



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Instalación fotovoltaica aislada de 35 kW para urbanización  
de 8 viviendas

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Eléctrica

AUTOR/A: Haba Peris, Eduardo

Tutor/a: García Martínez, Miguel

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022





## MEMORIA

<b>1. OBJETO</b> .....	4
<b>2. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO</b> .....	5
<b>2.1 Normativa vigente:</b> .....	5
<b>3. EMPLAZAMIENTO Y CLIMATOLOGÍA</b> .....	7
<b>3.1 Emplazamiento:</b> .....	7
<b>3.2 Climatología:</b> .....	8
<b>4. PLANTAMIENTO DE SOLUCIONES ALTERNATIVAS:</b> .....	11
<b>4.1 Soluciones alternativas:</b> .....	11
<b>4.2 Solución adoptada:</b> .....	17
<b>5. ESTUDIO DE CONSUMOS DE LA INSTALACIÓN</b> .....	18
<b>6. ESTUDIO DE LAS IRRADIANCIAS:</b> .....	22
<b>6.1 Inclinación óptima:</b> .....	22
<b>7. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA:</b> .....	24
<b>7.1 Paneles fotovoltaicos:</b> .....	24
7.1.A Selección de paneles fotovoltaicos:.....	24
7.1.B Cálculos de los paneles fotovoltaicos: .....	25
<b>7.2 Inversores:</b> .....	29
<b>7.3 Reguladores:</b> .....	32
<b>7.4 Baterías</b> .....	36
7.4.A Selección del equipo de baterías:.....	36
7.4.B Cálculos de las baterías:.....	39
<b>7.5 Grupo electrógeno:</b> .....	44
7.5.A Selección del grupo electrógeno:.....	44
<b>7.6 Estructuras y soportes:</b> .....	47
7.6.A Soportes de los paneles fotovoltaicos: .....	47
7.6.B Distribución de los paneles fotovoltaicos: .....	48
<b>7.7 Edificio prefabricado:</b> .....	51
<b>7.8 Cajas de conexionado o stringbox:</b> .....	52
<b>7.9 Cableado:</b> .....	52
7.9.A Cableado en continua:.....	52
7.9.B Cableado en alterna:.....	62
<b>7.10 Protecciones:</b> .....	68
<b>7.11 Toma a tierra:</b> .....	70
<b>8. COSTES ENERGÉTICOS A LARGO PLAZO:</b> .....	73

<b>8.1 Coste energético en 25 años:</b> .....	73
<b>8.2 Coste energético en 45 años:</b> .....	74

## PLIEGO DE CONDICIONES

<b>1.1 Definición y alcance:</b> .....	76
<b>1.2 Componentes y materiales del diseño de la instalación:</b> .....	76
1.2.A Módulos fotovoltaicos: .....	77
1.2.B Estructuras de soporte : .....	77
1.2.C Inversores-cargadores : .....	78
1.2.D Reguladores de carga:.....	78
1.2.E Equipo de baterías OPZS:.....	79
1.2.F Grupo electrógeno: .....	79
1.2.G Cableado: .....	80
1.2.H Protecciones:.....	80
1.2.J Puesta a tierra:.....	81
<b>1.3 Montaje y conexionado de la instalación fotovoltaica:</b> .....	81
1.3A Montaje de los soportes: .....	81
1.3B Montaje de los módulos fotovoltaicos: .....	82
1.3C Montaje del equipo de baterías: .....	82
1.3D Conexión y puesta a tierra: .....	82
1.3E Montaje del resto de componentes:.....	83
<b>1.4 Recepción y pruebas:</b> .....	83
<b>1.5 Contrato de mantenimiento de la instalación:</b> .....	84
1.5A Generalidades:.....	84
1.5B Programa de mantenimiento: .....	84
<b>1.6 Garantías:</b> .....	85
1.6A Ámbito general de la garantía: .....	85
1.6B Plazos de garantía:.....	85
1.6C Condiciones económicas:.....	85
1.6D Anulación de la garantía: .....	86
1.6E Lugar y tiempo de la prestación: .....	86

PRESUPUESTOS: .....	87
---------------------	----

PLANOS.....	92
-------------	----

## ANEXOS:

Anexo: Cálculos.....	94
Anexo: Fichas técnicas .....	125

# MEMORIA

## **1. OBJETO**

El objeto de este Trabajo de Fin de Grado es el de realizar el diseño y el dimensionado de una instalación fotovoltaica aislada para un grupo de ocho viviendas, siendo la mitad de ellas de tres habitaciones y el resto de cuatro, con una zona común. La instalación estará ubicada en la localidad de San Antonio de Benagéber, en la Urbanización Montesano.

Para el diseño de esta instalación en primer lugar se ha realizado el pertinente estudio energético donde se han calculado el consumo estimado para el conjunto de viviendas, a su vez se ha obtenido el estudio de la radiación solar de la ubicación donde se situarán los módulos solares. Posteriormente se han calculado los diferentes equipos necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación.

La instalación contará con 110 paneles LONGi LR5 72HPH 545Wp -de 545 W pico cada uno- que proporcionan una potencia de aproximadamente 60 kW, siendo esta utilizada para abastecer el consumo de las viviendas y para la recarga del grupo de baterías.

A parte de los módulos solares también contaremos con tres inversores-cargadores Victron Quattro de 15kW, con siete reguladores Victron SmartSolar MPPT RS 450 100, un equipo de 72 baterías con 3 días de autonomía y como vía secundaria de energía se contará con un grupo electrógeno Pramac GSW 65 P. El resto de la instalación lo conformarán el cableado, equipo de protecciones, toma a tierra y diferentes soportes y estructuras necesarias para el correcto funcionamiento

Finalmente se han realizado los cálculos económicos de la instalación a largo plazo, 25 y 45 años, el correspondiente pliego de condiciones y el presupuesto de la instalación donde se muestran de forma desgranada todos los gastos producidos en el desarrollo de la instalación fotovoltaica.

## **2. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO**

La finalidad del proyecto es el de poner en práctica los conocimientos obtenidos durante la carrera en un caso real.

En los últimos años se ha incrementado el uso de este tipo de energías alternativas para viviendas o incluso en empresas, así pues se ha querido demostrar que puede ser una buena opción el utilizar la energía fotovoltaica más si cabe si se dispone de un espacio sobrante cerca de la localización del grupo de viviendas donde ubicar los módulos fotovoltaicos.

Pero para que nuestro proyecto funcione correctamente este debe ser evidentemente económicamente viable y debe proporcionar la energía eléctrica de forma más económica que la tradicional pese al gasto inicial.

De todos modos cabe destacar que los equipos utilizados dotarán de la tecnología mas avanzada ya que con ello se obtendrá una mayor eficiencia y se conseguirá un mejor rendimiento de la instalación que ayudará pues a la economía de la instalación fotovoltaica.

### **2.1 Normativa vigente:**

A continuación se adjunta la legislación que afecta a nuestra instalación fotovoltaica:

UNE-EN 50380:2018 Requisitos de marcado y de documentación para los módulos fotovoltaicos.

UNE-EN 60904-1:2007 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 1: Medida de la característica corriente-tensión de dispositivos fotovoltaicos. (IEC 60904-1:2006)

UNE-EN 61215-1-1:2016 Módulos fotovoltaicos (FV) para uso terrestre.

Cualificación del diseño y homologación. Parte 1-1: Requisitos especiales de ensayo para los módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino

UNE-EN 61215-1:2017 Módulos fotovoltaicos (FV) para uso terrestre.

Cualificación del diseño y homologación

UNE-EN 61215-2:2017 Módulos fotovoltaicos (FV) para uso terrestre.

Cualificación del diseño y homologación. Parte 2: Procedimientos de ensayo.

UNE-EN IEC 61730-1:2019 Cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV). Parte 1: Requisitos de construcción.

UNE-EN IEC 61730-2:2019 Cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV). Parte 2: Requisitos para ensayos.

UNE-EN 61277:2000 Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.

UNE-EN 61427-1:2013 Acumuladores y baterías de acumuladores para el almacenamiento de energía renovable. Requisitos generales y métodos de ensayo. Parte 1: Aplicaciones fotovoltaicas independientes de la red.

Real Decreto 842/2002 donde se aprueba el REBT tratando la ITC-BT40 junto con ITC-BT-04 para sistemas fotovoltaicos.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y sus modificaciones.

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras construcción.

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

### 3. EMPLAZAMIENTO Y CLIMATOLOGÍA

#### 3.1 Emplazamiento:

Para la construcción de la urbanización formada por ocho viviendas y zonas comunes y la instalación fotovoltaica que la alimentará se ha escogido un solar de dimensiones considerables en la urbanización de Montesano en la localidad de San Antonio de Benagéber. El conjunto de viviendas reside en un complejo donde se encuentran en su mayoría chalets o adosados de gama media y alta. Las viviendas más cercanas a las del proyecto son de nueva construcción y también se encuentran muchas parcelas sin edificar, jardines y a una cierta distancia se encuentra un pequeño centro comercial. Las coordenadas del emplazamiento son las siguientes: 39°34'29.8"N 0°30'51.7"W.



Imagen 1: Emplazamiento del proyecto

Como se puede observar el solar tiene una gran superficie, aproximadamente y considerándolo un trapecio se obtienen 16750 m<sup>2</sup> y un perímetro de 540 m. Así pues como se puede ver a simple vista habrá espacio sobrante y no se ocupará todo el solar siendo posible alquilar el resto de espacio en caso de que otros edificios adyacentes quisieran realizar una instalación fotovoltaica y necesitaran espacio para la instalación de los paneles solares. Para mayor precisión y para conocer mejor la ubicación se adjuntarán planos de la localización del emplazamiento utilizando un visor cartográfico en el apartado dedicado a los *Planos*.

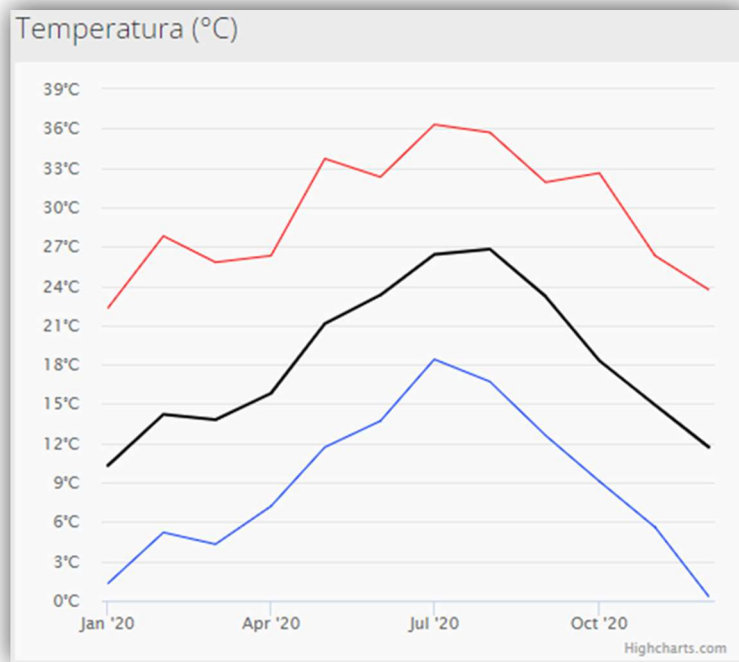
### 3.2 Climatología:

Es importante conocer la climatología del emplazamiento en el cual se va a realizar la instalación fotovoltaica. El primer análisis corresponde a la temperatura media anual, tal y como se puede observar en la tabla y grafica posterior se observa como los valores no son drásticos y así pues el funcionamiento de los paneles solares y del resto de la instalación no se verá afectado en este aspecto.

Los datos comentados en esta sección de climatología han sido obtenidos de dos fuentes. A partir de la web *Avamet* que se encarga de la estación meteorológica ubicada en el núcleo urbano de la población, y de la web *Weather Spank* que realiza estudios climáticos de la mayoría de poblaciones a nivel internacional.

Data	Temperatura (°C)								
	Mín			Mit			Màx		
	Mín	Mit	Màx	Mín	Mit	Màx	Mín	Mit	Màx
gen	1,3	5,8	14,2	7,5	10,3	17,0	9,8	16,2	22,3
feb	5,2	8,6	13,3	10,6	14,2	19,2	13,2	21,6	27,8
mar	4,3	9,5	16,7	8,2	13,8	20,0	10,9	18,6	25,8
abr	7,2	11,8	17,6	12,8	15,8	21,2	15,7	20,8	26,3
mai	11,7	15,6	20,2	16,0	21,1	25,4	19,3	26,8	33,7
jun	13,7	17,9	20,6	18,1	23,3	25,9	22,7	28,8	32,3
jul	18,4	21,3	23,9	24,4	26,4	29,6	27,3	31,4	36,3
ago	16,7	21,6	25,2	21,6	26,8	29,0	27,6	32,3	35,7
set	12,6	18,2	21,4	18,6	23,2	25,4	25,2	28,9	31,9
oct	9,1	13,2	17,8	14,8	18,3	23,4	20,3	24,6	32,6
nov	5,6	10,8	14,9	11,0	14,9	18,4	16,3	20,4	26,3
des	0,3	6,9	11,8	8,4	11,7	17,7	12,6	17,3	23,7

Tabla 1: Temperaturas mensuales de la población



Gráfica 1: Representación de las temperaturas durante el año 2020

Los fabricantes de los elementos electrónicos que conforman la instalación dictan que sus dispositivos deben estar fabricados para que trabajen con los valores nominales a una temperatura de 25 grados, en nuestro caso como se observa en la tabla 1 la temperatura media en los meses de verano supera ligeramente este valor aunque no es necesario utilizar un coeficiente de sobredimensionamiento ya que tampoco es tan crítica. Además la instalación ya está directamente sobredimensionada.

También se ha estudiado la cantidad de días con cielo mayormente despejado y las horas de Sol medias según el mes. Como cabría esperar son valores óptimos para una instalación fotovoltaica, también adjunto información relativa a la probabilidad de precipitaciones de cada mes.

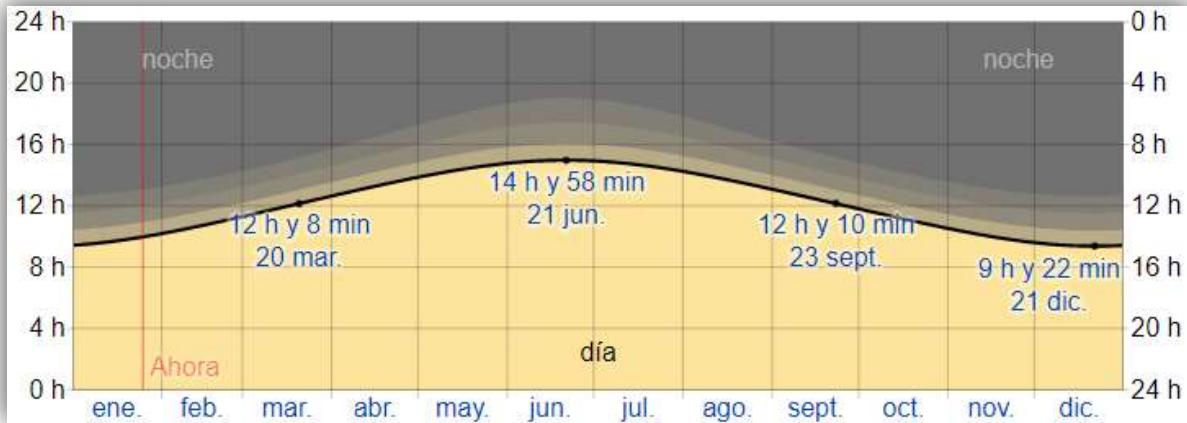




Gráfica 2: Probabilidad del estado del cielo calculada de los últimos ocho años



Gráfica 3: Porcentaje de precipitaciones calculado de los últimos ocho años



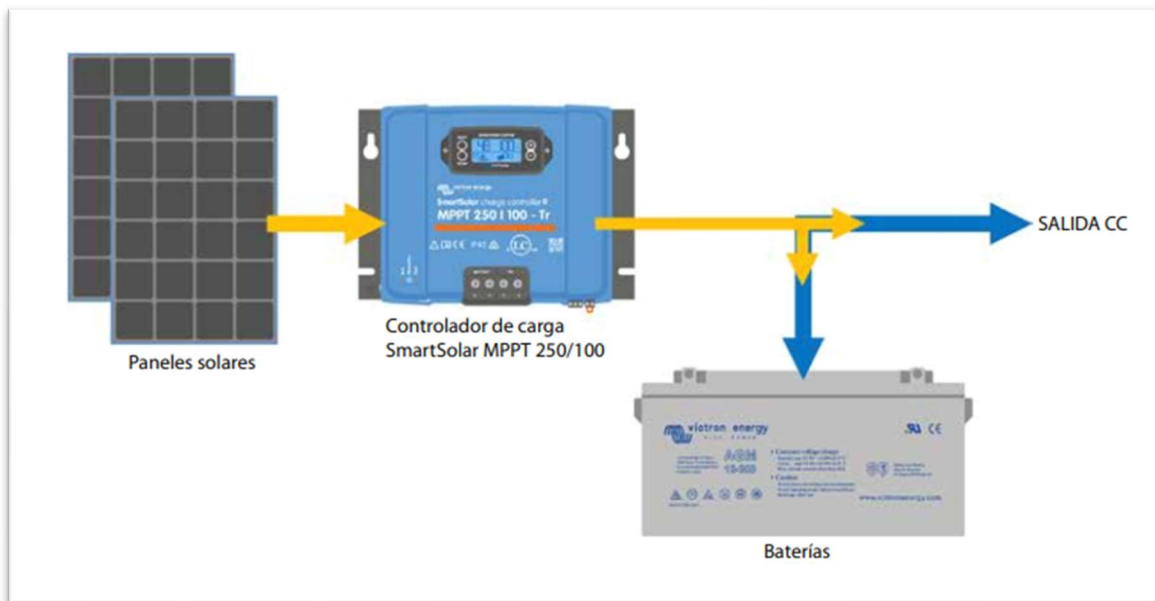
Gráfica 4: Horas de Sol diarias calculadas de los últimos ocho años

## 4. PLANTAMIENTO DE SOLUCIONES ALTERNATIVAS:

Antes de escoger los equipos de la instalación fotovoltaica debemos realizar un estudio de diversas conexiones, analizando los pros y contras de cada método. A continuación se describen las principales opciones que he estudiado para el trabajo y en el punto 4.2 se describe la solución que finalmente ha sido escogida. Los diferentes esquemas de la instalación que se adjuntan a continuación han sido extraídos de catálogos de la marca *Victron Energy*, aunque como es evidente funcionaría igual para cualquier otra marca de componentes electrónicos.

### 4.1 Soluciones alternativas:

- ❖ Sistema de corriente continua



*Imagen 2: Esquema del sistema de corriente continua*

La primera opción es la más básica y sencilla de todas, tan solo cuenta de los paneles solares, de un controlador acoplado a los paneles y un equipo de baterías. Este sistema únicamente produce energía continua; así pues directamente queda descartada ya que para la mayoría de receptores de un hogar se precisa de corriente alterna.

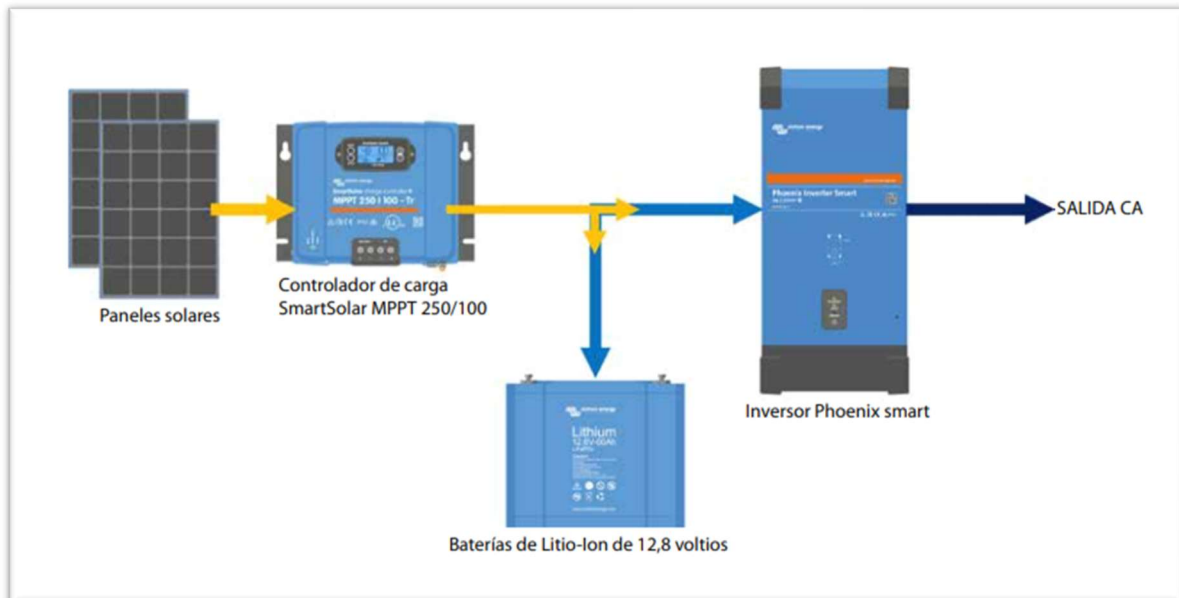
✓ **VENTAJAS:**

- Sistema muy sencillo y de fácil instalación.
- No precisa de inversor ya que no se necesita de alterna.

**X INCONVENIENTES:**

- Al producir solo continua no sería útil para un conjunto de viviendas.
- Se necesitará un gran número de baterías ya que en caso de avería de los paneles o cielo muy cubierto no habrá fuente sustituta a la solar.

### ❖ Sistema de corriente alterna:



*Imagen 3: Esquema del sistema de corriente alterna*

En este segundo caso se le añade un inversor al método anterior, con el conseguimos que la salida sea en alterna, siendo así una opción ya válida para su uso en viviendas.

### ✓ VENTAJAS:

- Sistema sencillo y económico

### X INCONVENIENTES:

- Se necesitarán un gran número de baterías y encarecerá la instalación ya que ante avería del sistema fotovoltaico o varios días continuos de cielos cubiertos, no habrá otra vía de obtener energía.

#### ❖ Sistema AC con conexión a red:

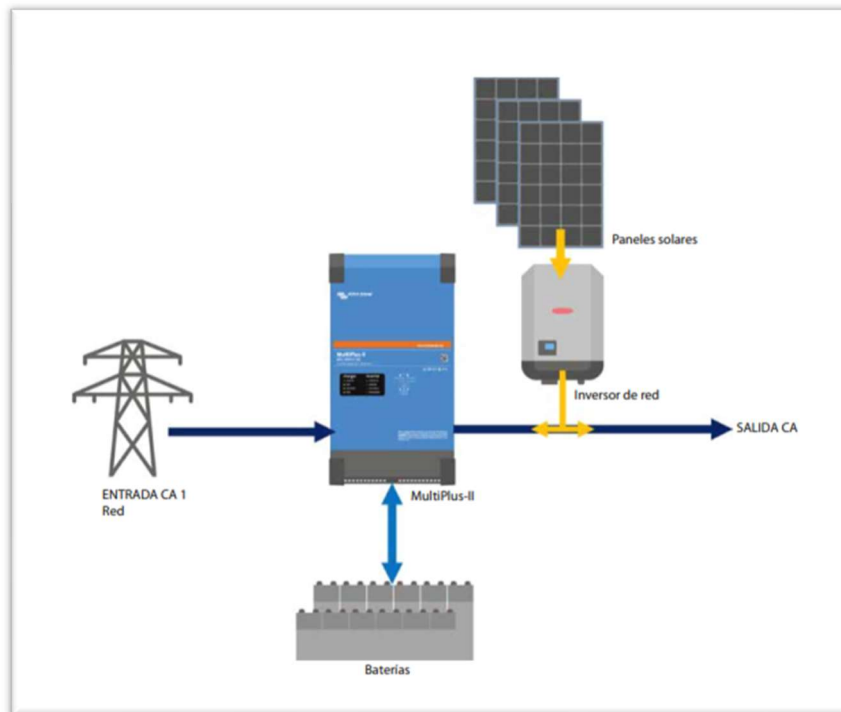


Imagen 4: Esquema del sistema de corriente alterna con conexión a red

Para este tercer supuesto se añade una entrada conectada a red, así pues no se dependerá solamente de la energía almacenada en las baterías ni de la generada por los paneles solares. El equipo MultiPlus II funciona como inversor y como controlador. Los paneles solares tienen asociado un inversor de red por lo tanto se conecta al Multiplus II y a la salida en alterna directamente.

#### ✓ VENTAJAS:

- Ante fallos en la instalación fotovoltaica o cielos cubiertos durante tiempos prolongados tenemos una segunda vía, la red eléctrica
- No serán necesarias tantas baterías.

#### X INCONVENIENTES:

- El coste de la conexión a red, ya que no sería una instalación aislada.
- La instalación de los paneles fotovoltaicos en la red en alterna precisa de un inversor de red.

❖ Sistema AC con conexión a red y equipo de generación:

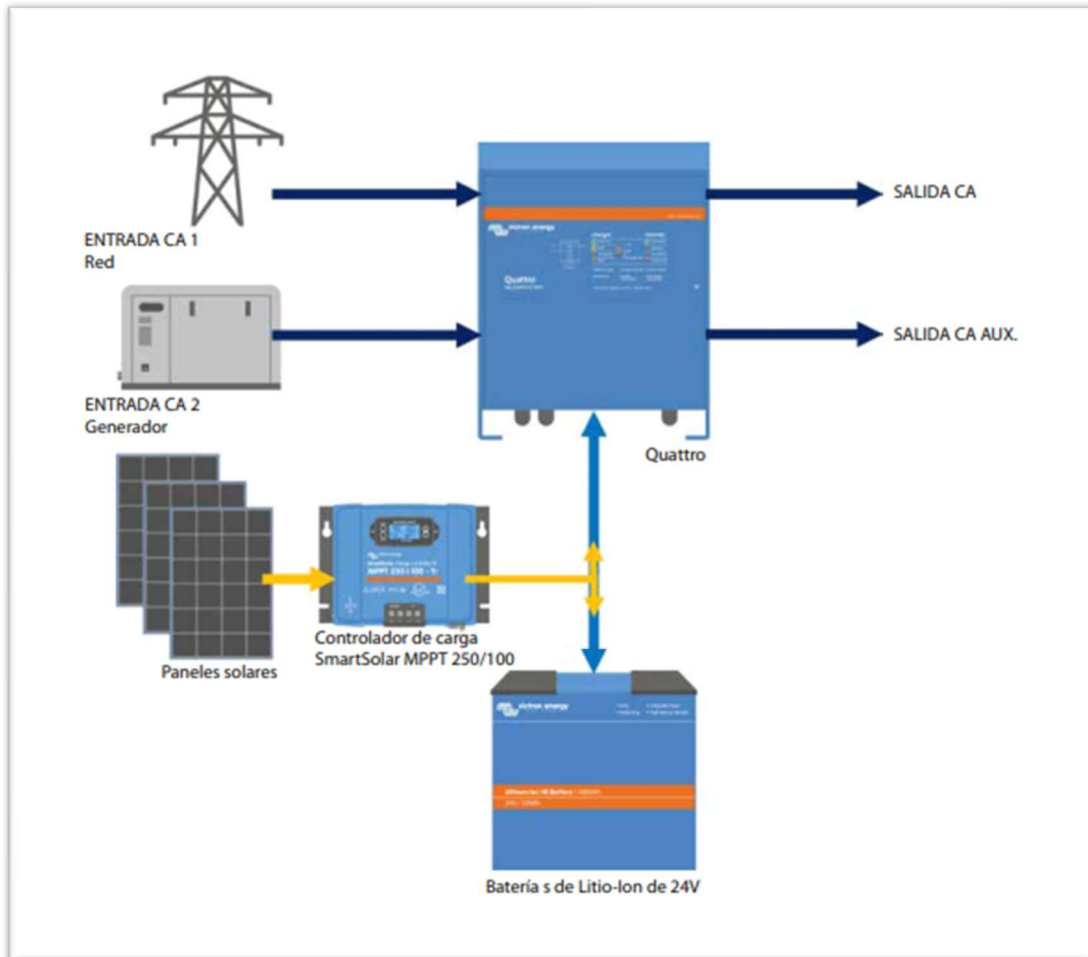


Imagen 5: Esquema del sistema de corriente alterna con conexión a red y con generadores

Solución muy completa que consta de dos formas de obtener energía a parte de la fotovoltaica. En caso de avería o de tener varios días continuos cielos cubiertos, entrarían la conexión a red eléctrica o el equipo de generación. Con este método dispondremos de otra salida más en alterna, llamada auxiliar. *Victron* recomienda el uso del equipo *Quattro*, en vez de el *MultiPlus II*, este aparte de ser un inversor-controlador también realiza tareas de conmutación entre la red eléctrica y los generadores.

✓ **VENTAJAS:**

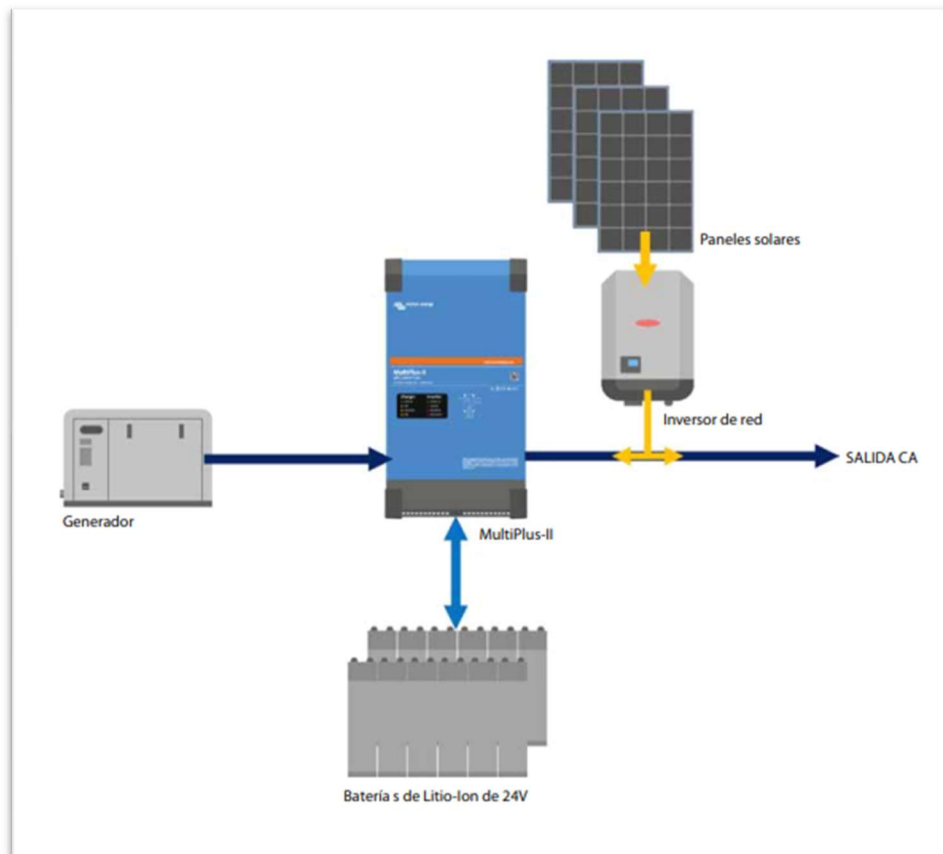
- Perfectamente preparado ante fallos en el sistema, dos vías de apoyo. Muy buena opción en situaciones donde es crítico la falta de energía.

- Se reduce en gran medida la capacidad necesaria en las baterías.

### **X INCONVENIENTES:**

- Coste elevado ya que necesitas conexión a red y equipo generador.

### ❖ Sistema AC con equipo de generación:



*Imagen 6: Esquema del sistema de corriente alterna con generador*

Esta última solución alternativa es muy parecida a la escogida, la única diferencia es que los paneles solares están conectados a un inversor y estos están conectados al sistema directamente a la salida de alterna. Así pues esta solución sería perfectamente válida para el trabajo, aunque suele ser más habitual en instalaciones de gran potencia.

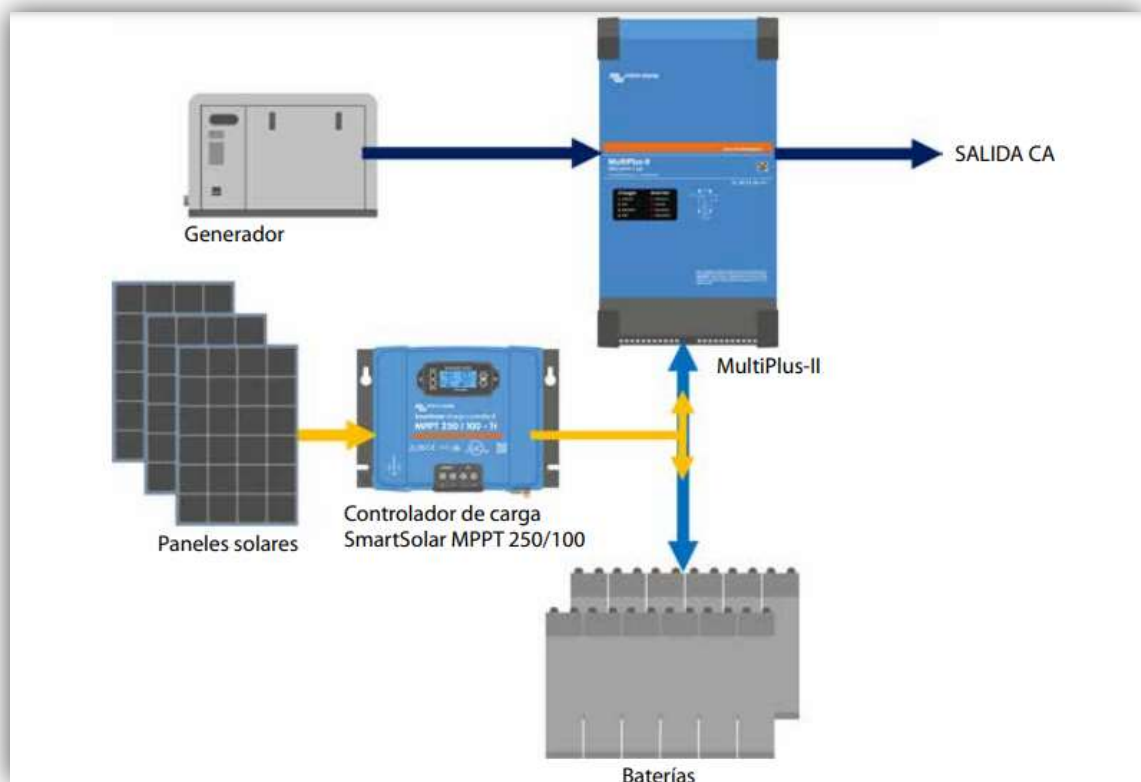
### ✓ VENTAJAS:

- Vía alternativa a la energía solar.
- Más económico que disponer de conexión a red.
- No necesita una gran capacidad de baterías.

#### **X INCONVENIENTES:**

- Se realiza quema de combustible, no es totalmente ecológico.
- Se precisa de un inversor a parte del inversor/controlador MultiPlus II.

