



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

# Instalación eléctrica de un polideportivo por medio de placas solares

---

Trabajo final de Grado

Autor: Ivan Frasset Paret

Tutor: Arturo Gil Gil

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Junio de 2015





El siguiente proyecto incluye los siguientes documentos:

I.	Resumen.....	4
II.	Memoria.....	7
	I.1. Memoria descriptiva.....	8
	I.2. Cálculos justificativos.....	66
III.	Pliego de condiciones.....	83
IV.	Planos.....	103
V.	Presupuesto.....	117





# Resumen

El presente proyecto tiene como objetivo el estudio de las alternativas para realizar una instalación eléctrica mediante energía solar fotovoltaica, en más concretamente aislado de la red, en el polideportivo municipal de Palma de Gandía (Valencia).

Tras analizar las ventajas y desventajas de las alternativas planteadas, se ha optado por realizar una instalación solar fotovoltaica aislada de red sobre varias cubiertas existentes en la instalación.

Se ha realizado el dimensionado para la instalación, empleando elementos de nueva generación, más eficientes y con un precio ajustado. La instalación tendrá unas características de 40.5kWp en placas, y una potencia de 50kW.

Para realizar el dimensionado, se ha realizado un estudio de necesidades. Una vez detallado, empleando software como las bases de datos de PVGIS-Climate se han conocido los valores de radiación de la zona.

Una vez indicado el material a emplear, se ha realizado un manual de mantenimiento, los planos necesarios para el montaje, un estudio sobre el precio de la energía, coste de la instalación y amortización, además indicando las bases para la obtención de ayudas.

Con el cumplimiento de las normativas de seguridad, se ha detallado un plan de seguridad y salud, con las precauciones necesarias en la realización del proyecto.

Finalmente, se ha descrito de la solución adoptada, indicando la cantidad y características de los componentes adquiridos, y determinando todos los detalles de la instalación, así como el presupuesto final con precios reales de mercado. Así pues, la presente instalación fotovoltaica tiene un presupuesto final de 148276€, capaz de generar una energía de 28114,37kWh/año, con un coste de instalación de 3,66 euros/Wp y ofreciendo la energía a 0.28cent.€/kWh siendo amortizada entre 17 y 18 años.

### Palabras clave:

Instalación solar fotovoltaica, aislada de la red, irradiación, inversor, regulador, panel solar, amperios hora, días de autonomía, caída de tensión, intensidad máxima, Sección del cable,...

---



# 1. Memoria

# 1.1. Memoria descriptiva



# Índice

1.Aspectos generales.....	11
1.1 Objeto.....	11
1.2 Titular de la instalación.....	11
1.3 Ubicación.....	11
1.4 Descripción del proyecto.....	11
2.Justificación del proyecto.....	12
2.1 Energía solar fotovoltaica.....	12
2.2 Antecedentes.....	13
2.2.1 Razones por la que es necesaria la realización del proyecto... 13	
2.2.2 Intentos previos de resolución.....	13
3.Estudio de las necesidades.....	13
3.1 Especificaciones del encargo.....	13
3.2 Normativa.....	14
4.Alternativas y solución adoptada.....	16
5.Descripción detallada de la solución.....	17
5.1 Detalles de la solución adoptada.....	17
5.1.1 Módulos solares.....	17
5.1.1.1 Soportes.....	18
5.1.2 Reguladores.....	18
5.1.3 Baterías.....	18
5.1.4 Inversores.....	18
5.1.5 Equipo de monitorización.....	19
5.1.6 Cableado.....	19
5.1.7 Canalizaciones y tubos de protección.....	19
5.1.8 Protecciones externas.....	20
5.2 Proceso de instalación.....	21
6.Justificación detallada de la solución.....	21
6.1 Estudio de consumos.....	21
6.2 Cálculos.....	24
6.3 Producción anual estimada.....	25

6.4 Resumen del material a emplear.....	26
7.Programa de ejecución.....	26
7.1 Responsabilidades.....	26
7.2 Ejecución de la obra.....	27
7.3 Plazos.....	27
7.4 Medios auxiliares y humanos.....	27
8.Programa de explotación.....	27
8.1 Manual de mantenimiento.....	27
9. Estudio económico.....	31
9.1 Coste de la instalación.....	31
9.2 Precio energía.....	31
9.3 Amortización de la instalación.....	33
ANEXO 1. Ayudas y subvenciones.....	35
ANEXO 2. Plan de seguridad y de salud.....	36
ANEXO 3. Fichas técnicas.....	51

## 1. Aspectos generales

### 1.1. Objeto

El objeto de este proyecto administrativo es definir las condiciones técnicas, legales y económicas necesarias para una instalación solar fotovoltaica aislada en un polideportivo.

En cumplimiento de normativa vigente, será capaz de abastecer la demanda eléctrica de las instalaciones, cuya actividad tiene lugar seis días a la semana o siete los meses de verano.

Se realizará un estudio consumo, rentabilidad económica y presupuesto de la misma.

### 1.2. Titular de la instalación

El titular de la instalación es el ayuntamiento de la localidad de Palma de Gandía (Valencia), así como el encargado del mantenimiento de la misma, según el plan de mantenimiento que se especifica en este proyecto.

### 1.3. Ubicación

El complejo polideportivo municipal está situado en el paseo Bolognetta 43, en la localidad de Palma de Gandía, situado al sur de la provincia de Valencia. Las coordenadas de la instalación son:

Latitud: 38°55'21.7"N

Longitud: 0°13'08.9"W

Altitud: 45 msnm

### 1.4. Descripción del proyecto

Se dispone de un polideportivo ya construido y abastecido por la red eléctrica, el cual requiere un proyecto para una instalación solar fotovoltaica aislada, aprovechando el resto de instalación ya construida.

En la instalación se encuentran tres cubiertas con espacio suficiente para la instalación de los módulos solares.

En este proyecto se realizará un estudio de consumo actual para realizar los cálculos de potencia necesaria a instalar.

## 2. Justificación del proyecto

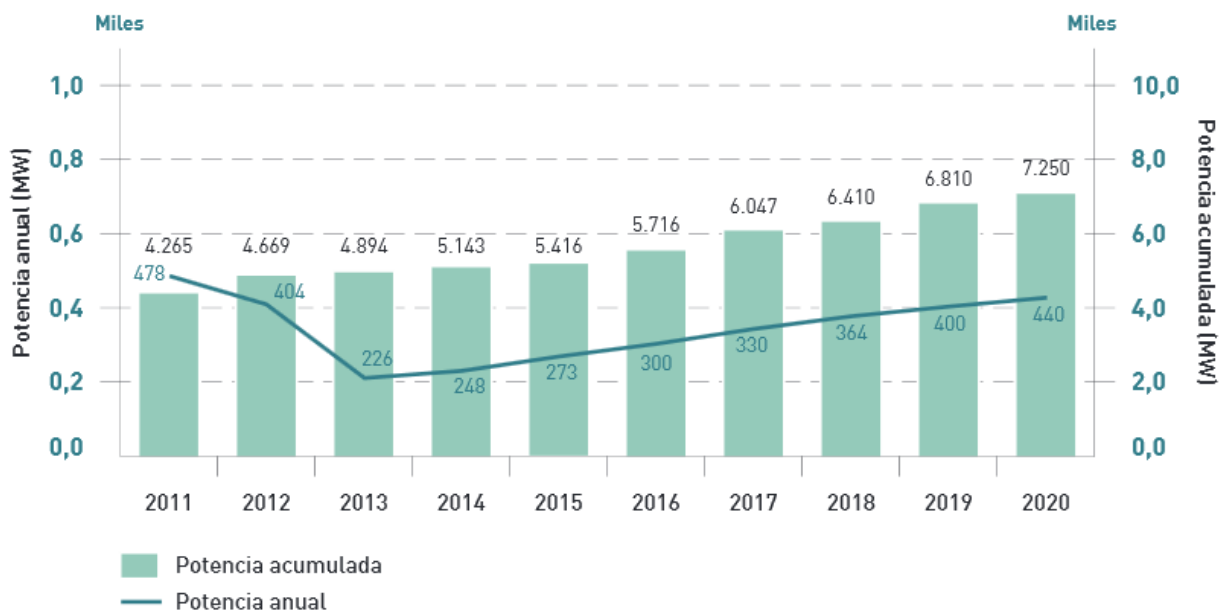
### 2.1. Energía solar fotovoltaica

El desarrollo de la energía solar fotovoltaica sufre año tras año un acelerado avance tecnológico y económico. Esto conlleva a que la instalación de paneles solares fotovoltaicos esté cada vez más al alcance, facilitando así, un rápido crecimiento de su consumo.

Son cada vez más los países que reconocen el enorme potencial de la energía solar. Se contribuye eficazmente a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y, en menor medida de SO<sub>x</sub>. Cada kWh generado con energía solar evita la emisión a la atmósfera de aproximadamente 1kg de CO<sub>2</sub>, en el caso de comparar con generación eléctrica con carbón, o aproximadamente 400g de CO<sub>2</sub>, en el caso de gas natural. Se estima que antes del 2020 las energías renovables cubran el 20% de la demanda energética. El papel que ejerce la energía solar es fundamental.

Los principales propulsores de la energía solar fotovoltaica en Europa son España y Alemania, pero otros como Italia, Francia y Grecia ya aspiran a ser grandes referentes. Se debe considerar las grandes potencias como EEUU y Japón que también están realizando importantes inversiones en este sector.

Pero no sólo ellos contribuyen al avance de la energía fotovoltaica. En más de 100 países ha obtenido el crecimiento más importante de generación de electricidad. Es fácil imaginar que a finales del 2020 la energía solar fotovoltaica será una de las energías renovables más usadas y más asequibles en todo el mundo.



Fuente: IDAE

Fig 1. Evolución estimada de la potencia anual y acumulada hasta 2020.

## 2.2. Antecedentes

### 2.2.1. Razones por la que es necesaria la realización del proyecto

El ayuntamiento de la localidad de Palma de Gandía (desde ahora el cliente) en condición de administración pública, propone un deseo de mejorar la calidad, la funcionalidad, mantenibilidad y fiabilidad en muchas de sus instalaciones. Para ello, fijándose en unas exigencias sociales cada vez más ecológicas y sumado a la evolución en el sector y el constante descenso de precios, decide seguir con el plan de ahorro, tanto económico como energético a medio plazo en toda la localidad.

