ para Uni + Neutro) - Admiten los auxiliares y los mandos motorizados - Conexión: entrada superior y salida inferior por bornas con tornillos - Los automáticos 2P/3P y 4P se asocian a los bloques diferenciales adaptables

#### Descarga documentación

- Soluciones Residencial - Catálogo General Legrand Group 90 MB
- Soluciones Protección - Catálogo General Legrand Group 90 MB
- Soluciones Terciario - Catálogo General Legrand Group 90 MB
- Tarifa General Legrand Group - PDF 1,46 MB
- Tarifa General Legrand Group - XLS 1 MB
- Catálogo Bienvenido a la Nueva Potencia<sup>3</sup> 63,90 MB
- Catálogo Protección DX<sup>3</sup> / TX<sup>3</sup> 8,30 MB
- Información técnica PROTECCION DX3 INDUSTRIAL MB
- Páginas de catálogo PROTECCION DX3 INDUSTRIAL MB
- Páginas de catálogo PROTECCION DX3 INDUSTRIAL MB
- Tablas de selección PROTECCION DX3 INDUSTRIAL MB

## ANEXO III: INFORME DEL CERTIFICADO ENERGÉTICO

### CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

#### IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Muelle Ereaga 6		
Dirección	Muelle Ereaga Kaia, 6		
Municipio	Getxo	Código Postal	48992
Provincia	Vizcaya	Comunidad Autónoma	País Vasco
Zona climática	C1	Año construcción	2019
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE 2013		
Referencia/s catastral/es	04410240500601001		

#### 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"> <li><input type="radio"/> Unifamiliar</li> <li><input checked="" type="radio"/> Bloque                         <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="radio"/> Bloque completo</li> <li><input type="radio"/> Vivienda individual</li> </ul> </li> </ul>	<input type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Edificio completo</li> <li><input type="radio"/> Local</li> </ul>

#### DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Diego Medina González	NIF(NIE)	n/a
Razón social	n/a	NIF	n/a
Domicilio	n/a		
Municipio	n/a	Código Postal	n/a
Provincia	Madrid	Comunidad Autónoma	Comunidad de Madrid
e-mail:	201803112@alu.comillas.edu	Teléfono	n/a
Titulación habilitante según normativa vigente	n/a		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

#### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



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: 16/07/2022



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:

## 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 <sup>2</sup> ]	1122.58
<b>Imagen del edificio</b>	<b>Plano de situación</b>
	

### 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención
Cubiertas	Cubierta	502.91	0.70	Conocidas
Muro con terreno	Fachada	151.965	0.29	Por defecto
Muro de fachada norte	Fachada	320.62	0.70	Conocidas
Muro de fachada oeste	Fachada	190.55	0.70	Conocidas
Muro de fachada sur	Fachada	280.86	0.70	Conocidas
Muro de fachada este	Fachada	64.3	0.70	Conocidas
Partición vertical	Partición Interior	372.12	0.73	Por defecto

#### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Hueco N	Hueco	27.2	3.44	0.62	Estimado	Estimado
Hueco O	Hueco	88.3	3.44	0.62	Estimado	Estimado
Hueco S	Hueco	66.3	3.44	0.62	Estimado	Estimado
Hueco E	Hueco	8.3	3.44	0.62	Estimado	Estimado

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	24.0	77.2	Gas Natural	Estimado
<b>TOTALES</b>	Calefacción				

#### Generadores de refrigeración

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

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)</b>	957.6
---	-------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	24.0	77.2	Gas Natural	Estimado
<b>TOTALES</b>	ACS				

## CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

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

### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

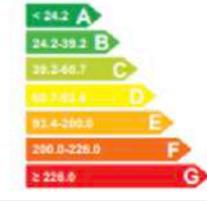
INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES				
	<b>19.0 D</b>	CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Emisiones calefacción</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	D	<i>Emisiones ACS</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	F
		13.13		5.52	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		<i>Emisiones refrigeración</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	-	<i>Emisiones iluminación</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	-
		0.32		-	
<i>Emisiones globales</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]					

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 <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año	kgCO <sub>2</sub> /año
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por consumo eléctrico</i>	0.32	359.24
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por otros combustibles</i>	18.64	20929.69

### 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				
	<b>89.9 D</b>	CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Energía primaria calefacción</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]	D	<i>Energía primaria ACS</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]	G
		61.99		26.05	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		<i>Energía primaria refrigeración</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]	-	<i>Energía primaria iluminación</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]	-
		1.89		-	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]					

### 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
	
<b>40.2 D</b>	No calificable
<i>Demanda de calefacción</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]	<i>Demanda de refrigeración</i> [kWh/m <sup>2</sup> 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

## RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

### CALEFACCIÓN

#### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m <sup>2</sup> año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	
	<div style="font-size: 2em; font-weight: bold; color: green;">38.2 B</div>		<div style="font-size: 2em; font-weight: bold; color: green;">8.0 B</div>

#### CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m <sup>2</sup> año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m <sup>2</sup> año]
	<div style="font-size: 2em; font-weight: bold; color: yellow;">40.2 D</div>
	No calificable

### 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 <sup>2</sup> año]	44.19	15.2%	0.97	0.0%	27.35	-24.9%	-	-%	72.51	3.3%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> año]	3.76	A 93.9%	1.89	- 0.0%	32.54	G -24.9%	-	-%	38.19	B 57.5%
Emisiones de CO <sub>2</sub> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	0.80	A 93.9%	0.32	- 0.0%	6.89	G -24.9%	-	-%	8.01	B 57.6%
Demanda [kWh/m <sup>2</sup> año]	40.22	D 0.0%	1.93	- 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)**

CALDERA DE PELLETS (BIOMASA)

**Coste estimado de la medida**

-

**Otros datos de interés**

## ANEXO IV: INFORME DE LA MEDIDA DE MEJORA

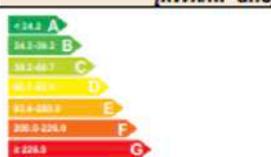
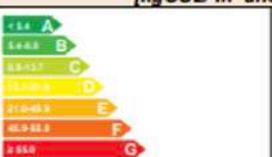
	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		Ref. Catastral	04410240500601001	Versión informe asociado	16/07/2022
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	16/07/2022

### Informe descriptivo de la medida de mejora

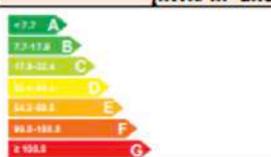
<b>DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA</b>
CALEFACCIÓN

<b>DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA</b>
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos ) CALDERA DE PELLETS (BIOMASA)
Coste estimado de la medida -
Otros datos de interés

#### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m <sup>2</sup> año]	EMISIONES DE DÍOXIDO DE CARBONO [kgCO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> año]
 38.19 B	 8.01 B

#### CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m <sup>2</sup> año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m <sup>2</sup> año]
 40.22 D	No calificable

	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		Ref. Catastral	04410240500601001	Versión Informe asociado	16/07/2022
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	16/07/2022

### 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 <sup>2</sup> año]	44.19	15.2%	0.97	0.0%	27.35	-24.9%	-	-%	72.51	3.3%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> año]	3.76	A 93.9%	1.89	- 0.0%	32.54	G -24.9%	-	-%	38.19	B 57.5%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m <sup>2</sup> año]	0.80	A 93.9%	0.32	- 0.0%	6.89	G -24.9%	-	-%	8.01	B 57.8%
Demanda [kWh/m <sup>2</sup> año]	40.22	D 0.0%	1.93	- 0.0%						

### ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia actual [W/m <sup>2</sup> K]	Superficie post mejora [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia post mejora [W/m <sup>2</sup> K]
Cubiertas	Cubierta	502.91	0.70	502.91	0.70
Muro con terreno	Fachada	151.97	0.29	151.97	0.29
Muro de fachada norte	Fachada	320.62	0.70	320.62	0.70
Muro de fachada oeste	Fachada	190.55	0.70	190.55	0.70
Muro de fachada sur	Fachada	280.86	0.70	280.86	0.70
Muro de fachada este	Fachada	64.30	0.70	64.30	0.70
Partición vertical	Partición Interior	372.12	0.73	372.12	0.73

#### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia actual del hueco [W/m <sup>2</sup> K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m <sup>2</sup> K]	Superficie post mejora [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia post mejora [W/m <sup>2</sup> K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m <sup>2</sup> K]
Hueco N	Hueco	27.20	3.44	3.30	27.20	3.44	3.30
Hueco O	Hueco	88.30	3.44	3.30	88.30	3.44	3.30
Hueco S	Hueco	66.30	3.44	3.30	66.30	3.44	3.30
Hueco E	Hueco	8.30	3.44	3.30	8.30	3.44	3.30

	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		Ref. Catastral	04410240500601001	Versión informe asociado	16/07/2022
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	16/07/2022

### INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/año]		[kW]	[%]	[kWh/año]	[kWh/año]
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	24.0	77.2%	-	-	-	-	-	-
Sólo calefacción	-	-	-	-	Equipo de Rendimiento Constante	-	91.0%	-	-
<b>TOTALES</b>									

#### Generadores de refrigeración

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

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/año]		[kW]	[%]	[kWh/año]	[kWh/año]
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	24.0	77.2%	-	-	-	-	-	-
Equipo ACS	-	-	-	-	Caldera Estándar	24.0	61.8%	-	-
<b>TOTALES</b>		-		-		-		-	-