### 4.2 Solución adoptada:



*Imagen 7: Esquema del sistema escogido*

Tras haber propuesto varias soluciones alternativas queda explicar la solución adaptada. El sistema cuenta de un generador térmico, paneles solares, baterías, un regulador y un inversor-cargador conectado a los elementos anteriormente descritos. El inversor-cargador se encarga de encender o apagar el generador y de maximizar la energía solar alargando la vida de las baterías.



### ✓ VENTAJAS:

- Vía alternativa a la energía solar.
- Más económico que disponer de conexión a red.
- Menor capacidad de las baterías frente a opción sin generador

### X INCONVENIENTES:

- Uso de generador térmico, no es del todo ecológico.

En el siguiente punto de la memoria se hará el diseño de la instalación fotovoltaica, se escogerán los diferentes componentes necesarios entre varias opciones y se realizarán los cálculos pertinentes en cada caso.

## 5. ESTUDIO DE CONSUMOS DE LA INSTALACIÓN

En este punto del proyecto realizaremos un estudio de energía consumida en el conjunto de la instalación. Para ello se ha considerado una vivienda tipo con una lista de receptores eléctricos habituales. Se ha estimado un tiempo de uso para cada receptor que varía según el mes, por lo tanto se calcula una energía consumida para un día tipo de cada mes. Cabe destacar que el sistema que se encarga de calentar el agua no se realiza mediante un termo eléctrico sino mediante colectores solares colocados en los tejados de las viviendas; mientras que la calefacción de la vivienda se realizará mediante un sistema de climatización centralizada.

CONSUMOS DIARIOS DE VIVIENDA DE 3 HABITACIONES					FEBRERO
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
<b>Salón-comedor</b>					
Televisión	1	80	80	4	320
Equipo de música	1	70	70	0,25	17,5
LED 25 W	1	25	25	3,7	92,5
LED 14 W	3	14	42	0,5	21
LED 4 W	1	4	4	0,5	2
<b>Cocina-lavadero</b>					
Lavadora	1	400	400	0,5	200
Secadora	1	2000	2000	0,4	800
Lavavajillas	1	2200	2200	0,5	1100
Horno eléctrico	1	2200	2200	0,4	880
Cocina inducción	1	1000	1000	1	1000
Frigorífico	1	120	120	24	2880
Televisión	1	60	60	1	60
Tostadora	1	1000	1000	0,2	200
Batidora	1	200	200	0,1	20
Microondas	1	1000	1000	0,1	100
Freidora	1	1200	1200	0,2	240
Campana extractora	1	200	200	0,5	100
LED 'fluorescente'	2	24	48	1,8	86,4
LED 14 W	1	14	14	0,1	1,4
<b>Cuartos de baño</b>					
Calefactor	2	1500	3000	0,4	1200
Secador de pelo	1	1500	1500	0,1	150
LED 25 W	2	25	50	1,2	60
<b>Habitación de matrimonio</b>					
Televisión	1	60	60	0,7	42
LED 4 W	2	4	8	0,4	3,2
LED 25 W	2	25	50	0,5	25
<b>Habitación</b>					
PC	1	180	180	3	540
Equipo de música	1	70	70	0,7	49
LED 4 W	2	4	8	1,75	14
LED 25 W	1	25	25	3,5	87,5
<b>Despacho</b>					
PC	1	180	180	2	360
Impresora	1	30	30	0,1	3
Router WIFI	1	30	30	24	720
LED 14 W	1	14	14	1,8	25,2
LED 4 W	1	4	4	1,5	6
<b>Garage</b>					
Motor puerta garage	1	600	600	0,1	60
Tubos LED	4	24	96	0,5	48
<b>Pasillos y vestíbulo</b>					
LED 25 W	4	25	100	0,5	50
LED 14 W	2	14	28	0,5	14

Tabla 2: Ejemplo de cálculo de consumo para el mes de febrero

Tras haber calculado el consumo mensual estimado para una vivienda tipo de tres habitaciones haremos lo mismo para las de cuatro viviendas. A los datos anteriores se añade una habitación tipo más obteniéndose así el consumo como se puede observar en la tabla posterior.

CONSUMOS DIARIOS DE VIVIENDA DE 4 HABITACIONES					FEBRERO
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
CONSUMO VIVIENDA 3 HABITACIONES (KWh)					14,1277
Habitación					
PC	1	180	180	3	540
Equipo de música	1	70	70	0,7	49
LED 4 W	2	4	8	1,8	14,4
LED 25 W	1	25	25	3,5	87,5
CONSUMO VIVIENDA 4 HABITACIONES (KWh)					14,8186

Tabla 3: Consumo para la vivienda de cuatro habitaciones del mes de febrero

A parte de las ocho viviendas también se debe calcular el consumo de las zonas comunes, la piscina y una pista deportiva. Los receptores en este caso son la bomba hidráulica de la piscina y diferentes luminarias. Posteriormente se calcula el consumo diario total y el consumo mensual.

CONSUMO DE LAS ZONAS EXTERIORES DEL EDIFICIO					FEBRERO
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
Zonas comunes					
Farolas	4	43	172	12	2064
Piscina					
Bomba	1	2000	2000	3,5	7000
Farolas	4	43	172	12	2064
Pista deportiva					
Focos	2	50	100	4,5	450
CONSUMO ZONAS EXTERIORES (KWh)					11,578
CONSUMO TOTAL DIARIO (KWh)					127,3632
CONSUMO TOTAL MENSUAL (KWh/mes)					3566,1696

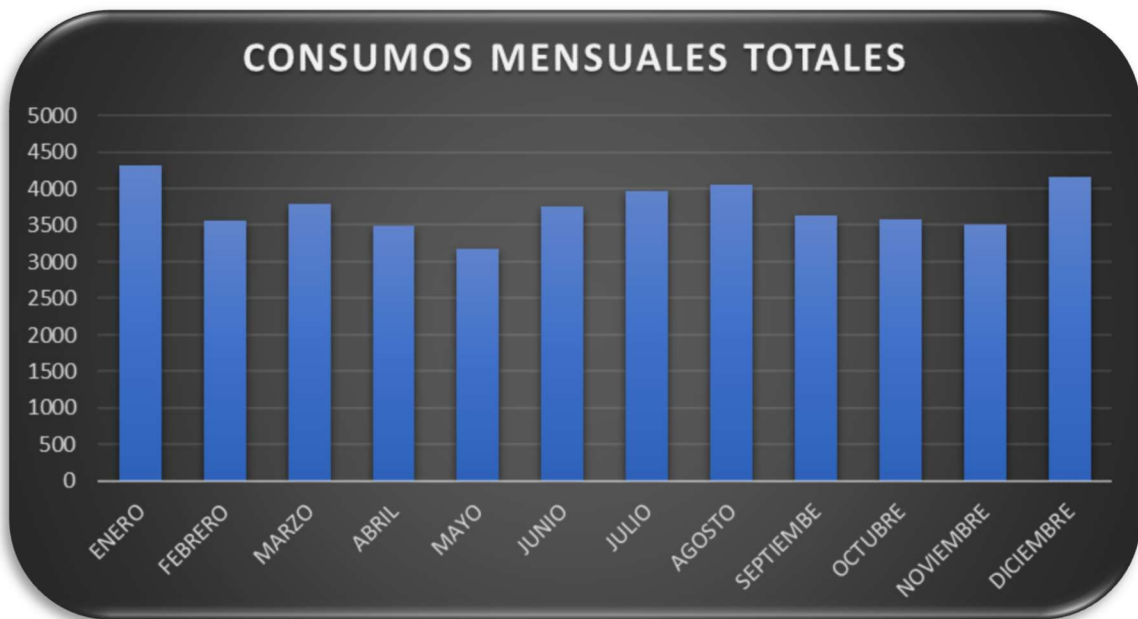
Tabla 4: Consumo de zonas comunes y total de la instalación para febrero

Finalmente se obtienen los consumos para cada mes y el consumo anual estimado. Tal y como se puede observar el mayor consumo se obtiene en el mes de enero, siendo también elevado en diciembre. De igual manera se obtienen consumos elevados para los meses de verano.

Las tablas donde se muestra el consumo de los demás meses se adjuntan en el Anexo: Cálculos en la parte final de la memoria.

CONSUMOS DE LA INSTALACIÓN MES A MES	
Meses	Consumo mensual (KWh/mes)
ENERO	4313,50
FEBRERO	3566,17
MARZO	3782,60
ABRIL	3483,42
MAYO	3167,89
JUNIO	3756,24
JULIO	3959,84
AGOSTO	4060,53
SEPTIEMBRE	3637,03
OCTUBRE	3570,69
NOVIEMBRE	3512,95
DICIEMBRE	4150,35
<b>CONSUMO ANUAL</b>	<b>44961,22</b>

Tabla 5: Consumos mensuales y total de la instalación

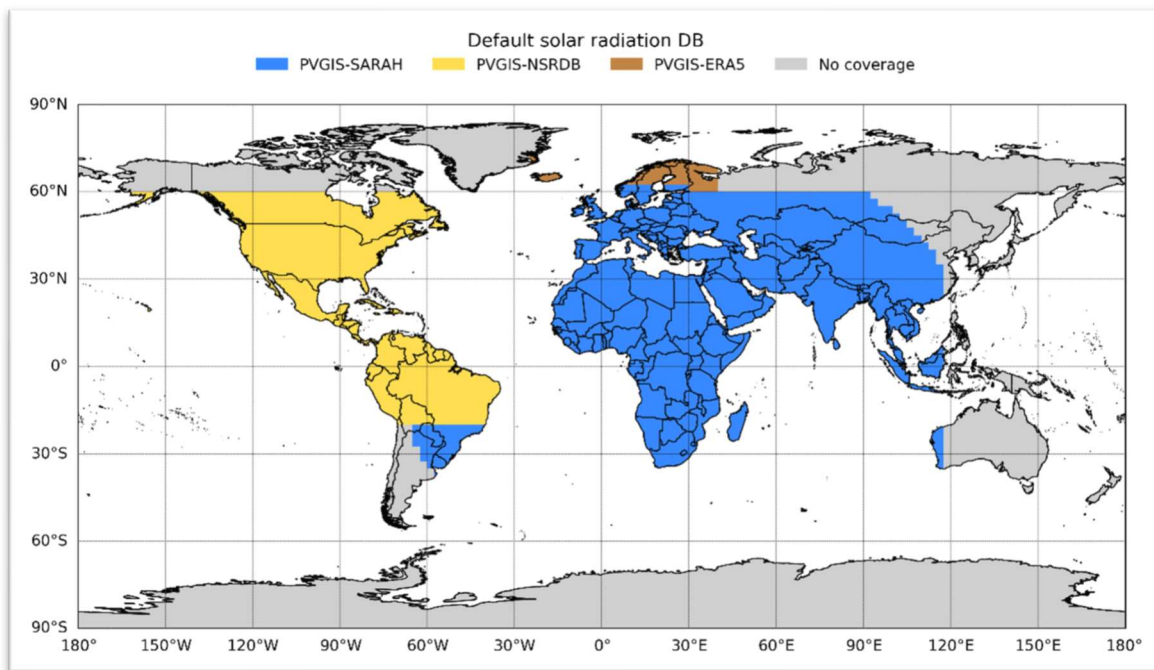


Gráfica 5: Representación gráfica del consumo mes a mes

## 6. ESTUDIO DE LAS IRRADIANCIAS:

Para el posterior cálculo del número de paneles solares es muy importante conocer la irradiancia que dependerá en gran medida de la localización de nuestra instalación. Otro factor importante es la inclinación de los paneles fotovoltaicos, posteriormente se realizará una comparativa entre diferentes inclinaciones.

El programa utilizado para obtener las irradiancias es PVGIS. Lo primero que tendremos que escoger es la base de datos con la que vamos a trabajar, esta elección se basa en la localización del proyecto. La Comisión Europea recomienda el uso de la base de datos PVGIS-SARAH tal y como se puede observar en la imagen inferior que ha sido extraída de la web de la propia institución.



*Imagen 8: Base de datos óptima según localización geográfica*

### 6.1 Inclinación óptima:

Antes de obtener los datos de irradiancia debemos escoger el ángulo de inclinación que deben tener los paneles solares. El propio programa PVGIS puede generar los datos necesarios mediante un ángulo óptimo, pero de todas formas es conveniente realizar un estudio de la inclinación que debemos escoger. Por lo tanto he escogido dos supuestos, tomar el ángulo óptimo de 38° (basado en la web de Autosolar para la provincia de Valencia) y escoger 60° -para los meses de invierno y otoño- y 15° para los meses de verano y primavera.

<b>IRRADIANCIAS MES A MES</b>				
<b>Meses</b>	<b>15°</b>	<b>38°</b>	<b>60°</b>	<b>15° y 60°</b>
Enero	108,87	135,91	159,26	159,26
Febrero	116,84	121,64	147,61	147,61
Marzo	176,87	179,56	173,61	176,87
Abril	185,10	170,23	152,49	185,10
Mayo	214,31	200,34	165,58	214,31
Junio	225,78	204,08	162,25	225,78
Julio	253,36	215,46	174,01	253,36
Agosto	215,23	209,56	180,45	215,23
Septiembre	172,19	182,30	170,20	172,19
Octubre	139,79	162,52	164,32	164,32
Noviembre	107,63	137,78	149,17	149,17
Diciembre	99,13	134,24	150,34	150,34
<b>Irradiancia anual</b>	<b>2015,08833</b>	<b>2053,59667</b>	<b>1949,3</b>	<b>2213,53833</b>

*Tabla 6: Irradiancias de cada mes medias desde 2005 a 2016*

Por tanto basándonos en los resultados obtenidos se considera mejor opción la doble inclinación de 15° y 60°. Por lo tanto se mantendrá una inclinación de 15° para los meses de marzo a setiembre y la de 60° para el resto de meses. Este método de doble inclinación nos servirá de igual manera para que un técnico pueda realizar las tareas de mantenimiento necesarias y pueda revisar el funcionamiento de la instalación fotovoltaica dos veces al año.

## 7. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA:

Una vez expuesto el método utilizado para nuestra instalación debemos seleccionar los componentes de forma justificada de la instalación formada por ocho viviendas y zonas comunes. Por tanto, se realizará una selección entre varios componentes similares en cada caso.

### 7.1 Paneles fotovoltaicos:

El primer componente de la instalación fotovoltaica que se va a seleccionar será posiblemente el más representativo de las instalaciones fotovoltaicas, los paneles fotovoltaicos. A continuación se realiza una selección entre varios módulos solares.

#### 7.1.A Selección de paneles fotovoltaicos:

A la hora de seleccionar el módulo se pueden utilizar diferentes criterios: económicos, de eficiencia, basándonos en las dimensiones o bien basándonos en las características de tensión y potencia. En lo correspondiente al tema de eficiencia de los paneles los tres escogidos tienen unas características muy similares, al igual que en las dimensiones de los mismos; así pues he decidido escoger basándome en la corriente, el voltaje y potencia que entregan los paneles.

Los módulos solares comparados son los siguientes:

-El *CANADIAN SOLAR HiKu 450Wp PERC*:

CANADIAN SOLAR HIKU 450 W	
Voc (V)	48,7
Vp (V)	40,5
Icc (A)	11,65
Ip (A)	11,12
eficiencia (%)	20,37
Dimnsiones (mm2)	1048X2108
Peso (kg)	24,9
Coste unidad (€)	230
Potencia (W)	450

Tablas 7: Datos principales del panel fotovoltaico comparado

-El *JA SOLAR JAM72S30-540/MR 540WP*:

<b>JA SOLAR JAM72S30 540 W</b>	
<b>Voc (V)</b>	49,9
<b>Vp (V)</b>	42,16
<b>Icc (A)</b>	13,57
<b>Ip (A)</b>	12,81
<b>eficiencia (%)</b>	20,9
<b>Dimnsiones (mm2)</b>	135X2279
<b>Peso (kg)</b>	28,5
<b>Coste unidad (€)</b>	265
<b>Potencia (W)</b>	540

*Tablas 8: Datos principales del panel fotovoltaico*

El de la empresa canadiense pese a tener un alto voltaje e intensidad tiene una potencia menor a los otros dos. Entre el modelo de Longi y el JA Solar a penas encontramos grandes diferencias ya que el primero tiene valores de corriente superiores pero inferiores en tensión, además en temas de garantía ambos tienen las mismas condiciones. Pero finalmente se selecciona el módulo *LONGi LR5 72HPH 545Wp* ya que tiene una eficiencia algo mayor.

### 7.1.B Cálculos de los paneles fotovoltaicos:

Una vez ya conocemos el módulo solar que se instalará debemos conocer el número de paneles y la distribución de estos. Entonces se comienza con el cálculo de paneles en serie, antes se adjunta la tabla de características principales del el *LONGi LR5 72HPH 545Wp*.



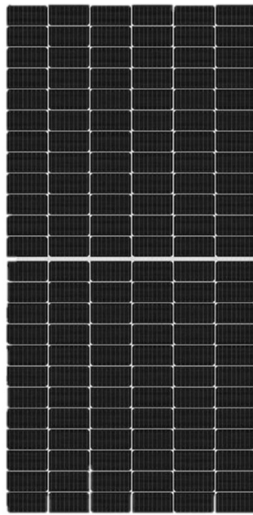


Imagen 9: Módulo solar escogido

LONGi LR5 72HPH 545Wp	
Tensión en circuito abierto (V)	49,65
Tensión pico (V)	41,8
Corriente de cortocircuito (A)	13,92
Corriente pico (A)	13,04
Eficiencia (%)	21,3
Dimensiones (mm2)	1133x2256
Peso (kg)	27,2
Coste unidad (€)	270
Potencia (W)	545

Tablas 9: Datos principales del panel fotovoltaico escogido

Para el cálculo del número de paneles en serie tan solo se debe conocer la tensión de la instalación que tendrá un valor de 48 V en continua. Este valor es el más común en instalaciones de tamaño considerable y además con esta tensión se consigue reducir las pérdidas. También se utiliza el valor de la tensión pico del módulo escogido.

$$n_{ps} = \frac{V_{inst}}{V_p} = \frac{48}{41,8} = 1,15 \approx 2 \text{ paneles en serie}$$

Ecuación 1: Cálculo del número de paneles en serie

Tras haber obtenido cuantos paneles en serie se podrán instalar debemos obtener el número de líneas en paralelo que podremos distribuir. Sin embargo, para ello deberemos previamente cambiar las unidades del consumo de Wh/mes a Ah/mes.

Para realizar este cambio de unidades necesitaremos conocer la tensión del inversor y su rendimiento. Para la tensión tomaremos 48 V mientras que para el rendimiento tomaré el 95% ya que es un valor muy usual para estos dispositivos.

$$\text{consumo} \left[ \frac{\text{Ah}}{\text{mes}} \right] = \frac{\text{consumo} \left[ \frac{\text{Wh}}{\text{mes}} \right]}{V_{inv} \cdot \eta_{inv}} = \frac{4313501,2}{48 \cdot 0,95} = 94594,32 \text{ Ah/mes}$$

*Ecuación 2: Conversión de Wh/mes a Ah/mes*

En la *ecuación 2* he calculado el consumo para el mes de enero a modo de ejemplo ya que es el mes de mayor consumo, para el resto de meses se realizaría del mismo modo. A continuación se adjunta la tabla con el consumo en ambas unidades:

CONSUMOS DE LA INSTALACIÓN MES A MES		
Meses	Consumo mensual (Wh/mes)	Consumo mensual (Ah/mes)
ENERO	4313501,20	94594,32
FEBRERO	3566169,60	78205,47
MARZO	3782595,20	82951,65
ABRIL	3483420,00	76390,79
MAYO	3167890,00	69471,27
JUNIO	3756240,00	82373,68
JULIO	3959840,80	86838,61
AGOSTO	4060528,80	89046,68
SEPTIEMBRE	3637032,00	79759,47
OCTUBRE	3570691,60	78304,64
NOVIEMBRE	3512952,00	77038,42
DICIEMBRE	4150354,40	91016,54
<b>CONSUMO ANUAL</b>	<b>44961215,60</b>	<b>985991,57</b>

*Tabla 10: Consumos mensuales en Wh/mes y Ah/mes*

A partir del consumo obtenido se obtendrá el coeficiente, del cual se tomará el más desfavorable -el mayor- así pues también necesitaremos las irradiancias obtenidas en el apartado 6 de la memoria. En la ecuación posterior se calcula el coeficiente más desfavorable que corresponde al del mes de diciembre.

$$c_{md} = \frac{\text{consumo} \left[ \frac{\text{Ah}}{\text{mes}} \right]}{i \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ mes}} \right]} = \frac{91016,54}{150,34} = 605,39$$

Ecuación 3: Cálculo del coeficiente más desfavorable

En la tabla posterior se muestran los diferentes coeficientes obtenidos para cada mes, se destaca en rojo el  $c_{md}$ .

	CÁLCULO DEL COFICIENTE MENSUAL		
	Consumo mensual (Ah/mes)	Irradiación (kWh/m <sup>2</sup> mes)	Coeficiente (A m <sup>2</sup> /kW)
ENERO	94594,32	159,26	593,96
FEBRERO	78205,47	147,61	529,82
MARZO	82951,65	176,87	469,01
ABRIL	76390,79	185,10	412,71
MAYO	69471,27	214,31	324,17
JUNIO	82373,68	225,78	364,85
JULIO	86838,61	253,36	342,75
AGOSTO	89046,68	215,23	413,72
SEPTIEMBRE	79759,47	172,19	463,21
OCTUBRE	78304,64	164,32	476,53
NOVIEMBRE	77038,42	149,17	516,43
DICIEMBRE	91016,54	150,34	605,39

Tabla 11: Coeficientes obtenidos para cada mes

Una vez calculado el  $c_{md}$  tan solo necesitaremos la corriente pico del módulo solar escogido y un coeficiente de sobredimensionamiento llamado  $k_s$ . Este coeficiente mitiga las pérdidas producidas en los paneles fotovoltaicos, estas pérdidas suelen ser producidas por la suciedad en las placas, por un incremento o un descenso de la temperatura o irradiancia teórica de los ensayos o bien la orientación de los paneles. Para nuestro cálculo tomará el valor del 118% ya que en nuestro emplazamiento normalmente no se encuentran temperaturas críticas, tampoco suelen producirse lluvias con asiduidad ni de forma torrencial, de igual manera no es nada común encontrarse con vientos de gran magnitud.

$$n_{lp} = \frac{c_{md} \cdot k_s}{I_{Pp}} = \frac{605,39 \cdot 1,18}{13,04} = 54,78 \approx 55 \text{ líneas}$$

*Ecuación 5: Cálculo del número de líneas en paralelo*

Tras haber obtenido el número de líneas en paralelo y el de paneles en serie ya podemos conocer el número de paneles que conformaran la instalación fotovoltaica. Por lo tanto dispondremos de 110 paneles, siendo 55 líneas en paralelo con dos placas por línea.

$$n_p = n_{ps} \cdot n_{lp} = 2 \cdot 55 = 110 \text{ paneles}$$

*Ecuación 6: Cálculo del número de paneles*

Para finalizar con el punto 7.2 de la memoria se debe calcular la potencia pico instalada que es la producida por los 110 paneles. Esta se obtiene a partir de la potencia pico de los paneles y será necesaria para seleccionar el inversor óptimo.

$$P_{P_{inst}} = n_p \cdot P_{Pp} = 110 \cdot 545 = 59,95 \text{ kW}$$

*Ecuación 7: Calculo de la potencia instalada*

## 7.2 Inversores:

El segundo elemento que formará el diseño de la instalación fotovoltaica será el inversor, este dispositivo se encargará de convertir la energía continua en alterna para alimentar así al conjunto de viviendas. Aunque realmente para nuestro caso es mejor utilizar un inversor-cargador ya que a parte de realizar la conversión energética cuando hay poca capacidad de baterías, el inversor-cargador activará la red del grupo electrógeno en caso de ser necesario. También se encarga de maximizar el uso de energía solar alargando así la vida útil del conjunto de baterías.

A continuación se realiza un estudio para seleccionar los inversores que mejor se adapten a las características de nuestra instalación.

Aunque la potencia instalada en placas es de 60 kW es evidente que el complejo de viviendas y zonas comunes no van a consumir toda esta potencia que en parte será almacenada en las baterías. Así pues basándonos en el consumo habitual de este tipo de viviendas consideraré 5kW para los hogares de viviendas y 5,75 kW para los de cuatro. Dando pues una potencia nominal de 43 kW aproximando a 45 kW por las zonas comunes, donde cabe destacar que el consumo del termo eléctrico se realiza a parte de la instalación fotovoltaica lo cual reduce su consumo.

Los inversores analizados son todos de la marca holandesa Victron Energy que es líder en su sector y además aporta una calidad-precio muy buena; así pues encontramos tres opciones principales: el *Victron Quattro* de 15kW -modelo que ha sido escogido-

-El *Victron Quattro* de 10kW:

<b>Inversor Victron Quattro 10000VA 48V</b>	
Potencia nominal (W)	10000
Potencia máxima (W)	20000
Tensión de salida continuada (V)	48
Rango tensiones de entrada DC (V)	38-66
Rango tensiones de entrada AC (V)	187-265
Potencia en vacío (W)	60
Rendimiento máximo (%)	96
Corriente máxima de entrada (A)	100

Tabla 12: Características principales de los inversores comparados

-El *Victron Multiplus II* de 10kW:

<b>Inversor Victron Multiplus-II 48V 10000VA</b>	
Potencia nominal (W)	10000
Potencia máxima (W)	18000
Tensión de salida continuada (V)	48
Rango tensiones de entrada DC (V)	38-66
Rango tensiones de entrada AC (V)	187-265
Potencia en vacío (W)	38
Rendimiento máximo (%)	96
Corriente máxima de entrada (A)	56

Tabla 13:: Características principales de los inversores comparados

Por lo tanto se debe calcular cuantos inversores necesitaríamos en cada caso, a partir de la potencia nominal de consumo y la nominal de los inversores calculamos pues el número de inversores necesarios

$$n_{inv} = \frac{P_{cons}}{P_{N_{inv}}} = \frac{45\,000}{15\,000} = 3 \text{ inversores de } 15kW$$

*Ecuación 8: Calculo de inversores para el Quattro de 15kW nominales*

Tal y como se muestra en la *ecuación 8* se realizará igual para los inversores de 10 kW dando así 5 inversores; sin embargo estos datos no ayudan demasiado a escoger uno por si mismo por tanto nos basaremos en el coste de los inversores necesarios que se muestran en Autosolar que ha sido la web en la que se han buscado los inversores ya que tienen gran variedad de este tipo de dispositivos y además Autosolar es una empresa fiable y que ofrece precios competitivos.

Considero que no es necesario sobredimensionar la potencia de la instalación de los paneles ni el número de inversores porque se ha considerado la potencia nominal, así pues los inversores-cargadores podrían proporcionar una mayor potencia durante un tiempo puntual, esta potencia máxima se puede observar en las y tablas de características ( tablas 12, 13 y 14).

$$C_{inv_{1500}} = n_{inv} \cdot C_{ud} = 3 \cdot 5201,68 \text{ €} = 15\,605\text{€}$$

$$C_{inv_{Quattro}} = n_{inv} \cdot C_{ud} = 5 \cdot 4147,90\text{€} = 20739,5\text{€}$$

$$C_{inv_{Multiplus}} = n_{inv} \cdot C_{ud} = 5 \cdot 3861,55\text{€} = 19\,307,75\text{€}$$

*Ecuación 9: Costes de cada uno de los inversores*

Tras haber calculado los costes para cada inversor se puede observar que la solución más económica es el del *Quattro* de 15kW además de que escogiendo este modelo reducimos el nombre de componentes.

<b>Inversor Victron Quattro 15000VA 48V</b>	
<b>Potencia nominal (W)</b>	15000
<b>Potencia máxima (W)</b>	25000
<b>Tensión de salida continuada (V)</b>	48
<b>Rango tensiones de entrada DC (V)</b>	38-66
<b>Rango tensiones de entrada AC (V)</b>	187-265
<b>Potencia en vacío (W)</b>	110
<b>Rendimiento máximo (%)</b>	96
<b>Corriente máxima de entrada (A)</b>	100

*Tabla 14: Características del inversor-cargador escogido*



*Imagen 10: Inversor-cargador escogido*

### **7.3 Reguladores:**

Los reguladores se encargan de controlar la corriente y tensión que producen los módulos solares y que va hacia el sistema de baterías. En definitiva regula el flujo de energía. Gracias a la acción del regulador se consigue alargar la vida de las baterías. Al escoger un regulador lo óptimo será que sea de la misma empresa que el inversor, en este caso Victron.

El primer paso es calcular la corriente máxima que debería soportar el equipo de reguladores y que como es evidente se necesitarán varios reguladores para soportar la instalación fotovoltaica.

$$I_{max} = I_{pp} \cdot n_{lp} = 13,04 \cdot 55 = 717,2 \text{ A}$$

*Ecuación 10: Corriente máxima generada por los paneles fotovoltaicos*

A continuación se escogerán dos reguladores del mismo fabricante pero que disponen de diferente corriente nominal, el primero es el *Victron SmartSolar MPPT RS 450 200* de 200 A y el segundo el *Victron SmartSolar MPPT RS 450 100* de 100 A. A partir de ahora se realizará el análisis de cual es más rentable económicamente y en aspectos técnicos, empezando por calcular el número de paneles que podemos conectar por regulador.

Regulador MPPT 450V 100A Victron	
Corriente nominal (A)	100
Potencia máxima (W)	5800
Rango de tensión de trabajo (V)	80-450
Rendimiento máximo (%)	96

*Tabla 15: Características principales del regulador comparado*

$$n_{pxreg} = \frac{I_{Nreg}}{I_{pp}} = \frac{200}{13,04} = 15,34 \approx 16 \text{ paneles por regulador}$$

$$n_{pxreg} = \frac{I_{Nreg}}{I_{pp}} = \frac{100}{13,04} = 7,67 \approx 8 \text{ paneles por regulador}$$

*Ecuación 11:: Cálculo del número máximo de paneles por regulador*

Tras conocer el número máximo de módulos solares que se pueden conectar ya se puede calcular el número de reguladores necesarios a partir también del número de paneles solares que conforman la instalación.



$$n_{reg} = \frac{n_p}{n_{pxreg}} = \frac{110}{16} = 6,875 \approx 7 \text{ reguladores}$$

$$n_{reg} = \frac{n_p}{n_{pxreg}} = \frac{110}{8} = 13,75 \approx 14 \text{ reguladores}$$

Ecuación 12: Comprobación del número de reguladores

$$n_{p_{max}} = n_{reg} \cdot n_{pxreg} = 7 \cdot 16 = 112 \text{ paneles máximos}$$

$$n_{p_{max}} = n_{reg} \cdot n_{pxreg} = 14 \cdot 8 = 112 \text{ paneles máximos}$$

Ecuación 13: Cálculo del número de reguladores que conforman la instalación

Como se ha comprobado utilizando cualquiera de ambos reguladores se cumpliría sobradamente con la demanda de los módulos fotovoltaicos. Para finalizar la comparativa se deberá recurrir al criterio económico tal y como se hizo con los inversores.

$$C_{reg} = n_{reg} \cdot C_{ud} = 7 \cdot 2\,129,60 \text{ €} = 14\,907,2\text{€}$$

$$C_{reg} = n_{reg} \cdot C_{ud} = 14 \cdot 1\,244,74 \text{ €} = 17\,426,36\text{€}$$

Ecuación 14: Costes de ambos reguladores

Así pues como se puede observar es más rentable utilizar el regulador de 200 A ya que nos ahorraremos algo más de 2500 €, además de reducir en gran medida el número de componentes. A continuación se adjunta la tabla de características principales del modelo escogido finalmente.

Regulador MPPT 450V 200A Victron	
Corriente nominal (A)	200
Potencia máxima (W)	11500
Rango de tensión de trabajo (V)	80-450
Rendimiento máximo (%)	96

Tabla 16: Características principales del regulador escogido

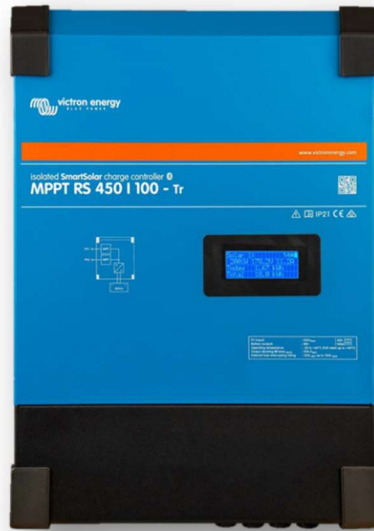


Imagen 11: Regulador de carga escogido

Observando las características principales del regulador nos damos cuenta de que el planteamiento inicial realizado en el punto 7.1 B (ecuación 1) no sería del todo válido ya que al disponer de solo dos paneles en serie la tensión proporcionada se encuentra en el límite inferior del rango de tensión de trabajo (80-450). Así pues decido aumentar a 5 paneles en serie ya que de este modo obtendremos 22 líneas en paralelo siendo el número total de paneles fotovoltaicos el mismo que anteriormente.

En lo que respecta a la corriente con ninguna de las dos distribuciones analizadas -la inicial y la establecida a partir de ahora- se observan problemas con el regulador escogido.

$$n_p = n_{p_s} \cdot n_{l_p} = 5 \cdot 22 = 110 \text{ paneles}$$

Ecuación 15: Nueva distribución de los paneles

## 7.4 Baterías

### 7.4.A Selección del equipo de baterías:

El sistema de baterías es un punto clave en una instalación fotovoltaica aislada ya que estas se encargarán de almacenar la energía producida por los paneles fotovoltaicos que no pueda ser utilizada al instante y así disponer de energía eléctrica en situaciones adversas. Aunque gracias a que la instalación posee un grupo electrógeno se podrá reducir el número de vasos de baterías a utilizar, sin embargo cada vez se ha ido reduciendo el coste de las baterías gracias a la innovación principalmente sigue siendo un punto crítico a la hora de diseñar una instalación de estas características.

A la hora de escoger baterías surge la duda de que tipo de baterías se debería utilizar ya que gran variedad de tipos, por tanto tocará realizar un breve estudio para conocer cual es el mejor tipo para las características de nuestra instalación.

#### ❖ **Baterías de plomo-ácido:**

##### ✓ **VENTAJAS:**

- Utiliza tecnología muy testada.
- Coste muy competitivo frente a alternativas.

##### **X INCONVENIENTES:**

- Ciclo de vida limitado.
- Carga lenta e ineficiente.
- Se producen caídas de tensión importantes.
- Limitada capacidad utilizable
- Pueden producirse fugas

## ❖ Baterías AGM:

### ✓ VENTAJAS:

- Están selladas, no requieren de mantenimiento y seguras ante derrame de ácido
- Carga muy rápida.
- Elevada vida útil.
- Soporta un gran número de ciclos de carga
- Funciona muy bien con temperaturas bajas

### X INCONVENIENTES:

- Coste algo elevado frente alternativas
- Muy sensibles a sobrecargas, puede llegar a ocasionar una explosión en la batería.
- Funciona mal con temperaturas altas

## ❖ Baterías de gel:

### ✓ VENTAJAS:

- Soporta condiciones ambientales extremas, sobre todo temperaturas elevadas.
- Bajo mantenimiento
- No tienen fugas
- Excelente rendimiento

### X INCONVENIENTES:

- Coste elevado
- Ciclo de carga muy lento.