### 2.2.2. Intentos previos de resolución

Anteriormente, el cliente ya propuso un plan de ahorro energético-económico en la instalación. Dichas medidas incluía la instalación de luminarias LED, plan de ajuste de horarios de puesta en marcha de los diferentes aparatos en la instalación, aplazar en medida de lo posible que las actividades deportivas se realizasen con luz natural,...

Los resultados a día de hoy no son los esperados, por lo que se finalmente se ha propuesto la proyección de una instalación solar fotovoltaica.

## 3. Estudio de las necesidades

### 3.1. Especificaciones del encargo

El presente proyecto se enfoca a una instalación aislada a la red y capaz de abastecer la demanda eléctrica de un polideportivo.

La superficie del polideportivo es 1275m<sup>2</sup> en el que se diferencian varios puntos de consumo. La instalación será capaz de abastecer elementos como luminarias de un campo de fútbol y bomba de riego, tres pistas de pádel, una pista de frontón, la iluminación ambiente del recinto, la depuradora de la piscina, además de varios vestuarios y una cafetería.

A continuación se detallan las potencias de todos los elementos que la instalación debe ser capaz de abastecer:

EQUIPOS	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	P(kW)
Luminarias fútbol	Foco de halógeno	16	0,5
Bomba riego	Motor eléctrico de 20CV	1	15
Luminarias vestuarios	Lampara fluorescente	14	0,018
Secamanos	Ventilador, aire caliente	3	0,5
Calefacción	Radiadores eléctricos	6	0,9
Calefactor de agua	Capacidad de 200l	3	2,2
Luminarias bar	Lámpara fluorescente	2	0,018

Frigorífico-congelador	200x70 cm	1	0,89
Cafetera	Cafetera	1	2,5
Microondas	Microondas	1	0,8
Lavavajillas	Lavavajillas	1	1,5
TV	TV de LED de 32"	1	0,09
Luminarias sala multiusos	Lámpara fluorescente	12	0,018
Luminarias frontón	Foco de halógeno	4	0,4
Luminarias pádel 1	Foco de halógeno	8	0,4
Luminarias pádel 2	Foco de halógeno	8	0,4
Luminarias pádel 3	Foco de halógeno	8	0,4
Luminarias vestuarios			
piscina	Lámpara fluorescente	12	0,018
Depuradora	Motor eléctrico de 1CV	1	0,746
Luminarias parque y amb.	Bombilla LED E27	10	0,011
Luminarias caseta vigilante	Lámpara fluorescente	2	0,018
Ordenador	Sobremesa con pantalla TFT	1	0,32

Tabla I

La potencia instalada y que abastecerá la instalación para el buen funcionamiento del recinto es de 55.4kW.

Por otra parte, el complejo dispone de tres cubiertas orientadas al sur y con suficiente superficie para poder instalar sobre ellas los módulos solares.

Los reguladores, inversores y baterías se instalarán en un cuarto en desuso con capacidad necesaria. Se acondicionará para la instalación de dichos elementos, además de la entrada y salida de los cables.

### 3.2. Normativa

Esta memoria ha sido realizada según las leyes y normativas necesarias para asegurar el correcto funcionamiento de la instalación y el cumplimiento de las medidas de seguridad necesarias. Por tanto, el presente proyecto está regulado por la normativa legal citada a continuación:

- *Ley 31/1995, del 8 de noviembre, Prevención de Riesgos Laborales.*

Ley para la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, y ello en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz de prevención de los riesgos laborales.

- *Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.*

Ley que regula las actividades destinadas al suministro de energía eléctrica, consistente en su generación, transporte, distribución, comercialización e intercambios intracomunitarios e internacional, así como la gestión económica y técnica del sistema eléctrico.

- *R.D. 485/97 del 14 de abril*

Real Decreto establece las disposiciones mínimas para la señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- *Real Decreto 842/2002, del 2 de agosto.*

RD por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, sustituyendo al anterior de 1973.

- *Real Decreto 314/2006, del 17 de marzo.*

RD por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

- *Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo.*

RD por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

- *Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre.*

RD para la retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.

- *Real Decreto 1565/2010, del 19 de noviembre.*

RD por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

- *Ordenanza municipal* sobre construcciones en edificios nuevos o remodelaciones de antiguos, tanto por en interiores como exteriores.

Legislación de ámbito europea específica del sector de energías renovables:

- *Directiva 73/23/CEE de 19 de febrero*

Relativa al material eléctrico destinada a utilizarse con determinados límites de tensión. Esta directiva determina los objetivos o exigencias esenciales de seguridad aplicables al material eléctrico destinado a emplearse a una tensión nominal entre 50 i 1000 V en ca i entre 75 i 1500V en cc. La directiva se ha traspuesto al Estado Español como RD 7/1988, Resolución de 18 de enero de 1988 de la DGPT, la Resolución de 19 de noviembre de 2001 de la DGPT y la Resolución de 14 de octubre de 2002 de la DGPT.

- *Directiva 89/336/CEE de 3 de mayo de 1989*

Relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estado Miembros relativas a la compatibilidad electromagnética. También ha sido traspuesta al Estado Español al RD 444/1994 de 11 de marzo.

- *Directiva 93/68/CEE de 22 de julio de 1993*

por el que se modifican las dos anteriores en relación a los procedimientos de evaluación de la conformidad de los productos industriales con los objetivos fijados en las directivas de

armonización técnica, sobre todo en lo que respecta a la seguridad, la salud pública o la protección de los consumidores, y fija el régimen de marcado de la “CE” de conformidad a las directivas de armonización técnica sobre diseño, fabricación, comercialización, puesta en servicio y utilización de productos industriales.

#### Normas UNE:

- *UNE 206001 EX: 97* Módulos fotovoltaicos. Criterios ecológicos.
- *UNE-EN 60891:94* Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
- *UNE-EN 60904-2:98* Dispositivos fotovoltaicos. Parte 2: requisitos de células solares de referencia.
- *UNE-EN 60904-3:94* Dispositivos fotovoltaicos. Parte 3: fundamentos de medida de dispositivos solares fotovoltaicos de uso terrestre con datos de irradiancia espectral de referencia.
- *UNE-EN 60904-5:96* Dispositivos fotovoltaicos. Parte 5: determinación de la temperatura de la célula equivalente de dispositivos fotovoltaicos por el método de la tensión a circuito abierto.

## 4. Alternativas y solución adoptada

Para satisfacer las necesidades del cliente, se pueden tomar varias alternativas:

- 4.1. *Instalación solar fotovoltaica conectada a red:* para este tipo de instalación se necesita una inversión entre dos y tres veces inferior a la aislada y los excedentes se pueden vender a la red obteniendo beneficio. Se descarta esta opción por la complejidad legal implantada por el RD 1/2012 eliminado las primas para nuevas instalaciones.
- 4.2. *Combinación energía solar-eólica:* para dotar de una mejor fiabilidad a la instalación, una opción es contar con el apoyo de generadores eólicos. El encarecimiento de algunos aparatos por esta doble función y la falta de espacio para la instalación de los aerogeneradores, esta opción queda descartada.
- 4.3. *Instalación solar fotovoltaica aislada con sistema de seguimiento:* para incrementar la productividad de la instalación, instalar sistemas de seguimiento en los paneles es una opción generalmente viable. En este caso, el coste de las estructuras y soportes de seguimiento aumentan y además la instalación de dichos sistemas sobre cubiertas complica la instalación.
- 4.4. *Instalación solar fotovoltaica aislada con módulos fijos:* Al disponer de suficiente superficie para la instalación de paneles sin que se produzcan sombras y encontrarnos en una región con buena radiación, se decanta por el diseño de este tipo de instalación. Además, al no necesitar gran cantidad de días de autonomía, se requieren pocas baterías, por lo que el precio se mantiene dentro del margen para este tipo de instalaciones.



## 5. Descripción detallada de la solución

### 5.1. Detalles de la solución adoptada

Tal como se ha concluido en el apartado 4, se opta por la realización de un proyecto de energía solar fotovoltaica en aislada.

El sistema del presente proyecto está formado por cuatro subsistemas:

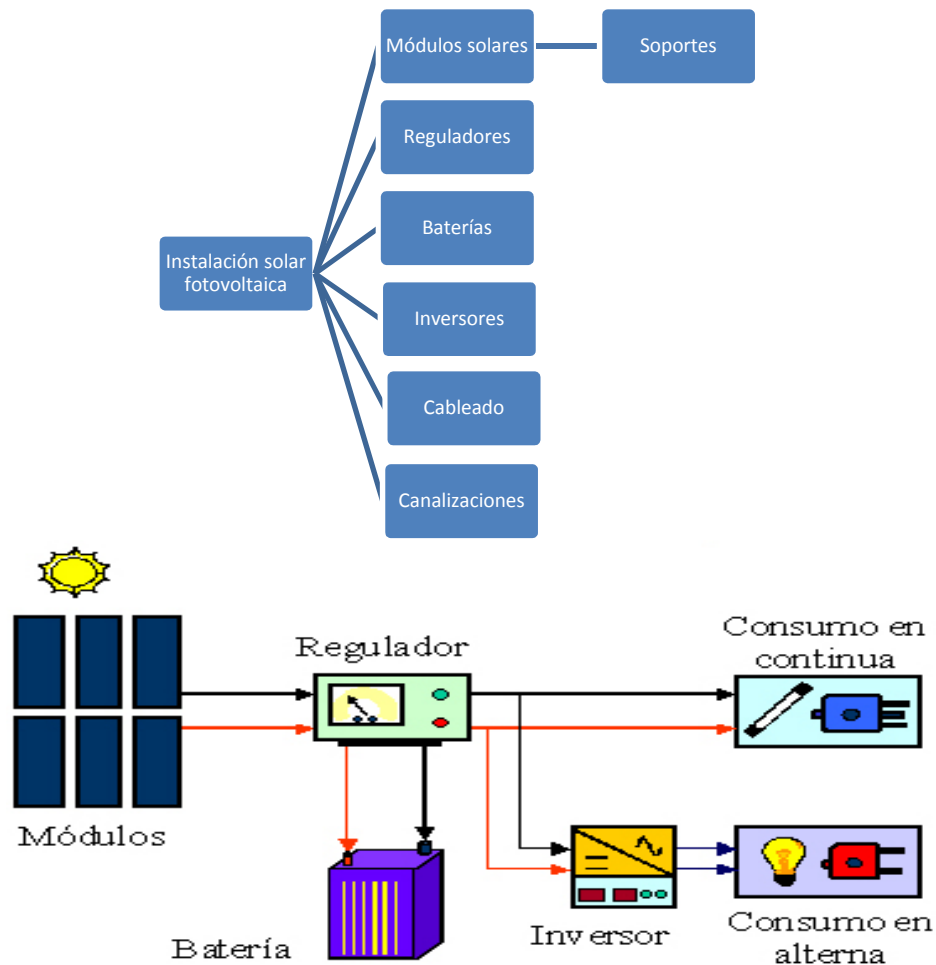


Fig. 2: Esquema explicativo de una instalación solar fotovoltaica en aislada.

#### 5.1.1. Módulos solares

Los módulos solares elegidos para esta instalación son Jinko Solar JKM250P-60, panel de silicio policristalino y una potencia de pico de 250Wp, 8.2Ap a 24V nominales y dimensiones de 1650x992 mm.

La verificación por parte del fabricante y la el gran número de ventas de este producto lo convierten en un producto de confianza.

#### 5.1.1.1. Soportes

Para la sujeción de los paneles sobre el tejado se instalarán soportes STF02H-1642-994 que cumplen la normativa AS/NZS 1170 para tejados, con dos paneles solares en horizontal cada uno.

#### 5.1.2. Reguladores

Los reguladores serán proporcionados por el fabricante Victron Energy. Este modelo de regulador maximizador MPPT 85-150 ofrece 85A de salida y admite a la entrada rangos de hasta 150V, evitando así pérdidas, ajustando la salida a valores entre 12 y 48V, rangos válidos para baterías convencionales.

Según el fabricante, gracias a su tecnología la eficiencia máxima alcanza el 98% y puede funcionar hasta temperaturas de ambiente de 40°C. Además proporciona protección por sobre temperatura y de reducción de potencia cuando la temperatura es alta, protección contra cortocircuitos y polaridad inversa y protección de sobrecorriente.

#### 5.1.3. Baterías

Las baterías también serán proporcionadas por el fabricante Victron Energy, en su modelo OPZV3000.

Se elige este modelo por ser baterías de gel, que proporcionan una mayor duración de vida y mejor capacidad de ciclo que las AGM. Son herméticas, por lo que únicamente habrá fugas en caso de sobrecarga o fallo de los componentes y no requieren ningún tipo de mantenimiento.

#### 5.1.4. Inversores

El modelo de inversor elegido es el Quattro48/10000/140-100/100 del fabricante Victron Energy.

Este inversor tiene la función de cargador lo cual es requerido en instalaciones de este tamaño. Permite la instalación de diez unidades en paralelo y tiene la posibilidad de configurar salidas en trifásica y capacidad para trabajar en aislada o conectado a red.

### 5.1.5. Equipo de monitorización

Para la monitorización todos los elementos de la instalación se elige el Color Control GX que permite mostrar la información de los productos Victron Energy.

Además de la monitorización, permite la configuración de los elementos como los inversores.

Para comprobar el nivel de carga de las baterías, se instalará BMV-600S de Victron Energy, cuya principal función es calcular los amperios/hora consumidos y el estado de carga de las mismas.

A la salida de los inversores, se instalará un contador de alterna, para conocer los kWh consumidos por la instalación en el período de funcionamiento de la misma. Se instalará un contador Unitec 4070.

### 5.1.6. Cableado

El cableado para instalación fotovoltaica la sección de los cables empleados se calcula en el apartado de cálculos, donde queda especificado la sección necesaria de las líneas generales y las de toma de tierra, además de los cables que conectan los paneles entre sí. Los conductores seleccionados deben cumplir las especificaciones de caída de tensión, calentamiento, cortocircuitos y pérdida de potencia. Este tipo de conductor tendrá una tensión asignada de 0.6/1kV como se indica en la ITC-BT-20. Por tanto, cumpliendo con esta premisa, el cable seleccionado tendrá esa tensión asignada y será del tipo RV-K.

Los cables utilizados para las líneas generales de la instalación serán del fabricante Prysmian, modelos Retenax Flex bipolares, con seccionado diferente según la línea.

Para el conexionado de las placas el cable utilizado será también proporcionado por el fabricante Prysmian, en su modelo P-Sun 2.0., (con sección como se indica en el apartado de cálculos) especialmente pensados y garantizados para prestar servicio 30 años en las condiciones de una instalación fotovoltaica, ya que estos tendidos de intemperie rara vez se instalan bajo tubo o canal protectora cuando la canalización discurre por la superficie.

### 5.1.7. Canalizaciones y tubos de protección

Las canalizaciones para la ubicación de las líneas generales enterradas que unen los distintos campos fotovoltaicos con el cuarto de inversores, se realizará mediante una canalización de tubo enterrado y flexible.

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permita una fácil instalación y extracción de los cables o conductores.

En las canalizaciones bajo tierra, los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE EN 50.086 2-4.

Los cables, una vez transportados bajo tubo hasta la caseta donde se ubica el cuarto de inversores, se distribuirán las líneas según el plano correspondiente, mediante canaletas metálicas atornilladas a la pared, con suficiente capacidad para albergar los cables y mantener una temperatura estable, dentro del rango que puedan soportar, para evitar incendios.

El fabricante encargado de proporcionar los tubos protectores será AISCAN, con su modelo DP-NORMAL, y con secciones diferentes para cada cable:

Cable	Sección normalizada (mm <sup>2</sup> )	Modelo del tubo
C1.1.	20	-
C1.2.	6	-
C2	20	1x DRN50
C3	35	2xDRN50
C4	185	4xDRN200

Tabla II

Los cables, una vez llegan a la entrada de la caseta o para bajarse de las cubiertas hasta nivel de suelo para conectarse con el tubo enterrado, se distribuyen por dentro de bandejas metálicas, proporcionadas por el mismo fabricante AISCAN, en su modelo CMP310.

Dentro de la habitación de inversores, los cables se distribuirán por canaletas de PVC.

#### 5.1.8. Protecciones externas

La instalación eléctrica del campo fotovoltaico dispone de sus propias protecciones, las cuales van incluidas en cada uno de los elementos de la instalación.

Los módulos fotovoltaicos disponen de unos diodos de bloqueo que evitan la disipación de energía en situaciones de defecto eléctrico.

Los reguladores incorporan relés de estado sólido que los protege contra la inversión de polaridad, sobretensiones, sobrecorriente, cortocircuitos,...

El inversor dispone de protecciones de baja tensión de entrada, sobretensión de entrada, temperatura, cortocircuito en la salida, sobrecarga,...

Para poder hacer independientes las zonas susceptibles a mantenimiento o reparación, y además, dotar de más fiabilidad a la instalación, se incorporan fusibles a cada una de las líneas generales. Los fusibles necesarios son calculados en el apartado de cálculos, y serán proporcionados por el fabricante DF Electric, en su modelo NH.

## 5.2. Proceso de instalación

Los módulos solares se instalarán sobre las azoteas disponibles en el recinto, orientadas al sur, inclinadas y configuradas tal y como se indica en el apartado de cálculos. Todos los cables provenientes de los módulos, se recogerán en una canaleta metálica y transportados al cuarto atornillados a la pared a 20 cm de este, donde se instalarán y se conectarán a los reguladores según la configuración detallada en el apartado de cálculos.

Se dispondrá de tres campos diferentes de módulos y los cables de los dos más alejados se transportarán enterrados bajo tubo hasta el campo de módulos situado sobre la cubierta donde se encuentra el cuarto de los reguladores.

De los reguladores, y con canaleta de PVC, se instalarán los cables hasta las baterías. Estas baterías estarán instaladas a cierta altura del suelo y sobre un recipiente para recoger posibles fugas de ácido de las baterías.

Seguidamente, también con canaletas de PVC, se instalarán los cables hasta los inversores, y de estos se conectará al antiguo cuadro general ya instalado, donde se abastece todo el polideportivo.

Esta instalación no proporcionará una salida de tensión DC.

## 6. Justificación detallada de la solución

Para empezar a calcular y determinar qué elementos son necesarios debemos antes saber que elementos se encuentran ya en la instalación y sus horas de funcionamiento mensuales.

### 6.1. Estudio de consumos

El polideportivo en el cual se va a realizar el proyecto no es de nueva construcción y lleva varios años en funcionamiento. La instalación debe ser capaz de abastecer la demanda de todos los equipos ya existentes. Por ello se debe conocer las potencias y consumos de todos los aparatos.