## ❖ Baterías de litio:

### ✓ VENTAJAS:

- Elevada densidad de energía
- Poco peso y espesor
- Descarga lineal, es sencillo conocer el nivel de carga de las baterías
- Bajo o nulo mantenimiento

### X INCONVENIENTES:

- Su coste sigue siendo elevado frente alternativas
- Vida útil baja, normalmente sobre los 3 años
- Pueden sobrecalentarse
- Soportan un número limitado de cargas

## ❖ Baterías estacionarias (OPZS, OPZV, TOPZS):

### ✓ VENTAJAS:

- Gran calidad y durabilidad
- Las OPZV no necesitan de mantenimiento
- Gran variedad de capacidades en caso de ser OPZS o TOPZS
- Excelente solución para grandes consumos

### X INCONVENIENTES:

- Las OPZV tienen un precio algo elevado
- Son voluminosos

Tras haber realizado el estudio de diferentes alternativas para el sistema de baterías considero personalmente que la mejor opción sería utilizar baterías estacionarias, más concretamente una OPZS ya que tienen una gran durabilidad, hay

variedad de capacidades y porque realizan un gran trabajo con grandes consumos; además su coste no es demasiado alto frente alternativas.

#### 7.4.B Cálculos de las baterías:

Para escoger un equipo de baterías debemos calcular antes la capacidad necesaria ya que este va a ser el principal criterio de selección. Por lo tanto el primer paso será obtener el consumo más desfavorable ( $C_{m_d}$ ) para ello se deberá partir del consumo en Wh/días y convertirlo a Ah/día tal y como se muestra en la ecuación posterior.

$$\text{consumo} \left[ \frac{Ah}{dia} \right] = \frac{\text{consumo} \left[ \frac{Wh}{dia} \right]}{V_{inst} \cdot \eta_{inv}} = \frac{139145,2}{48 \cdot 0,96} = 3019,644 Ah/dia$$

*Ecuación 16: Cambio de unidades del consumo mensual*

Como se comentó anteriormente la tensión de la instalación es de 48 V y el rendimiento del inversor es del 96% como se puede observar en la tabla de características del inversor. El ejemplo anterior corresponde al mes de enero que es el mes con el consumo más desfavorable. A continuación se adjunta la tabla donde se puede observar los consumos obtenidos para cada mes.

CONSUMOS DE LA INSTALACIÓN MES A MES		
Meses	Consumo mensual (Wh/día)	Consumo mensual (Ah/día)
ENERO	139145,20	3019,64
FEBRERO	127363,20	2763,96
MARZO	122019,20	2647,99
ABRIL	116114,00	2519,84
MAYO	102190,00	2217,66
JUNIO	125208,00	2717,19
JULIO	127736,80	2772,07
AGOSTO	130984,80	2842,55
SEPTIEMBRE	121234,40	2630,95
OCTUBRE	115183,60	2499,64
NOVIEMBRE	117098,40	2541,20
DICIEMBRE	133882,40	2905,43
<b>CONSUMO ANUAL</b>	<b>1478160,00</b>	<b>32078,13</b>

Tabla 17: Consumos para cada mes, destacado en rojo el  $C_{md}$

A partir de la ecuación posterior se calculará la capacidad necesaria de nuestro equipo de baterías.

$$C_n = \frac{n_{auto} \cdot C_{md}}{p_{desc}} \left[ \frac{Ah}{dia} \right]$$

Ecuación 17: Cálculo de la capacidad necesaria

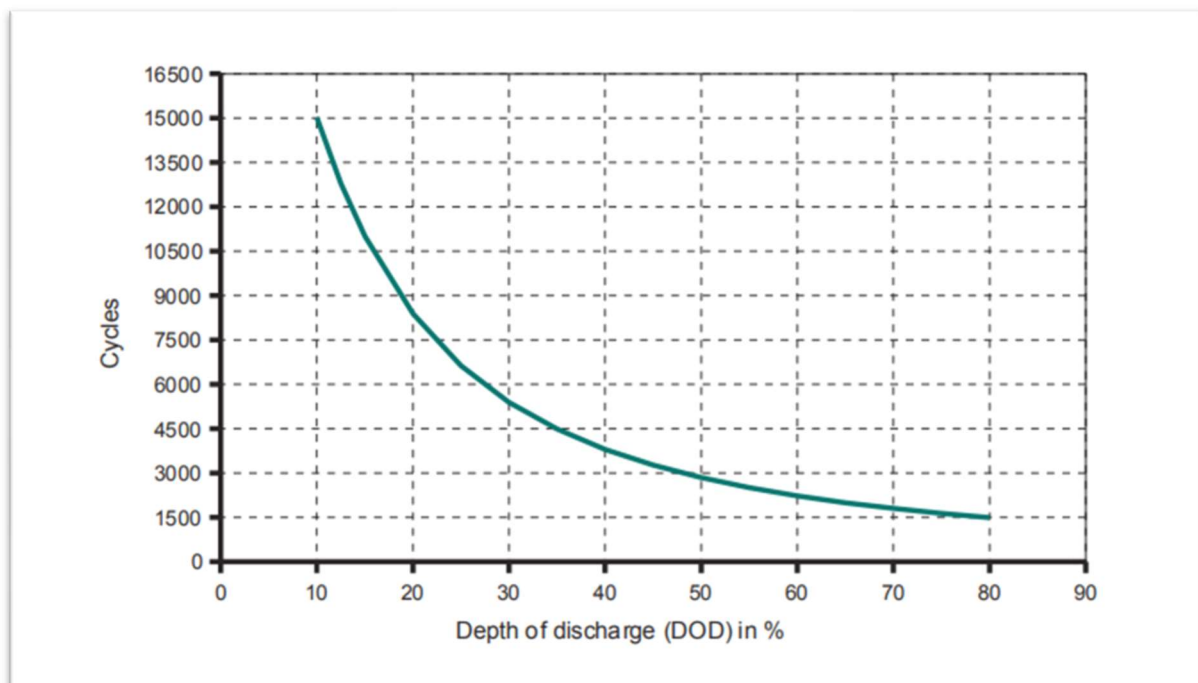
Lo primero que deberemos hacer es considerar cuantos días de autonomía tendrá nuestra instalación. Esto dependerá de diferentes variables, gracias a disponer del equipo de generación se podrá reducir el número de días de autonomía ( $n_{auto}$ ), de igual manera al disponer de un clima donde no es habitual que ocurran varios días seguidos con cielo cubierto también se podrá reducir el número. Así pues consideraré 3 días de autonomía. A partir de estos obtendré el número de horas de descarga ( $n$  en la ecuación).

$$n = n_{auto} \cdot 24 = 3 \text{ días} \cdot 24 \frac{h}{\text{día}} = 72 \text{ horas}$$

Ecuación 18: Cálculo de las horas de descarga

Para obtener la capacidad de nuestras baterías solo falta conocer el valor que daremos a la profundidad de descarga ( $p_{desc}$ ), la profundidad de descarga es el valor porcentual de la capacidad total que se utiliza durante un ciclo de carga. Al usar baterías estacionarias se suelen realizar descargas profundas, siendo el valor más considerado por los fabricantes para la  $p_{desc}$  el 80%, por tanto este será nuestro valor a utilizar.

$$C_n = \frac{n_{auto} \cdot C_{md}}{p_{desc}} = C_{72} = \frac{3 \cdot 3019,64}{0.8} = 11\,323,65 \text{ Ah}$$



Gráfica 6: Profundidad de carga (DOD) de la batería escogida posteriormente



Una vez conocemos ya la capacidad total necesaria se realiza la búsqueda de baterías. Se ha decidido escoger baterías de 2V por lo cual dispondremos de 24 baterías de 2V en serie ya que la tensión de la instalación es de 48V.

$$n_{bat_s} = \frac{V_{inst}}{V_{bat}} = \frac{48}{2} = 24 \text{ baterías en serie}$$

Ecuación 19: Cálculo del número de baterías en serie

Para escoger las baterías recurriremos a las tablas de características que nos ofrecen los fabricantes, tras consultar diferentes marcas he decidido utilizar las baterías de la empresa alemana BAE ya que ofrecen una gran variedad de capacidades para nuestro caso de  $C_{72}$  y además ofrece una gran calidad-precio.

Type	$C_{1h}$ Ah	$C_{10h}$ Ah	$C_{20h}$ Ah	$C_{72h}$ Ah	$C_{100h}$ Ah	$C_{120h}$ Ah	$C_{240h}$ Ah	$R_i$ (1)	$I_n$ (2)	Length (L) mm	Width (W) mm	Height (H) mm	Weight dry kg	Weight filled kg
2 PVS 140	63	111	127	141	143	144	148	1.52	1.37	105	208	420	9.1	14.5
3 PVS 210	95	167	191	211	215	217	222	1.06	1.96	105	208	420	11.2	16.4
4 PVS 280	127	223	254	282	287	289	295	0.84	2.46	105	208	420	12.8	18.0
5 PVS 350	159	279	318	352	359	361	369	0.70	2.98	126	208	420	15.3	21.7
6 PVS 420	191	334	382	424	431	434	444	0.60	3.47	147	208	420	18.1	25.7
5 PVS 550	223	389	432	486	496	500	513	0.57	3.61	126	208	535	20.0	28.8
6 PVS 660	267	467	518	583	595	601	616	0.49	4.18	147	208	535	23.5	34.0
7 PVS 770	310	544	604	681	694	700	720	0.44	4.69	168	208	535	26.8	39.1
6 PVS 900	352	665	748	856	877	888	916	0.47	4.41	147	208	710	33.0	47.4
7 PVS 1050	415	777	872	993	1,020	1,033	1,065	0.36	5.66	215	193	710	42.1	61.5
8 PVS 1200	473	886	996	1,137	1,160	1,178	1,216	0.32	6.36	215	193	710	46.6	65.4
9 PVS 1350	522	992	1,116	1,274	1,300	1,320	1,365	0.33	6.20	215	235	710	51.4	75.4
10 PVS 1500	585	1,100	1,240	1,418	1,450	1,464	1,516	0.28	7.25	215	235	710	56.0	79.4
11 PVS 1650	635	1,210	1,362	1,555	1,590	1,608	1,665	0.28	7.36	215	277	710	61.0	89.6
12 PVS 1800	698	1,320	1,486	1,699	1,740	1,752	1,816	0.24	8.41	215	277	710	65.4	93.4
11 PVS 2090	790	1,470	1,636	1,836	1,870	1,884	1,941	0.24	8.38	215	277	855	72.7	105.9
12 PVS 2280	869	1,600	1,784	2,001	2,040	2,052	2,116	0.22	9.48	215	277	855	77.4	110.4
13 PVS 2470	978	1,740	1,938	2,174	2,210	2,232	2,292	0.16	13.03	215	400	815	90.8	137.8
14 PVS 2660	1,051	1,880	2,080	2,332	2,380	2,400	2,448	0.15	13.82	215	400	815	95.3	142.4
15 PVS 2850	1,123	2,010	2,220	2,498	2,550	2,568	2,640	0.14	14.43	215	400	815	100.2	146.9
16 PVS 3040	1,195	2,140	2,380	2,664	2,710	2,736	2,808	0.13	15.20	215	400	815	105.4	151.6
17 PVS 3230	1,280	2,290	2,540	2,858	2,910	2,940	3,000	0.12	16.91	215	490	815	117.7	175.1
18 PVS 3420	1,352	2,420	2,680	3,024	3,080	3,108	3,192	0.11	17.55	215	490	815	121.9	179.1
19 PVS 3610	1,425	2,560	2,840	3,189	3,250	3,276	3,360	0.11	18.36	215	490	815	126.8	183.6
20 PVS 3800	1,496	2,690	2,980	3,355	3,420	3,444	3,528	0.11	18.92	215	490	815	132.0	188.3
22 PVS 4180	1,635	2,950	3,280	3,686	3,750	3,780	3,888	0.10	19.92	215	580	815	145.4	213.9
24 PVS 4560	1,777	3,220	3,560	4,010	4,090	4,128	4,224	0.09	21.26	215	580	815	155.2	223.0
26 PVS 4940	1,917	3,480	3,860	4,341	4,420	4,464	4,584	0.09	22.49	215	580	815	165.0	232.0

Tabla 18: Diferentes baterías, destacando en rojo las baterías de estudio

A partir de la tabla tomo tres posibilidades -remarcadas en la imagen superior- y calculo cuantas líneas en paralelo necesita la instalación a partir de la capacidad calculada.

$$n_{lp} = \frac{C_{75_{calc}}}{C_{75_{bat}}}$$

$$n_{lp} = \frac{11323,65}{3686} = 3,07 \text{ líneas} \approx 3 \text{ o } 4 \text{ líneas}$$

$$n_{lp} = \frac{11323,65}{4010} = 2,82 \text{ líneas} \approx 3 \text{ líneas}$$

$$n_{lp} = \frac{11323,65}{4341} = 2,61 \text{ líneas} \approx 3 \text{ líneas}$$

*Ecuación 20: Cálculo de las líneas en paralelo para los tres supuestos*

Por lo tanto considero que la opción óptima es el 24 OPZS 4560 ya que se obtienen 3 líneas al igual que el inmediatamente superior 26 OPSZ 4940 siendo este más costoso que el anterior. Con el 22 OPSZ 4180 sobrepasamos ligeramente las 3 líneas en paralelo, que aunque no sería descabellado forzar las 3 líneas pienso que es mejor utilizar el que proporciona 4010 Ah para evitar sobrecargas.

Para calcular la capacidad de la instalación se parte del número de líneas en paralelo y de la capacidad individual de una batería.

$$C_{75_{inst}} = C_{75_{bat}} \cdot n_{lp} = 4010 \cdot 3 = 12\ 030 \text{ Ah}$$

*Ecuación 21: Capacidad de la instalación*

$$n_{bat} = n_{bat_s} \cdot n_{lp} = 24 \cdot 3 = 72 \text{ baterías}$$

*Ecuación 22: Cálculo del número de baterías*

Finalmente se debe calcular el número de baterías que conformará la instalación a partir de las líneas en paralelo y del número de baterías en serie.

## 7.5 Grupo electrógeno:

El grupo electrógeno es la alternativa a la energía fotovoltaica que funcionaría en caso de no disponer de suficiente energía almacenada en las baterías obtenida a partir de los paneles fotovoltaicos o bien, en caso de avería en el sistema fotovoltaico.

El grupo electrógeno es un sistema de generación de energía que transforma la energía térmica en mecánica que posteriormente es transformada a energía eléctrica mediante el uso de alternadores. Este dispositivo utiliza combustibles fósiles, normalmente los de gran potencia suelen utilizar el diesel, aunque en los últimos años se han ido uniendo otros combustibles más ecológicos. Por tanto en el siguiente apartado se realizará un estudio para escoger el equipo de generación

### 7.5.A Selección del grupo electrógeno:

A continuación se realizará un estudio para intentar si es posible una alternativa a la opción más tradicional ya que con otro tipo de combustible aparte de la emisión de gases contaminantes se encuentran otras desventajas, los generadores diesel pueden producir ruidos molestos a las viviendas cercanas sobre todo si estos funcionan a horas intempestivas. Igualmente el diesel puede emitir olores desagradables mayormente si los equipos han envejecido.

La primera alternativa que se baraja es el uso de etanol, un combustible que se obtiene a partir de la fermentación de azúcares como pueden ser la sacarosa (caña de azúcar), de los almidones (maíz) o bien de la celulosa (residuos agrícolas). Este combustible se considera más ecológico que el gasoil o la gasolina y es utilizado en algunos países como Brasil, Estados Unidos, México, Canadá y algunos estados europeos. Esta más extendido en la automoción -sobre todo en Brasil y EEUU- donde se suele combinar con gasolina, produciendo así compuestos como el E15 (15% de etanol) o E85 (el 85%). Si bien es cierto que la inclusión de vehículos híbridos y eléctricos ha frenado su uso.

Producción anual de etanol por país (2014-2016) <sup>13</sup>				
Mayores países productores				
(millones de litros, todos los grados de etanol)				
Clasificación mundial	País	2016	2015	2014
1	 Estados Unidos	58.030	56.047	54.131
2	 Brasil	27.615	26.850	23.432
3	 China	3.199	3.078	2.442
4	 India	852	799	587
5	 Canadá	1650	1650	1.931
6	 Tailandia	1.219	1.264	1.173
7	 Argentina	999	799	606

Tabla 19: Fuente de la tabla RFA( Renewable Fuels Association)

Lamentablemente no se encuentran equipos electrógenos de la potencia necesaria para sustentar nuestra instalación, tan solo se encuentran equipos de baja potencia y no es rentable económicamente la conexión de varios equipos iguales, por tanto se buscará otra alternativa.

La segunda alternativa es el uso del gas natural, un combustible fósil formado principalmente por metano y otros alcanos. Mediante este hidrocarburo se obtienen emisiones menores que con el combustible diesel y ha sido utilizado en los últimos años en automoción -sobre todo en transporte público- aunque anteriormente se ha estado utilizando como método de calefacción en viviendas y en las centrales de ciclo combinado. Por lo tanto se baraja como posible solución pese a que no hay una gran variedad de grupos electrógenos de gran potencia.

La última alternativa es el uso de biodiesel, este combustible utiliza aceites y grasas vegetales que han sido tratados conjuntamente con el diesel. Estos pueden estar en diferentes proporciones 50%, 30% o incluso 100%.

Tras haber conocido las diferentes alternativas se debe calcular la potencia del equipo de generación que cubrirá en gran parte la potencia instalada. Se podría considerar que el grupo electrógeno tendría que cubrir la suma de todos los receptores de las ocho viviendas y de las zonas comunes; sin embargo esto es muy irreal y conseguiríamos sobredimensionar el grupo electrógeno. Por tanto, se debe calcular una potencia que cubra las necesidades de los hogares con holgura pero sin realizar un gasto desmesurado.

La potencia de todos los receptores es de 167188W, siendo la suma de receptores de una vivienda -la de 3 habitaciones- 20146 W. Pero como es inviable e irreal conectar el horno, la cocina de inducción, el lavavajillas o la lavadora a la vez por ejemplo, se ha reducido en gran medida el consumo por vivienda. Según las dimensiones de las viviendas utilizadas y de que el consumo no tiene en cuenta la calefacción del agua -que se consigue a partir de colectores solares- se establece un consumo de 5,75 kW para viviendas y añadiéndole las zonas comunes se establece como 50 kW la potencia que debe entregar el equipo de generación.

Para el grupo electrógeno se ha decidido utilizar una de las empresas líderes del mercado, la italiana Pramac, ya que cuenta con una gran variedad de generadores para diferentes potencias. Por tanto se ha decidido recurrir al catálogo de la marca y escoger el que tenga una potencia nominal más cercana a la calculada como referencia de la instalación. Así pues se busca el próximo valor más cercana a la potencia establecida, que es de 65 kVA. Encontramos dos modelos el *Pramac GSW 65 I* y el *Pramac GSW 65 P*, su única diferencia es que cada uno utiliza un motor diferente de características muy similares. Escogemos el primero por tener un coste menor y dentro de este modelo encontramos el ACP y el MCP que hace referencia a su modo de manejo -automático o manual-, se escoge el automático ya que el sobrecoste no es excesivo y por su mayor sencillez de manejo.

A continuación se adjunta la ficha técnica del grupo electrógeno



*Imagen 12: Grupo electrógeno escogido*

<b>Grupo Electrónico PRAMAC GSW 65 ACP</b>	
<b>Potencia nominal (kW/kVA)</b>	48,1/ 60,2
<b>Potencia de emergencia (kW, kVA)</b>	53,1/66,4
<b>Tensión nominal (V)</b>	400/230
<b>Factor de potencia</b>	0,8
<b>Motor</b>	IVECO
<b>Combustible</b>	Diesel (4.5 L)
<b>Refrigerante</b>	Agua
<b>Sonoridad (dB)</b>	71
<b>Dimensiones (mm)</b>	2400X1546X1000
<b>Peso (kg)</b>	1410

*Tabla 20: Características principales del grupo electrónico*

Como se puede observar el grupo electrónico funciona mediante combustible diésel, finalmente se ha optado por la solución más habitual ya que hay poca variedad de generadores de gas natural o de biodiésel.

## **7.6 Estructuras y soportes:**

### **7.6.A Soportes de los paneles fotovoltaicos:**

Los 110 paneles que conformarán la instalación fotovoltaica se colocarán a la derecha de las estructuras donde se han situado los inversores, reguladores y demás componentes de la instalación distanciados a una distancia idónea. Los paneles fotovoltaicos estarán rodeados de un vallado que los separe del exterior y de la zona residencial con una puerta que sirva de acceso al interior en caso de averías o bien de mantenimiento.

Los soportes de los paneles serán de aluminio ya que se consigue una gran resistencia a un precio no demasiado elevado y además siendo un material bastante ligero. Estos soportes deberán sostener cinco paneles cada uno, para facilitar el cableado de estos los soportes deberán soportar como mínimo el peso de los cinco (136 kg) y tendrán unas dimensiones mínimas de 5665 mm largo y de 2256 mm de alto.

De igual manera deberán permitir la inclinación en mínimo dos posiciones 15° y 60° como se comentó en el *punto 6.1* de la Memoria.

Así pues estarán formados por dos perfiles metálicos que sostendrán los paneles a los laterales y de varios apoyos intermedios de gran resistencia que estarán



anclados al suelo y que harán posible la doble inclinación. El resto serán anclajes y sujeciones que permitirán dotar de la suficiente resistencia al soporte frente condiciones climáticas adversas.



*Imagen 13: Soportes similares a los de la instalación pero para cuatro paneles*

Serán necesarios 22 soportes para los 110 módulos solares instalados. En el posterior apartado se realizará el estudio de la distribución de los paneles para evitar sombras que puedan reducir la eficiencia de la instalación fotovoltaica.

### 7.6.B Distribución de los paneles fotovoltaicos:

El principal problema a la hora de diseñar la distribución de los paneles son las sombras que producen los paneles sobre los contiguos, estas sombras afectan como es evidente de forma negativa al rendimiento de la instalación. Para ello nos basaremos en el método recomendado por la IDAE - Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía- que utiliza la expresión posterior.

$$d = k \cdot h = \frac{h}{\operatorname{tg}(61^\circ - \operatorname{lat})}$$

*Ecuación 23: Cálculo de la distancia mínima para evitar sombras según la IDAE*

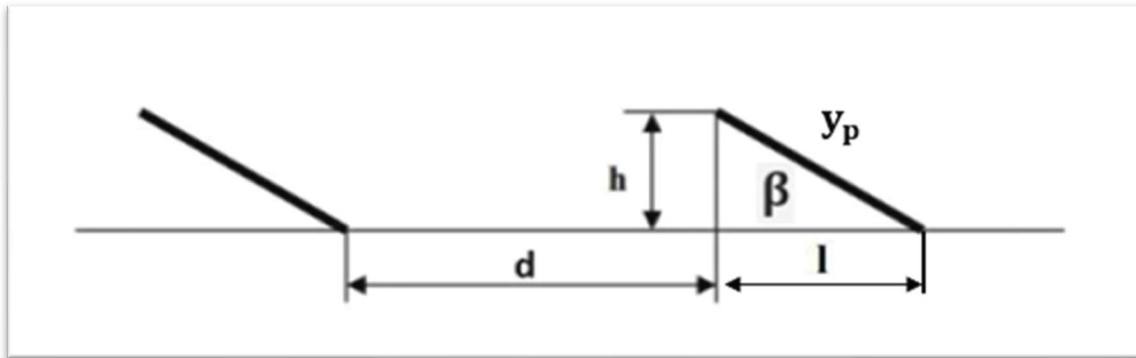


Imagen 14: Representación de la distancia entre placas para evitar sombras

Para el cálculo de la altura  $h$  se utilizará la trigonometría básica, más concretamente el teorema del seno. Partiremos del ángulo  $\beta$  y de la hipotenusa que en este caso es la altura del panel ( $y_p$  en la ecuación). Como el panel va a tener dos inclinaciones  $-15^\circ$  y  $60^\circ$  se tomará el valor más desfavorable, con el cual obtengamos una distancia mayor, resulta pues ser la inclinación de  $60^\circ$ .

$$\text{sen } \beta = \frac{h}{y_p} \Rightarrow h = \text{sen } 60^\circ \cdot 2256 = 1953,7 \text{ mm}$$

Ecuación 24: Cálculo de la altura  $h$  para la ecuación anterior

Tan solo falta conocer el valor de la latitud del emplazamiento que en este caso es de  $39,34^\circ$ .

$$d = \frac{h}{\text{tg}(61^\circ - \text{lat})} = \frac{1953,7}{\text{tg}(61^\circ - 39,34)} = 4919 \text{ mm} \approx 5 \text{ m}$$

Una vez ya obtenido la distancia mínima para evitar las sombras, se va a realizar el cálculo del área ocupada por la instalación de los módulos solares. Al disponer de 110 paneles dispuestos en 22 soportes se distribuirán en 5 líneas de 20 paneles y una línea de 10 paneles.



Para el cálculo del eje horizontal contaremos el ancho del soporte que será de 5665 mm aunque a esta dimensión se considerará mínima ya que los paneles estarán mínimamente separados entre ellos en el soporte de cinco paneles.

$$A_T = Y \cdot X$$

*Ecuación 25: Cálculo del área ocupada por la instalación de paneles fotovoltaicos*

$$X = 20 \text{ paneles} \cdot 1133 \text{ mm} = 22,66 \text{ m}$$

*Ecuación 26: Cálculo longitud del área de los paneles*

Para el cálculo del eje vertical se partirá de la distancia entre filas calculada en la *ecuación 23(d)* y de la proyección horizontal de la altura del panel  $y_p$ , llamada  $l$  en la ecuación posterior.

$$\cos \beta = \frac{l}{y_p} \Rightarrow l = \cos 60^\circ \cdot 2256 = 1128 \text{ mm}$$

*Ecuación 27: Cálculo de la proyección horizontal de la altura del panel*

$$Y = 6 \cdot (l + d) = 6 \cdot (1128 + 5000) = 36768 \text{ mm} = 36,77 \text{ m}$$

*Ecuación 28: Cálculo de la altura de la superficie de la instalación fotovoltaica*

Finalmente ya podemos calcular la superficie ocupada por los paneles a partir de ambas longitudes. Se ha considerado que la distribución de los paneles solares tiene forma rectangular despreciando que una línea tiene 10 paneles menos que el resto.

$$A_T = Y \cdot X = 36,77 \cdot 22,66 = 833,21 \text{ m}^2$$

Como se puede comprobar habrá espacio suficiente para la instalación fotovoltaica, incluso se podría aumentar la distancia de sombras.

### 7.7 Edificio prefabricado:

Los inversores, reguladores, equipo de baterías, grupo electrógeno y los automáticos y diferenciales se situarán en el interior de un edificio prefabricado para su correcto funcionamiento. Para ello se ha buscado en diferentes webs de empresas que usualmente trabajan con este tipo de construcciones, que son utilizadas para usos diversos como de pequeños centros de transformación particulares, garajes, cobertizos etc.

El prefabricado utilizado es el Modelo Puchol que pertenece a la empresa valencia DAS DINGL. El edificio tiene un ancho de 3,2 m, una altura de 2,5 y una profundidad de 6,4 m. Se nos ofrecen posibles variaciones como la inclusión de ventanas, ampliación de canales de ventilación y modificación del sistema de apertura. Esto último si que lo tendremos en cuenta ya que modificaremos la puerta basculante por una tradicional de 1 metro de ancho. A continuación se adjunta una imagen del edificio prefabricado que se ha utilizado.



*Imagen 15: Módulo prefabricado utilizado en la instalación*

Una vez se ha escogido la estructura óptima debemos realizar la representación de la distribución de los elementos ya comentados, es necesario que entre los diferentes equipos haya una distancia considerable y que se disponga de espacio suficiente por si hiciese falta una ampliación en la instalación. La distribución se puede observar en el Anexo: Planos.

Finalmente se ha de decidir la localización de la estructura, esta debe estar cerca de la instalación fotovoltaica ya que así se reducirá la distancia de los conductores. Sin embargo la distancia entre ambos tendrá que ser lo suficiente para que no le afecte la sombra del edificio a los paneles más próximos.

## 7.8 Cajas de conexionado o stringbox:

Para realizar de forma más segura las conexiones entre los conductores y para albergar las protecciones de la instalación se instalarán diversas cajas de conexiones

Se utilizará la stringbox para exteriores IP65 de dimensiones 300x400x165 mm del fabricante FAMATEL para las conexiones de cableado . Mientras que para el conexionado de fusibles se utilizarán tres *Legrand 601996E IP65* de dimensiones 116 x 167 x 205 y para la stringbox que debe portar los magnetotérmicos y diferenciales, que se ubicará en el prefabricado, se ha escogido una *SCHNEIDER KAEDRA 13984 IP65 PARA EXTERIOR 2x12* de dimensiones 340x 460 x160.

## 7.9 Cableado:

Para el correcto funcionamiento de la instalación es necesario analizar las conexiones a utilizar, así pues se debe escoger los conductores óptimos para cada situación. Para ello habrá que aplicar la normativa vigente que se puede encontrar en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) donde se describe el tipo de cable y la sección de este que se debe utilizar para cada situación.

Para nuestra instalación dispondremos de cableado que trabajará en continua y en alterna que será estudiado en ese orden. Para conocer mejor los diferentes tramos de cable utilizados se recomienda observar los dos planos que se encuentran en el anexo correspondiente.

### 7.9.A Cableado en continua:

A continuación se escoge el conductor óptimo para cada tramo. Se ha escogido la marca Prysmian ya que es una marca líder del sector especializada en conductores

para instalaciones fotovoltaicas. Tal y como se puede observar en sus catálogos encontramos seis posibles alternativas: *Prysun*, *Tecsun*, *Al Voltalene Flamex CPRO*, *Afumex Class 1000*, *Blindex Protech* y *Afumex*

❖ Líneas que conectan los módulos solares de una línea (C1):

Para este primer uso se ha descartado el Prysun ya que no está recomendado entre sus actividades el soterramiento del conductor, Al Voltalene Flamex CPRO también se descarta porque se debe utilizar más de un cable con este modelo de conductor. De igual manera se descarta el Blindex Protech que tan solo admite su uso para más de un conductor y finalmente se descarta los de la serie Afumex porque suponen un coste excesivo al estar especializados para lugares de pública concurrencia como pueden ser hospitales o oficinas. Así pues se escoge el modelo Tecsun que tal y como se muestra en la hoja de características cumple con las condiciones necesarias para la instalación.

➤ **Criterio térmico:**

El primer criterio que debe cumplir el conductor escogido es el relativo a la temperatura, para ello se compara la **intensidad de diseño  $I_B$**  con la **intensidad máxima admisible del conductor  $I_Z$**  debiendo ser la  $I_B$  menor a la otra.

La corriente de diseño se calculará a partir de la corriente nominal -que en este caso será la de cortocircuito del panel solar- que debe soportar el conductor, maximizando esta un 125% por criterios de seguridad recogidos en el REBT.

$$I_B = I_N \cdot 1,25 = 55,8 \cdot 1,25 = 69,75 \text{ A}$$

*Ecuación 29: Cálculo de la corriente de diseño*

Ahora se deberá obtener la corriente máxima a partir de la expresión posterior siendo:

- $n_C$ : Número de conductores por fase
- $I_0$ : Intensidad admisible por el conductor a la temperatura de 40°C
- $k_1$ : Constante que depende de la temperatura ambiente
- $k_2$ : Constante que depende de la agrupación de los cables

- $k_3$ : Constante dependiente de las condiciones de instalación como la exposición al sol, calor generado por otras fuentes, etc.

$$I_z = n_c \cdot I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$$

Ecuación 30: Cálculo de la corriente máxima admisible

Para la obtención de la  $I_0$  nos guiaremos por las tablas que podemos conseguir del catálogo de Prysmian, la octava columna, que se adjuntan a continuación.

DATOS TÉCNICOS   APPLICATIONS									
NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm <sup>2</sup> NUMBER OF CONDUCTORS x CROSS-SECTION mm <sup>2</sup>	DIÁMETRO MÁXIMO DEL CONDUCTOR mm (1) MAXIMUM CONDUCTOR DIAMETER mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE (VALOR MÁXIMO) mm   CABLE OUTER DIAMETER (MAX.) mm	RADIO MÍNIMO DE CURVATURA DINÁMICO mm   MINIMUM DYNAMIC CURVE RADIUS mm	RADIO MÍNIMO DE CURVATURA ESTÁTICO mm   MINIMUM STATIC CURVE RADIUS mm	PESO kg/km (1)   WEIGHT kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A 20 °C Ω/km   CONDUCTOR RESISTANCE AT 20 °C Ω/km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A   PERMITTED CURRENT SURFACE- MOUNTED (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE, T AMBIENTE 60 °C Y T CONDUCTOR 120 °C (3)   PERMITTED CURRENT SURFACE- MOUNTED, AMBIENT T 60 °C & CONDUCTOR T 120 °C (3)	CAIDA DE TENSIÓN V/(A·km) (2)   VOLTAGE DROP V/(A·km) (2)
1 x 1,5	1,6	4,4	20	15	35	13,7	24	30	27,4
1 x 2,5	1,9	4,8	22	17	46	8,21	34	41	16,42
1 x 4	2,4	5,3	24	18	61	5,09	46	55	10,18
1 x 6	2,9	5,9	26	20	80	3,39	59	70	6,78
1 x 10	4	7,0	30	23	122	1,95	82	98	3,90
1 x 16	5,6	9,0	39	30	200	1,24	110	132	2,48
1 x 25	6,4	10,3	45	34	290	0,795	140	176	1,59
1 x 35	7,5	11,7	63	50	400	0,565	182	218	1,13
1 x 50	9	13,5	73	58	560	0,393	220	276	0,786
1 x 70	10,8	15,5	83	66	750	0,277	282	347	0,554
1 x 95	12,6	17,7	94	75	970	0,210	343	416	0,42
1 x 120	14,2	19,2	122	82	1220	0,164	397	488	0,328
1 x 150	15,8	21,4	136	91	1500	0,132	458	566	0,264
1 x 185	17,4	23,7	151	101	1840	0,108	523	644	0,216
1 x 240	20,4	27,1	171	114	2400	0,0817	617	775	0,1634

Tabla 21: Obtención de la corriente admisible por el conductor a 40°C

La primera constante se obtiene a partir de las tablas que se pueden encontrar en el mismo catálogo que a su vez utilizan información extraída del REBT en su ITC-BT-19. Para este caso se ha optado por considerar los valores preestablecidos por el fabricante y no realizar un cálculo exhaustivo de la resistencia térmica -que se realizará en el apartado del cálculo de tierras- ni de la temperatura del terreno, ya que la instalación no presentará como norma general temperaturas críticas. La resistencia térmica de igual manera se toma el valor de 2,5 que proporciona un  $k_1$  de valor unitario.

Temperatura del terreno (°C)   <i>Ground temperature (°C)</i>	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
Factor de corrección   <i>Correction factor</i>	1,07	1,04	1	0,96	0,93	0,89	0,85	0,8	0,76	0,71	0,65	0,6	0,53

Resistividad térmica (K-m/W)   <i>Thermal resistivity (K-m/W)</i>	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5	3
Cables en conductos enterrados (D1)   <i>Cables in underground conduits (D1)</i>	1,28	1,2	1,18	1,1	1,05	1	0,96
Cables enterrados directamente (D2)   <i>Cables buried directly</i>	1,88	1,62	1,5	1,28	1,12	1	0,9

Tablas 22 y 23: Método para obtener la primera constante

Para obtener la  $k_2$  recurrimos a la tabla pertinente, que se puede encontrar en la ITC-BT 19, por tanto para un único circuito obtenemos un factor de valor unitario como se puede ver a continuación.