Después de elaborar una lista de aparatos y recibida la información por parte del cliente de las horas de funcionamiento estimadas mes a mes, teniendo en cuenta domingos y festivos, se obtienen las siguientes tablas:

EQUIPOS	ENERO		FEBRERO		MARZO	
	Horas	Consumo	Horas	Consumo	Horas	Consumo
Luminarias fútbol	60	480	48	384	51	408
Bomba riego	0	0	0	0	0	0
Luminarias vestuarios	48	12,096	48	12,096	48	12,096
Secamanos	30	45	30	45	30	45
Calefacción	90	486	72	388,8	90	486
Calefactor de agua	60	396	48	316,8	60	396

Luminarias bar	108	3,888	96	3,456	100	3,6
Frigorífico+congelador	360	320,4	360	320,4	360	320,4
Cafetera	60	150	48	120	50	125
Microondas	48	38,4	48	38,4	40	32
Lavavajillas	27	40,5	28	42	25	37,5
TV	135	12,15	120	10,8	130	11,7
Luminarias sala multiusos	36	7,776	30	6,48	32	6,912
Luminarias frontón	40	64	32	51,2	32	51,2
Luminarias pádel 1	110	352	96	307,2	100	320
Luminarias pádel 2	110	352	96	307,2	100	320
Luminarias pádel 3	110	352	96	307,2	100	320
Luminarias vestuarios piscina	0	0	0	0	0	0
Depuradora	0	0	0	0	0	0
Luminarias parque y ambiente	135	14,85	120	13,2	125	13,75
Luminarias caseta vigilante	81	2,916	72	2,592	75	2,7
Ordenador	81	25,92	72	23,04	75	24
<b>TOTAL (kWh/mes)</b>		<b>3155,9</b>		<b>2699,9</b>		<b>2935,9</b>
<b>Dias abierto</b>		<b>27</b>		<b>28</b>		<b>25</b>

EQUIPOS	ABRIL		MAYO		JUNIO	
	Horas	Consumo	Horas	Consumo	Horas	Consumo
Luminarias fútbol	48	384	35	280	10	80
Bomba riego	1	15	2	30	6	90
Luminarias vestuarios	40	10,08	58	14,616	0	0
Secamanos	30	45	2	3	2	3
Calefacción	52	280,8	0	0	0	0
Calefactor de agua	52	343,2	52	343,2	28	184,8
Luminarias bar	78	2,808	54	1,944	58	2,088
Frigorífico+congelador	360	320,4	400	356	420	373,8
Cafetera	52	130	54	135	30	75
Microondas	36	28,8	30	24	20	16
Lavavajillas	23	34,5	27	40,5	26	39
TV	115	10,35	135	12,15	162	14,58
Luminarias sala multiusos	36	7,776	22	4,752	0	0
Luminarias frontón	32	51,2	32	51,2	24	38,4
Luminarias pádel 1	92	294,4	81	259,2	42	134,4
Luminarias pádel 2	92	294,4	81	259,2	42	134,4
Luminarias pádel 3	92	294,4	81	259,2	42	134,4
Luminarias vestuarios piscina	0	0	0	0	17	3,672
Depuradora	0	0	0	0	88	65,648
Luminarias parque y ambiente	110	12,1	78	8,58	52	5,72
Luminarias caseta vigilante	70	2,52	26	0,936	0	0
Ordenador	70	22,4	81	25,92	78	24,96
<b>TOTAL (kWh/mes)</b>		<b>2584,1</b>		<b>2109,4</b>		<b>1419,9</b>
<b>Dias abierto</b>		<b>23</b>		<b>27</b>		<b>29</b>

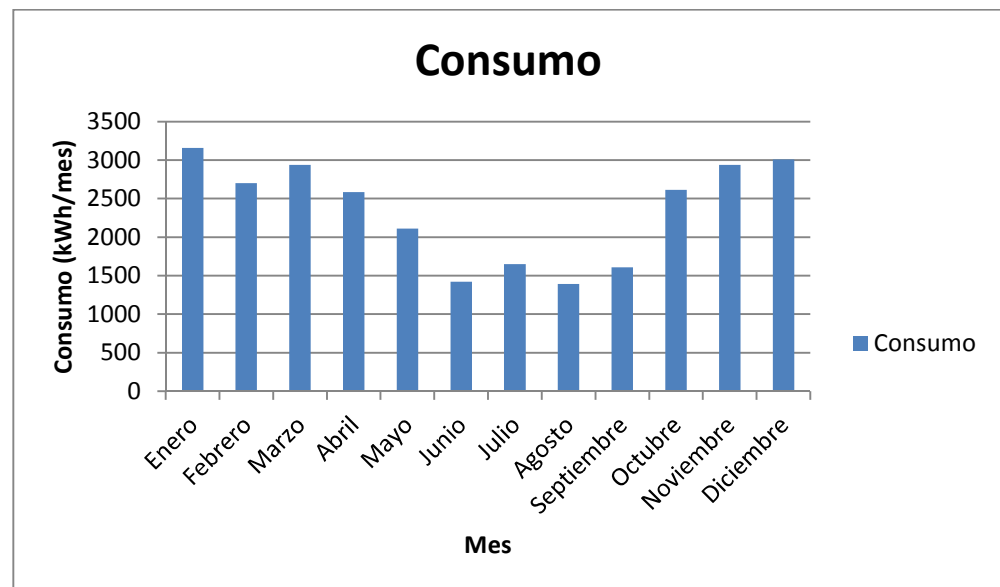
EQUIPOS	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE	
	Horas	Consumo	Horas	Consumo	Horas	Consumo
Luminarias fútbol	8	64	0	0	8	64
Bomba riego	15	225	15	225	6	90
Luminarias vestuarios	0	0	0	0	0	0
Secamanos	0	0	0	0	20	30
Calefacción	0	0	0	0	0	0
Calefactor de agua	30	198	20	132	52	343,2
Luminarias bar	62	2,232	62	2,232	58	2,088
Frigorífico+congelador	420	373,8	420	373,8	400	356
Cafetera	20	50	15	37,5	15	37,5
Microondas	15	12	10	8	12	9,6
Lavavajillas	31	46,5	25	37,5	26	39
TV	186	16,74	126	11,34	162	14,58
Luminarias sala multiusos	0	0	0	0	36	7,776
Luminarias frontón	12	19,2	12	19,2	12	19,2
Luminarias pádel 1	46	147,2	38	121,6	52	166,4
Luminarias pádel 2	46	147,2	38	121,6	52	166,4
Luminarias pádel 3	46	147,2	38	121,6	52	166,4
Luminarias vestuarios piscina	31	6,696	25	5,4	0	0
Depuradora	216	161,136	200	149,2	90	67,14
Luminarias parque y ambiente	60	6,6	60	6,6	52	5,72
Luminarias caseta vigilante	0	0	0	0	0	0
Ordenador	78	24,96	62	19,84	78	24,96
<b>TOTAL (kWh/mes)</b>		<b>1648,5</b>		<b>1392,4</b>		<b>1610,0</b>
<b>Días abierto</b>		<b>31</b>		<b>25</b>		<b>26</b>

EQUIPOS	OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	Horas	Consumo	Horas	Consumo	Horas	Consumo
Luminarias fútbol	48	384	51	408	60	480
Bomba riego	0	0	0	0	0	0
Luminarias vestuarios	24	6,048	48	12,096	48	12,096
Secamanos	30	45	30	45	30	45
Calefacción	40	216	90	486	90	486
Calefactor de agua	52	343,2	60	396	60	396
Luminarias bar	60	2,16	100	3,6	100	3,6
Frigorífico+congelador	360	320,4	360	320,4	360	320,4
Cafetera	48	120	50	125	50	125
Microondas	30	24	40	32	40	32
Lavavajillas	26	39	25	37,5	24	36
TV	162	14,58	130	11,7	130	11,7
Luminarias sala multiusos	36	7,776	32	6,912	32	6,912
Luminarias frontón	32	51,2	32	51,2	32	51,2
Luminarias pádel 1	104	332,8	100	320	100	320

Luminarias pádel 2	104	332,8	100	320	100	320
Luminarias pádel 3	104	332,8	100	320	100	320
Luminarias vestuarios piscina	0	0	0	0	0	0
Depuradora	0	0	0	0	0	0
Luminarias parque y ambiente	130	14,3	135	14,85	135	14,85
Luminarias caseta vigilante	26	0,936	75	2,7	81	2,916
Ordenador	78	24,96	75	24	81	25,92
<b>TOTAL (kWh/mes)</b>		<b>2612,0</b>		<b>2937,0</b>		<b>3009,6</b>
<b>Días abierto</b>		<b>26</b>		<b>25</b>		<b>24</b>

Tabla III

Los valores de demanda en cada mes se presentan en la gráfica con el fin de visualizar de forma rápida los meses de mayor consumo, los cuales serán determinantes a la hora de realizar los cálculos de la instalación.



Gráfica 1. Consumos mes a mes

La demanda total de energía por año se obtiene sumando las demandas de cada uno de los meses. Dicha demanda es 28144kWh.

Se observa como los meses de más consumo son los de invierno, más concretamente el mes de enero. A priori, podemos afirmar que el mes más desfavorable se encuentra entre los meses de invierno.

## 6.2. Cálculos

Una vez conocidos los datos de consumo en el apartado 6.1. de la memoria, se puede realizar el cálculo de la instalación.

Estos cálculos se detallan en el documento de cálculos justificativos.



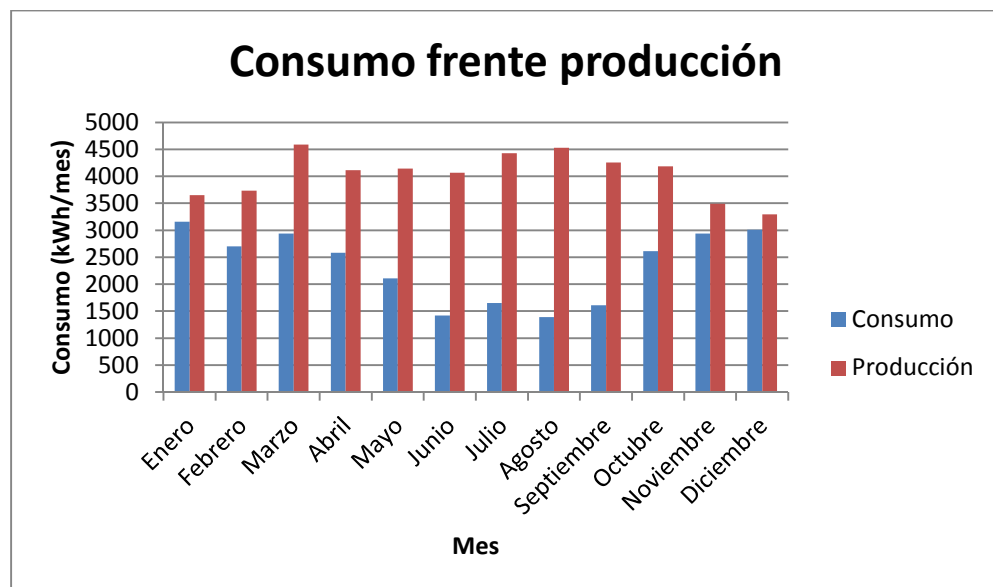
### 6.3. Producción anual estimada

La producción anual estimada será la siguiente:

Mes	Prod(kWh/mes)
Enero	3649,68
Febrero	3734,54
Marzo	4586,77
Abril	4112,66
Mayo	4142,88
Junio	4064,93
Julio	4430,59
Agosto	4529,23
Septiembre	4255,84
Octubre	4183,98
Noviembre	3492,18
Diciembre	3296,22
<b>ANUAL</b>	<b>48479,50</b>

Tabla IV

Se debe de comprobar que la producción total esperada es mayor que la demanda total estimada. En la siguiente gráfica se observa que se cubren con muchos excedentes las necesidades:



Gráfica 2. Consumos mes a mes

En los meses de invierno la diferencia es menor, ya que son los meses más desfavorables. Los meses de verano existen muchos excedentes porque se ha calculado para un mes muy desfavorable, quedando la instalación sobredimensionada.