Disposición	Número de circuitos o cables multipolares									
	1	2	3	4	6	9	12	16	20	
Agrupados en el aire, en una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente.	1,00	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40	
Capa única sobre muros, suelos o bandejas no perforadas.	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	Sin corrección suplementaria para más de 9 circuitos o cables multipolares			
Capa única fijada directamente al techo.	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60				
Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales.	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70				
Capa única sobre bandeja de escalera, soportes o bridas de amarre, etc.	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80				

Tabla 24: Obtención de la segunda constante

Así pues finalmente calculamos la corriente máxima admisible la comparamos con la de diseño.

$$I_Z = n_C \cdot I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 1 \cdot 82 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 82 \text{ A}$$

$$I_B < I_Z \rightarrow \text{VÁLIDO}$$

*Ecuación 31: Cálculo de validez del método*

Como se puede observar la elección del conductor H1Z2Z2-K (Tecsun) cumple con el criterio holgadamente pero, debe cumplir el criterio de caída de tensión que se calcula a continuación.

➤ **Criterio de caída de tensión:**

Para que el conductor sea válido debe de cumplir tal y como dicta el REBT(ITC-BT-40) que la caída de tensión sea inferior al 1,5%. Esta caída de tensión se calcula a partir de la expresión siguiente para conductores monofásico o de corriente continua:

$$\Delta V(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S_t \cdot V^2} < 1,5 \%$$

*Ecuación 32: Obtención de la caída de tensión para el criterio*

Siendo:

- **L:** la longitud en metros de cable.
- **P:** la potencia de la línea en W.
- **V:** La tensión del conductor en V.
- **S<sub>t</sub>:** La sección del conductor calculada en el anterior criterio.
- **γ:** La conductividad del conductor en función de la temperatura

Así pues la longitud utilizada en la ecuación será la del conductor que recorre la línea de los módulos solares hasta la stringbox que se encuentra acoplada a la siguiente línea de paneles fotovoltaicos a fin de simplificar los cálculos.

$$\Delta V(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S_t \cdot V^2} = \frac{2 \cdot 30 \cdot (545 \cdot 20)}{44 \cdot 10 \cdot (5 \cdot 49,65)^2} = \mathbf{2,41\% > 1,5\% \text{ NO VÁLIDO}}$$

Como se puede observar no cumple con el criterio establecido, así pues se deberá escoger el conductor de sección posterior y rehacer los cálculos. Para simplificar los cálculos tomo directamente el de sección 1x25 ya que con el de 16 mm<sup>2</sup> de sección no cumple la condición. No se muestra el criterio térmico para el nuevo conductor ya que si cumplió con la sección menor esta también lo hará.

$$\Delta V(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S_t \cdot V^2} = \frac{2 \cdot 30 \cdot (545 \cdot 20)}{44 \cdot 25 \cdot (5 \cdot 49,65)^2} = \mathbf{0,96\% < 1,5\% \text{ VÁLIDO}}$$

A continuación se adjunta una tabla resumen para este tipo de líneas basándonos en los cálculos realizados

TABLA RESUMEN PARA CONDUCTORES C1				
Num. de líneas	Longitud	Tensión	Corriente	Conductor escogido
3	25	248,25	55,68	1x25 H1Z2Z2-K
2	30			

Tabla 25: Resumen del conductor escogido para la línea

#### ❖ Línea que conecta línea de 10 paneles al stringbox (C2):

En este apartado se calculará el conductor óptimo para la línea de menor número de paneles hasta la stringbox que se encuentra en la línea superior. En esta parte de la memoria se realizará de forma resumida, en el Anexo: Cálculos se mostrará de forma explícita los cálculos como en el apartado anterior.



TABLA RESUMEN PARA CONDUCUTOR C2				
Num. de líneas	Longitud	Tensión	Corriente	Conductor escogido
1	10	248,25	27,84	1x4 H1Z2Z2-K

Tabla 26: Resumen del conductor escogido para la línea

❖ Línea que conecta los C1 en un mismo stringbox (C3):

Los conductores denominados C1 que han sido calculados anteriormente se conectarán junto al conductor C4 -que se calculará a continuación- en una stringbox a una distancia horizontal de 1 metro de la caja de conexionado de la tercera línea de paneles.

TABLA RESUMEN PARA CONDUCUTORES C3				
Num. de líneas	Longitud	Tensión	Corriente	Conductor escogido
1	6,5	248,25	139,2	1x35 H1Z2Z2-K
1	1			

Tabla 27: Resumen del conductor escogido para la línea

En este caso se podría haber utilizado el conductor 1x25 pero se ha decidido utilizar el posteriormente superior ya que con el de sección menor el criterio térmico se cumple de forma muy forzada.

❖ Línea que se conecta al stringbox que parte de C1 y C2 (C4):

Esta línea conecta la conexión entre la línea de 10 paneles solares con la superior de 20 paneles, se conectará a la misma caja de conexiones donde se han conectado las líneas C3.

TABLA RESUMEN PARA CONDUCUTOR C4				
Num. de líneas	Longitud	Tensión	Corriente	Conductor escogido
1	11	248,25	83,52	1x16 H1Z2Z2-K

Tabla 28: Resumen del conductor escogido para la línea

❖ Línea que conecta toda la instalación fotovoltaica con los reguladores: (C5):

Esta línea soporta toda la potencia generada por los módulos solares y la transporta hacia la caja de conexionado conectada al equipo de reguladores que se encuentra en el edificio prefabricado.

TABLA RESUMEN PARA CONDUCTOR C5				
Num. de líneas	Longitud	Tensión	Corriente	Conductor escogido
1	4	248,25	452	1x150 H1Z2Z2-K

Tabla 29: Resumen del conductor escogido para la línea

❖ Línea que conecta los reguladores con los inversores: (C6):

En este caso dado el elevado valor de la corriente, se deberán utilizar varios conductores para una misma línea a fin de reducir su valor. Para esta línea utilizaremos el conductor AL VOLTALENE FLAMEX CPRO del mismo fabricante que ofrece la posibilidad de utilizar tres conductores. A continuación, se adjunta la tabla de características de este nuevo conductor y el cálculo del criterio térmico.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS   TECHNICAL DATA														
SECCIÓN   CROSS-SECTION	DIÁMETRO CONDUCTOR*   CONDUCTOR DIAMETER*	ESPESOR DE AISLAM.   INSULATION THICKNESS	Ø NOM. AISLAM.   INSULATION	DIÁMETRO EXTERIOR*   OUTER DIAMETER*	RADIO DE CURVATURA   BENDING RADIUS	PESO APROX.   WEIGHT APPROX.	INTENSIDAD DE CORRIENTE AL AIRE** (2)   PERMISSIBLE CURRENT** IN AIR (2)		INTENSIDAD DE CORRIENTE DIRECTAMENTE ENTERRADO** (2)   PERMISSIBLE CURRENT DIRECT BURIAL** (2)		INTENSIDAD DE CORRIENTE BAJO TUBO Y ENTERRADO** (3)   PERMISSIBLE CURRENT IN CONDUIT AND BURIED** (3)		RESISTENCIA DEL COND.   COND. RESISTANCE	MÁXIMA CAIDA DE TENSIÓN cc MÁS   MAX. VOLTAGE DROP dc (90 °C)
							2 CABLES [A]	3 CABLES [A]	2 CABLES [A]	3 CABLES [A]	2 CABLES [A]	3 CABLES [A]		
1 x 16	4,65	0,7	6,1	8,3	41,5	85	95	76	76	64	71	59	1,910	3,82
1 x 25	5,85	0,9	7,7	9,9	49,5	124	121	103	98	82	90	75	1,200	2,40
1 x 35	6,75	0,9	8,6	10,8	54	153	150	129	117	98	108	90	0,868	1,736
1 x 50	8,0	1	10,1	12,5	62,5	200	184	159	139	117	128	106	0,641	1,282
1 x 70	10,0	1,1	11,9	14,5	72,5	265	237	206	170	144	158	130	0,443	0,886
1 x 95	11,2	1,1	13,8	15,8	79	340	289	253	204	172	186	154	0,320	0,640
1 x 120	12,6	1,2	15,3	17,4	87	420	337	296	233	197	211	174	0,253	0,506
1 x 150	13,85	1,4	17	19,3	96,5	515	389	343	261	220	238	197	0,206	0,412
1 x 185	16,0	1,6	19,4	21,4	107	645	447	395	296	250	267	220	0,164	0,328
1 x 240	18,0	1,7	22,1	24,2	121	825	530	471	343	290	307	253	0,125	0,250
1 x 300	20,0	1,8	24,3	26,7	133,5	1035	613	547	386	326	346	286	0,100	0,200
1 x 400	22,6	2,0	27,0	30,0	150	1345	740	663	448	370	415	350	0,0778	0,156
1 x 500	26,0	2,2	30,4	33,6	252	1660	856	770	510	420	470	400	0,0605	0,121
1 x 630	30,0	2,4	34,8	38,6	290	2160	996	899	590	480	545	460	0,0469	0,094

Tabla 30:: Características del nuevo modelo de conductor

➤ Criterio térmico:

$$I_B = I_N \cdot 1,25 = \left[ \frac{60000 \cdot \frac{0,96}{48}}{3} \right] \cdot 1,25 = 400 \cdot 1,25 = 500 \text{ A}$$

$$I_Z = 3 \cdot 395 \cdot 0,96 \cdot 0,8 \cdot 1 = 862 \text{ A}$$

Aunque según el REBT la  $k_1$  para la temperatura escogida de 40°C debería tener valor unitario, Prysmian recomienda un coeficiente más restrictivo -de 0,96 para la temperatura comentada- así pues se decide tomar esta mayor restricción.

Aislamiento	Temperatura ambiente (°C)														
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
PVC	1,40	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,70	0,57	-	-	-	-
XLPE o EPR	1,26	1,23	1,19	1,14	1,10	1,05	1,00	0,96	0,90	0,83	0,78	0,71	0,64	0,55	0,45

Tabla 31: Valores de  $k_1$  según el REBT

Temperatura ambiente al aire (°C)   Ambient temperature for surface mounted (°C)	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Factor de corrección   Correction factor	1,15	1,12	1,08	1,04	1	0,96	0,91	0,87	0,82	0,76	0,71	0,65	0,58	0,5	0,41

Tabla 32: Valores de  $k_1$  según el fabricante

Para el caso de la  $k_2$  tomamos el valor a partir de la tabla posterior que se encuentra en el reglamento:

Disposición	Número de circuitos o cables multipolares								
	1	2	3	4	6	9	12	16	20
Agrupados en el aire, en una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente.	1,00	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
Capa única sobre muros, suelos o bandejas no perforadas.	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	Sin corrección suplementaria para más de 9 circuitos o cables multipolares		
Capa única fijada directamente al techo.	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60			
Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales.	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70			
Capa única sobre bandeja de escalera, soportes o bridas de amarre, etc.	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80			

Tabla 33: Valores de k2 según distribución y número de conductores

➤ Criterio de caída de tensión:

Para el cálculo de la caída de tensión se utilizará la misma fórmula que se ha utilizado anteriormente pero cabe destacar que el conductor utilizado ya no es de cobre sino de aluminio así que el valor de conductividad variará.

$$\Delta V(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S_t \cdot V^2} = \frac{2 \cdot 4 \cdot (400 \cdot 48)}{28 \cdot 185 \cdot (48)^2} = 1,29 < 1,5\% \text{ VÁLIDO}$$

TABLA RESUMEN PARA CONDUCTOR C6					
Num. de líneas	Num. conductores	Longitud	Tensión	Corriente	Conductor escogido
1	3	4	48	400	1x185 AL XZ1 (S)

Tabla 34: Resumen del conductor escogido para la línea

❖ Línea que se conecta al sistema de baterías: (C7)

Al igual que la línea anterior en este caso también tendremos que utilizar más de un conductor – tres como anteriormente- pero esta vez tendrá una sección menor por tener una longitud menor pese a que los valores de corriente, tensión y potencia son los mismos.

TABLA RESUMEN PARA CONDUCTOR C7					
Num. de líneas	Num. conductores	Longitud	Tensión	Corriente	Conductor escogido
1	3	3	48	400	1x150 AL XZ1 (S)

Tabla 35: Resumen del conductor escogido para la línea

7.9.B Cableado en alterna:

❖ Líneas que conecta el grupo electrógeno al inversor (C8):

La primera línea en alterna que encontramos es la que comunica el grupo electrógeno con el equipo de inversores, esta será además en trifásica y se conectará mediante la entrada en AC que poseen los inversores para la conexión con equipos de generación.

Para este primer conductor en alterna de la instalación se utilizará el Afumex Class 1000 V cuya tabla de características se puede observar en el punto siguiente.

➤ Criterio térmico:

$$I_Z = n_C \cdot I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 3 \cdot 44 \cdot 0,96 \cdot 1 \cdot 1 = 126,72 \text{ A}$$

$$I_B = I_N \cdot 1,25 = \left( \frac{60,2 \cdot 10^3}{400 \cdot \sqrt{3}} \right) \cdot 1,25 = 1,25 \cdot 86,89$$

➤ Criterio de caída de tensión:

$$\Delta V(\%) = \frac{L \cdot P}{\gamma \cdot S_t \cdot V^2} < 1,5\% = \frac{5 \cdot 48,1 \cdot 10^3}{44 \cdot 6 \cdot (400 \cdot \sqrt{3})^2} = \mathbf{0,19 < 1,5\% \text{ VÁLIDO}}$$

TABLA RESUMEN PARA CONDCUTOR C8					
Num. de líneas	Num. conductores	Longitud	Tensión	Corriente	Conductor escogido
1	3	5	693	86,9	1x6 RZ1-K (AS)

Tabla 36: Resumen del conductor escogido para la línea

#### ❖ Líneas que conecta inversores con casa n°1 (C9):

El equipo de inversores distribuirá la potencia a cada hogar a partir de red trifásica, cada líneas dispondrá de una de estas fases y del neutro que llevará la energía a cada hogar y a las zonas comunes. Para evitar desequilibrios las tres líneas dispondrán de la misma potencia siendo distribuidas de esta forma:

- Línea que conecta casas n°1,2 y 3
- Línea que conecta casas n°5, 6 y 7
- Línea que conecta zonas comunes y casas n°4 y 8

A continuación calcularé la primera de las líneas donde se reducirá sección al pasar la primera vivienda y al pasar la segunda ya que se reducirá sustancialmente la potencia en estos puntos.

➤ Criterio térmico:

La potencia transportada será la suma del consumo de dos hogares de 3 habitaciones y uno de 4 habitaciones, con 5 kW para los primeros y 5,75 kW para el segundo.

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm   NUMBER OF CONDUCTORS x CROSS-SECTION mm	ESPESOR DE AISLAMIENTO mm (1)   THICKNESS OF INSULATION mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR mm (1)   CUTER DIAMETER mm (1)	PESO kg/km (1)   WEIGHT kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR a 20 °C Ω /km   RESISTANCE IN CONDUCTOR at 20°C Ω /km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A   PERMITTED CURRENT SURFACE-MOUNTED (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE ENTERRADO (3) A   PERMITTED CURRENT BURIED (3) A	CAÍDA DE TENSIÓN V/(A·km) (2)   VOLTAGE DROP V/(A·km) (2)	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
1x1,5	0,7	7	67	13,3	21	21	26,5	21,36
1x2,5	0,7	7,5	79	7,98	30	27	15,92	12,88
1x4	0,7	8	97	4,95	40	35	9,96	8,1
1x6	0,7	8,5	120	3,3	52	44	6,74	5,51
1x10	0,7	9,6	167	1,91	72	58	4	3,31
1x16	0,7	10,6	226	1,21	97	75	2,51	2,12
1x25	0,9	12,3	321	0,78	122	96	1,59	1,37
1x35	0,9	13,8	421	0,55	153	117	1,15	1,01
1x50	1	15,4	579	0,38	188	138	0,85	0,77
1x70	1,1	17,3	780	0,27	243	170	0,59	0,56
1x95	1,1	19,2	995	0,20	298	202	0,42	0,43
1x120	1,2	21,3	1240	0,16	350	230	0,34	0,36
1x150	1,4	23,4	1529	0,12	401	260	0,27	0,31
1x185	1,6	25,6	1826	0,10	460	291	0,22	0,26
1x240	1,7	28,6	2383	0,08	545	336	0,17	0,22
1x300	1,8	31,3	2942	0,06	630	380	0,14	0,19
1x400	2	36	3921	0,05		446	0,11	0,17

Tabla 37: Características del conductor escogido

$$I_B = I_N \cdot 1,25 = \left[ \frac{15,75 \cdot 10^3}{230} \right] \cdot 1,25 = 68,48 \cdot 1,25 = 85,6 \text{ A}$$

$$I_Z = 1 \cdot 97 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 = 106 \text{ A}$$

➤ Criterio de caída de tensión:

Para el cálculo de la caída de tensión se utiliza la tensión de 230 V ya que no se distribuirá la red trifásica a cada casa, se distribuirá una fase y el neutro a cada conjunto de viviendas comentado anteriormente.

$$\Delta V(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S_t \cdot V^2} = \frac{2 \cdot 15 \cdot 15,75 \cdot 10^3}{44 \cdot 16 \cdot (230)^2} = 1,27 < 1,5\% \text{ VÁLIDO}$$

TABLA RESUMEN PARA CONDUCUTOR C9				
Num. de líneas	Longitud	Tensión	Corriente	Conductor escogido
1	15	230	68,48	1x16 RZ1-K (AS)

Tabla 38: Resumen del conductor escogido para la línea

❖ Líneas que conecta vivienda n°1 con la n°2 (C10):

Esta línea comunica la primera con la segunda vivienda y utilizará la misma sección que la línea que conectará la quinta y sexta vivienda.

TABLA RESUMEN PARA CONDUCUTOR C10					
Num. de líneas	Num. conductores	Longitud	Tensión	Corriente	Conductor escogido
2	1	18	230	58,42	1x16 RZ1-K (AS)

Tabla 39: Resumen del conductor escogido para la línea

❖ Líneas que conecta vivienda n°2 con la n°3 (C11):

Al igual que en el caso anterior, se dispondrá de dos líneas de las mismas características que realizarán la conexión a las viviendas n° 6 y n° 7



TABLA RESUMEN PARA CONDUCUTOR C11					
Num. de líneas	Num. conductores	Longitud	Tensión	Corriente	Conductor escogido
2	1	22	230	21,74	1x10 RZ1-K (AS)

Tabla 40: Resumen del conductor escogido para la línea

❖ Líneas que conecta inversores con vivienda n°5 (C12):

Los valores nominales de corriente y tensión serán los mismos que en el caso del C9, tan solo variará la longitud del conductor y con ello el criterio de caída de tensión. Al igual que en el caso anterior, se dispondrá de dos líneas de las mismas características que realizarán la conexión a las viviendas n° 6 y n° 7

TABLA RESUMEN PARA CONDUCUTOR C12				
Num. de líneas	Longitud	Tensión	Corriente	Conductor escogido
1	30	230	68,48	1x35 RZ1-K (AS)

Tabla 41: Resumen del conductor escogido para la línea

❖ Líneas que conecta inversores con equipo eléctrico de la bomba de agua de la piscina (C13):

Este cálculo corresponde a la última línea que parte del inversor que en este caso alimentará a las dos viviendas enfrentadas restantes, a la bomba de agua de la piscina y a la iluminación de las zonas comunes. Es por ello que al llegar a la bomba de la piscina se dividirá en dos líneas; una de baja potencia que alimentará a las luminarias y otra de mayor potencia que partirá hacia las viviendas restantes.

Finalmente se escoge el mismo conductor que en el caso del C9 ya que cumple con ambos criterios.

TABLA RESUMEN PARA CONDUCUTOR C13				
Num. de líneas	Longitud	Tensión	Corriente	Conductor escogido
1	17	230	68,48	1x16 RZ1-K (AS)

Tabla 42: Resumen del conductor escogido para la línea

❖ Líneas que conecta el equipo eléctrico de la bomba con las luminarias de la zona común (C14):

Esta línea distribuirá una corriente muy baja comparada con las demás líneas de la instalación pero esta tendrá una longitud mucho mayor al resto, por ello aunque se cumple por una diferencia muy estrecha el criterio de caída de tensión (1,5%) al cumplir muy holgadamente el criterio térmico se decide escoger el conductor en vez de tomar el directamente superior.

TABLA RESUMEN PARA CONDCUTOR C14				
Num. de líneas	Longitud	Tensión	Corriente	Conductor escogido
1	38	230	5,43	1x10 RZ1-K (AS)

*Tabla 43: Resumen del conductor escogido para la línea*

❖ Líneas que conecta el equipo eléctrico de la bomba con la vivienda n°4 (C15):

La línea a analizar conecta el equipo de bombeo de la piscina con la cuarta vivienda, esta dispone la potencia calculada para dos viviendas de 4 habitaciones.

TABLA RESUMEN PARA CONDCUTOR C15				
Num. de líneas	Longitud	Tensión	Corriente	Conductor escogido
1	55	230	50	1x50 RZ1-K (AS)

*Tabla 44: Resumen del conductor escogido para la línea*

❖ Líneas que conecta vivienda n°4 con la n°8 (C16):

La última línea es la que conecta las dos viviendas de 4 habitaciones que se encuentran enfrentadas.

TABLA RESUMEN PARA CONDCUTOR C16				
Num. de líneas	Longitud	Tensión	Corriente	Conductor escogido
1	23	230	31,25	1x10 RZ1-K (AS)

*Tabla 45: Resumen del conductor escogido para la línea*

Para finalizar el apartado donde se ha realizado el cálculo de cableado se adjunta una tabla resumen del cableado utilizado en la instalación.

CONDUCTORES UTILIZADOS EN LA INSTALACIÓN	
5	1x25 H1Z2Z2-K
1	1x4 H1Z2Z2-K
1	1x16 H1Z2Z2-K
3	1x185 AL XZ1 (S)
2	1x35 H1Z2Z2-K
1	1x150 H1Z2Z2-K
3	1x6 RZ1-K (AS)
4	1x16 RZ1-K (AS)
1	1x35 RZ1-K (AS)
4	1x10 RZ1-K (AS)
1	1x50 RZ1-K (AS)
3	1x150 AL XZ1 (S)

Tabla 46: Resumen del cableado utilizado en la instalación

## 7.10 Protecciones:

Una vez ya se han calculado todo el cableado de nuestra instalación nos centraremos en las protecciones utilizadas. El primer dispositivo a calcular serán los fusibles situados a la salida de los módulos solares utilizando la normativa dictada por el REBT, en concreto en la ITC-BT 22, donde se muestran los dos criterios necesarios siguientes para aceptar el fusible:

$$I_B \leq I_N \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,6 \cdot I_z$$

Ecuación 33: Restricciones para validar un fusible según el REBT

Dispondremos de un fusible por cada línea de 20 módulos solares ubicado en la caja de conexiones correspondiente, por lo tanto se dispondrán de 5 fusibles de las

mismas características y uno para menor corriente que se ubicará conectado a la línea de 10 paneles fotovoltaicos.

$$69,75 \leq 80 \leq 82$$

$$128 \leq 131,2$$

Así pues el fusible escogido será el fusible de cuchillas de uso general (gG) del fabricante KPS de 80 A de corriente nominal y que soporta 440 V en continua. Para el caso de la línea que conecta 10 paneles se utilizará el fusible de cuchillas del mismo fabricante de 40 A nominales y que soporta tensiones en continua de hasta 440 V, que como se observa a continuación cumple con ambas condiciones.

$$34,8 \leq 40 \leq 46$$

$$64 \leq 73,6$$

Para los conductores en alterna se utilizarán interruptores magnetotérmicos y interruptores diferenciales, ambos se situarán a la salida del inversor, antes de la partida hacia conjunto de viviendas y de zonas comunes, se utilizará un magnetotérmico y diferencial por cada línea que parte hacia los receptores por tanto tendremos tres de cada.

El magnetotérmico a utilizar será el Acti9 C120N de 2P de 100 A de curva C y de 10kA de poder de corte del fabricante Schneider.

$$85,6 \leq 100 \leq 106$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z \rightarrow 125 \leq 153,7$$

Finalmente el interruptor diferencial será del mismo fabricante, el iLD de 2P de 100 A nominales de sensibilidad de fuga 300 mA.

### 7.11 Toma a tierra:

Para el correcto funcionamiento del equipo de protecciones y para garantizar la seguridad e integridad de las personas y de la instalación es necesario realizar el estudio de la toma de tierra tal y como dicta la reglamentación actual en la ITC-BT-1.

El primer paso es determinar el terreno para conocer cual es la resistividad del terreno (medida en  $\Omega m$ ). En nuestro caso se identifica el terreno como arena arcillosa tomándose pues el valor máximo para este tipo de material según la tabla que se encuentra en la ITC ya comentada y que se adjunta a continuación.

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Tabla 47: Resistividades aproximadas según el terreno

Para nuestra instalación se opta por distribuir 4 picas de una longitud de 2 metros siendo enterradas de tal forma que las picas estén soterradas 0,5 m de la superficie y estando el conductor de unión enterrado 50 m.

Posteriormente se deben calcular las diferentes resistencias de los elementos de la instalación utilizando las expresiones que se encuentran en la normativa.

El primer cálculo será el de la **resistencia del conductor enterrado horizontalmente** y se calcula a partir de la resistividad del terreno  $\rho$  y de la longitud del conductor de unión enterrado:

$$R_c = \frac{2 \cdot \rho [\Omega m]}{L_c [m]} = \frac{2 \cdot 500 [\Omega m]}{50 [m]} = 20 \Omega$$

*Ecuación 34: Cálculo de la resistencia del conductor enterrado horizontalmente*

Posteriormente se calcula la **resistencia de las picas enterradas**, siendo  $L_p$  la longitud de la pica y  $n_p$  el número de picas:

$$R_p = \left( \frac{\rho [\Omega m]}{L_p [m]} \right) / n_p = \frac{\left( \frac{500}{2} \right)}{4} = 62,5 \Omega$$

*Ecuación 35: Cálculo de la resistencia de las picas*

Pero para conocer la **resistencia total** de la instalación deberemos calcular la resistencia en paralelo a partir de la resistencia del conductor horizontal y de las picas:

$$R_T = \frac{R_p \cdot R_c}{R_p + R_c} = \frac{62,5 \cdot 20}{62,5 + 20} = 15,15 \Omega$$

*Ecuación 36: Cálculo de la resistencia total*

Una vez ya se ha obtenido la resistencia de la instalación se debe analizar si esta resistencia es la suficiente para disponer de una tensión de defecto menor a la que rige la normativa utilizando la ecuación siguiente:

$$I_D \cdot R_T < V_D$$

*Ecuación 37: Comprobación de la corriente de defecto de la instalación*

$$300 \cdot 10^{-3} \cdot 15,15 \rightarrow 4,54 < 24 \text{ V}$$

La tensión de defecto tal y como dicta el reglamento deberá ser menor de 24 V y para este cálculo necesitaremos la sensibilidad del diferencial que es de 300 mA. Obteniendo pues que el estudio de la toma de tierra cumple holgadamente con la normativa establecida en la ITC.

## 8. COSTES ENERGÉTICOS A LARGO PLAZO:

Tras haber ya diseñado todos los elementos de la instalación fotovoltaica y conocer el coste de todo ello -que se pueden observar en el apartado dedicado a presupuestos- es muy útil calcular los costes energéticos a largo plazo, siendo 25 y 45 años las fechas marcadas.

Pero antes se calculará el coste del vatio pico que será necesario para los cálculos posteriores y además es un buen método para conocer si la instalación es viable económicamente de forma sencilla. Para el cálculo se necesita el coste total de la instalación y la potencia pico instalada.

$$C_{W_{pico}} = \frac{C_T}{P_{P_{inst}}} = \frac{147\,391,29 \text{ €}}{60\,000 \text{ W}} = 2,45 \text{ €/Wpico}$$

*Ecuación 38: Obtención del coste del vatio pico del proyecto*

Este coste del vatio pico suele encontrarse sobre los 2€/Wpico. Es por ello que en nuestro caso pese a encontrarnos algo por encima de este sigue siendo un coste aceptable, en caso de que se quiera bajar este coste se podría reducir a dos días de autonomía el equipo de baterías.

### 8.1 Coste energético en 25 años:

En estos 25 años será necesario realizar el cambio de los inversores y reguladores mientras que el sistema de baterías tendrá una duración de 15 años al ser del tipo estacionario OPZS, por tanto se habrá realizado una sustitución en estos 25 años. De igual manera se tendrá en cuenta el gasto en mantenimiento durante ese periodo y el coste del combustible utilizado por el grupo electrógeno siendo no demasiado excesivo ya que tan solo es utilizado en caso de emergencia o en caso de avería y se dispone esos tres días de autonomía gracias al equipo de baterías.

$$C_{25 \text{ años}} = C_0 + C_{inv} + C_{reg} + C_{bat} + C_{mant} + C_{comb}$$

*Ecuación 39: Coste a los 25 años*



$$C_{25 \text{ años}} = 147\,391,29 + 11\,251,92 + 10\,476,97 + 62\,310,96 + 4\,000 + 2\,500$$

$$C_{25 \text{ años}} = 237\,931,14\text{€}$$

Tras calcular el coste para los siguientes 25 años se calcula la energía anual producida en ese periodo a partir de la energía producida anualmente:

$$E_{25 \text{ años}} [kWh] = E_{\text{año}} \cdot n_{\text{año}} = 44\,961,22 \cdot 25 = 1\,124\,030,5 \text{ kWh}$$

*Ecuación 40: Energía producida en estos 25 años*

Finalmente ya se puede obtener el coste energético generado en estos 25 años aplicando la ecuación siguiente:

$$C_{kWh \text{ } 25 \text{ años}} \left[ \frac{\text{€}}{kWh} \right] = \frac{C_{25 \text{ años}}}{E_{25 \text{ años}}} = \frac{237\,931,14 \text{ €}}{1\,124\,030,5 \text{ kWh}} = 0,212 \text{ €/kWh}$$

*Ecuación 41: Coste de la energía a los 25 años*

## **8.2 Coste energético en 45 años:**

En este caso se realizará el mismo proceso que en el apartado anterior, aunque al haber transcurrido 20 años desde la fecha anterior no se producirá el cambio de inversores y reguladores, no así como con el equipo de baterías que si serán cambiadas. En lo correspondiente al coste del combustible y al de mantenimiento serán menores ya que han transcurrido menos años

A continuación se calcula el la energía generada y el coste del kWh para para los 45 años tal y como se ha calculado en el apartado anterior:

$$C_{45 \text{ años}} = C_{25 \text{ años}} + C_{bat} + C_{mant} + C_{comb}$$

$$C_{45 \text{ años}} = 237931,14 + 62310,96 + 3500 + 2000 = 305\,742,1 \text{ €}$$

$$E_{45 \text{ años}} [kWh] = E_{año} \cdot n_{años} = 44961,22 \cdot 45 = 2\,023\,254,9 \text{ kWh}$$

$$C_{kWh\ 45 \text{ años}} \left[ \frac{\text{€}}{kWh} \right] = \frac{C_{45 \text{ años}}}{E_{45 \text{ años}}} = \frac{305\,742,1}{2\,023\,254,9} = 0,151 \text{ €/kWh}$$

Si comparamos el coste del kilovatio hora a los 25 y 45 años que se ha obtenido con los costes habituales en estos casos encontramos que el de 25 años es algo superior ya que normalmente suele estar entre 19 y 20 céntimos aunque la diferencia es mínima

En el caso del coste de 45 años si que nos encontramos en el rango habitual que suele ser entre 15 y 17 céntimos el kWh.

# PLIEGO DE CONDICIONES

## 1.1 Definición y alcance:

El pliego de condiciones tiene como función el determinar cuales deben de ser las condiciones mínimas aceptables para el correcto funcionamiento, para la correcta ejecución del montaje y para la puesta en marcha de la instalación fotovoltaica en base a la normativa vigente. De igual manera se encarga de marcar las relaciones entre la propiedad y los contratistas por el fin de lograr la correcta ejecución de los trabajos acordados en la instalación.

## 1.2 Componentes y materiales del diseño de la instalación:

Las actividades e instalaciones ejecutadas deberán cumplir siempre con lo dictado en la normativa vigente o en el REBT para cumplir con las exigencias relativas a la seguridad del personal y cumpliendo con la calidad de suministro energético. A continuación se nombra los principios que deberá cumplir la instalación fotovoltaica:

- Se debe asegurar como mínimo un grado de aislamiento eléctrico de Clase I -de tipo básico- para todos los equipos y materiales
- Se deben incluir todos los elementos de seguridad necesarios para proteger a las personas y a los equipos según dicte la normativa vigente
- Se deben incluir las protecciones necesarias para la correcta protección de la instalación frente cortocircuitos, sobretensiones y sobrecargas.
- Todos los materiales que estén a la intemperie deben estar protegidos frente a los agentes ambientales, sobre todo contra la radiación solar, humedad o lluvias y tormentas.

- Los equipos situados a la intemperie deberán ser como mínimo de grado IP65 y los de interior IP20.
- Los equipos electrónicos deberán cumplir con la normativa de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética

### 1.2.A Módulos fotovoltaicos:

Los módulos fotovoltaicos deberán ser todos del mismo modelo y deberán cumplir con las especificaciones que se encuentren en la UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino y en la especificación UNE-EN 61730-1 y 2 sobre seguridad en módulos fotovoltaicos.

Estos equipos deberán mostrar de forma visible el modelo, nombre o logotipo del fabricante y el número de serie y la fecha de fabricación.

Los módulos dispondrán de diodos de derivación para evitar posibles averías en las células y circuitos, teniendo que tener la caja un grado de protección de IP 65. Si estos equipos disponen de marcos laterales, deberán ser de aluminio o de acero inoxidable y toda la estructura metálica deberá conectarse a tierra.

Se exige un mínimo de calidad para poder aceptar un módulo debiendo ser su potencia máxima y corriente de cortocircuito referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del 5 % de las correspondientes a valores nominales del catálogo.

Serán rechazados cualquier módulo que muestre defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, falta de alineación en las células o bien burbujas en el encapsulado.

### 1.2.B Estructuras de soporte :

La estructura se ha diseñado y debe soportar la doble inclinación, sobre la horizontal, indicada en la memoria. Esta viene limitada en función de la superficie a instalar y de las condiciones del terreno

Se deben disponer las estructuras necesarias para montar los módulos fotovoltaicos seleccionados para la instalación fotovoltaica y se deben incluir todos los accesorios que se precisen (anclajes, tornillos, silicona impermeabilizante, etc).

La estructura de soporte y el sistema de fijación debe permitir las dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar negativamente a los módulos, siguiendo las normas del fabricante. La estructura soporte de los módulos ha de resistir, con los módulos ya instalados, las sobrecargas causadas por inclemencias climáticas -como puede ser la nieve o el agua- de acuerdo con lo dictado en el Código Técnico de la Edificación.

La estructura se debe proteger superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. El uso de taladros en la estructura se llevará a antes del galvanizado o protección de esta. La tornillería empleada debe ser de acero inoxidable al igual que la sujeción de los módulos a la misma. Los módulos y los soportes han sido diseñados a una distancia tal que no produce sombras a los demás equipos.

### 1.2.C Inversores-cargadores :

Actuarán como fuente de tensión de generación y auto-conmutada y será del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que en todo momento se pueda extraer la máxima potencia que las baterías o el grupo electrógeno puedan proporcionar.

Las pérdidas en función del vacío deberán ser inferiores al 2% de su potencia nominal de salida y cumplirá con las normativas comunitarias de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética certificadas por el fabricante con las protecciones eléctricas frente a cortocircuitos en corriente alterna, tensiones de red fuera del rango, frecuencias de red fuera del rango, sobretensiones o perturbaciones de la red.

Deberá de contar con controles manuales y señalizaciones necesarias para su correcta operación, incorporando de igual forma controles automáticos adecuados para su manejo, supervisión, reparación o mantenimiento. Deberán de contar con protección IP 30 mínima para los inversores-cargadores que se encuentren en interiores.

### 1.2.D Reguladores de carga:

Las baterías se protegerán contra sobrecargas y sobre descargas. Estas protecciones serán realizadas por el regulador de carga, aunque estas acciones puedan realizarse por otros equipos siempre que se haga con una seguridad equivalente. Se permitirá el uso de reguladores que utilicen diferentes estrategias de regulación atendiendo a otros parámetros, como, por ejemplo, el estado de carga del acumulador.

El regulador de carga se seleccionará para que sea capaz de resistir sin daño una sobrecarga simultánea de: corriente en la línea de generador y de la línea de consumo debiendo ser un 25% superior a la corriente de cortocircuito del generador y de la corriente máxima de la carga del consumo.

El regulador de carga debe estar protegido contra la posibilidad de desconexión accidental de las baterías, con el generador y con cualquier carga. En estas condiciones, el regulador debería asegurar, además de su propia protección, la de las cargas conectadas. Las caídas internas de tensión del regulador serán inferiores al 4% de la tensión nominal, para sistemas de menos de 1 kW, y del 2% de la tensión nominal para sistemas mayores de 1 kW

Estos valores se especifican para las siguientes condiciones: corriente nula en la línea que conecta al generador y corriente en la línea acumulador-consumo.

### 1.2.E Equipo de baterías OPZS:

La batería utilizada en la instalación fotovoltaica debe ser de plomo-ácido estacionaria OPZS. La profundidad de descarga máxima no debe exceder del 70 % en la instalación fotovoltaica para garantizar la correcta durabilidad de las baterías y aumentando así su vida útil.

La capacidad inicial de las baterías debe ser superior al 90 % de la capacidad nominal. Deben seguirse las recomendaciones del fabricante en caso de que las baterías requieran una carga inicial.

En las baterías seleccionadas se recomienda alargar el tiempo y velocidad de descarga de las baterías para así obtener una mayor capacidad de energía. La autodescarga del acumulador a 20°C no debe ser superior al 6 % de su capacidad nominal por mes. La vida de las baterías debe ser superior a 1000 ciclos cuando se descarga el acumulador hasta una profundidad del 50 % a 20 °C.

### 1.2.F Grupo electrógeno:

El grupo electrógeno debe de poder garantizar el suministro del total de la potencia instalada de los receptores del punto de suministro por lo tanto, se garantiza la continuidad del suministro de energía eléctrica en la instalación fotovoltaica.

Este debe estar sobre una bancada electrosoldada de acero con amortiguadores anti vibratorios, con una cabina de protección de acero galvanizado de alta resistencia. Además, debe poder ser accionado mediante botonera manual o de

forma automática. Este debe de disponer de componentes de protección frente sobrecargas y cortocircuitos.

### 1.2.G Cableado:

Todo el cableado debe cumplir con lo que dicte la legislación vigente. Los conductores deben tener la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los sobrecalentamientos. Para cualquier trabajo, los conductores deben de tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, al 1,5 % respecto a la tensión nominal continua del sistema. Estos son de secciones y tipos a los detallados en el proyecto. Se debe incluir la longitud de cables necesaria para cada aplicación concreta ya sea en corriente continua o alterna, evitando esfuerzos sobre los elementos de la instalación y sobre los propios cables.

Los positivos y negativos de la parte en corriente continua de la instalación, deben de estar protegidos de los agentes climáticos, dispuestos bajo tubo corrugado flexible amarrado a la cubierta mediante abrazaderas y deben estar señalizados (mediante códigos de colores, etiquetas, etc.) de acuerdo con lo que dicte la normativa actual. En cuanto al cableado del interior, este debe estar sobre bandeja metálica a lo largo de su recorrido y siempre que se ajuste al diseño de la instalación, para proteger al cableado en caso de producirse sobrecargas mecánicas y desconexiones que puedan afectar negativamente al conjunto del sistema.

Las conexiones se producirán mediante cajas de conexionado adecuadas con dimensiones que permitan alojar holgadamente todos los conductores a contener.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente el conductor neutro y el conductor de protección. Esta identificación se debe realizar por los colores de sus aislamientos. Para el neutro se utilizará el color azul claro. El conductor de protección deberá ser de color verde-amarillo. Los conductores de fase se deben de clasificar por los colores marrón, negro y gris y evidentemente no mezclando colores entre diferentes trazados de la instalación.

Para circuitos con doble polaridad, como en el caso de circuitos de corriente continua, se utilizará el color rojo para la polaridad positiva y el color negro para el negativo.

### 1.2.H Protecciones:

El sistema de protecciones debe asegurar la protección de las personas frente a contactos indirectos. La instalación debe estar protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones tal y como se deberá detallar en el proyecto. Se

prestará especial atención a la protección del equipo de baterías frente a cortocircuitos mediante fusible o en caso de que fuese necesario se utilizará un interruptor automático.

### 1.2.J Puesta a tierra:

Puesto que las tensiones nominales en continua son superiores a 48 voltios, la instalación cuenta con una toma de tierra compuesta por 4 picas de 3 metros cada una, hincadas en el terreno a una profundidad de 0.5m y unidas entre sí mediante conductor de cobre de longitud total 50 m. La unión entre ambos se realizará mediante soldadura aluminotérmica.

A la puesta a tierra deben de conectarse todos los componentes del soporte de los módulos fotovoltaicos, los marcos de estos, los inversores-cargadores, el grupo, electrógeno, y todos los elementos metálicos que en caso de defecto puedan quedarse en tensión.

La puesta a tierra debe ser independiente a la de las viviendas. La puesta a tierra debe realizarse con lo calculado y analizado en el proyecto, donde se han realizado las mediciones de resistencia y donde se ha comprobado que la tensión de defecto a tierra no supera el valor limitante de 24 voltios del Reglamento Electrotécnico de Baja tensión en su ITC-BT-18.

## 1.3 Montaje y conexionado de la instalación fotovoltaica:

### 1.3A Montaje de los soportes:

Para el montaje de la estructura soporte se debe de realizar la correcta fijación de estos sobre el terreno, teniendo que soportar las estructuras el peso de los módulos fotovoltaicos y de las sobrecargas producidas por la nieve y el viento.

La estructura soporte de los paneles metálica (acero galvanizado, aluminio o acero inoxidable). Se deben de considerar las exigencias constructivas y estructurales del CTE, para de este modo garantizar la seguridad de la instalación utilizando la doble inclinación para maximizar de forma económica y/o ecológica la instalación fotovoltaica descrita en el proyecto.



### 1.3B Montaje de los módulos fotovoltaicos:

Los módulos fotovoltaicos deben situarse sobre la estructura de manera firme y sujeta, empleando amarres para su correcta situación en la estructura por la parte superior e inferior. Los puntos de sujeción del módulo deben de sujetarlo de forma que no se produzcan flexiones en los módulos a las permitidas por el fabricante.

En caso de que la conexión entre paneles sea compleja se deberá de tener a mano el plano de conexionado y distribución de los paneles para realizar el correcto montaje sin cometer errores. Al realizar la instalación en horario diurno se deberán de cubrir los módulos fotovoltaicos para evitar la tensión entre sus terminales al recibir la radiación solar sobre el módulo.

En la parte trasera se encuentran cajas de conexiones con cableado preinstalado de fabrica con conectores aptos para corriente continua estando protegidos de los agentes climáticos -lluvia, viento, nieve- al encontrarse a la intemperie.

### 1.3C Montaje del equipo de baterías:

El transporte y manipulación de baterías pesadas requieren el empleo de medios materiales y técnicos adecuados para dichas tareas. El equipo de baterías deberá mantenerse en un lugar seco, fresco y protegido de la intemperie, ventilado adecuadamente y alejado lo suficiente de aparatos que puedan provocar llamas o chispas. De igual forma el lugar deberá ser de acceso restringido y deberá contar a su alrededor de las señalizaciones pertinentes de seguridad.

Deberá estar protegido frente el contacto directo e indirecto con partes activas en tensión y la conexión entre baterías deberá realizarse de forma segura y evitando esfuerzos en este cableado.

### 1.3D Conexión y puesta a tierra:

Se debe realizar una puesta a tierra común de todos los equipos de la instalación fotovoltaica para así conseguir la seguridad de las personas y de los equipos y de igual manera garantizando la actuación de las protecciones.

La conexión a tierra se debe realizar mediante el hincado en el terreno de 4 picas de cobre de 3 metros de longitud y a una profundidad de al menos 0,5 m, unidas entre si mediante conductor de cobre y de longitud de 50 metros para disminuir la resistencia del terreno y así reducir la tensión de defecto a un valor inferior a 24 V.

La unión entre picas y conductor será mediante soldadura aluminotérmica. En caso de que se tuviera que realizar una manipulación o bien el desmontaje de algún elemento de la instalación fotovoltaica se deberá de seguir asegurando la protección del sistema y disponer de una puesta a tierra para toda la instalación.

### 1.3E Montaje del resto de componentes:

Para el correcto montaje, conexionado y puesta en marcha del inversor, grupo electrógeno, regulador de carga se deberán seguir los pasos que dicten sus fabricantes. Estos deben de situarse en un lugar seco y protegidos de fuentes de calor y humedad y en un lugar ventilado. Los inversores-cargadores que se sitúen en las paredes deberán mantenerse a una distancia suficiente del resto de equipos y en lugar con una correcta ventilación al igual que el grupo de reguladores y el grupo electrógeno.

El cableado eléctrico deberá seguir el recorrido más corto posible salvo si este recorrido pueda suponer un peligro para las personas o para la propia instalación, Los conductores dispuestos en el exterior deberán ir dentro de un conductor corrugado que lo separe del exterior. En el interior deben ir dispuestos en canaletas o bandejas planas, fijadas a la pared en recorrido vertical y horizontal amarrando correctamente al conductor.

### 1.4 Recepción y pruebas:

Al haber finalizado los trabajos se procederá a retirar los elementos sobrantes y se limpiará la zona ocupada y los residuos deberán ser separados para su correcto reciclaje.

Durante este período el suministrador es el único responsable de la operación del sistema.. Todos los elementos suministrados y su instalación deben protegerse frente a defectos de fabricación, instalación o elección de componentes por una garantía a partir de la dictada fecha de la firma entre ambas partes.

Aunque en caso de que la garantía haya vencido y se probase que el fallo tuviera el origen en un defecto oculto de diseño, construcción o montaje debería el instalador subsanarlos sin coste alguno.

El instalador entregará al usuario y un documento- en el que se muestre los componentes, materiales y manuales utilizados en la instalación. Este documento deberá ser firmado por ambas partes.

Antes de realizar la puesta en servicio, se deberá realizar una revisión del conexionado de todos los elementos de la instalación y de igual forma realizar una toma de valores de las corrientes y tensiones de los equipos, Además se deberá realizar una puesta en marcha, prueba de arranque y de parada.

## **1.5 Contrato de mantenimiento de la instalación:**

### **1.5A Generalidades:**

Se firmará un contrato de mantenimiento al menos de tres años. El mantenimiento preventivo incluirá al menos una revisión anual, que en el caso de esta instalación serán dos que coincidirán con el cambio de inclinación de los módulos fotovoltaicos realizado por un técnico con cualificación.

El contrato de mantenimiento incluye el mantenimiento que se realizará sobre todos los elementos de la instalación.

### **1.5B Programa de mantenimiento:**

El plan de mantenimiento se divide en dos métodos de actuación: mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo.

El preventivo corresponde consiste en inspecciones visuales, verificación de las actuaciones y de otras maniobras que mantengan las prestaciones y las condiciones de seguridad de la instalación. que aplicadas a la instalación deben permitir mantener, dentro de límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación

El plan de mantenimiento correctivo consiste en todas las operaciones que abordan las actividades de sustitución necesarias para asegurar el correcto funcionamiento de la instalación.

Las operaciones de mantenimiento realizadas se deben registrar en el libro de mantenimiento donde se encontrará la identificación del personal de mantenimiento: nombre, titulación y autorización de la empresa contratada, fecha de inicio y de fin de la actividad, mantenimiento realizado y firma del personal que realizará el mantenimiento etc.

En caso de duda en el mantenimiento se debe consultar el manual del fabricante de cada uno de los componentes donde se dictará las pautas a seguir relativas al mantenimiento para así aclarar las dudas surgidas.

## **1.6 Garantías:**

### **1.6A Ámbito general de la garantía:**

Sin perjuicio de una posible reclamación a terceros, la instalación debe ser reparada de acuerdo con estas condiciones generales en caso de haber sufrido una avería por algún defecto de montaje o de cualquiera de los componentes; en caso de haber sido manipulada correctamente tal y como dicta el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, se debe justificar a partir del certificado de garantía que debe contar con la fecha que se acredite en la entrega de la instalación.

### **1.6B Plazos de garantía:**

Todos los elementos de la instalación deben estar protegidos frente a defectos de fabricación, diseño o instalación por una garantía de al menos dos años, excepto los módulos fotovoltaicos que deberán proporcionar una garantía de al menos 10 años.

De todas formas en caso de que se apreciase que un fallo de la instalación es causa de un defecto ocultos de diseño, construcción, material o montaje, el instalador deberá repararlos sin coste alguno.

### **1.6C Condiciones económicas:**

La garantía incluye la reparación o cambio de los componentes y las piezas que pudieran ser defectuosas como también la mano de obra. De igual manera se debe incluir la mano de obra y materiales utilizados para efectuar los ajustes del funcionamiento de la instalación.

Si en un plazo considerable el suministrador incumple condiciones descritas en la garantía, el comprador de la instalación podrá fijar una fecha final que el suministrador cumpla con las condiciones de obligado cumplimiento. En caso de que el suministrador no cumpla con estas obligaciones el comprador de la instalación podrá por su cuenta – o mediante un tercero-realizar las reparaciones

necesarias sin perjuicio de reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

#### 1.6D Anulación de la garantía:

La garantía podrá ser anulada cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada por personas ajenas al suministrador o a los servicios proporcionados por los fabricantes no autorizados por el suministrador salvo por las condiciones aclaradas en el punto anterior.

#### 1.6E Lugar y tiempo de la prestación:

Cuando el usuario detecte un defecto en la instalación lo comunicará al suministrador. Si el suministrador considera que es un defecto de fabricación de algún equipo lo deberá comunicar al fabricante.

El suministrador debe atender este aviso en un plazo máximo de 24 a 48 horas si la instalación no funciona o de una semana si este fallo no afecta al funcionamiento de la instalación.

Las averías producidas se deben reparar en su lugar de ubicación del suministrador. Si la avería de algún componente no se puede reparar en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante a cargo del suministrador.

El suministrador debe realizar las reparaciones con la mayor brevedad posible tras haber recibido el aviso, aunque no se responsabilizará de los perjuicios causados por el retraso de las reparaciones siempre que este tiempo sea inferior a 15 días.

## PRESUPUESTOS:

A la hora de realizar el presupuesto del proyecto se han tenido en cuenta todos los componentes, materiales y acciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación fotovoltaica. Los precios se han obtenido del mercado actual y se muestran de forma descompuesta según su naturaleza.

Para comprender mejor el presupuesto se ha dividido en cuatro partes: la instalación fotovoltaica (los inversores, baterías, reguladores y demás equipos), la instalación eléctrica (los conductores utilizados), las protecciones y el sistema de toma a tierra. Finalmente comentar que se ha considerado un 2,5 % del total en funciones de supervisión y control por parte de los ingenieros, donde a su vez se han considerado los posibles imprevistos que puedan suceder.

PRESUPUESTO					
Tipo	Descripción	Cantidad	Unidades	Coste por unidad (€)	Coste (€)
<b>INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA</b>					
Componente	<b>Módulos fotovoltaicos</b> LONGi LR5 72HPH 545Wp con cableado y conexionado entre módulos	110	ud.	203	22330
Montaje	Instalación de los módulos fotovoltaicos LONGi LR5 72HPH 545Wp	110	ud.	3,1	341
Componente	<b>Estructura soporte</b> para cinco módulos solares con doble inclinación y materiales asociados necesarios para la instalación como tornillería o anclajes	22	ud.	180	3960
Montaje	Instalación de las estructuras soportes de los módulos solares	22	ud.	18	396
Componente	<b>Inversores-cargadores</b> Victron Quattro de 15kW con cableado y conexionado entre equipos	3	ud.	3750,64	11251,92
Montaje	Instalación de los inversores-cargadores Victron Quattro de 15kW	3	ud.	38	114
Componente	<b>Reguladores de carga</b> Victron SmartSolar MPPT RS 450 100 con cableado y conexiones entre equipos	7	ud.	1496,71	10476,97
Montaje	Instalación de los reguladores Victron SmartSolar MPPT RS 450 100	7	ud.	28	196
Componente	<b>Grupo electrógeno</b> Pramac GSW 65 IVECO Diesel ACP con su plataforma antivibraciones	1	ud.	11760,25	11760,25
Alquiler	Alquiler de maquinaria utilizada para la instalación del grupo electrógeno	3	horas	67	201
Montaje	Instalación del grupo electrógeno Pramac GSW 65 y de la plataforma antivibraciones	1	ud.	340	340
Componente	<b>Equipo de baterías</b> de plomo-ácido BAE 24 OPZS 4560 cableado y conexionado entre baterías	72	ud.	865,43	62310,96
Montaje	Instalación del equipo de baterías BAE 24 OPZS 4560	72	ud.	3,1	223,2
Componente	<b>Edificio prefabricado</b> de hormigón armado desmontable Modelo Puchol para el almacenaje de los equipos de la instalación fotovoltaica	1	ud.	7000	7000
Componente	Vallado alrededor de la instalación fotovoltaica de malla de simple torsión de 1,5 m de alto	145	m	2,87	416,15
Montaje	Instalación del edificio prefabricado Modelo Puchol sobre el terreno ya asentado y distribuido	3	horas	88	264
Obra	Alineación del terreno donde se asienta el edificio prefabricado y trabajo de esparcimiento de la gravilla en la base	3	m3	48,67	146,01
					<b>131727,46</b>

INSTALACIÓN ELÉCTRICA					
Cableado DC	<b>Cableado Prysmian H1Z2Z2-K</b> de cobre estañado de sección 4 mm <sup>2</sup>	10	m	1,473	14,73
Cableado DC	<b>Cableado Prysmian H1Z2Z2-K</b> de cobre estañado de sección 16 mm <sup>2</sup>	11	m	4,742	52,162
Cableado DC	<b>Cableado Prysmian H1Z2Z2-K</b> de cobre estañado de sección 25 mm <sup>2</sup>	135	m	4,975	671,625
Cableado DC	<b>Cableado Prysmian H1Z2Z2-K</b> de cobre estañado de sección 35 mm <sup>2</sup>	135	m	5,26	710,1
Cableado DC	<b>Cableado Prysmian H1Z2Z2-K</b> de cobre estañado de sección 150 mm <sup>2</sup>	4	m	10,12	40,48
Cableado DC	<b>Cableado Prysmian AL XZ1 (S)</b> de aluminio de sección 150 mm <sup>2</sup>	13	m	2,865	37,245
Cableado DC	<b>Cableado Prysmian AL XZ1 (S)</b> de aluminio de sección 185 mm <sup>2</sup>	12	m	3,519	42,228
Cableado AC	<b>Cableado Prysmian RZ1-K</b> de cobre electrolítico recocido de sección 6 mm <sup>2</sup>	15	m	1,514	22,71
Cableado AC	<b>Cableado Prysmian RZ1-K</b> de cobre electrolítico recocido de sección 10 mm <sup>2</sup>	105	m	2,363	248,115
Cableado AC	<b>Cableado Prysmian RZ1-K</b> de cobre electrolítico recocido de sección 16mm <sup>2</sup>	68	m	3,468	235,824
Cableado AC	<b>Cableado Prysmian RZ1-K</b> de cobre electrolítico recocido de sección 35 mm <sup>2</sup>	30	m	7,17	215,1
Cableado AC	<b>Cableado Prysmian RZ1-K</b> de cobre electrolítico recocido de sección 50 mm <sup>2</sup>	55	m	10,048	552,64
Componente	<b>Bandeja metálica</b> para guiar los conductores en interior, bridas y demás utensilios utilizados para su correcta fijación	20	m	25,45	509
Componente	<b>Tubo corrugado</b> utilizado alrededor del cableado soterrado y abrazaderas para el correcto amarre de los conductores	400	m	0,56	224
Obra	Apertura de zanjas para la instalación del cableado	200	m <sup>2</sup>	8,5	1700
Montaje	Instalación y conexionado de la instalación eléctrica	3	días	150	450
Componente	Caja de conexión o <b>stringbox</b> para el conexionado de cableado IP65 de dimensiones 300x400x165 mm del fabricante FAMATEL	9	ud	45,99	413,91
					<b>6139,869</b>
PROTECCIONES					
Componente	<b>Fusibles</b> de cuchillas KPS NH-1 gG, 440V 80 A y portafusibles	5	ud.	4,89	24,45
Componente	Fusible de cuchillas KPS NH-1 gG, 440V 40 A y portafusibles	1	ud.	6	6
Componente	Portafusibles apto para fusibles de cuchillas NH-1	6	ud	13,5	81
Componente	<b>Interruptor automático magnetotérmico</b> Acti9 C120N, 2P, 100 A de Schneider Electric	3	ud.	362,14	1086,42
Componente	<b>Interruptor diferencial</b> IID 2P 100A 300mA Schneider Electric	3	ud.	850,16	2550,48
Componente	Caja de conexionado o <b>stringbox</b> para interruptor automático y diferencial SCHNEIDER KAEDRA 13984 IP65 2x12 de dimensiones 340x 460 x160 mm	1	ud.	82,95	82,95
Componente	Caja de conexionado o <b>stringbox</b> para fusibles y conexión de conductores Legrand 601996E IP65 de dimensiones 116 x 167 x 205	3	ud.	12,75	38,25
Montaje	Instalación y conexionado de los elementos de protección de la instalación	3	horas	96	288
					<b>4157,55</b>



TOMA DE TIERRA					
Componente	<b>Sistema de puesta a tierra</b> formado por conductor de cobre desnudo de 50 m y por 4 picas de 3m de longitud y soldadura y demás equipo necesario	1	ud.	180	180
Obra	Zanja para la instalación de la toma de tierra	15	m2	8	120
Componente	<b>Arqueta</b> para la instalación de la toma de tierra	1	ud.	54	54
Montaje	Instalación y conexionado de la puesta de tierra	12	horas	12	144
Cableado	Cableado de protección a toma de tierra	450	m	2,83	1273,5
					<b>1771,5</b>
<b>2,50%</b>	Tramitación, supervisión del proyecto y otros gastos asociados				<b>3594,909</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO SIN IVA</b>					<b>147391,29</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>178343,46</b>

TOMA DE TIERRA					
Componente	<b>Sistema de puesta a tierra</b> formado por conductor de cobre desnudo de 50 m y por 4 picas de 3m de longitud y soldadura y demás equipo necesario	1	ud.	180	180
Obra	Zanja para la instalación de la toma de tierra	15	m2	8	120
Componente	<b>Arqueta</b> para la instalación de la toma de tierra	1	ud.	54	54
Montaje	Instalación y conexionado de la puesta de tierra	12	horas	12	144
Cableado	Cableado de protección a toma de tierra	450	m	2,83	1273,5
					<b>1771,5</b>
<b>2,50%</b>	Tramitación, supervisión del proyecto y otros gastos asociados				<b>4641,586</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO SIN IVA</b>					<b>190305,02</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>230269,08</b>

## PLANOS

A continuación se adjuntan los planos del proyecto en el orden siguiente:

- Plano de situación a 4 km
- Plano de situación a 1 km
- Plano de situación a 400 m
- Plano unifilar nº1
- Plano unifilar nº2
- Plano de la planta de la instalación
- Plano acotado del edificio prefabricado y de los componentes
- Esquema del conexionado de los conductores nº1
- Esquema del conexionado de los conductores nº2







# Instalación fotovoltaica

Ubicada en la urbanización Montesano en la población de San Antonio de Benagéber

**Leyenda**  
📌 EMPLAZAMIENTO



Google Earth

Image Landsat / Copernicus

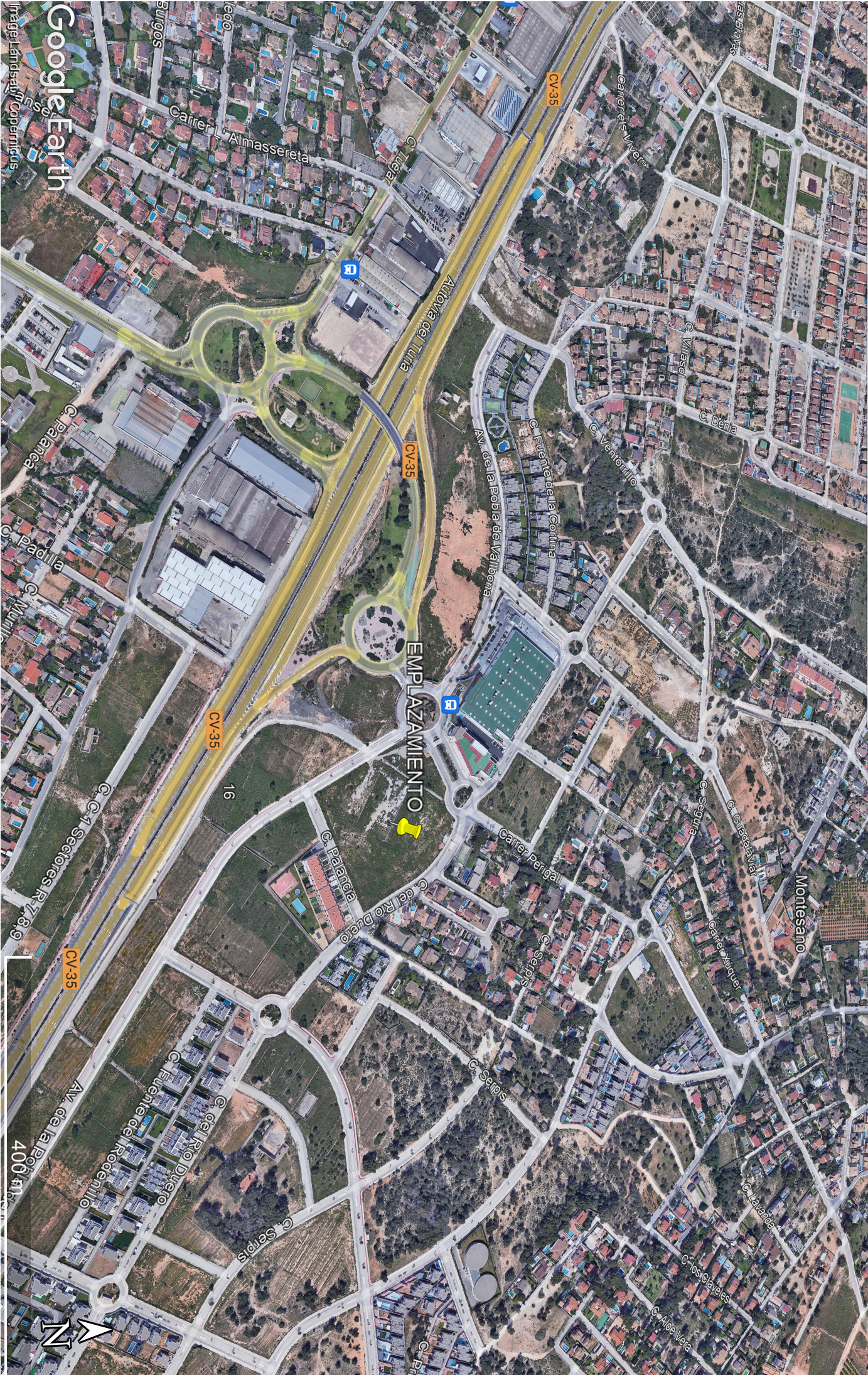
1 km





# Instalación fotovoltaica

Ubicada en la urbanización Montesano en la población de San Antonio de Benagéber



**Leyenda**  
📌  
EMPLAZAMIENTO

Google Earth

Imágenes Landsat Copernicus

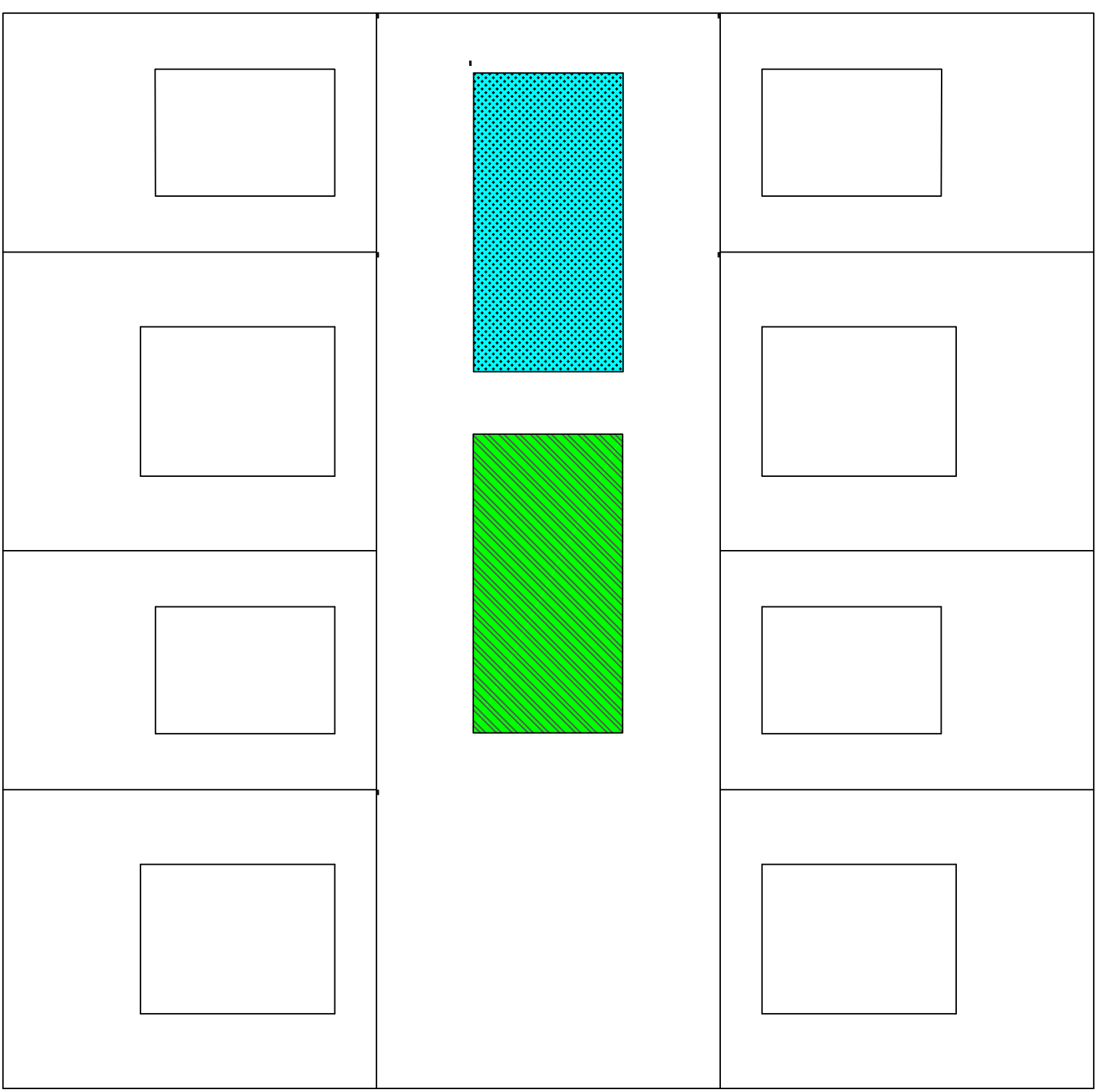
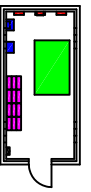
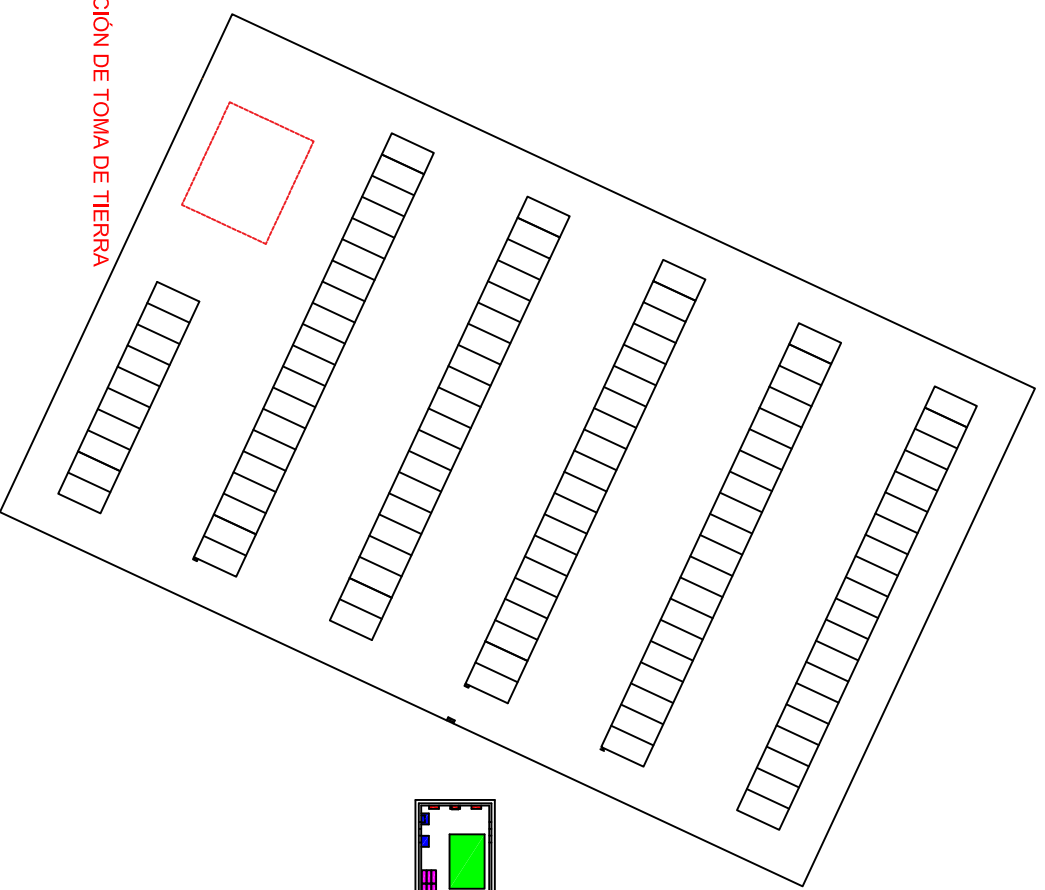
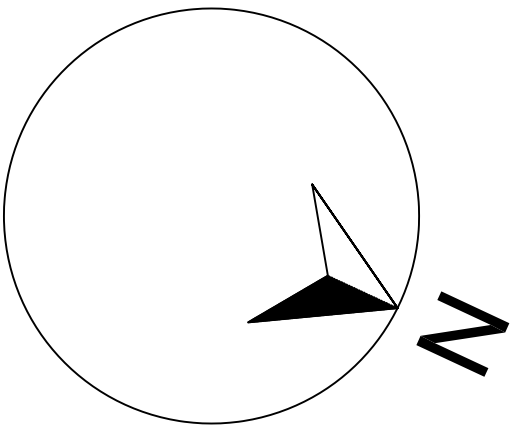