Esta energía, no tiene por qué perderse. Al utilizar inversores que son capaces de funcionar en modo dual, es decir, funcionan en aplicaciones de aislada y de conexión a red, y tratarse de una instalación pública, los

excedentes de verano podrían verterse a la red de alumbrado público de la localidad.

#### 6.4. Resumen del material a emplear

Una vez conocidas todos los elementos y para verlo de una forma más clara y detallada, se presenta a continuación una tabla resumen:

Código	Elemento	Ud	Marca y modelo
1	Panel solar	162	Jinko Solar JKM250-P60
2	Soporte panel	81	TechnoSun STF02H-1642-994
3	Regulador	3	Victron Energy MPPT 85-150
4	Batería	72	Victron Energy OPZV3000
5	Inversor	5	Victron Energy Quattro48/10000
6	Cableado	-	Prysmian Retenax Flex
7	Cableado	-	Prysmian Retenax P-Sun 2.0.
8	Tubo de protección	-	Aiscan DP-Normal DRN50
9	Tubo de protección	-	Aiscan DP-Normal DRN200
10	Bandeja perforada	-	Aiscan CMP310
11	Fusible	5	DF Electric
12	Piqueta toma tierra	16	-

Tabla V

## 7. Programa de ejecución

### 7.1. Responsabilidades

La instalación solar fotovoltaica tendrá que ubicarse en los espacios indicados en este proyecto. El director de la obra tendrá que indicar los puntos necesarios para ejecución de la obra en presencia del encargado por la empresa instaladora.

La empresa contratada para la ejecución de la obra será la encargada de suministrar todos los materiales indicados en el presupuesto para una correcta ejecución de la obra.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, la empresa contratada obtendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al director técnico de la obra, quien decidirá qué hacer.

En ningún caso se suplirá la falta de material.

## 7.2. Ejecución de la obra

Los pasos a seguir para una buena ejecución de la obra son los siguientes:

- Cimentación para las estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos.
- Montaje de las estructuras soporte.
- Montaje de los módulos fotovoltaicos sobre las estructuras soporte.
- Montaje de los elementos solares dentro de los cuartos habilitados.
- Excavación de zanjas, instalación de canalizaciones y cimentación.
- Colocación del cableado y su correspondiente conexionado.

## 7.3. Plazos

El comienzo de la obra y el plazo de ejecución serán estipulados por la empresa instaladora y el cliente.

En caso de que no se cumplan los plazos de comienzo o de ejecución, el propietario de la instalación será indemnizado por el retraso en lo acordado.

## 7.4. Medios auxiliares y humanos

Se considerarán medios auxiliares, a todos aquellos equipos o maquinas necesarias para la correcta ejecución de la obra, tales como son grúas, andamios, grupo electrógeno,...

Como medios humanos se consideran a todas aquellas personas encargadas de realizar la instalación. El número de personas implicadas en el proyecto será decisión de la empresa instaladora según los plazos acordados para la ejecución del mismo con el cliente.

Todos estos medios auxiliares correrán a cuenta de la empresa contratada sin modificar el precio del presupuesto acordado inicialmente.

# 8. Programa de explotación

## 8.1. Manual de mantenimiento

El plan de mantenimiento se realizará según lo indicado en el pliego de condiciones y según lo expuesto en el código técnico de la edificación.

Una vez realizada la instalación, se debe de llegar a un acuerdo de contrato para el mantenimiento de todos los elementos de la instalación. Para efectuar la validez de la garantía, este contrato de mantenimiento debe realizarse con la misma empresa instaladora que ha realiza el proyecto.

En estos aspectos generales se diferencian dos tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo consta de operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones que aplicadas a la instalación deben permitir mantener, dentro de límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

Las operaciones que se deben de llevar a cabo son las siguientes:

- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Revisión del cableado, conexiones,...
- Estado de los módulos solares: limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
- Estructuras soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación,...
- Baterías: limpieza y engrasado de terminales,...
- Reguladores: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento de indicadores,...
- Inversores: estado de indicadores y alarmas.
- Verificación de los elementos de seguridad y protecciones.

El mantenimiento correctivo es aquel que engloba todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar el buen funcionamiento del sistema durante su vida útil. Las operaciones son:

- La visita a la instalación cada vez que el usuario lo requiera por avería grave de la instalación.

El instalador deberá acudir en un plazo máximo de 48 horas a la instalación si se detecta fallo grave, o en una semana si la instalación puede seguir funcionando incluso con esta avería.

- El análisis y presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. La mano de obra y las reposiciones de equipos necesarias más allá del periodo de garantía, no estarán incluidas en el precio.

Todas las actividades referidas al mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo, deben de realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

Todas las operaciones de mantenimiento, deben de estar registradas en un libro de mantenimiento.

## *Mantenimiento de los componentes*

### -Paneles solares:

Para un rendimiento óptimo de la instalación, el buen mantenimiento de los paneles fotovoltaicos es imprescindible. Para tal fin debemos de realizar lo siguiente:

- Inspección visual de la limpieza de estos paneles. En caso de que la acumulación de polvo y suciedad sea elevado, se realizará una limpieza de la superficie.
- Inspección visual de posibles deformaciones de la carcasa.
- Realización de una medición eléctrica para comprobar el rendimiento de los paneles.
- Inspección visual de posibles degradaciones, indicios de corrosión en las estructuras y comprobación de tornillos.

### -Soportes:

Para mantener la seguridad de la instalación, se deben realizar las siguientes comprobaciones:

- Comprobar la estructura visualmente con posibles daños o desperfecto causados por la oxidación o por algún agente ambiental.
- Comprobación de que los paneles fotovoltaicos estén bien sujetos a esta.
- Comprobación de que las cimentaciones que sujetan estas estructuras estén en buen estado.

### - Reguladores e Inversores:

Las actividades que se pueden realizar para mantener los inversores no difieren especificaciones generales, siendo las siguientes:

- Revisar de forma visual las conexiones.
- Comprobar que la ventilación de la sala sea la correcta para evitar la acumulación de gases por los acumuladores.
- Comprobar que de la temperatura es la adecuada para evitar posibles daños en los circuitos electrónicos.
- Comprobar que no exista ninguna alarma de mal funcionamiento de la instalación.
- Control del funcionamiento de los indicadores.
- Medición de eficiencia y distorsión armónica.
- Comprobar posibles caídas de tensión entre los terminales.
- Limpieza de los dispositivos.

### -Baterías:

Las baterías son el elemento de la instalación que más mantenimiento necesita, debido a su composición química, pudiendo ser muy perjudicial para el resto de dispositivos. Pero al paso del tiempo se han diseñado para que su mantenimiento sea prácticamente nulo. Aun así, algunas de las acciones que se pueden realizar para mantener las baterías en buen estado son las siguientes:

- Control del funcionamiento de la densidad del líquido electrolítico.
- Inspección visual del nivel de líquido de las baterías.
- Comprobación de las terminales, su conexión y engrase.
- Comprobación de la estanqueidad de la batería.
- Medición de la temperatura dentro de la habitación.
- Comprobación de la ventilación.

### -Cableado y canalizaciones:

Para realizar el plan de mantenimiento del cableado con el fin de su simplificación se estudiará por zonas.

#### Conexión entre módulos:

- Comprobación del estado del aislamiento del cable.
- Comprobación de la correcta conexión del cableado en los bornes de conexión.
- Comprobación visual de que los módulos están conectados correctamente, de acuerdo con el presente proyecto.

#### Canalizaciones:

- Comprobar el buen estado del conducto o canalización.
- Comprobar que los conductos no estén obstruidos por cuerpos extraños.
- Comprobar el aislamiento de los cables.

## 9. Estudio económico

### 9.1. Coste de la instalación

Para saber si una instalación es rentable, hay varios factores que nos ayudan a decidir si llevamos a cabo la ejecución de la instalación. Un factor que ayuda a decidirlo, es el coste de la instalación, es decir, el precio de Watio pico instalado. Se dice que una instalación es rentable si el precio oscila entre 3 y 4.5 euros/wp.

El coste de la instalación lo calculamos a partir de los costes individuales de los equipos.

Conocemos también la potencia instalada en placas, 40,5 kWp.

Del apartado de presupuesto obtenemos los precios de los elementos, siendo:

Instalación fotovoltaica.....	92912€
Estructuras de soporte.....	9028.36€
Cableado.....	3004.06€
Puesta tierra.....	1287.3€
Zanjas.....	609.7€
Tubos portacables.....	1491.7€
Bandejas portacables.....	615.03€
Protecciones.....	181.98€
Viajes y desplazamientos.....	354.5€
<b>Total con IVA y M.O.....</b>	<b>148276€</b>

$$\text{Coste por Wpico} = 148276 / 40500 = 3,66 \text{ euros/Wp}$$

Es un coste razonable, puesto que se encuentra entre los 3 euros y los 4,5 euros que actualmente cuestan este tipo de instalaciones.

### 9.2. Precio energía

Otro factor que nos ayuda a decidirse si llevar a cabo la ejecución de la instalación, es conocer el precio de la energía, y poder compararlo con el precio de la energía en conexión a red. Sabiendo que el coste final de del kW/h en conexión a red es de unos 32 cént.€ podemos calcular el precio y saber si nos interesa dicha instalación.

Para obtener el coste de la energía, debemos situarnos en el precio de la instalación en 25 y 40 años vista.

Dicho coste será el precio de la instalación inicial más el repuesto de ciertos elementos por desgaste en el transcurso del tiempo, sumada la mano de obra y montaje.