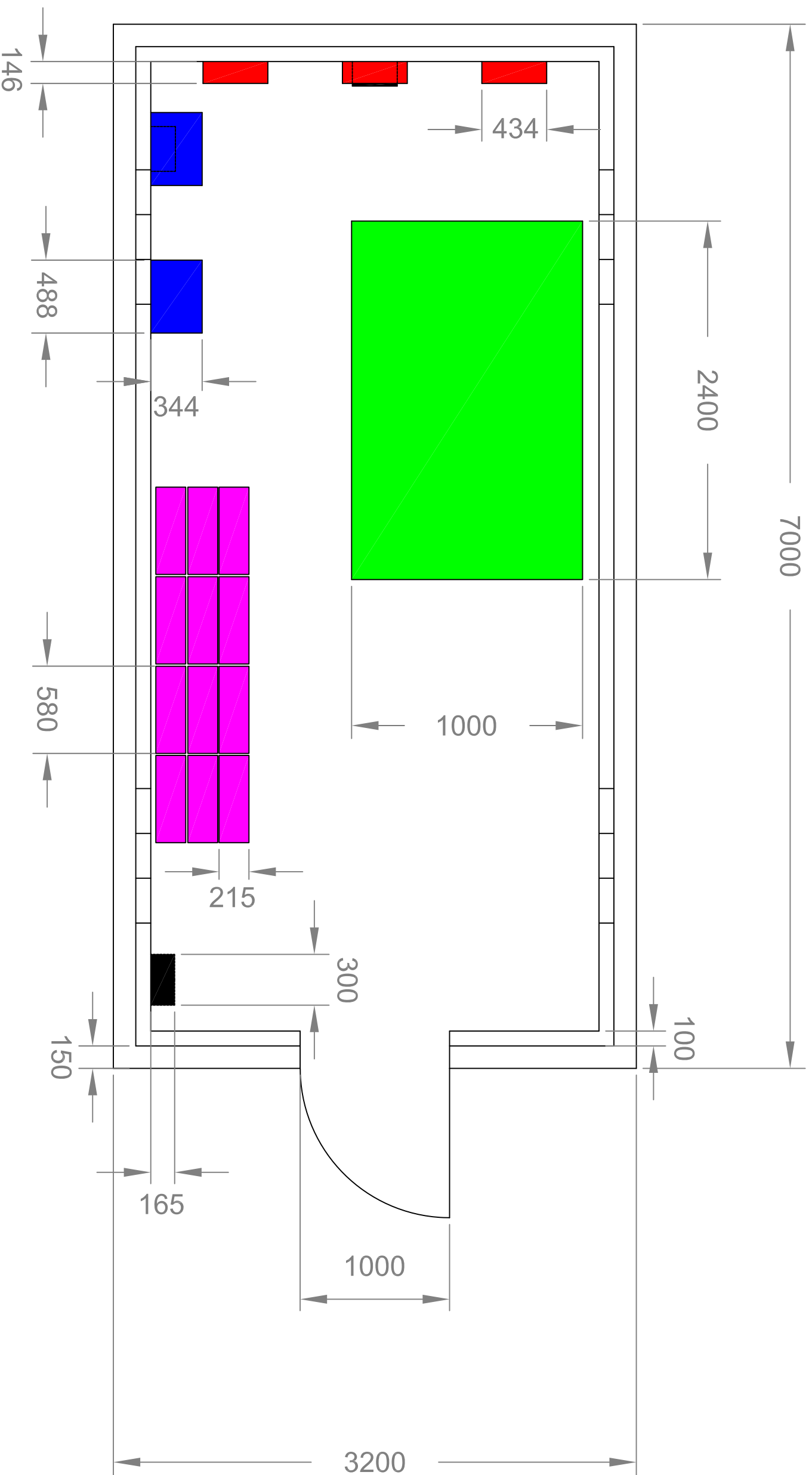








 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA		Proyecto: INSTALACION FOTOVOLTAICA AISLADA CON GRUPO ELECTROGENO PARA CONJUNTO DE 8 VIVIENDAS Y ZONAS COMUNES EN SAN ANTONIO DE BENAGÉBER		Nombre del plano: PLANTA DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA Y DEL CONJUNTO DE VIVIENDAS Y ZONAS COMUNES		Fecha: Julio 2022		Núm. del plano: 6	
		Autor: EDUARDO HABA PERIS		Formato: A3		Escala: S/E			



	GRUPO ELECTRÓGENO
	INVERSORES
	REGULADORES
	BATERÍAS
	CAJAS DE CONEXIONADO



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Proyecto:

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA CON GRUPO  
ELECTRÓGENO PARA CONJUNTO DE 8 VIVIENDAS Y  
ZONAS COMUNES EN SAN ANTONIO DE BENAGÉBER

Nombre del plano:

PLANTA DEL EDIFICIO PREFABRICADO DE LA  
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Autor:

EDUARDO HABA PERIS

Formato:

A3

Fecha:

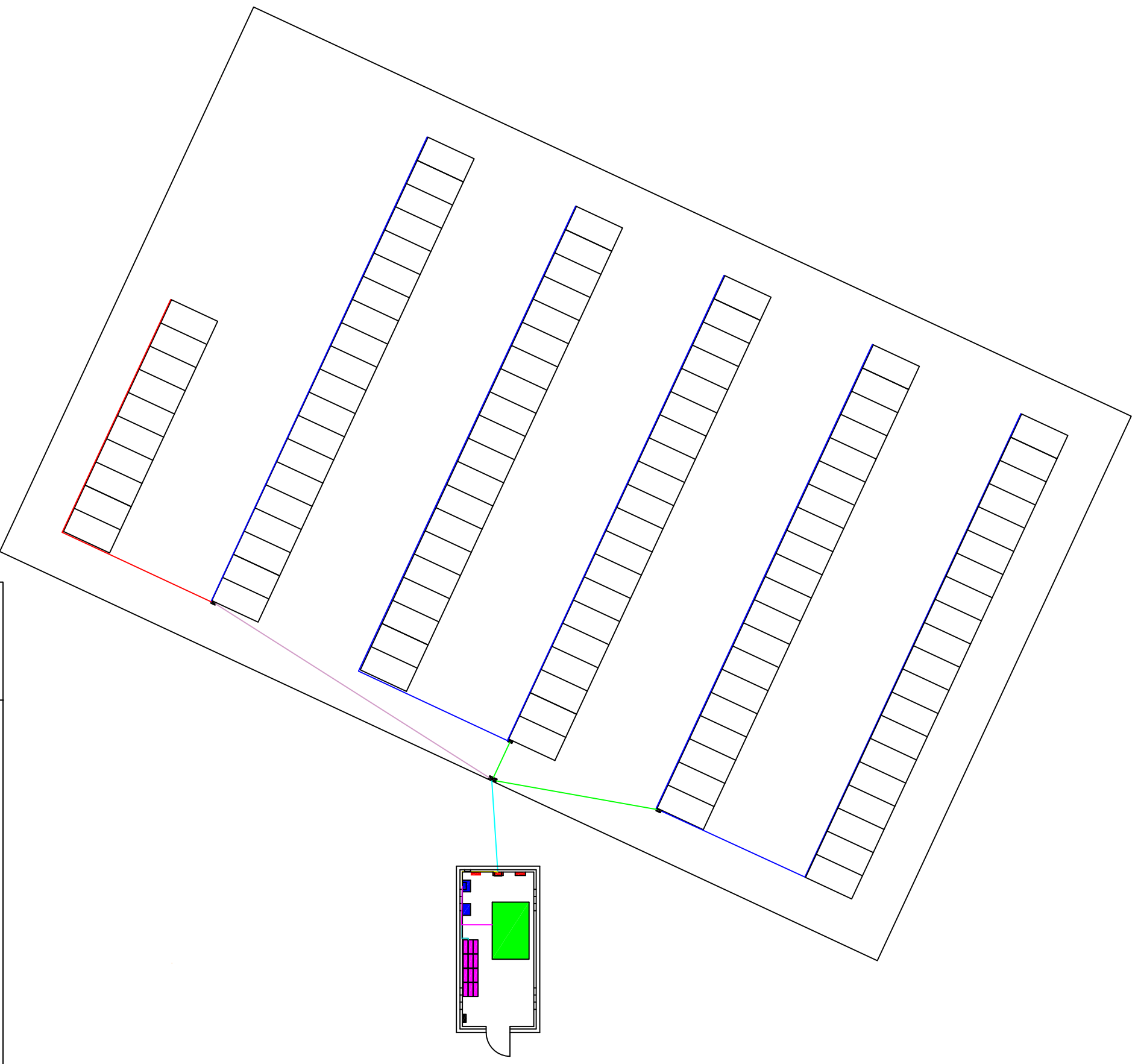
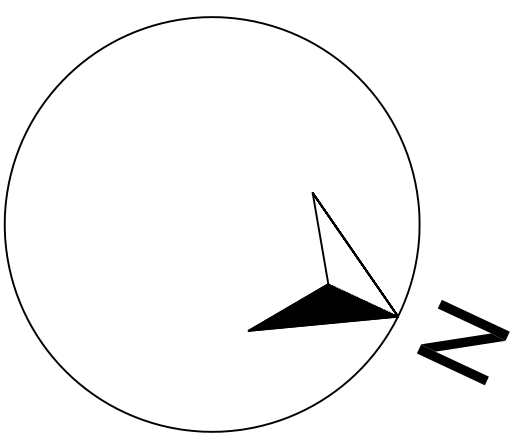
Julio 2022

Escala:

1:30

Núm. del plano:

7



Proyecto:  
INSTALACION FOTOVOLTAICA AISLADA CON GRUPO ELECTROGENO PARA CONJUNTO DE 8 VIVIENDAS Y ZONAS COMUNES EN SAN ANTONIO DE BENAGÉBER

Nombre del plano:  
ESQUEMA DE CONEXIÓN DEL CABLEADO ENTRE MODULO PREFABRICADO Y LA ZONA COMUNITARIA

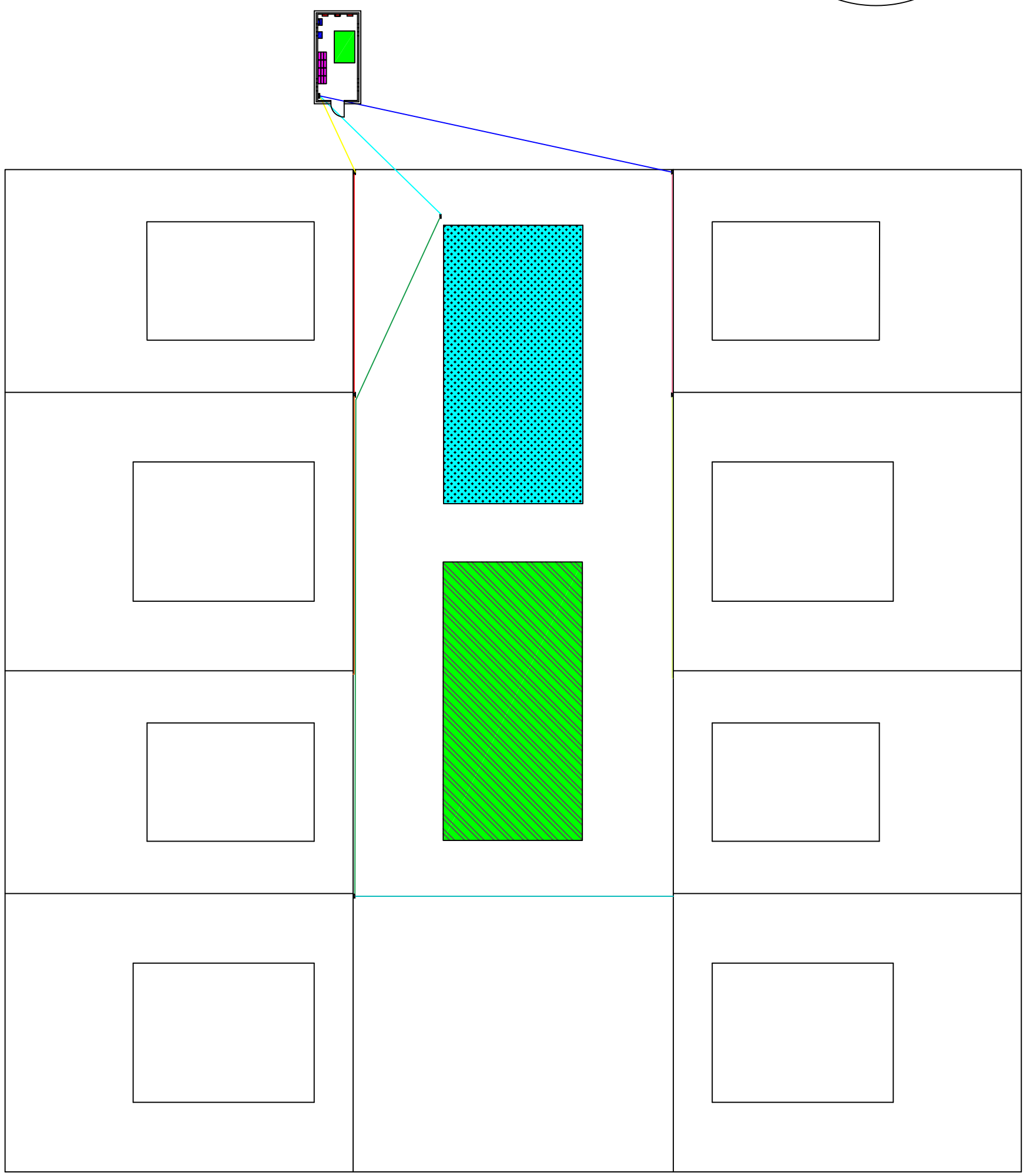
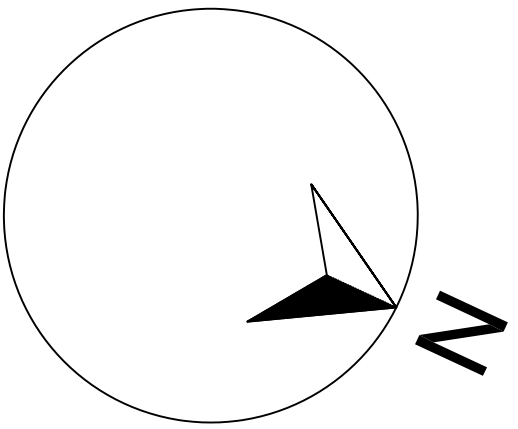
Autor:  
EDUARDO HABA PERIS

Fecha:  
Julio 2022

Escala:  
S/E

Núm. del plano:  
8

Formato:  
A3



Proyecto:  
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA CON GRUPO ELECTRÓGENO PARA CONJUNTO DE 8 VIVIENDAS Y ZONAS COMUNES EN SAN ANTONIO DE BENAGÉBER

Nombre del plano:  
PLANTA DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA Y DEL CONJUNTO DE VIVIENDAS Y ZONAS COMUNES

Autor:  
EDUARDO HABA PERIS

Fecha:  
Julio 2022

Escala:  
S/E

Núm. del plano:  
**9**

Formato:  
A3

## ANEXOS:

### Anexo: Cálculos

En este primer anexo se adjuntarán los cálculos que no han sido incluidos en la memoria por ser demasiado repetitivos con el orden mostrado a continuación:

- Tablas de consumos mensuales
- Cálculos del cableado utilizado

CONSUMOS DIARIOS DE VIVIENDA DE 3 HABITACIONES					ENERO
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
<b>Salón-comedor</b>					
Televisión	1	80	80	4	320
Equipo de música	1	70	70	0,25	17,5
LED 25 W	1	25	25	4	100
LED 14 W	3	14	42	0,5	21
LED 4 W	1	4	4	0,5	2
<b>Cocina-lavadero</b>					
Lavadora	1	400	400	0,5	200
Secadora	1	2000	2000	0,5	1000
Lavavajillas	1	2200	2200	0,5	1100
Horno eléctrico	1	2200	2200	0,4	880
Cocina inducción	1	1000	1000	1	1000
Frigorífico	1	120	120	24	2880
Televisión	1	60	60	1	60
Tostadora	1	1000	1000	0,2	200
Batidora	1	200	200	0,1	20
Microondas	1	1000	1000	0,1	100
Freidora	1	1200	1200	0,2	240
Campana extractora	1	200	200	2	400
Tubos LED	2	24	48	2	96
LED 14 W	1	14	14	0,1	1,4
<b>Cuartos de baño</b>					
Calefactor	2	1500	3000	0,5	1500
Secador de pelo	2	1500	3000	0,1	300
LED 25 W	2	25	50	1,2	60
<b>Habitación de matrimonio</b>					
Televisión	1	60	60	0,7	42
LED 4 W	2	4	8	0,5	4
LED 25 W	2	25	50	0,5	25
<b>Habitación</b>					
PC	1	180	180	3	540
Equipo de música	1	70	70	0,7	49
LED 4 W	2	4	8	2	16
LED 25 W	1	25	25	3,5	87,5
<b>Despacho</b>					
PC	1	180	180	2	360
Impresora	1	30	30	0,1	3
Router WIFI	1	30	30	24	720
LED 14 W	1	14	14	2	28
LED 4 W	1	4	4	1,5	6
<b>Garage</b>					
Motor puerta garage	1	600	600	0,1	60
Tubos LED	4	24	96	0,5	48
<b>Pasillos y vestíbulo</b>					
LED 25 W	4	25	100	0,5	50
LED 14 W	2	14	28	0,5	14
Climatización centralizada	1	750	750	4	3000
<b>CONSUMO VIVIENDA 3 HABITACIONES (KWh)</b>					<b>15,5504</b>

CONSUMOS DIARIOS DE VIVIENDA DE 4 HABITACIONES					ENERO
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
CONSUMO VIVIENDA 3 HABITACIONES (KWh)					15,5504
Habitación					
PC	1	180	180	3	540
Equipo de música	1	70	70	0,7	49
LED 4 W	2	4	8	2	16
LED 25 W	1	25	25	3,5	87,5
CONSUMO VIVIENDA 4 HABITACIONES (KWh)					16,2429

CONSUMO DE LAS ZONA EXTERIOR DEL EDIFICIO					ENERO
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
Zonas comunes					
Farolas	4	43	172	13	2236
Piscina					
Bomba	1	2000	2000	3,5	7000
Farolas	4	43	172	13	2236
Pista deportiva					
Focos	2	50	100	5	500
CONSUMO ZONAS EXTERIORES (KWh)					11,972

CONSUMO TOTAL DIARIO (KWh)	139,1452
CONSUMO TOTAL MENSUAL (KWh/mes)	4313,5012

CONSUMOS DIARIOS DE VIVIENDA DE 3 HABITACIONES					MARZO
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
<b>Salón-comedor</b>					
Televisión	1	80	80	3,7	296
Equipo de música	1	70	70	0,25	17,5
LED 25 W	1	25	25	3,4	85
LED 14 W	3	14	42	0,4	16,8
LED 4 W	1	4	4	0,4	1,6
<b>Cocina-lavadero</b>					
Lavadora	1	400	400	0,5	200
Secadora	1	2000	2000	0,3	600
Lavavajillas	1	2200	2200	0,4	880
Horno eléctrico	1	2200	2200	0,4	880
Cocina inducción	1	1000	1000	1	1000
Frigorífico	1	180	180	24	4320
Televisión	1	60	60	1	60
Tostadora	1	1000	1000	0,2	200
Batidora	1	200	200	0,1	20
Microondas	1	1000	1000	0,1	100
Freidora	1	1200	1200	0,2	240
Campana extractors	1	200	200	1,5	300
Tubos LED	2	24	48	1,5	72
LED 14 W	1	14	14	0,1	1,4
<b>Cuartos de baño</b>					
Calefactor	2	1500	3000	0,3	900
Secador de pelo	2	1500	3000	0,1	300
LED 25 W	2	25	50	1,2	60
<b>Habitación de matrimonio</b>					
Televisión	1	60	60	0,7	42
LED 4 W	2	4	8	0,4	3,2
LED 25 W	2	25	50	0,4	20
<b>Habitación</b>					
PC	1	180	180	3	540
Equipo de música	1	70	70	0,7	49
LED 4 W	2	4	8	1,3	10,4
LED 25 W	1	25	25	3	75
<b>Despacho</b>					
PC	1	180	180	2	360
Impresora	1	30	30	0,1	3
Router WIFI	1	30	30	24	720
LED 14 W	1	14	14	1,4	19,6
LED 4 W	1	4	4	1,3	5,2
<b>Garage</b>					
Motor puerta garage	1	600	600	0,1	60
Tubos LED	4	24	96	0,5	48
<b>Pasillos y vestíbulo</b>					
LED 25 W	4	25	100	0,4	40
LED 14 W	2	14	28	0,4	11,2
Climatización centralizada	1	750	750	1	750
<b>CONSUMO VIVIENDA 3 HABITACIONES (kWh)</b>					<b>13,3069</b>



CONSUMOS DIARIOS DE VIVIENDA DE 4 HABITACIONES					MARZO
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
CONSUMO VIVIENDA 3 HABITACIONES (KWh)					13,3069
Habitación					
PC	1	180	180	3	540
Equipo de música	1	70	70	0,7	49
LED 4 W	2	4	8	1,5	12
LED 25 W	1	25	25	3,2	80
CONSUMO VIVIENDA 4 HABITACIONES (KWh)					13,9879

CONSUMO DE LAS ZONA EXTERIOR DEL EDIFICIO					MARZO
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
Zonas comunes					
Farolas	4	43	172	10	1720
Piscina					
Bomba	1	2000	2000	4,5	9000
Farolas	4	43	172	10	1720
Pista deportiva					
Focos	2	50	100	4	400
CONSUMO ZONAS EXTERIORES (KWh)					12,84

CONSUMO TOTAL DIARIO (KWh)	122,0192
CONSUMO TOTAL MENSUAL (KWh/mes)	3782,5952

CONSUMOS DIARIOS DE VIVIENDA DE 3 HABITACIONES					ABRIL
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
<b>Salón-comedor</b>					
Televisión	1	80	80	3,5	280
Equipo de música	1	70	70	0,25	17,5
LED 25 W	1	25	25	2,7	67,5
LED 14 W	3	14	42	0,3	12,6
LED 4 W	1	4	4	0,3	1,2
<b>Cocina-lavadero</b>					
Lavadora	1	400	400	0,5	200
Secadora	1	2000	2000	0,3	600
Lavavajillas	1	2200	2200	0,3	660
Horno eléctrico	1	2200	2200	0,4	880
Cocina inducción	1	1000	1000	1	1000
Frigorífico	1	180	180	24	4320
Televisión	1	60	60	1	60
Tostadora	1	1000	1000	0,2	200
Batidora	1	200	200	0,1	20
Microondas	1	1000	1000	0,1	100
Freidora	1	1200	1200	0,2	240
Campana extractora	1	200	200	1,5	300
Tubos LED	2	24	48	1,2	57,6
LED 14 W	1	14	14	0,1	1,4
<b>Cuartos de baño</b>					
Calefactor	2	1500	3000	0,3	900
Secador de pelo	2	1500	3000	0,1	300
LED 25 W	2	25	50	1,2	60
<b>Habitación de matrimonio</b>					
Televisión	1	60	60	0,7	42
LED 4 W	2	4	8	0,4	3,2
LED 25 W	2	25	50	0,3	15
<b>Habitación</b>					
PC	1	180	180	3	540
Equipo de música	1	70	70	0,7	49
LED 4 W	2	4	8	1,3	10,4
LED 25 W	1	25	25	1,7	42,5
<b>Despacho</b>					
PC	1	180	180	2	360
Impresora	1	30	30	0,1	3
Router WIFI	1	30	30	24	720
LED 14 W	1	14	14	1,1	15,4
LED 4 W	1	4	4	1	4
<b>Garage</b>					
Motor puerta garage	1	600	600	0,1	60
Tubos LED	4	24	96	0,5	48
<b>Pasillos y vestíbulo</b>					
LED 25 W	4	25	100	0,3	30
LED 14 W	2	14	28	0,3	8,4
Climatización centralizada	1	750	750	0,5	375
<b>CONSUMO VIVIENDA 3 HABITACIONES (KWh)</b>					<b>12,6037</b>

CONSUMOS DIARIOS DE VIVIENDA DE 4 HABITACIONES					ABRIL
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
CONSUMO VIVIENDA 3 HABITACIONES (KWh)					12,6037
Habitación					
PC	1	180	180	3	540
Equipo de música	1	70	70	0,7	49
LED 4 W	2	4	8	1,2	9,6
LED 25 W	1	25	25	1,5	37,5
CONSUMO VIVIENDA 4 HABITACIONES (KWh)					13,2398

CONSUMO DE LAS ZONA EXTERIOR DEL EDIFICIO					ABRIL
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
Zonas comunes					
Farolas	4	43	172	10	1720
Piscina					
Bomba	1	2000	2000	4,5	9000
Farolas	4	43	172	10	1720
Pista deportiva					
Focos	2	50	100	3	300
CONSUMO ZONAS EXTERIORES (KWh)					12,74

CONSUMO TOTAL DIARIO (KWh)	116,114
CONSUMO TOTAL MENSUAL (KWh/mes)	3483,42

CONSUMOS DIARIOS DE VIVIENDA DE 3 HABITACIONES					MAYO
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
<b>Salón-comedor</b>					
Televisión	1	80	80	3	240
Equipo de música	1	70	70	0,25	17,5
LED 25 W	1	25	25	2	50
LED 14 W	3	14	42	0,2	8,4
LED 4 W	1	4	4	0,2	0,8
<b>Cocina-lavadero</b>					
Lavadora	1	400	400	0,4	160
Secadora	1	2000	2000	0,3	600
Lavavajillas	1	2200	2200	0,3	660
Horno eléctrico	1	2200	2200	0,3	660
Cocina inducción	1	1000	1000	1	1000
Frigorífico	1	180	180	24	4320
Televisión	1	60	60	1	60
Tostadora	1	1000	1000	0,2	200
Batidora	1	200	200	0,1	20
Microondas	1	1000	1000	0,1	100
Freidora	1	1200	1200	0,2	240
Campana extractora	1	200	200	1	200
Tubos LED	2	24	48	1	48
LED 14 W	1	14	14	0,1	1,4
<b>Cuartos de baño</b>					
Calefactor	2	1500	3000	0	0
Secador de pelo	2	1500	3000	0,1	300
LED 25 W	2	25	50	1,2	60
<b>Habitación de matrimonio</b>					
Televisión	1	60	60	0,6	36
LED 4 W	2	4	8	0,3	2,4
LED 25 W	2	25	50	0,3	15
<b>Habitación</b>					
PC	1	180	180	3	540
Equipo de música	1	70	70	0,7	49
LED 4 W	2	4	8	1	8
LED 25 W	1	25	25	1,5	37,5
<b>Despacho</b>					
PC	1	180	180	2	360
Impresora	1	30	30	0,1	3
Router WIFI	1	30	30	24	720
LED 14 W	1	14	14	1	14
LED 4 W	1	4	4	0,4	1,6
<b>Garage</b>					
Motor puerta garage	1	600	600	0,1	60
Tubos LED	4	24	96	0,5	48
<b>Pasillos y vestíbulo</b>					
LED 25 W	4	25	100	0,3	30
LED 14 W	2	14	28	0,3	8,4
Climatización centralizada	1	750	750	0	0
<b>CONSUMO VIVIENDA 3 HABITACIONES (kWh)</b>					<b>10,879</b>

CONSUMOS DIARIOS DE VIVIENDA DE 4 HABITACIONES					MAYO
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
CONSUMO VIVIENDA 3 HABITACIONES (KWh)					10,879
Habitación					
PC	1	180	180	3	540
Equipo de música	1	70	70	0,7	49
LED 4 W	2	4	8	1	8
LED 25 W	1	25	25	1,3	32,5
CONSUMO VIVIENDA 4 HABITACIONES (KWh)					11,5085

CONSUMO DE LAS ZONA EXTERIOR DEL EDIFICIO					MAYO
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
Zonas comunes					
Farolas	4	43	172	10	1720
Piscina					
Bomba	1	2000	2000	4,5	9000
Farolas	4	43	172	10	1720
Pista deportiva					
Focos	2	50	100	2	200
CONSUMO ZONAS EXTERIORES (KWh)					12,64

CONSUMO TOTAL DIARIO (KWh)	102,19
CONSUMO TOTAL MENSUAL (KWh/mes)	3167,89

CONSUMOS DIARIOS DE VIVIENDA DE 3 HABITACIONES					JUNIO
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
<b>Salón-comedor</b>					
Televisión	1	80	80	3	240
Equipo de música	1	70	70	0,25	17,5
LED 25 W	1	25	25	1,7	42,5
LED 14 W	3	14	42	0,2	8,4
LED 4 W	1	4	4	0,1	0,4
<b>Cocina-lavadero</b>					
Lavadora	1	400	400	0,4	160
Secadora	1	2000	2000	0,3	600
Lavavajillas	1	2200	2200	0,3	660
Horno eléctrico	1	2200	2200	0,2	440
Cocina inducción	1	1000	1000	1	1000
Frigorífico	1	220	220	24	5280
Televisión	1	60	60	1	60
Tostadora	1	1000	1000	0,2	200
Batidora	1	200	200	0,1	20
Microondas	1	1000	1000	0,1	100
Freidora	1	1200	1200	0,2	240
Campa extractora	1	200	200	0,6	120
Tubos LED	2	24	48	0,8	38,4
LED 14 W	1	14	14	0,1	1,4
<b>Cuartos de baño</b>					
Calefactor	2	1500	3000	0	0
Secador de pelo	2	1500	3000	0,1	300
LED 25 W	2	25	50	1,2	60
<b>Habitación de matrimonio</b>					
Televisión	1	60	60	0,6	36
LED 4 W	2	4	8	0,3	2,4
LED 25 W	2	25	50	0,2	10
<b>Habitación</b>					
PC	1	180	180	3	540
Equipo de música	1	70	70	0,7	49
LED 4 W	2	4	8	0,4	3,2
LED 25 W	1	25	25	1,3	32,5
<b>Despacho</b>					
PC	1	180	180	2	360
Impresora	1	30	30	0,1	3
Router WIFI	1	30	30	24	720
LED 14 W	1	14	14	0,8	11,2
LED 4 W	1	4	4	0,2	0,8
<b>Garage</b>					
Motor puerta garage	1	600	600	0,1	60
Tubos LED	4	24	96	0,5	48
<b>Pasillos y vestíbulo</b>					
LED 25 W	4	25	100	0,2	20
LED 14 W	2	14	28	0,2	5,6
Climatización centralizada	1	570	570	3,4	1938
<b>CONSUMO VIVIENDA 3 HABITACIONES (KWh)</b>					<b>13,4283</b>

CONSUMOS DIARIOS DE VIVIENDA DE 4 HABITACIONES					JUNIO
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
CONSUMO VIVIENDA 3 HABITACIONES (KWh)					13,4283
Habitación					
PC	1	180	180	3	540
Equipo de música	1	70	70	0,7	49
LED 4 W	2	4	8	0,3	2,4
LED 25 W	1	25	25	1,2	30
CONSUMO VIVIENDA 4 HABITACIONES (KWh)					14,0497

CONSUMO DE LAS ZONA EXTERIOR DEL EDIFICIO					JUNIO
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
Zonas comunes					
Farolas	4	43	172	9	1548
Piscina					
Bomba	1	2000	2000	6	12000
Farolas	4	43	172	9	1548
Pista deportiva					
Focos	2	50	100	2	200
CONSUMO ZONAS EXTERIORES (KWh)					15,296

CONSUMO TOTAL DIARIO (KWh)	125,208
CONSUMO TOTAL MENSUAL (KWh/mes)	3756,24

CONSUMOS DIARIOS DE VIVIENDA DE 3 HABITACIONES					JULIO
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
<b>Salón-comedor</b>					
Televisión	1	80	80	3	240
Equipo de música	1	70	70	0,25	17,5
LED 25 W	1	25	25	1,7	42,5
LED 14 W	3	14	42	0,2	8,4
LED 4 W	1	4	4	0,1	0,4
<b>Cocina-lavadero</b>					
Lavadora	1	400	400	0,5	200
Secadora	1	2000	2000	0,3	600
Lavavajillas	1	2200	2200	0,3	660
Horno eléctrico	1	2200	2200	0,2	440
Cocina inducción	1	1000	1000	1	1000
Frigorífico	1	220	220	24	5280
Televisión	1	60	60	1	60
Tostadora	1	1000	1000	0,2	200
Batidora	1	200	200	0,1	20
Microondas	1	1000	1000	0,1	100
Freidora	1	1200	1200	0,2	240
Campana extractora	1	200	200	0,3	60
Tubos LED	2	24	48	0,8	38,4
LED 14 W	1	14	14	0,1	1,4
<b>Cuartos de baño</b>					
Calefactor	2	1500	3000	0	0
Secador de pelo	2	1500	3000	0,1	300
LED 25 W	2	25	50	1,2	60
<b>Habitación de matrimonio</b>					
Televisión	1	60	60	0,6	36
LED 4 W	2	4	8	0,3	2,4
LED 25 W	2	25	50	0,2	10
<b>Habitación</b>					
PC	1	180	180	3	540
Equipo de música	1	70	70	0,7	49
LED 4 W	2	4	8	0,2	1,6
LED 25 W	1	25	25	1,3	32,5
<b>Despacho</b>					
PC	1	180	180	2	360
Impresora	1	30	30	0,1	3
Router WIFI	1	30	30	24	720
LED 14 W	1	14	14	0,7	9,8
LED 4 W	1	4	4	0,2	0,8
<b>Garage</b>					
Motor puerta garage	1	600	600	0,1	60
Tubos LED	4	24	96	0,5	48
<b>Pasillos y vestíbulo</b>					
LED 25 W	4	25	100	0,2	20
LED 14 W	2	14	28	0,2	5,6
Climatización centralizada	1	570	570	4	2280
<b>CONSUMO VIVIENDA 3 HABITACIONES (KWh)</b>					<b>13,7473</b>



CONSUMOS DIARIOS DE VIVIENDA DE 4 HABITACIONES					JULIO
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
CONSUMO VIVIENDA 3 HABITACIONES (KWh)					13,7473
Habitación					
PC	1	180	180	3	540
Equipo de música	1	70	70	0,7	49
LED 4 W	2	4	8	0,2	1,6
LED 25 W	1	25	25	1	25
CONSUMO VIVIENDA 4 HABITACIONES (KWh)					14,3629

CONSUMO DE LAS ZONA EXTERIOR DEL EDIFICIO					JULIO
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
Zonas comunes					
Farolas	4	43	172	9	1548
Piscina					
Bomba	1	2000	2000	6	12000
Farolas	4	43	172	9	1548
Pista deportiva					
Focos	2	50	100	2	200
CONSUMO ZONAS EXTERIORES (KWh)					15,296