Descripción	Unidades	Precio unidad	Total
Coste inicial(sinIVA)	1	125284.63	125284.63
Inversores	5	2507	12535
Baterías	72	715	51480
Reguladores	3	460	1380
M.O. y beneficio	-	-	3000
<b>TOTAL</b>			<b>193679.63</b>

Tabla VI

Los kWh que se producen no pueden considerarse como el total de energía que las placas pueden generar, ya que solo una parte de ella se consume en la instalación. Recordemos que hacemos el cálculo de la instalación para el mes más desfavorable y el resto de meses están sobredimensionados. Cuando las baterías están llenas los reguladores desconectan las placas y no producen.

La cantidad de energía anual que consumimos es la suma de la calculada para cada periodo de tiempo, es decir, la suma de cada mes:

$$\text{kWh/año} = 28144 \text{ kWh/año}$$

Según transcurren los años, las placas pierden rendimiento por tanto asumiremos unas pérdidas del 10%:

$$\text{Energía total} = 28144 \text{ kWh/año} \times 25 \text{ años} \times 0.9 = 633240 \text{ kWh}$$

El coste del kWh finalmente será:

$$\text{Coste kWh} = \text{Coste total a 25 años} / \text{Energía total} = 193679.63 / 633240 = 0.3058 \text{ €/kWh}$$

A los 40 años se deberá hacer una segunda sustitución de equipos, por lo que el coste de la instalación aumentará a:

Descripción	Unidades	Precio unidad	Total
Coste de los 25 años	1	193679.63	193679.63
Inversores	5	2507	12535
Baterías	72	715	51480
Reguladores	3	460	1380
M.O. y beneficio	-	-	3000
<b>TOTAL</b>			<b>259374.63</b>



$$\text{Energía total} = 28144 \text{ kWh/año} \times 40 \text{ años} \times 0.9 = 1013184 \text{ kWh}$$

El coste del kWh finalmente será:

$$\text{CostekWh} = \text{Coste total 40 años} / \text{Energía total} = 259374.63 / 1013184 = 0.259 \text{ €/kWh}$$

Como ya sabemos no hay mucha variación en el resultado a 40 años respecto al de 25, puesto que hay que sustituir casi todos los elementos, excepto las placas, y entre ellos está la batería que es el de mayor coste de toda la instalación.

### 9.3. Amortización de la instalación

Siempre es de gran interés conocer la rentabilidad de una instalación, para decidir si se lleva a cabo la ejecución.

Para realizar el estudio del retorno de la inversión lo que se debe de hacer es un “payback”.

Este proceso es muy simple, ya que solamente se tiene que contabilizar el coste a pagar de cada año si la instalación estuviese conectada a una compañía eléctrica. Esto serían pérdidas y no existe desembolso inicial.

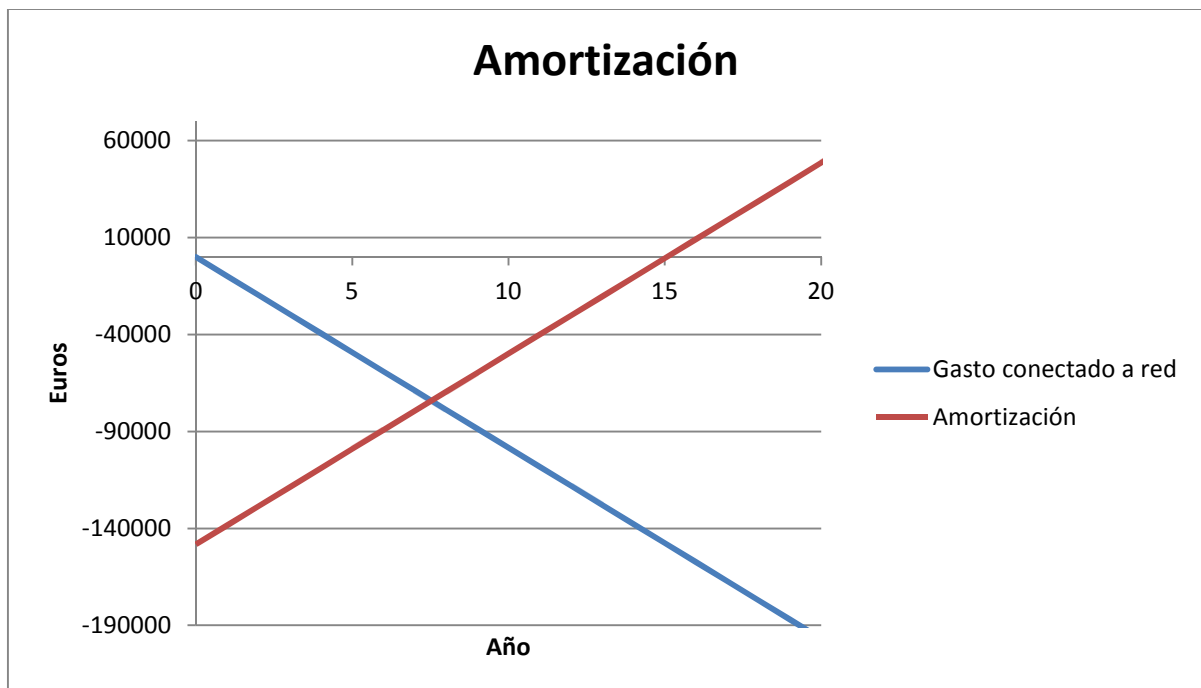
Por otro lado, se calcula anualmente el beneficio que proporciona el no pagar a la compañía dicho consumo, por tanto son beneficios y si hay un desembolso inicial.

Por tanto la tabla de amortización queda tal que así:

Año	Beneficio	
	Conexión a red	Aislada
0	0	-148276
1	-9840	-138436
2	-19680	-128596
3	-29520	-118756
4	-39360	-108916
5	-49200	-99076
6	-59040	-89236
7	-68880	-79396
8	-78720	-69556
9	-88560	-59716
10	-98400	-49876
11	-108240	-40036
12	-118080	-30196
13	-127920	-20356
14	-137760	-10516
15	-147600	-676
16	-157440	9164

17	-167281	19005
18	-177121	28845
19	-186961	38685
20	-196801	48525
21	-206641	58365
22	-216481	68205
23	-226321	78045
24	-236161	87885
25	-246001	97725
26	-255841	107565
27	-265681	117405
28	-275521	127245
29	-285361	137085
30	-295201	146925

Tabla VII



A partir del año 7 y 8 es cuando la instalación genera menos pérdidas que si estuviese conectado a red.

Se observa como entre el año 15 y 16 ya existen beneficios. Realmente, aquí no se tiene en cuenta el mantenimiento y cambio de elementos de los 25 y 40 años (esto supone unos 30000€).

Por tanto, no es hasta el año 18 cuando realmente no se ahorra lo suficiente para cubrir dichos gastos de mantenimiento, quedando más de 20 años aportando beneficios netos. Cabe mencionar, que se tratan de beneficios ficticios, pues no es una instalación conectada a red.

## ANEXO 1. Ayudas y subvenciones

En España cada vez son más costosas conseguir ayudas para las instalaciones energía solar. Las pocas ayudas existentes dependen de la comunidad autónoma donde vaya a realizar el proyecto.

En Valencia, para las instalaciones solares fotovoltaicas, y según el IVACE, “*podrá acogerse a estas ayudas cualquier entidad o persona física o jurídica, de naturaleza pública o privada, incluyendo las agrupaciones sin personalidad jurídica y las comunidades de bienes, dependiendo de lo establecido en el anexo para cada programa y actuación apoyable*”, entendiéndose por apoyable a “*las instalaciones destinadas a proporcionar energía eléctrica a consumos aislados de la red eléctrica de distribución y cuya conexión a la misma sea inviable desde el punto de vista técnico, medioambiental y/o económico*”.

Solo son aplicables para las instalaciones de fotovoltaica aisladas, y la condición a cumplir es si la potencia instalada es superior a 0.5kWp. La instalación de este estudio cumple el requisito.

La subvención a recibir sería a fondo perdido de hasta el 45% del coste subvencionable del proyecto es decir, inversiones en equipos, montaje e instalaciones necesarias.

Los plazos de presentación de solicitudes son los indicados en el cuadro siguiente:

<b>Plazo de presentación de solicitud</b>	<b>Inicio de los proyectos</b>	<b>Periodo subvencionable de gastos</b>	<b>Fecha máx. de justificación de los proyectos</b>
Desde el 10/12/2014 <b>hasta 29/12/2014</b>	A partir del 01/01/2014	Desde el 01/01/2014 hasta el 31/07/2015	31/07/2015

Fuente: IVACE

Los criterios de valoración para la obtención de la subvención se evalúan por puntos y son:

- Rendimiento de los equipos (máximo 40 puntos).
- Sistema de seguimiento (máximo 10 puntos).
- Garantías de la instalación (máximo 10 puntos).
- Medida y monitorización (máximo 5 puntos).
- Uso de la instalación (máximo 5 puntos).
- Integración arquitectónica (máximo 5 puntos).
- Sector-Tipo aplicación (máximo 10 puntos).

Como la instalación no es de nueva construcción y se encuentra dentro del núcleo urbano, donde ya existe una línea de conexión a red, toda ayuda queda descartada.

## ANEXO 2. Plan de seguridad y de salud

### 1. Objeto de este estudio

El objetivo de este estudio de Seguridad y Salud, es exponer los riesgos a tener en cuenta en la realización la instalación y prevenir accidentes.

Se darán unas directrices, las cuales tendrán que cumplir la empresa instaladora encargada de la obra.

Para el cumplimiento de dichas directrices se nombrará un Coordinador en materia de Seguridad y salud, que ejecutará la obra de acuerdo con el Real Decreto 1627 de 24 de Octubre de 1997, en el cual se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud.

### 2. Normativa de aplicación

#### 2.1. Generales

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos laborales.
- Real Decreto 1627/97 del 24 de Octubre de 1997 por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Ordenanzas municipales

#### 2.2. Señalizaciones

- R.D. 485/97 del 14 de abril; Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

#### 2.3. Equipos de protección individual

- R.D. 1407/1992 modificado por el R.D. 159/1995, sobre condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual-EPI.
- R.D. 773/1997 del 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por trabajadores de equipos de protección individual.

#### 2.4. Equipos de trabajo

- R.D. 1215/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

## 2.5. Seguridad en máquinas

- R.D. 1435/1992 modificado por R.D. 56/1995, dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre las máquinas.
- R.D. 1495/1986, modificada por R.D. 830/1991, aprueba el Reglamento de Seguridad en las máquinas.
- Orden del Ministerio de Industria 23/05/1977 modificada por Orden de 7/03/1981, Reglamento de aparatos elevadores para obra.

## 2.6. Protección acústica

- R.D. 1316/1989, del Mº de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno. 27/10/1989 Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- R.D. 245/1989 del Ministerio de Industria y Energía. 27/02/1989. Determinación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra.
- Orden del Ministerio de Industria y Energía. 17/11/1989. Modificación del R.D. 245/1989, 27/02/1989.
- Orden del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. 18/07/1991. Modificación del Anexo I del Real Decreto 245/1989, 27/02/1989.
- R.D. 71/1992, del Ministerio de Industria, 31/01/1992. Se amplía el ámbito de aplicación del Real Decreto 245/1989, 27/02/1989 y se establecen nuevas especificaciones técnicas de determinados materiales y maquinaria de obra.
- Orden del Ministerio de Industria y Energía. 29/03/1996. Modificación del Anexo I del Real Decreto 245/1989.

## 2.7. Otras

- R.D. 487/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares para los trabajadores.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.

### 3. Condiciones técnicas de los medios de protección

Todas las prendas de protección tendrán fijado un periodo de vida útil, las cuales deberán de ser sustituidas por otras, transcurrido dicho tiempo. Cuando se produzca un deterioro más rápido por razones de especiales de trabajo, también se sustituirán las prendas de protección por otras en buen estado. La utilización de una prenda de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

#### 3.1. Protección personal

Todo elemento de protección personal estará homologado y con la correspondiente marca de la unión europea.

En aquellos casos en que no exista la citada marca de la unión europea, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

El encargado de la prevención de riesgos laborales dispondrá en cada uno de los trabajos en la obra la utilización de las prendas de protección adecuadas.

El personal de obra deberá ser instruido sobre la utilización de cada una de las prendas de protección individual, que se proporcionen.

#### 3.2. Protección colectiva

Al ser una obra pequeña, la utilización de protección colectiva tales como redes, barandillas, etc... no serán necesarias.

#### 3.3. Condiciones técnicas de la maquinaria

Las maquinas con ubicación fija en la obra, tal y como es la hormigonera, serán instaladas por personal competente y debidamente autorizado.

El mantenimiento y reparación de estas máquinas quedará, asimismo, a cargo del personal autorizado, el cual seguirá siempre las instrucciones señaladas por el fabricante.

Las operaciones de instalación y mantenimiento deberán registrarse documentalmente en los libros de registro de incidencias de cada máquina. De no existir estos libros para aquellas maquinas utilizadas con anterioridad en otras obras, antes de su utilización, deberán ser revisadas con profundidad por personal competente, asignándoles el mencionado libro de registro de incidencias.

El personal encargado del uso de las maquinas empleándose obra deberá estar debidamente autorizado para ello, proporcionándosele las instrucciones concretas de uso.

#### 3.4. Condiciones técnicas de la instalación

La instalación eléctrica provisional de obra se realizará siguiendo las pautas señaladas en los apartados correspondientes de la memoria, debiendo ser realizados por empresa

autorizada y siendo de aplicación lo señalado en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y Norma UNE 21.027.

Todos los conductores que presenten defectos superficiales serán rechazados.

Los conductores de la instalación se identificarán con los colores normalizados para evitar accidentes:

- Azul claro: Neutro.
- Amarillo\Verde: Conductor de tierra.
- Marrón\Negro\Gris: Conductores de fase en alterna.
- Negro\Rojo: Conductores de fase en continua.

### 3.5. Condiciones técnicas de los servicios de higiene y bienestar

La obra se contará con un botiquín de primeros auxilios. Se dispondrá cerca del botiquín de un cartel claramente visible en el que se indiquen todos los números de urgencia.

Los mencionados botiquines estarán al cargo de personas capacitadas, designadas por la empresa.

Se revisará al iniciar la obra su contenido y se repondrá lo que falte.

El contenido mínimo del botiquín será: Agua oxigenada, alcohol sanitario, yodo, algodón, gasa estéril, mercurocromo, vendas, esparadrapo, antisépticos, guantes esterilizados, jeringuilla y termómetro.

Todas las incidencias dentro de la obra deberán de ser registrada en el libro de incidencias.

### 3.6. Organización de la seguridad

#### 3.6.1. Servicios de prevención

El encargado de la empresa instaladora, deberá de nombrar a una persona encargada en la obra del cumplimiento de lo señalado en la Ley de prevención de Riesgos Laborales.

El trabajador designado deberá de tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y los medios precisos, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

Los servicios de prevención deberán de estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgos en ella existentes y en lo referente a:

- El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.
- La evaluación de los factores de riesgo que puedan afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La determinación de las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
- La información y formación de los trabajadores.

- La prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.
- La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.
- El servicio de prevención tendrá un carácter interdisciplinario, debiendo sus medios ser apropiados para cumplir las funciones. Para ello, la formación, capacitación y dedicación de estos servicios así como sus recursos técnicos deberán de ser suficientes y adecuados a las actividades preventivas a desarrollar, en función de las siguientes circunstancias:
  - Tamaño de la empresa.
  - Tamaño de la obra.
  - Tipos de riesgo, expuesta en apartados anteriores.
  - Distribución de los tipos de riesgo en la obra.

### 3.7. Permisos y seguros de responsabilidad civil y todo riesgo en obra.

El contratista debe disponer de todos los permisos de obra que sean necesarios y cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia; imputables al mismo o a las personas de las que debe responder.

El contratista debe de tener contratado por obligación un seguro a modo de todo riesgo.

### 3.8. Reconocimiento médico

Para la contratación de nuevo personal dentro de una empresa, será imprescindible que se someta a un reconocimiento médico para conocer el estado inicial de la salud de la persona.

### 3.9. Obligaciones de las partes implicadas

#### 3.9.1. De la propiedad

El propietario tiene la obligación de incluir este estudio de seguridad y salud como parte del proyecto de la instalación.

Del mismo modo, abonará a la empresa instaladora las partidas incluidas en el presupuesto.



### 3.9.2. De la empresa instaladora

La empresa instaladora se verá obligada a cumplir todas las directrices marcadas en el presente estudio de Seguridad y Salud.

Por otro lado, la empresa instaladora, cumplirá las estipulaciones preventivas del estudio y el plan de seguridad y salud, respondiendo solidariamente a los daños que se deriven de la infracción del mismo por su parte o de los posibles subcontratas.

### 3.9.3. Del coordinador de seguridad y salud

El coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra será el encargado de que se cumplan todas las directrices de prevención de riesgos expuestos en el presente documento.

Con cierta periodicidad, según se pacte de antemano, se realizarán certificados del presupuesto de seguridad, poniendo en conocimiento de la propiedad y de los organismos competentes, el cumplimiento del Estudio de Seguridad y Salud.

## 3.10. Normas para la certificación de elementos de seguridad

Junto a la certificación de ejecución se extenderá la valoración de las partidas que, en material de seguridad, se hubiese realizado en la obra; la valoración se hará conforme a este Estudio y de acuerdo con los precios contratados por la propiedad.

## 3.11. Plan de seguridad y salud

La empresa instaladora estará obligada a redactar un Plan de Seguridad y Salud, adaptando este Estudio a sus medios y métodos de ejecución. Este Plan de Seguridad y salud deberá de contar con la aprobación expresa del Coordinador de Seguridad y Salud en ejecución de la obra. Una copia del Plan deberá de entregarse al Servicio de Prevención y en el caso de que existiera, a las subcontratas.

# 4. Características de la obra

## 4.1. Descripción de la obra y situación

La obra se realizará al sur de la provincia de Valencia, concretamente en el polideportivo de la localidad de Palma de Gandía, la cual está referida a la construcción de una instalación solar fotovoltaica.

Las partes de la que consistirá la obra son la instalación de los paneles solares sobre las estructuras de soporte sobre la superficie de las cubiertas, la instalación de los elementos electrónicos para el control y regulación de la energía, y la excavación de zanjas, por las cuales irán soterrados bajo tubo los conductores de fase y tierra.

## 4.2. Topografía del terreno

La superficie donde se van a instalar las estructuras soporte donde irán alojadas los módulos solares varía, ya que se precisan cuatro campos fotovoltaicos. En total se dispondrá de una superficie de 820m<sup>2</sup>, teniendo una inclinación de 30° para la cubierta principal, debido a la colocación de las tejas. Con respecto a la composición del terreno, se clasifica como calizas blandas.

## 4.3. Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra

El presupuesto final para la realización de este proyecto es de 148276€. El plazo de ejecución desde el inicio de las obras hasta su finalización se estima de 5 días, con un número de operarios necesarios para la ejecución de la instalación de 6 operarios cualificados.

## 4.4. Trabajos previos a la realización de la obra

No será requerido ningún trabajo necesario antes del inicio de las obras.

## 4.5. Servicios higiénicos, vestuario, comedor y oficina de obra

Al tratarse de una obra de corta duración, ni el personal trabajando es elevado, no será necesaria la instalación de un comedor ni oficina de obra. Tampoco se necesitará será la instalación de un inodoro portátil ya que en las instalaciones deportivas existen baños públicos.

# 5. Riesgos

A continuación se detallan todos los riesgos y medidas de prevención que pueden dar cabida durante el transcurso de la obra.

## 5.1. Medidas preventivas

· Sistemas de protección contra contactos directos e indirectos: Para evitar este tipo de contactos, se deben dejar las partes activas de la instalación lo más alejadas e inaccesibles posible, con el fin de evitar contactos con dichas partes de forma accidental. Durante el trabajo con partes activas, se tiene que cortar el suministro eléctrico.