CONSUMO TOTAL DIARIO (KWh)	127,7368
CONSUMO TOTAL MENSUAL (KWh/mes)	3959,8408

CONSUMOS DIARIOS DE VIVIENDA DE 3 HABITACIONES					AGOSTO
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
<b>Salón-comedor</b>					
Televisión	1	80	80	2,8	224
Equipo de música	1	70	70	0,25	17,5
LED 25 W	1	25	25	1,7	42,5
LED 14 W	3	14	42	0,2	8,4
LED 4 W	1	4	4	0,1	0,4
<b>Cocina-lavadero</b>					
Lavadora	1	400	400	0,5	200
Secadora	1	2000	2000	0,3	600
Lavavajillas	1	2200	2200	0,3	660
Horno eléctrico	1	2200	2200	0,2	440
Cocina inducción	1	1000	1000	1	1000
Frigorífico	1	220	220	24	5280
Televisión	1	60	60	1	60
Tostadora	1	1000	1000	0,2	200
Batidora	1	200	200	0,1	20
Microondas	1	1000	1000	0,1	100
Freidora	1	1200	1200	0,2	240
Campana extractora	1	200	200	0,2	40
Tubos LED	2	24	48	0,8	38,4
LED 14 W	1	14	14	0,1	1,4
<b>Cuartos de baño</b>					
Calefactor	2	15001500	30003000	0	0
Secador de pelo	2	1500	3000	0,1	300
LED 25 W	2	25	50	1,2	60
<b>Habitación de matrimonio</b>					
Televisión	1	60	60	0,6	36
LED 4 W	2	4	8	0,3	2,4
LED 25 W	2	25	50	0,2	10
<b>Habitación</b>					
PC	1	180	180	3	540
Equipo de música	1	70	70	0,7	49
LED 4 W	2	4	8	0,2	1,6
LED 25 W	1	25	25	1,3	32,5
<b>Despacho</b>					
PC	1	180	180	2	360
Impresora	1	30	30	0,1	3
Router WIFI	1	30	30	24	720
LED 14 W	1	14	14	0,7	9,8
LED 4 W	1	4	4	0,2	0,8
<b>Garage</b>					
Motor puerta garage	1	600	600	0,1	60
Tubos LED	4	24	96	0,5	48
<b>Pasillos y vestíbulo</b>					
LED 25 W	4	25	100	0,2	20
LED 14 W	2	14	28	0,2	5,6
Climatización centralizada	1	570	570	4,7	2679
<b>CONSUMO VIVIENDA 3 HABITACIONES (KWh)</b>					<b>14,1103</b>

CONSUMOS DIARIOS DE VIVIENDA DE 4 HABITACIONES					AGOSTO
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
CONSUMO VIVIENDA 3 HABITACIONES (KWh)					14,1103
Habitación					
PC	1	180	180	3	540
Equipo de música	1	70	70	0,7	49
LED 4 W	2	4	8	0,2	1,6
LED 25 W	1	25	25	1	25
CONSUMO VIVIENDA 4 HABITACIONES (KWh)					14,7259

CONSUMO DE LAS ZONA EXTERIOR DEL EDIFICIO					AGOSTO
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
Zonas comunes					
Farolas	4	43	172	10	1720
Piscina					
Bomba	1	2000	2000	6	12000
Farolas	4	43	172	10	1720
Pista deportiva					
Focos	2	50	100	2	200
CONSUMO ZONAS EXTERIORES (KWh)					15,64

CONSUMO TOTAL DIARIO (KWh)	130,9848
CONSUMO TOTAL MENSUAL (KWh/mes)	4060,5288

CONSUMOS DIARIOS DE VIVIENDA DE 3 HABITACIONES					SEPTIEMBRE
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
<b>Salón-comedor</b>					
Televisión	1	80	80	3	240
Equipo de música	1	70	70	0,25	17,5
LED 25 W	1	25	25	2	50
LED 14 W	3	14	42	0,2	8,4
LED 4 W	1	4	4	0,2	0,8
<b>Cocina-lavadero</b>					
Lavadora	1	1000	1000	0,5	500
Secadora	1	2000	2000	0,3	600
Lavavajillas	1	2200	2200	0,3	660
Horno eléctrico	1	2200	2200	0,3	660
Cocina inducción	1	1000	1000	1	1000
Frigorífico	1	220	220	24	5280
Televisión	1	60	60	1	60
Tostadora	1	1000	1000	0,2	200
Batidora	1	200	200	0,1	20
Microondas	1	1000	1000	0,1	100
Freidora	1	1200	1200	0,2	240
Campana extractora	1	200	200	0,8	160
tubos LED	2	24	48	1	48
LED 14 W	1	14	14	0,1	1,4
<b>Cuartos de baño</b>					
Calefactor	2	1500	3000	0	0
Secador de pelo	2	1500	3000	0,1	300
LED 25 W	2	25	50	1,2	60
<b>Habitación de matrimonio</b>					
Televisión	1	60	60	0,7	42
LED 4 W	2	4	8	0,3	2,4
LED 25 W	2	25	50	0,3	15
<b>Habitación</b>					
PC	1	180	180	3	540
Equipo de música	1	70	70	0,7	49
LED 4 W	2	4	8	0,7	5,6
LED 25 W	1	25	25	1,7	42,5
<b>Despacho</b>					
PC	1	180	180	2	360
Impresora	1	30	30	0,1	3
Router WIFI	1	30	30	24	720
LED 14 W	1	14	14	1,2	16,8
LED 4 W	1	4	4	0,4	1,6
<b>Garage</b>					
Motor puerta garage	1	600	600	0,1	60
Tubos LED	4	24	96	0,5	48
<b>Pasillos y vestíbulo</b>					
LED 25 W	4	25	100	0,3	30
LED 14 W	2	14	28	0,3	8,4
Climatización centralizada	1	570	570	1,2	684
<b>CONSUMO VIVIENDA 3 HABITACIONES (KWh)</b>					<b>12,8344</b>

CONSUMOS DIARIOS DE VIVIENDA DE 4 HABITACIONES					SEPTIEMBRE
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
CONSUMO VIVIENDA 3 HABITACIONES (KWh)					12,8344
Habitación					
PC	1	180	180	3	540
Equipo de música	1	70	70	0,7	49
LED 4 W	2	4	8	0,6	4,8
LED 25 W	1	25	25	1,5	37,5
CONSUMO VIVIENDA 4 HABITACIONES (KWh)					13,4657

CONSUMO DE LAS ZONA EXTERIOR DEL EDIFICIO					SEPTIEMBRE
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
Zonas comunes					
Farolas	4	43	172	11	1892
Piscina					
Bomba	1	2000	2000	6	12000
Farolas	4	43	172	11	1892
Pista deportiva					
Focos	2	50	100	2,5	250
CONSUMO ZONAS EXTERIORES (KWh)					16,034

CONSUMO TOTAL DIARIO (KWh)	121,2344
CONSUMO TOTAL MENSUAL (KWh/mes)	3637,032

CONSUMOS DIARIOS DE VIVIENDA DE 3 HABITACIONES					OCTUBRE
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
<b>Salón-comedor</b>					
Televisión	1	80	80	3,3	264
Equipo de música	1	70	70	0,25	17,5
LED 25 W	1	25	25	3	75
LED 14 W	3	14	42	0,4	16,8
LED 4 W	1	4	4	0,3	1,2
<b>Cocina-lavadero</b>					
Lavadora	1	400	400	0,5	200
Secadora	1	2000	2000	0,5	1000
Lavavajillas	1	2200	2200	0,3	660
Horno eléctrico	1	2200	2200	0,4	880
Cocina inducción	1	1000	1000	1	1000
Frigorífico	1	180	180	24	4320
Televisión	1	60	60	1	60
Tostadora	1	1000	1000	0,2	200
Batidora	1	200	200	0,1	20
Microondas	1	1000	1000	0,1	100
Freidora	1	1200	1200	0,2	240
Campana extractora	1	200	200	1,2	240
Tubos LED	2	24	48	1,5	72
LED 14 W	1	14	14	0,1	1,4
<b>Cuartos de baño</b>					
Calefactor	2	1500	3000	0,2	600
Secador de pelo	2	1500	3000	0,1	300
LED 25 W	2	25	50	1,2	60
<b>Habitación de matrimonio</b>					
Televisión	1	60	60	0,8	48
LED 4 W	2	4	8	0,4	3,2
LED 25 W	2	25	50	0,4	20
<b>Habitación</b>					
PC	1	180	180	3	540
Equipo de música	1	70	70	0,7	49
LED 4 W	2	4	8	1,2	9,6
LED 25 W	1	25	25	2	50
<b>Despacho</b>					
PC	1	180	180	2	360
Impresora	1	30	30	0,1	3
Router WIFI	1	30	30	24	720
LED 14 W	1	14	14	1,6	22,4
LED 4 W	1	4	4	0,6	2,4
<b>Garage</b>					
Motor puerta garage	1	600	600	0,1	60
Tubos LED	4	24	96	0,5	48
<b>Pasillos y vestíbulo</b>					
LED 25 W	4	25	100	0,4	40
LED 14 W	2	14	28	0,4	11,2
Climatización centralizada	1	750	750	0,1	75
<b>CONSUMO VIVIENDA 3 HABITACIONES (KWh)</b>					<b>12,3897</b>

CONSUMOS DIARIOS DE VIVIENDA DE 4 HABITACIONES					OCTUBRE
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
CONSUMO VIVIENDA 3 HABITACIONES (KWh)					12,3897
Habitación					
PC	1	180	180	3	540
Equipo de música	1	70	70	0,7	49
LED 4 W	2	4	8	1	8
LED 25 W	1	25	25	2	50
CONSUMO VIVIENDA 4 HABITACIONES (KWh)					13,0367

CONSUMO DE LAS ZONA EXTERIOR DEL EDIFICIO					OCTUBRE
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
Zonas comunes					
Farolas	4	43	172	12	2064
Piscina					
Bomba	1	2000	2000	4,5	9000
Farolas	4	43	172	12	2064
Pista deportiva					
Focos	2	50	100	3,5	350
CONSUMO ZONAS EXTERIORES (KWh)					13,478

CONSUMO TOTAL DIARIO (KWh)	115,1836
CONSUMO TOTAL MENSUAL (KWh/mes)	3570,6916

CONSUMOS DIARIOS DE VIVIENDA DE 3 HABITACIONES					NOVIEMBRE
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
<b>Salón-comedor</b>					
Televisión	1	80	80	3,7	296
Equipo de música	1	70	70	0,25	17,5
LED 25 W	1	25	25	4	100
LED 14 W	3	14	42	0,5	21
LED 4 W	1	4	4	0,5	2
<b>Cocina-lavadero</b>					
Lavadora	1	400	400	0,5	200
Secadora	1	2000	2000	0,5	1000
Lavavajillas	1	2200	2200	0,3	660
Horno eléctrico	1	2200	2200	0,5	1100
Cocina inducción	1	1000	1000	1	1000
Frigorífico	1	120	120	24	2880
Televisión	1	60	60	1	60
Tostadora	1	1000	1000	0,2	200
Batidora	1	200	200	0,1	20
Microondas	1	1000	1000	0,1	100
Freidora	1	1200	1200	0,2	240
Campana extractora	1	200	200	2	400
Tubos LED	2	24	48	2	96
LED 14 W	1	14	14	0,1	1,4
<b>Cuartos de baño</b>					
Calefactor	2	1500	3000	0,3	900
Secador de pelo	2	1500	3000	0,1	300
LED 25 W	2	25	50	1,2	60
<b>Habitación de matrimonio</b>					
Televisión	1	60	60	0,8	48
LED 4 W	2	4	8	0,6	4,8
LED 25 W	2	25	50	0,6	30
<b>Habitación</b>					
PC	1	180	180	3	540
Equipo de música	1	70	70	0,7	49
LED 4 W	2	4	8	1,7	13,6
LED 25 W	1	25	25	3,5	87,5
<b>Despacho</b>					
PC	1	180	180	2	360
Impresora	1	30	30	0,1	3
Router WIFI	1	30	30	24	720
LED 14 W	1	14	14	2,5	35
LED 4 W	1	4	4	1	4
<b>Garage</b>					
Motor puerta garage	1	600	600	0,1	60
Tubos LED	4	24	96	0,5	48
<b>Pasillos y vestíbulo</b>					
LED 25 W	4	25	100	0,5	50
LED 14 W	2	14	28	0,5	14
Climatización centralizada	1	750	750	1,5	1125
<b>CONSUMO VIVIENDA 3 HABITACIONES (kWh)</b>					<b>12,8458</b>



CONSUMOS DIARIOS DE VIVIENDA DE 4 HABITACIONES					NOVIEMBRE
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
CONSUMO VIVIENDA 3 HABITACIONES (KWh)					12,8458
Habitación					
PC	1	180	180	3	540
Equipo de música	1	70	70	0,7	49
LED 4 W	2	4	8	1,5	12
LED 25 W	1	25	25	3	75
CONSUMO VIVIENDA 4 HABITACIONES (KWh)					13,5218

CONSUMO DE LAS ZONA EXTERIOR DEL EDIFICIO					NOVIEMBRE
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
Zonas comunes					
Farolas	4	43	172	12	2064
Piscina					
Bomba	1	2000	2000	3,5	7000
Farolas	4	43	172	12	2064
Pista deportiva					
Focos	2	50	100	5	500
CONSUMO ZONAS EXTERIORES (KWh)					11,628

CONSUMO TOTAL DIARIO (KWh)	117,0984
CONSUMO TOTAL MENSUAL (KWh/mes)	3512,952

CONSUMOS DIARIOS DE VIVIENDA DE 3 HABITACIONES					DICIEMBRE
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
<b>Salón-comedor</b>					
Televisión	1	80	80	4	320
Equipo de música	1	70	70	0,25	17,5
LED 25 W	1	25	25	4,3	107,5
LED 14 W	3	14	42	0,6	25,2
LED 4 W	1	4	4	0,6	2,4
<b>Cocina-lavadero</b>					
Lavadora	1	400	400	0,5	200
Secadora	1	2000	2000	0,5	1000
Lavavajillas	1	2200	2200	0,3	660
Horno eléctrico	1	2200	2200	0,5	1100
Cocina inducción	1	1000	1000	1	1000
Frigorífico	1	120	120	24	2880
Televisión	1	60	60	1	60
Tostadora	1	1000	1000	0,2	200
Batidora	1	200	200	0,1	20
Microondas	1	1000	1000	0,1	100
Freidora	1	1200	1200	0,2	240
Campana extractora	1	200	200	2	400
Tubos LED	2	24	48	2	96
LED 14 W	1	14	14	0,1	1,4
<b>Cuartos de baño</b>					
Calefactor	2	1500	3000	0,5	1500
Secador de pelo	2	1500	3000	0,1	300
LED 25 W	2	25	50	1,2	60
<b>Habitación de matrimonio</b>					
Televisión	1	60	60	0,8	48
LED 4 W	2	4	8	0,6	4,8
LED 25 W	2	25	50	0,6	30
<b>Habitación</b>					
PC	1	180	180	3	540
Equipo de música	1	70	70	0,7	49
LED 4 W	2	4	8	1,7	13,6
LED 25 W	1	25	25	3,5	87,5
<b>Despacho</b>					
PC	1	180	180	2	360
Impresora	1	30	30	0,1	3
Router WIFI	1	30	30	24	720
LED 14 W	1	14	14	2,5	35
LED 4 W	1	4	4	1,5	6
<b>Garage</b>					
Motor puerta garage	1	600	600	0,1	60
Tubos LED	4	24	96	0,5	48
<b>Pasillos y vestíbulo</b>					
LED 25 W	4	25	100	0,5	50
LED 14 W	2	14	28	0,5	14
Climatización centralizada	1	750	750	3,5	2625
<b>CONSUMO VIVIENDA 3 HABITACIONES (KWh)</b>					<b>14,9839</b>

CONSUMOS DIARIOS DE VIVIENDA DE 4 HABITACIONES					DICIEMBRE
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
CONSUMO VIVIENDA 3 HABITACIONES (KWh)					14,9839
Habitación					
PC	1	180	180	3	540
Equipo de música	1	70	70	0,7	49
LED 4 W	2	4	8	1,6	12,8
LED 25 W	1	25	25	3,2	80
CONSUMO VIVIENDA 4 HABITACIONES (KWh)					15,6657

CONSUMO DE LAS ZONA EXTERIOR DEL EDIFICIO					DICIEMBRE
Equipo	Número	Pot. Individual (W)	Potencia (W)	Horas de uso (h)	Consumo (Wh)
Zonas comunes					
Farolas	4	43	172	11	1892
Piscina					
Bomba	1	2000	2000	3,5	7000
Farolas	4	43	172	11	1892
Pista deportiva					
Focos	2	50	100	5	500
CONSUMO ZONAS EXTERIORES (KWh)					11,284

CONSUMO TOTAL DIARIO (KWh)	133,8824
CONSUMO TOTAL MENSUAL (KWh/mes)	4150,3544

❖ Línea que conecta línea de 10 paneles al stringbox (C2):

$$I_B = I_N \cdot 1,25 = 27,84 \cdot 1,25 = 34,8 \text{ A}$$

$$I_Z = n_C \cdot I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 1 \cdot 46 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 46 \text{ A}$$

$$\Delta V(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S_t \cdot V^2} = \frac{2 \cdot 10 \cdot (545 \cdot 10)}{44 \cdot 4 \cdot (5 \cdot 49,65)^2} = 1\% < 1,5\% \text{ VÁLIDO}$$

❖ Línea que conecta los C1 en un mismo stringbox (C3):

$$I_B = I_N \cdot 1,25 = 111,36 \cdot 1,25 = 139,2 \text{ A}$$

$$I_Z = n_C \cdot I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 1 \cdot 182 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 182 \text{ A}$$

$$\Delta V(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S_t \cdot V^2} = \frac{2 \cdot 6,5 \cdot (545 \cdot 40)}{44 \cdot 35 \cdot (248,25)^2} = \mathbf{0,3\% < 1,5\% \text{ VÁLIDO}}$$

$$\Delta V(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S_t \cdot V^2} = \frac{2 \cdot 1 \cdot (545 \cdot 40)}{44 \cdot 35 \cdot (248,25)^2} = \mathbf{0,05\% < 1,5\% \text{ VÁLIDO}}$$

❖ Línea que se conecta al stringbox que parte de C1 y C2 (C4):

$$I_B = I_N \cdot 1,25 = 83,52 \cdot 1,25 = 104,4 \text{ A}$$

$$I_Z = n_C \cdot I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 1 \cdot 110 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 110 \text{ A}$$

$$\Delta V(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S_t \cdot V^2} = \frac{2 \cdot 11 \cdot (545 \cdot 30)}{44 \cdot 16 \cdot (248,25)^2} = \mathbf{0,83\% < 1,5\% \text{ VÁLIDO}}$$

- ❖ Línea que conecta toda la instalación fotovoltaica con los reguladores: (C5):

$$I_B = I_N \cdot 1,25 = 83,52 \cdot 1,25 = 104,4 \text{ A}$$

$$I_Z = n_C \cdot I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 1 \cdot 110 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 110 \text{ A}$$

$$\Delta V(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S_t \cdot V^2} = \frac{2 \cdot 11 \cdot (545 \cdot 30)}{44 \cdot 16 \cdot (248,25)^2} = 0,83\% < 1,5\% \text{ VÁLIDO}$$

- ❖ Línea que se conecta al sistema de baterías: (C7)

$$I_B = I_N \cdot 1,25 = 400 \cdot 1,25 = 500 \text{ A}$$

$$I_Z = 3 \cdot 395 \cdot 0,96 \cdot 0,8 \cdot 1 = 862 \text{ A}$$

$$\Delta V(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S_t \cdot V^2} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 60\,000}{28 \cdot 150 \cdot 48^2} = \mathbf{1,19\% < 1,5\% \text{ VÁLIDO}}$$

❖ Líneas que conecta vivienda n°1 con la n°2 (C10):

$$I_B = I_N \cdot 1,25 = \left( \frac{10,75 \cdot 10^3}{230} \right) \cdot 1,25 = 46,74 \cdot 1,25 = \mathbf{58,42 \text{ A}}$$

$$I_Z = n_C \cdot I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 1 \cdot 97 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = \mathbf{97 \text{ A}}$$

$$\Delta V(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S_t \cdot V^2} = \frac{2 \cdot 18 \cdot 10,75 \cdot 10^3}{44 \cdot 16 \cdot 230^2} = \mathbf{1,04\% < 1,5\% \text{ VÁLIDO}}$$

❖ Líneas que conecta vivienda n°2 con la n°3 (C11):

$$I_B = I_N \cdot 1,25 = \left(\frac{5 \cdot 10^3}{230}\right) \cdot 1,25 = 21,74 \cdot 1,25 = 27,17 \text{ A}$$

$$I_Z = n_C \cdot I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 1 \cdot 72 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 72 \text{ A}$$

$$\Delta V(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S_t \cdot V^2} = \frac{2 \cdot 22 \cdot 5 \cdot 10^3}{44 \cdot 10 \cdot 230^2} = 0,94\% < 1,5\% \text{ VÁLIDO}$$

❖ Líneas que conecta inversores con vivienda n°5 (C12):

$$I_B = I_N \cdot 1,25 = 68,48 \cdot 1,25 = 85,6 \text{ A}$$

$$I_Z = n_C \cdot I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 1 \cdot 153 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 153 \text{ A}$$



$$\Delta V(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S_t \cdot V^2} = \frac{2 \cdot 30 \cdot 15,75 \cdot 10^3}{44 \cdot 35 \cdot 230^2} = \mathbf{1,16\% < 1,5\% \text{ VÁLIDO}}$$

❖ Líneas que conecta inversores con equipo eléctrico de la bomba de agua de la piscina (C13):

$$I_B = I_N \cdot 1,25 = \left[ \frac{15,75 \cdot 10^3}{230} \right] \cdot 1,25 = 68,48 \cdot 1,25 = \mathbf{85,6 \text{ A}}$$

$$I_Z = 1 \cdot 97 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 = \mathbf{106 \text{ A}}$$

$$\Delta V(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S_t \cdot V^2} = \frac{2 \cdot 17 \cdot 15,75 \cdot 10^3}{44 \cdot 16 \cdot 230^2} = \mathbf{1,44\% < 1,5\% \text{ VÁLIDO}}$$

- ❖ Líneas que conecta el equipo eléctrico de la bomba con las luminarias de la zona común (C14):

$$I_B = I_N \cdot 1,25 = (1,25 \cdot 10^3 / 230) \cdot 1,25 = 6,79 \text{ A}$$

$$I_Z = n_C \cdot I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 1 \cdot 153 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 72 \text{ A}$$

$$\Delta V(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S_t \cdot V^2} = \frac{2 \cdot 138 \cdot 1,25 \cdot 10^3}{44 \cdot 10 \cdot 230^2} = 1,49\% < 1,5\% \text{ VÁLIDO}$$

- ❖ Líneas que conecta el equipo eléctrico de la bomba con la vivienda nº4 (C15):

$$I_B = I_N \cdot 1,25 = (11,25 \cdot 10^3 / 230) \cdot 1,25 = 62,5 \text{ A}$$

$$I_Z = n_C \cdot I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 1 \cdot 188 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 188 \text{ A}$$

$$\Delta V(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S_t \cdot V^2} = \frac{2 \cdot 55 \cdot 11,5 \cdot 10^3}{44 \cdot 50 \cdot 230^2} = \mathbf{1,09\% < 1,5\% \text{ VÁLIDO}}$$

❖ Líneas que conecta vivienda n°4 con la n°8 (C16):

$$I_B = I_N \cdot 1,25 = (5,75 \cdot 10^3 / 230) \cdot 1,25 = \mathbf{31,25 \text{ A}}$$

$$I_Z = n_C \cdot I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 1 \cdot 72 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = \mathbf{72 \text{ A}}$$

$$\Delta V(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S_t \cdot V^2} = \frac{2 \cdot 23 \cdot 5,75 \cdot 10^3}{44 \cdot 10 \cdot 230^2} = \mathbf{1,14\% < 1,5\% \text{ VÁLIDO}}$$

## Anexo: Fichas técnicas

A continuación se adjuntan las fichas técnicas donde se muestran las características principales de los equipos utilizados en la instalación. Se mostrarán en el orden siguiente:

- Módulos fotovoltaicos LONGI LONGi Hi-MO5m 72HPH 545W
- Inversor-cargador Victron Quattro 15000VA 48V
- Regulador SmartSolar MPPT RS 450V 200A
- Baterías BAE 24 OPZS 4560
- Grupo electrógeno Pramac GSW 65 I Diesel ACP
- Interruptor diferencial IID 2P 100A 300mA AC
- Interruptor automático magnetotérmico Acti9 C120N 2P 100<sup>a</sup> Curva C

# Hi-MO **5m**

## LR5-72HPH 525~550M

- Based on M10-182mm wafer, best choice for ultra-large power plants
- Advanced module technology delivers superior module efficiency
  - M10 Gallium-doped Wafer
  - Smart Soldering
  - 9-busbar Half-cut Cell
- Excellent outdoor power generation performance
- High module quality ensures long-term reliability

12

12-year Warranty for  
Materials and Processing

25

25-year Warranty for Extra  
Linear Power Output

### Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730

ISO 9001:2008: ISO Quality Management System

ISO 14001: 2004: ISO Environment Management System

TS62941: Guideline for module design qualification and type approval

OHSAS 18001: 2007 Occupational Health and Safety

# LONGI



**21.5%**  
MAX MODULE  
EFFICIENCY

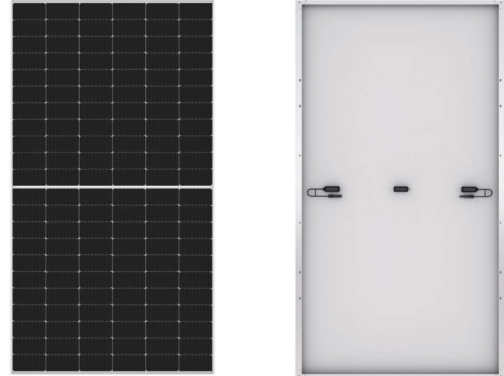
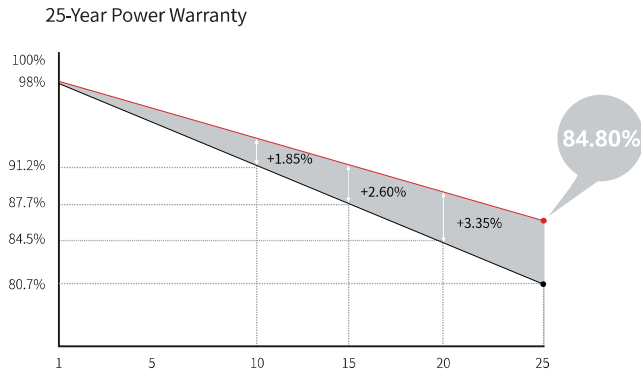
**0~+5W**  
POWER  
TOLERANCE

**<2%**  
FIRST YEAR  
POWER DEGRADATION

**0.55%**  
YEAR 2-25  
POWER DEGRADATION

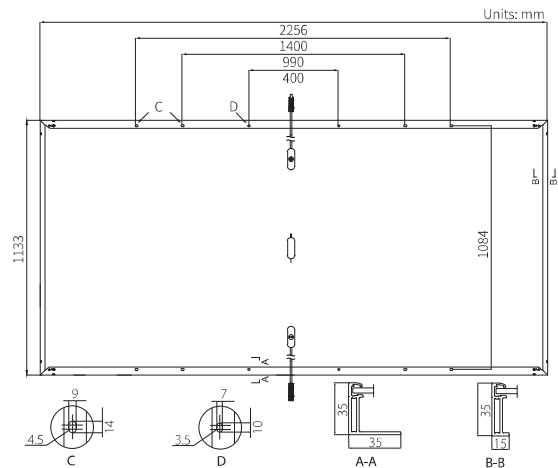
**HALF-CELL**  
Lower operating temperature

## Additional Value



## Mechanical Parameters

Cell Orientation	144 (6×24)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm <sup>2</sup> , positive 400 / negative 200mm length can be customized
Glass	Single glass, 3.2mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	27.2kg
Dimension	2256×1133×35mm
Packaging	31pcs per pallet / 155pcs per 20' GP / 620pcs per 40' HC



## Electrical Characteristics

STC : AM1.5 1000W/m<sup>2</sup> 25°C

Test uncertainty for Pmax: ±3%

	525	530	535	540	545	550
Power Class	525	530	535	540	545	550
Maximum Power (Pmax/W)	525	530	535	540	545	550
Open Circuit Voltage (Voc/V)	49.05	49.20	49.35	49.50	49.65	49.80
Short Circuit Current (Isc/A)	13.65	13.71	13.78	13.85	13.92	13.98
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	41.20	41.35	41.50	41.65	41.80	41.95
Current at Maximum Power (Imp/A)	12.75	12.82	12.90	12.97	13.04	13.12
Module Efficiency(%)	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3	21.5

## Operating Parameters

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0 ~ +5 W
Voc and Isc Tolerance	±3%
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC/UL)
Maximum Series Fuse Rating	25A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Fire Rating	UL type 1 or 2

## Mechanical Loading

Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

## Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of Isc	+0.048%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.270%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.350%/°C



# Inversor/cargador Quattro

3kVA - 15kVA

compatible con baterías de Litio-Ion

www.victronenergy.com



**Quattro**  
48/5000/70-100/100



**Quattro**  
48/15000/200-100/100

## Dos entradas CA con conmutador de transferencia integrado

El Quattro puede conectarse a dos fuentes de alimentación CA independientes, por ejemplo a la toma de puerto o a un generador, o a dos generadores. Se conectará automáticamente a la fuente de alimentación activa.

## Dos salidas CA

La salida principal dispone de la funcionalidad “no-break” (sin interrupción). El Quattro se encarga del suministro a las cargas conectadas en caso de apagón o de desconexión de la toma de puerto/generador. Esto ocurre tan rápidamente (menos de 20 milisegundos) que los ordenadores y demás equipos electrónicos continúan funcionando sin interrupción.

La segunda salida sólo está activa cuando una de las entradas del Quattro tiene alimentación CA. A esta salida se pueden conectar aparatos que no deberían descargar la batería, como un calentador de agua, por ejemplo.

## Potencia prácticamente ilimitada gracias al funcionamiento en paralelo

Hasta 6 unidades Quattro pueden funcionar en paralelo. Seis unidades 48/10000/140, por ejemplo, darán una potencia de salida de 48kW / 60kVA y una capacidad de carga de 840 amperios.

## Capacidad de funcionamiento trifásico

Se pueden configurar tres unidades para salida trifásica. Pero eso no es todo: hasta 6 grupos de tres unidades pueden conectarse en paralelo para lograr una potencia del inversor de 144 kW/180 kVA y más de 2500 A de capacidad de carga.

## PowerControl - En caso de potencia limitada del generador, de la toma de puerto o de la red

El Quattro es un cargador de baterías muy potente. Por lo tanto, usará mucha corriente del generador o de la toma de puerto (hasta 16 A por cada Quattro de 5 kVA a 230 VCA). Se puede establecer un límite de corriente para cada una de las entradas CA. Entonces, el Quattro tendrá en cuenta las demás cargas CA y utilizará la corriente sobrante para la carga de baterías, evitando así sobrecargar el generador o la red eléctrica.

## PowerAssist – Refuerzo de la potencia del generador o de la toma de puerto

Esta función lleva el principio de PowerControl a otra dimensión, permitiendo que Quattro complemente la capacidad de la fuente alternativa. Cuando se requiera un pico de potencia durante un corto espacio de tiempo, como pasa a menudo, el Quattro compensará inmediatamente la posible falta de potencia de la corriente de la red o del generador con potencia de la batería. Cuando se reduce la carga, la potencia sobrante se utiliza para recargar la batería.

## Energía solar: Potencia CA disponible incluso durante un apagón

El Quattro puede utilizarse en sistemas FV, conectados a la red eléctrica o no, y en otros sistemas eléctricos alternativos.

Hay disponible software de detección de falta de suministro.

## Configuración del sistema

- En el caso de una aplicación autónoma, si ha de cambiarse la configuración, se puede hacer en cuestión de minutos mediante un procedimiento de configuración de los conmutadores DIP.
- Las aplicaciones en paralelo o trifásicas pueden configurarse con el software VE.Bus Quick Configure y VE.Bus System Configurator.
- Las aplicaciones no conectadas a la red, que interactúan con la red y de autoconsumo que impliquen inversores conectados a la red y/o cargadores solares MPPT pueden configurarse con Asistentes (software específico para aplicaciones concretas).

## Seguimiento y control in situ

Hay varias opciones disponibles: Monitor de baterías, panel Multi Control, Color Control GX y otros dispositivos, smartphone o tableta (Bluetooth Smart), portátil u ordenador (USB o RS232).

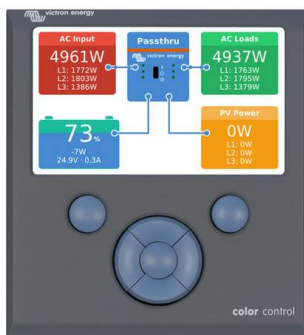
## Seguimiento y control a distancia

Color Control GX y otros dispositivos.

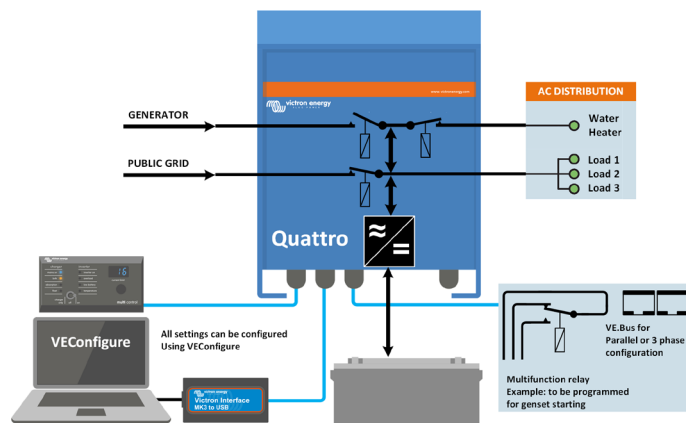
Los datos se pueden almacenar y mostrar gratuitamente en la web VRM (Victron Remote Management).

## Configuración a distancia

Se puede acceder a los datos y cambiar los ajustes de los sistemas con Color Control GX y otros dispositivos si está conectado a Ethernet.



**Color Control GX con una aplicación FV**



Quattro	12/3000/120-50/50 24/3000/70-50/50	12/5000/220-100/100 24/5000/120-100/100 48/5000/70-100/100	24/8000/200-100/100 48/8000/110-100/100	48/10000/140-100/100	48/15000/200-100/100
PowerControl / PowerAssist	Sí				
Conmutador de transferencia integrado	Sí				
2 entradas CA	Rango de tensión de entrada: 187-265 VCA Frecuencia de entrada: 45 – 65 Hz Factor de potencia: 1				
Corriente máxima de alimentación (A)	2x 50	2x100	2x100	2x100	2x100
<b>INVERSOR</b>					
Rango de tensión de entrada (VCC)	9,5 – 17V 19 – 33V 38 – 66V				
Salida (1)	Tensión de salida: 230 VCA ± 2% Frecuencia: 50 Hz ± 0,1%				
Potencia cont. de salida a 25°C (VA) (3)	3000	5000	8000	10000	15000
Potencia cont. de salida a 25°C (W)	2400	4000	6500	8000	12000
Potencia cont. de salida a 40°C (W)	2200	3700	5500	6500	10000
Potencia cont. de salida a 65° C (W)	1700	3000	3600	4500	7000
Pico de potencia (W)	6000	10000	16000	20000	25000
Eficacia máxima (%)	93 / 94	94 / 94 / 95	94 / 96	96	96
Consumo en vacío (W)	20 / 20	30 / 30 / 35	60 / 60	60	110
Consumo en vacío en modo de ahorro (W)	15 / 15	20 / 25 / 30	40 / 40	40	75
Consumo en vacío en modo de búsqueda (W)	8 / 10	10 / 10 / 15	15 / 15	15	20
<b>CARGADOR</b>					
Tensión de carga de 'absorción' (VCC)	14,4 / 28,8	14,4 / 28,8 / 57,6	28,8 / 57,6	57,6	57,6
Tensión de carga de "flotación" (VCC)	13,8 / 27,6	13,8 / 27,6 / 55,2	27,6 / 55,2	55,2	55,2
Modo de almacenamiento (VCC)	13,2 / 26,4	13,2 / 26,4 / 52,8	26,4 / 52,8	52,8	52,8
Corriente de carga de la batería auxiliar (A) (4)	120 / 70	220 / 120 / 70	200 / 110	140	200
Corriente de carga batería arranque (A)	4 (solo modelos de 12 y 24V)				
Sensor de temperatura de la batería	Sí				
<b>GENERAL</b>					
Salida auxiliar (A) (5)	25	50	50	50	50
Relé programable (6)	3x	3x	3x	3x	3x
Protección (2)	a - g				
Puerto de comunicación VE.Bus	Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema				
Puerto de comunicaciones de uso general	2x	2x	2x	2x	2x
On/Off remoto	Sí				
Características comunes	Temp. de trabajo: -40 a +65 °C Humedad (sin condensación): máx. 95%				
<b>CARCASA</b>					
Características comunes	Material y color: aluminio (azul RAL 5012) Grado de protección IP 21				
Conexión a la batería	Cuatro pernos M8 (2 conexiones positivas y 2 negativas)				
Conexión 230 V CA	Bornes de tornillo de 13 mm. <sup>2</sup> (6 AWG)	Pernos M6	Pernos M6	Pernos M6	Pernos M6
Peso (kg)	19	34 / 30 / 30	45 / 41	51	72
Dimensiones (al x an x p en mm.)	362 x 258 x 218	470 x 350 x 280	470 x 350 x 280	470 x 350 x 280	572 x 488 x 344
		444 x 328 x 240			
<b>NORMATIVAS</b>					
Seguridad	EN-IEC 60335-1, EN-IEC 60335-2-29, EN-IEC 62109-1				
Emissiones, Inmunidad	EN 55014-1, EN 55014-2, EN-IEC 61000-3-2, EN-IEC 61000-3-3, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-3				
Vehículos de carretera	Modelos de 12 y 24V: ECE R10-4				
Antiisla	Visite nuestra página web				
1) Puede ajustarse a 60 Hz; 120 V 60 Hz si se solicita	3) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 4) A 25 ° C de temperatura ambiente 5) Se desconecta sin hay fuente CA externa disponible 6) Relé programable que puede configurarse, entre otros, como función de alarma general, subtensión CC o arranque del generador Capacidad nominal CA 230 V/4 A Capacidad nominal CC 4 A hasta 35 VCC, 1 A hasta 60 VCC				
2) Claves de protección:					
a) cortocircuito de salida					
b) sobrecarga					
c) tensión de la batería demasiado alta					
d) tensión de la batería demasiado baja					
e) temperatura demasiado alta					
f) 230 VCA en la salida del inversor					
g) ondulación de la tensión de entrada demasiado alta					

## Funcionamiento y supervisión controlados por ordenador

Hay varias interfaces disponibles:



### Panel Digital Multi Control

Una solución práctica y de bajo coste para el seguimiento remoto, con un selector giratorio con el que se pueden configurar los niveles de PowerControl y PowerAssist.



### Color Control GX y otros dispositivos

Monitorear y controlar, de forma local e remota, no [Portal VRM](#).

### Interfaz MK3-USB VE.Bus a USB

Se conecta a un puerto USB (ver [Guía para el VEConfigure™](#))

### Interfaz VE.Bus a NMEA 2000

Liga el dispositivo a una red electrónica marina NMEA2000. Consulte el [guía de integración NMEA2000 e MFD](#)



### Monitor de baterías BMV-712 Smart

Utilice un *smartphone* u otro dispositivo con Bluetooth para:

- personalizar los ajustes,
- consultar todos los datos importantes en una sola pantalla,
- ver los datos del historial y actualizar el *software* conforme se vayan añadiendo nuevas funciones.



**Mochila VE.Bus Smart**  
Mide la tensión y la temperatura de la batería y permite monitorizar y controlar Multis y Quattros con un *smartphone* u otro dispositivo con Bluetooth.

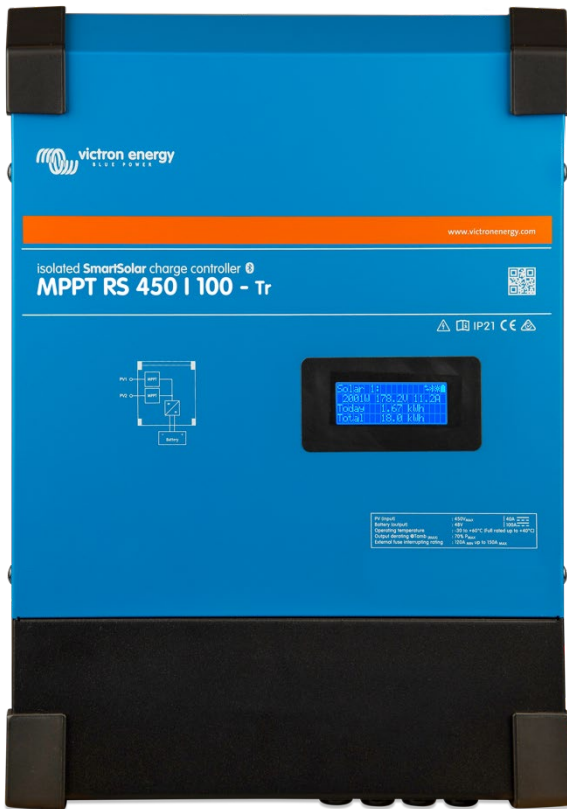




# MPPT RS SmartSolar 450|100 y 450|200 - Aislado

Controlador de carga solar 5,76 kW y 11,52 kW con entrada FV de 450 V

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



MPPT RS SmartSolar 450|100

## Controlador de carga solar con Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT)

El MPPT RS SmartSolar es un controlador de carga solar de 48 V con una entrada FV de hasta 450 VCC PV y una salida de 100 A o 200 A. Se usa en aplicaciones solares aisladas y conectadas a la red en las que se requiere máxima potencia de carga de la batería.

## Varias entradas de seguimiento MPPT independientes

Con varios rastreadores de MPPT, se puede optimizar el diseño de sus paneles solares para obtener el máximo rendimiento en una ubicación concreta.

## Conexiones FV aisladas para más seguridad

El aislamiento galvánico completo entre las conexiones de la batería y FV proporciona seguridad adicional a todo el sistema.

## Amplio rango de tensión MPPT

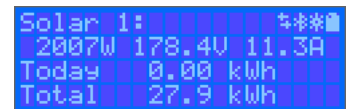
Rango operativo de entre 80 y 450 VCC FV con una tensión de arranque de 120 VCC FV.

## Ligero, eficiente y silencioso

Gracias a su tecnología de alta frecuencia y a su nuevo diseño, el modelo de 100 A de este potente cargador solo pesa 7,9 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 controlador. 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.



## Vigilancia de la resistencia al aislamiento fotovoltaico para estar tranquilo con tensiones más altas

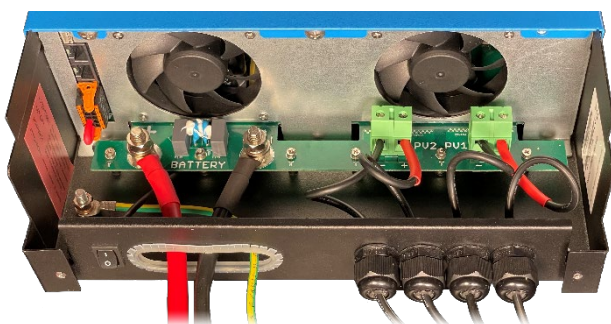
El MPPT RS vigila continuamente el conjunto FV y puede detectar si hay fallos que reduzcan el aislamiento de los paneles hasta niveles poco seguros.

## 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. El VE.Can permite conectar hasta 25 unidades juntas en paralelo y sincronizar sus procesos de carga.

## Conexiones I/O

Conexiones de relé programable, sensor de temperatura, auxiliar, entrada digital y sensor de tensión. La entrada remota puede aceptar el smallBMS de Victron y otros tipos de BMS con señal para permitir la carga.



Interior del MPPT RS SmartSolar 450|100

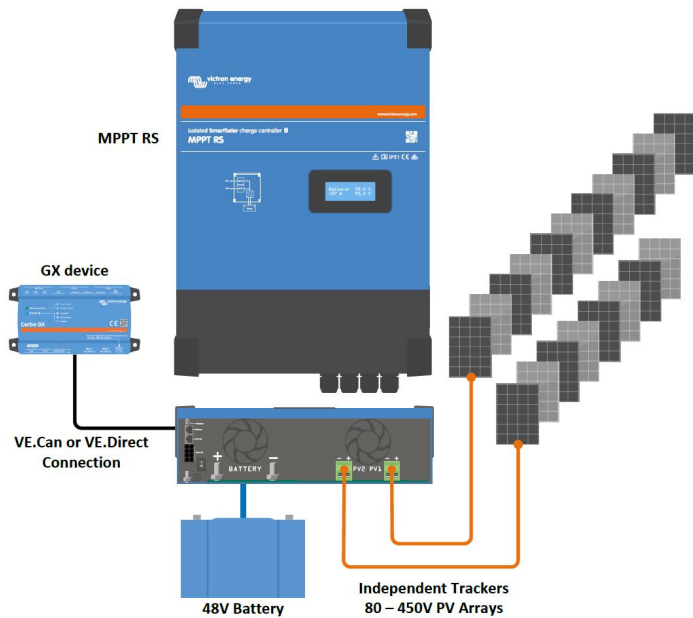
## Configuración y control con VictronConnect →

La conexión integrada Bluetooth Smart permite un rápido seguimiento y ajuste de la configuración.

El historial de 30 días integrado muestra el rendimiento de cada uno de los rastreadores MPPT.

Pruebe la demo de VictronConnect para ver todo el rango de configuraciones y opciones de pantalla con datos de muestra.



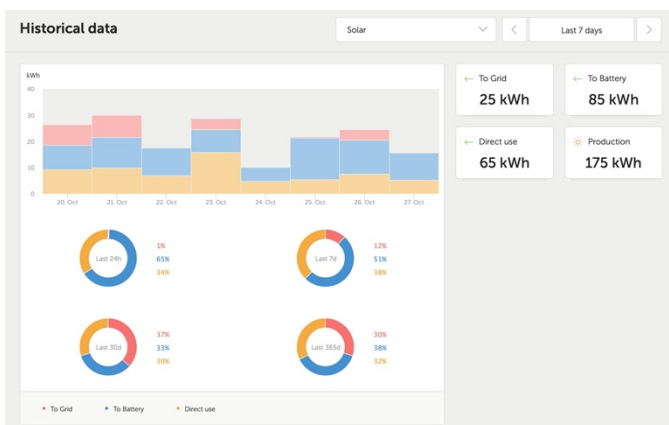
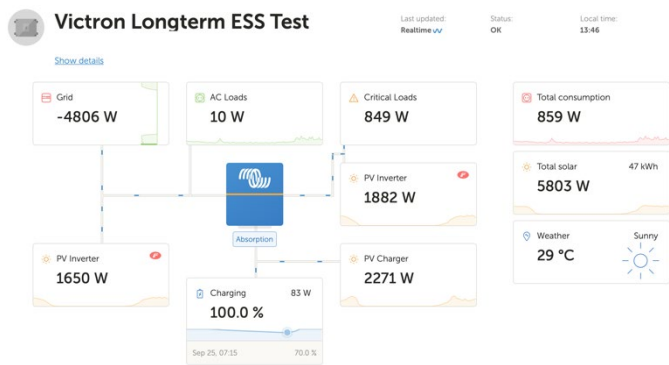


### Diagrama de ejemplo de sistema

El MPPT RS de 100 A combinado con un dispositivo GX, cargando una batería de 48 V con dos cadenas FV solares separadas.

### Portal VRM

Cuando el MPPT RS esté conectado a un dispositivo GX con conexión a Internet, o al GlobalLink 520 con conectividad 4G integrada, podrá acceder a nuestro sitio web gratuito de seguimiento a distancia (VRM). Le mostrará todos los datos de su sistema en un completo formato gráfico. Se pueden recibir alarmas por correo electrónico.



MPPT RS SmartSolar aislado	450 100	450 200
<b>CARGADOR</b>		
Tensión de la batería	48 V	
Corriente de carga nominal	100 A	200 A
Potencia de carga máxima	5,8 kW a 57,6 V	11,5 kW a 57,6 V
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 57,6 V (regulable)	
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 55,2 V (regulable)	
Rango de tensión programable	Mínima: 36 V Máxima: 62 V	
Algoritmo de carga	Adaptativo multifase (regulable)	
Sensor de temperatura de la batería	Incluido	
Eficiencia máxima	96 %	
Autoconsumo	15 mA	

<b>SOLAR</b>		
Tensión FV CC máxima	450 V	
Tensión de arranque	120 V	
Rango de tensión de trabajo del MPPT	80 - 450 V <sup>(1)</sup>	
Número de rastreadores	2	4
Máxima corriente de entrada operativa FV	18 A por rastreador	
Máxima corriente de corto circuito FV <sup>(2)</sup>	20 A por rastreador	
Tamaño máximo del conjunto FV por rastreador <sup>(3)</sup>	7200 Wp (450 V x 20 A) <sup>(3)</sup>	
Nivel de fallo del aislamiento FV <sup>(4)</sup>	100 kΩ	

<b>GENERAL</b>	
Funcionamiento en paralelo sincronizado	Sí, hasta 25 unidades con VE.Can
Relé programable <sup>(5)</sup>	Sí
Protección	Polaridad inversa FV Cortocircuito de salida Sobretensión
Comunicación de datos	Puerto VE.Direct, puerto VE.Can y Bluetooth <sup>(6)</sup>
Puerto de entrada analógico/digital de uso general	Sí, 2
On/Off remoto	Sí
Rango de temperatura de trabajo	-40 a +60°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
Peso	7,9 kg      13,7 kg
Dimensiones (al x an x p) en mm	440 x 313 x 126      487 x 434 x 146

<b>NORMAS</b>	
Seguridad	EN-IEC 62109-1, EN-IEC 62109-2

- 1) El rango de funcionamiento del MPPT está limitado por la tensión de la batería - VOC FV no debe superar la tensión de flotación de la batería multiplicada por 8. Por ejemplo, para una tensión de flotación de 52,8 V, sería una VOC FV máxima de 422,4 V. Para más información, consulte el manual del producto.
- 2) Una corriente de cortocircuito más alta podría dañar el controlador en caso de que el conjunto FV se haya conectado con polaridad inversa.
- 3) Máximo de 450 Voc resulta en 360 Vmpm aprox., por lo que el conjunto FV máximo es de aprox. 360 V x 20 A = 7200 Wp
- 4) El MPPT RS comprobará si hay suficiente aislamiento resistivo entre FV+ y GND y FV- y GND. En caso de resistencia inferior al umbral, la unidad dejará de cargar, mostrará el error y enviará la señal de error al dispositivo GX (si está conectado) para que se envíe una notificación sonora y por correo electrónico.
- 5) Relé programable que puede configurarse como alarma general, subtensión CC o función de arranque/parada del generador. Capacidad nominal CC: 4 A hasta 35 VCC y 1 A hasta 70 VCC
- 6) Actualmente el MPPT RS no es compatible con las redes VE.Smart

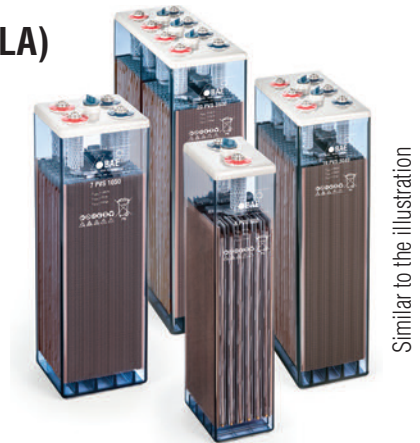
# BAE SECURA PVS SOLAR

## Technical Specification for Vented Lead-Acid Batteries (VLA)

### 1. Application

BAE SECURA PVS SOLAR batteries are the optimal solution for a reliable and robust storage of regenerative energy under extreme conditions in the industrial sector.

The special electrode design with tubular electrodes distinguishes the BAE SECURA PVS SOLAR batteries leading to high security and reliability as well as high cycle life time.



### 2. Technical data (Reference temperature 20 °C)

Type	$C_{1h}$ Ah	$C_{10h}$ Ah	$C_{20h}$ Ah	$C_{72h}$ Ah	$C_{100h}$ Ah	$C_{120h}$ Ah	$C_{240h}$ Ah	$R_i$ 1) mΩ	$I_k$ 2) kA	Length (L) mm	Width (W) mm	Height (H) mm	Weight dry kg	Weight filled kg
$U_e$ V/cell	1.67	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80							
2 PVS 140	63	111	127	141	143	144	148	1.52	1.37	105	208	420	9.1	14.5
3 PVS 210	95	167	191	211	215	217	222	1.06	1.96	105	208	420	11.2	16.4
4 PVS 280	127	223	254	282	287	289	295	0.84	2.46	105	208	420	12.8	18.0
5 PVS 350	159	279	318	352	359	361	369	0.70	2.98	126	208	420	15.3	21.7
6 PVS 420	191	334	382	424	431	434	444	0.60	3.47	147	208	420	18.1	25.7
5 PVS 550	223	389	432	486	496	500	513	0.57	3.61	126	208	535	20.0	28.8
6 PVS 660	267	467	518	583	595	601	616	0.49	4.18	147	208	535	23.5	34.0
7 PVS 770	310	544	604	681	694	700	720	0.44	4.69	168	208	535	26.8	39.1
6 PVS 900	352	665	748	856	877	888	916	0.47	4.41	147	208	710	33.0	47.4
7 PVS 1050	415	777	872	993	1,020	1,033	1,065	0.36	5.66	215	193	710	42.1	61.5
8 PVS 1200	473	886	996	1,137	1,160	1,178	1,216	0.32	6.36	215	193	710	46.6	65.4
9 PVS 1350	522	992	1,116	1,274	1,300	1,320	1,365	0.33	6.20	215	235	710	51.4	75.4
10 PVS 1500	585	1,100	1,240	1,418	1,450	1,464	1,516	0.28	7.25	215	235	710	56.0	79.4
11 PVS 1650	635	1,210	1,362	1,555	1,590	1,608	1,665	0.28	7.36	215	277	710	61.0	89.6
12 PVS 1800	698	1,320	1,486	1,699	1,740	1,752	1,816	0.24	8.41	215	277	710	65.4	93.4
11 PVS 2090	790	1,470	1,636	1,836	1,870	1,884	1,941	0.24	8.38	215	277	855	72.7	105.9
12 PVS 2280	869	1,600	1,784	2,001	2,040	2,052	2,116	0.22	9.48	215	277	855	77.4	110.4
13 PVS 2470	978	1,740	1,938	2,174	2,210	2,232	2,292	0.16	13.03	215	400	815	90.8	137.8
14 PVS 2660	1,051	1,880	2,080	2,332	2,380	2,400	2,448	0.15	13.82	215	400	815	95.3	142.4
15 PVS 2850	1,123	2,010	2,220	2,498	2,550	2,568	2,640	0.14	14.43	215	400	815	100.2	146.9
16 PVS 3040	1,195	2,140	2,380	2,664	2,710	2,736	2,808	0.13	15.20	215	400	815	105.4	151.6
17 PVS 3230	1,280	2,290	2,540	2,858	2,910	2,940	3,000	0.12	16.91	215	490	815	117.7	175.1
18 PVS 3420	1,352	2,420	2,680	3,024	3,080	3,108	3,192	0.11	17.55	215	490	815	121.9	179.1
19 PVS 3610	1,425	2,560	2,840	3,189	3,250	3,276	3,360	0.11	18.36	215	490	815	126.8	183.6
20 PVS 3800	1,496	2,690	2,980	3,355	3,420	3,444	3,528	0.11	18.92	215	490	815	132.0	188.3
22 PVS 4180	1,635	2,950	3,280	3,686	3,750	3,780	3,888	0.10	19.92	215	580	815	145.4	213.9
24 PVS 4560	1,777	3,220	3,560	4,010	4,090	4,128	4,224	0.09	21.26	215	580	815	155.2	223.0
26 PVS 4940	1,917	3,480	3,860	4,341	4,420	4,464	4,584	0.09	22.49	215	580	815	165.0	232.0

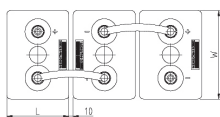
1, 2) Internal resistance  $R_i$  and short circuit current  $I_k$  according to IEC 60896-11

Height (H) is the maximum height between container bottom and top of the bolts in assembled condition.

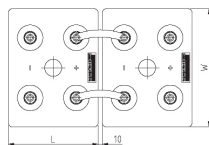
BAE SECURA PVS SOLAR batteries are also available as dry pre-charged version. They are titled with additional "TG", e.g. 4 PVS 280 TG.

All values published in the table correspond to 100 % discharge of current depending capacity without voltage drop of connectors. Please consider item 7.

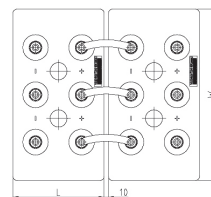
### 3. Terminal positions



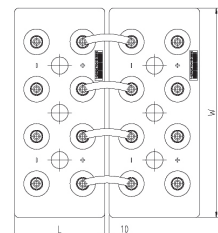
2 PVS 140 to 6 PVS 900



7 PVS 1050 to 12 PVS 2280



13 PVS 2470 to 16 PVS 3040



17 PVS 3230 to 26 PVS 4940

Terminals are designed as female poles with brass inlay M10 for flexible insulated copper cables with cross-section 25, 35, 50, 70, 95 or 120 mm<sup>2</sup> or insulated solid copper connectors with cross-section 90, 150 or 300 mm<sup>2</sup>.

# Technical Specification for BAE SECURA PVS SOLAR



## 4. Design

Positive electrode	Tubular-plate with a woven polyester gauntlet and solid grids in a corrosion-resistant PbSbSnSe-low antimony alloy
Negative electrode	Grid-plate in a low antimony alloy with long-life expander material
Separation	Microporous separator
Electrolyte	Sulphuric acid with a density of 1.24 kg/l at 20 °C (68 °F)
Container	High impact, transparent SAN (Styrene acrylonitrile), UL-94 rating: HB
Lid	High impact SAN in dark grey colour (colour may vary slightly from given image), UL-94 rating: HB
Plugs	on request also in ABS (Acrylonitrile butadiene styrene), UL-94 rating: V-0 Labyrinth plugs for arresting aerosols, BAE ceramic funnel plugs according to DIN 40740 or BAE ceramic plugs are recommended
Pole-bushing	100 % gas- and electrolyte-tight, sliding, plastic-coated "Panzerpol"
Kind of protection	IP 25 regarding EN 60529, touch protected according to BGV A3

## 5. Installation

BAE SECURA PVS SOLAR batteries are designed for indoor applications. For outdoor applications please contact BAE.

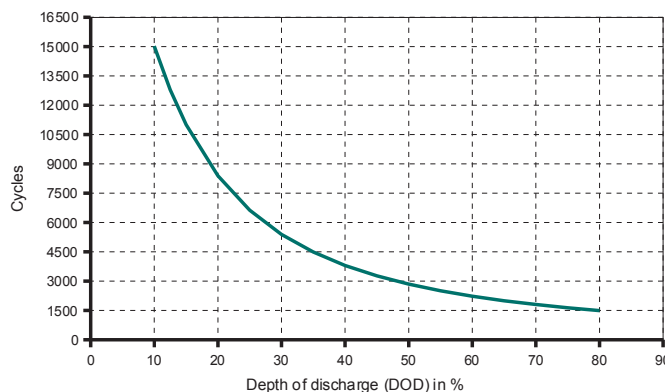
## 6. Maintenance

Every 6 months	Check battery voltage, pilot cell voltages, temperatures
Every 12 months	Check connections, record battery voltage, cell voltages and temperatures
Every 3 years	Average water-refilling interval (depending on utilization and ambient temperature)

## 7. Operational data

Depth of discharge (DOD)	Max. 80 % ( $U_e = 1.91$ V/cell for discharge times >10 h; 1.74 V/cell for 1 h) deep discharges of more than 80 % DOD have to be avoided
Initial charge current (I or bulk phase)	Unlimited, the minimal charge current has to be 5 A/100 Ah $C_{10}$
Charge voltage at cyclic operation	Restricted from 2.30 V to 2.40 V per cell, operating instruction is to be observed
Float voltage/non cyclic voltage	2.23 V/cell
Adjustment of charge voltage	No adjustment necessary if battery temperature is kept between 10 °C and 30 °C (50 °F and 86 °F) in the monthly average, otherwise $\Delta U/\Delta T = -0.003$ V/cell per K
Recharge to 100 %	Within a period of 1 up to 4 weeks
Battery temperature	-20 °C to 55 °C (-4 °F to 131 °F), recommended temperature range 10 °C to 30 °C (50 °F to 86 °F)
Self-discharge	Approx. 3 % per month at 20 °C (68 °F)
IEC 61427 cycles	3,150 (A+B) at 40 °C (104 °F)
IEC 60896-11 cycles	>1,500 at 20 °C (68 °F)

## 8. Number of cycles as function of Depth of discharge



## 9. Transport

Batteries are not subject to ADR (road transport), if the conditions of Special Provision 598 (Chapter 3.3) are observed.

These cells/batteries are dangerous goods on sea transport. Declaration and packaging must comply with the requirements of IMDG-Codes.

## 10. Standards

Test standards	IEC 60896-11, IEC 61427
Safety standard, ventilation	IEC 62485-2

BAE Batterien GmbH  
Wilhelminenhofstraße 69/70  
12459 Berlin  
Germany

Tel.: +49 (0)30 53001-661  
Fax: +49 (0)30 53001-667  
E-Mail: info@bae-berlin.de  
www.bae-berlin.de







# Energy generation

---



# Hoja de características del producto

Especificaciones



## iID 2P 100A 300mA AC

A9R14291

### Principal

Gama	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 iID40
Tipo de producto o componente	Interruptor diferencial (RCCB)
Nombre corto del dispositivo	iID
Número de polos	2P
Posición de neutro	Izquierda
[In] Corriente nominal	100 A
Tipo de red	AC
Sensibilidad de fuga a tierra	300 mA
Retardo de la protección contra fugas a tierra	Instantáneo
Clase de protección contra fugas a tierra	Tipo AC

### Complementario

Ubicación del dispositivo en el sistema	Salida
Frecuencia de red	50/60 Hz
[Ue] Tensión nominal de empleo	220...240 V AC 50/60 Hz
Tecnología de disparo corriente residual	Independiente de la tensión
Poder de conexión y de corte	I <sub>dm</sub> 1500 A I <sub>m</sub> 1500 A
Corriente condicional de cortocircuito	10 kA
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	500 V AC 50/60 Hz
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	6 kV
Indicador de posición del contacto	Sí
Tipo de control	Maneta
Tipo de montaje	Ajustable en clip

<b>Soporte de montaje</b>	Carril DIN
<b>Pasos de 9 mm</b>	4
<b>Altura</b>	91 mm
<b>Anchura</b>	36 mm
<b>Profundidad</b>	73,5 mm
<b>Peso del producto</b>	0,21 kg
<b>Color</b>	Blanco
<b>Durabilidad mecánica</b>	20000 ciclos
<b>Durabilidad eléctrica</b>	AC-1, estado 1 10000 ciclos
<b>Descripción de las opciones de bloqueo</b>	Dispositivo de cierre con candado
<b>Conexiones - terminales</b>	Terminal simple arriba o abajo 1...35 mm <sup>2</sup> rígido Terminal simple arriba o abajo 1...25 mm <sup>2</sup> flexible Terminal simple arriba o abajo 1...25 mm <sup>2</sup> flexible con terminal
<b>Longitud de cable pelado para conectar bornas</b>	14 mm para arriba o abajo conexión
<b>Par de apriete</b>	3,5 N.m arriba o abajo

## Entorno

<b>Normas</b>	EN/IEC 61008-1
<b>Certificaciones de producto</b>	SNI
<b>Grado de protección IP</b>	IP20 acorde a IEC 60529 IP40 - tipo de cable: envolvente modular) acorde a IEC 60529
<b>Grado de contaminación</b>	3
<b>Compatibilidad electromagnética</b>	Resistencia a impulsos 8/20 μs, 250 A acorde a EN/IEC 61008-1
<b>Temperatura ambiente de funcionamiento</b>	-5...60 °C
<b>Temperatura ambiente de almacenamiento</b>	-40...85 °C

## Unidades de embalaje

<b>Tipo de unidad del paquete 1</b>	PCE
<b>Número de unidades en empaque</b>	1
<b>Peso del empaque (Lbs)</b>	210,0 g
<b>Paquete 1 Altura</b>	8,3 cm
<b>Paquete 1 ancho</b>	4 cm
<b>Paquete 1 Longitud</b>	10,2 cm
<b>Tipo de unidad del paquete 2</b>	S03
<b>Número de unidades en el paquete 2</b>	54
<b>Peso del paquete 2</b>	12,429 kg
<b>Paquete 2 Altura</b>	30 cm
<b>Ancho del paquete 2</b>	30 cm
<b>Longitud del paquete 2</b>	40 cm
<b>Tipo de unidad del paquete 3</b>	BB1
<b>Número de unidades en el paquete 3</b>	6



Paquete 3 Peso	1,33 kg
Paquete 3 Altura	9,1 cm
Ancho del paquete 3	10,9 cm
Paquete 3 Longitud	25,4 cm

## Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	<a href="#">Declaración de REACH</a>
Directiva RoHS UE	Conforme <a href="#">Declaración RoHS UE</a>
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	<a href="#">Declaración RoHS China</a> Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias
Comunicación ambiental	<a href="#">Perfil ambiental del producto</a>
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.
Presencia de halógenos	Producto con contenido plástico sin halógenos

## Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

## Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

# Hoja de características del producto

Especificaciones



## Magnetotérmico, Acti9 C120N, 2P, 100 A, C curva, 10000 A (IEC 60898-1), 10 kA (IEC 60947-2)

A9N18362

### Principal

Gama de producto	Dardo Plus
Gama	Acti 9
Nombre del producto	C120
Tipo de producto o componente	Interruptor automático en miniatura
Nombre corto del dispositivo	C120N
Aplicación del dispositivo	Para corriente > 0,1 A
Número de polos	2P
Número de polos protegidos	2
Posición de neutro	Izquierda
[In] Corriente nominal	100 A en 30 °C
Tipo de red	AC
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Código de curva	C
Capacidad de corte	10000 A Icn en 230...400 V AC 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60898-1 6 kA Icu en 440 V AC 50/60 Hz acorde a Icu 10 kA Icu en <= 250 V corriente continua acorde a Icu 20 kA Icu en 220...240 V AC 50/60 Hz acorde a Icu 10 kA Icu en 380...415 V AC 50/60 Hz acorde a Icu
Poder de seccionamiento	Sí acorde a En > 50 A

### Complementario

Frecuencia de red	50/60 Hz
[Ue] Tensión nominal de empleo	380...415 V AC 50/60 Hz 220...240 V AC 50/60 Hz 440 V AC 50/60 Hz <= 250 V corriente continua 230...400 V AC 50/60 Hz
Límite de enlace magnético	5...10 x In
[Ics] poder de corte en servicio	7500 A 75 % acorde a EN/IEC 60898-1 - 230...400 V AC 50/60 Hz 4,5 kA 75 % acorde a Icu - 440 V AC 50/60 Hz 7,5 kA 75 % acorde a Icu - 380...415 V AC 50/60 Hz 15 kA 75 % acorde a Icu - 220...240 V AC 50/60 Hz 10 kA 100 % acorde a Icu - <= 250 V corriente continua
Clase de limitación	3 acorde a Icu
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	500 V AC 50/60 Hz acorde a Icu

<b>[Uimp] Resistencia a picos de tensión</b>	6 kV acorde a Icu
<b>Indicador de posición del contacto</b>	Sí
<b>Tipo de control</b>	Maneta
<b>Señalizaciones en local</b>	Indicación de encendido/apagado
<b>Tipo de montaje</b>	Ajustable en clip
<b>Soporte de montaje</b>	Carril DIN simétrico de 35 mm
<b>Compatibilidad de bloque de distribución y embarrado tipo peine</b>	NO
<b>Pasos de 9 mm</b>	6
<b>Altura</b>	81 mm
<b>Anchura</b>	54 mm
<b>Profundidad</b>	73 mm
<b>Peso del producto</b>	0,41 kg
<b>Color</b>	Blanco
<b>Durabilidad mecánica</b>	20000 ciclos
<b>Durabilidad eléctrica</b>	5000 ciclos acorde a En > 50 A
<b>Conexiones - terminales</b>	Terminales de tipo túnel 1...50 mm <sup>2</sup> rígido Terminales de tipo túnel 1,5...35 mm <sup>2</sup> flexible
<b>Longitud de cable pelado para conectar bornas</b>	15 mm
<b>Par de apriete</b>	3,5 N.m
<b>Protección contra fugas a tierra</b>	Bloque independiente

## Entorno

<b>Normas</b>	EN/IEC 60898-1 Icu
<b>Certificaciones de producto</b>	generador
<b>Grado de protección IP</b>	IP20 acorde a IEC 60529
<b>Grado de contaminación</b>	3 acorde a En > 50 A
<b>Categoría de sobretensión</b>	IV
<b>Tropicalización</b>	2 acorde a IEC 60068-1
<b>Humedad relativa</b>	95 % en 55 °C
<b>Altitud máxima de funcionamiento</b>	2000 m
<b>Temperatura ambiente de funcionamiento</b>	-25...70 °C
<b>Temperatura ambiente de almacenamiento</b>	-40...85 °C

## Unidades de embalaje

<b>Tipo de unidad del paquete 1</b>	PCE
<b>Número de unidades en empaque</b>	1
<b>Peso del empaque (Lbs)</b>	385,0 g
<b>Paquete 1 Altura</b>	5,4 cm
<b>Paquete 1 ancho</b>	7,5 cm

Paquete 1 Longitud	8,5 cm
Tipo de unidad del paquete 2	S03
Número de unidades en el paquete 2	36
Peso del paquete 2	14,749 kg
Paquete 2 Altura	30 cm
Ancho del paquete 2	30 cm
Longitud del paquete 2	40 cm
Tipo de unidad del paquete 3	BB1
Número de unidades en el paquete 3	6
Paquete 3 Peso	2,377 kg
Paquete 3 Altura	8,5 cm
Ancho del paquete 3	9,5 cm
Paquete 3 Longitud	33 cm

## Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	<a href="#">Declaración de REACH</a>
Conforme con REACH sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Conforme <a href="#">Declaración RoHS UE</a>
Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	<a href="#">Sí</a>
Normativa de RoHS China	<a href="#">Declaración RoHS China</a> Declaración proactiva de RoHS China (fuera del alcance legal de RoHS China)
Comunicación ambiental	<a href="#">Perfil ambiental del producto</a>
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

## Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

## Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------