- Sistemas de protección en cableado: Para evitar contactos directos e indirectos, el cableado deberá de ser de la sección y características especificadas en los cálculos, con el fin de evitar fallos en la instalación que pongan en peligro al personal o el correcto funcionamiento en el futuro de la misma.
- En caso de tener empalmes se deberán realizar en cajas estancas antihumedad.

- Todos los elementos metálicos de la instalación deberán de ir puestos a tierra, para evitar posibles contactos indirectos.  
Para evitar posibles confusiones, este conductor de puesta a tierra, deberá de tener los colores amarillo\verde para su identificación.  
Deberán seguirse todas las indicaciones para su colocación en la instalación, recogidas en el pliego de condiciones.
- Para el mantenimiento de la instalación solo se acreditará a instaladores autorizados y preferiblemente, lo realizará la empresa encargada de la ejecución del proyecto.  
Las labores de mantenimiento no se realizarán bajo ningún concepto en tensión.
- En cuanto a las zanjas que llevan el cableado, deberán de llevar una cinta indicadora de peligro eléctrico.

## 5.2. Riesgos específicos

### 5.2.1. Movimiento de tierras

Los riesgos más comunes en el movimiento de tierras son los siguientes:

- Desplome de tierras en general.
- Caídas de vehículos, o personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Atropellos de personas y golpes por la maquinaria pesada.

#### -Medidas preventivas:

Para evitar los riesgos, habrá una persona de coordinación, encargada en organizar las diferentes labores el personal esté realizando.

En la instalación no existen distintos niveles de terreno. Existirá esta diferencia de nivel una vez se realicen las zanjas.

En este caso para evitar la caída a distinto nivel, se prohibirá al personal hacer trabajos que no sean referentes a la zanja alrededor de ella mientras se encuentre sin relleno.

No se podrá estar cerca de la maquinaria de excavación mientras esta se encuentre activa, para evitar posibles atropellos y golpes.

#### -Prendas de protección:

Para asegurar la protección del personal encargado de la realización de la obra se deberá usar los siguientes elementos:

- Casco.

- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.

### 5.2.2. Cimentación

Una vez excavadas todas las zanjas y colocados los tubos y los cables que se requieren, se deberá cimentar para poder reparar la superficie y evitar evidencias de la excavación.

Los riesgos más comunes en la cimentación son los mismos que en el movimiento de tierras, y además puede ocurrir:

- Dermatitis por el contacto con el hormigón.
- Contactos indirectos con partes activas.

#### -Medidas preventivas:

En el caso de esta instalación, al tratarse de cimentaciones de pequeño tamaño será suficiente contar con una persona encargada de controlar el hormigonado.

#### -Prendas de protección:

Para realizar esta tarea, además de las prendas ya mencionadas en el punto anterior, se utilizarán gafas de protección para evitar la posible entrada de objetos, piedras o polvo en los ojos.

### 5.3. Montaje de estructura soporte

Los riesgos más comunes en el montaje son los siguientes:

- Insolación o deshidratación por una expuesta prolongada al sol.
- Quemaduras por el sol.
- Golpes con herramientas u otros objetos en el momento del montaje.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.

#### -Medidas preventivas:

Para evitar los daños producidos por trabajar bajo el sol, se intentará en la medida de lo posible estar bien hidratado.

Con respecto a las caídas a distinto nivel, se evitara estar en posiciones extrañas encima de la escalera.

#### -Prendas de protección:

Las prendas utilizadas en el montaje de la estructura serán las siguientes:

- Casco.
- Gafas antiproyecciones.
- En caso de utilizar soldador, yelmo de soldador y demás equipo.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.

### 5.4. Montaje de los módulos fotovoltaicos

Para esta tarea será necesaria una pequeña grúa para elevar dichos paneles a cierta altura.

Los riesgos más comunes del montaje de los módulos son los siguientes:

- Caídas a distinto nivel de las escaleras.
- Golpes por el brazo de la grúa.
- Golpes por el módulo fotovoltaico.
- Accidente por caída del módulo fotovoltaico desde cierta altura.
- Cortes u otras heridas por herramientas.
- Insolación o deshidratación por exposición prolongada al sol.
- Quemaduras por el sol.
- Quemaduras, por posible utilización de equipos de soldadura.

#### -Medidas preventivas:

Para evitar los daños producidos por trabajar bajo el sol, estará en la medida de lo posible bien hidratado. Con respecto a las caídas a distinto nivel, se evitará estar en posiciones extrañas encima de la escalera.

Para evitar golpes del brazo de la grúa o accidentes por la caída del panel desde cierta altura, se prohibirá realizar trabajos cerca de la grúa y se prohibirá la colocación de personal debajo de los paneles cuando la grúa este en funcionamiento.

Además se deberá de comprobar la buena sujeción de los paneles a la grúa.

#### -Prendas de protección:

Las prendas utilizadas para la prevención de accidentes mientras se montan los módulos fotovoltaicos sobre las estructuras, son los siguientes:

- Casco.

- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad.

## 5.5. Montaje de los equipos eléctricos y electrónicos

Los riesgos más comunes en la colocación de estos elementos son los siguientes:

- Electrocutión.
- Heridas por la utilización de herramientas.

### -Medidas preventivas:

Para evitar la electrocutión, se tendrá que utilizar unos guantes aislantes y además, en ningún caso se trabajará bajo tensión.

### -Prendas de protección:

Las prendas utilizadas para la prevención de riesgos mientras se montan los elementos fotovoltaicos son las siguientes:

- Casco.
- Protectores auditivos.
- Gafas antiproyecciones.
- Guantes de cuero.
- Guantes aislantes.
- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad.

## 5.6. Cableado y conexión

Los riesgos más comunes en la introducción del cableado o conexión son los siguientes:

- Heridas o cortes por la utilización de herramienta.
- Electrocutión.
- Entrada en los ojos de cuerpos extraños.

### -Medidas preventivas:

Para evitar heridas en manos, se utilizará unos guantes de material aislante. Para evitar la electrocutión en ningún caso se realizará las labores de colocación de cable o conexión de equipos bajo tensión, dejando en el cuadro eléctrico un letrero que indique que existe personal trabajando.

### -Prendas de protección:

Las prendas de protección para evitar estos accidentes:

- Gafas de protección.
- Traje de trabajo.
- Guantes aislantes.
- Botas de seguridad.

## 5.7. Medios auxiliares

### 5.7.1. Grúa

Los riesgos más comunes por la utilización de una grúa son los siguientes:

- Golpes por el brazo de la grúa.
- Golpes por la carga.
- Desplome de los paneles desde cierta altura.
- Atrapamientos.
- Sobreesfuerzos.
- Cortes.
- Contactos directos e indirectos.

### -Medidas preventivas:

No situarse cerca de la grúa mientras esta esté realizando trabajos, y en ningún caso se permitirá a los operarios pasar por debajo de la grúa mientras esta sostenga carga.

Al finalizar cualquier periodo de trabajo la pluma se maniobrará para dejarla recogida detrás de la cabina del conductor. Además los mandos de maniobra se dejarán en la posición inicial.

No permitir el uso del cuadro de maniobra de la grúa a personas no autorizadas.

En ningún caso se seguirá usando la grúa si se detectan anomalías.

No intentar arrastrar por el suelo cargas, dejando el cable con tensiones inclinadas, pueden provocar el vuelco del camión grúa.

Para el manejo de maquinaria pesada, no se debe de haber ingerido ningún tipo de bebida alcohólica.

No dejar suspendidas las cargas durante un periodo prolongado de tiempo, para evitar posibles fallos en los engranajes de la grúa.

### 5.7.2. Escaleras

Los riesgos más comunes en la utilización de escaleras son simplemente las caídas a distinto nivel.

También se puede producir una rotura por defectos internos.

#### -Medidas preventivas:

Para evitar las caídas a distinto nivel se deberá de colocar la escalera sobre un terreno regular y en caso de no tener esta opción, dejar la escalera lo más estable posible.

Se prohibirá terminantemente estar en posturas extrañas encima de la escalera que puedan desestabilizar la misma.

### 5.8. Maquinaria de obra

Los riesgos más comunes de la utilización de maquinaria son los siguientes:

- Vuelcos.
- Hundimientos del terreno.
- Formación de atmosferas agresivas tanto para el personal como para los aparatos.
- Ruido.
- Incendios y explosiones.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Cortes.
- Atropellos.
- Golpes.
- Atrapamientos.

#### -Medidas preventivas:

Los motores con transmisión a través de ejes y poleas, estarán dotados de carcasas protectoras antiatrapamientos.

Se prohíbe la manipulación de cualquier elemento componente de una maquina accionada mediante energía eléctrica, estando conectada al suministro eléctrico.

Todos los engranajes deberán de llevar una carcasa protectora antiatrapamiento.

La maquinaria averiada será retirada al momento para evitar posibles accidentes por su uso o porque molesten al tráfico de la demás maquinaria.

Se prohibirá la manipulación y operaciones de ajuste de arreglo de máquinas al personal no especializado específicamente en la maquina objeto de reparación.

Solo el personal autorizado será el encargado de la utilización de cierta maquinaria.

Las maquinas que no sean de sustentación manual se apoyaran sobre elementos nivelados y firmes.



La elevación o descenso a máquina de objetos, se efectuara lentamente, izándolos en directriz vertical.

Los ángulos sin visión de la trayectoria de la carga, se suplirán mediante operarios que utilizando señales preacordadas.

Se prohíbe que el personal se encuentre cerca de la maquinaria mientras esta lleve suspendida una carga.

## 5.9. Riesgos del uso de herramientas eléctricas

Los riesgos más comunes son los siguientes:

- Cortes.
- Quemaduras.
- Golpes.
- Proyección de fragmentos hacia los ojos.
- Caída de objetos.
- Contacto con la energía eléctrica.
- Vibraciones.
- Ruido.
- Atmosferas polvoriosas.

### -Medidas preventivas:

La maquinaria eléctrica que se utilicen estará bien aislada para evitar los contactos directos con la electricidad.

Los motores y engranajes de estas herramientas eléctricas, estarán protegidos mediante una carcasa antiatrapamientos.

Cuando se detecte cualquier anomalía en el funcionamiento de las herramientas eléctricas se comunicará al encargado de prevención de riesgos.

La herramienta eléctrica con capacidad de corte, tendrá una pantalla que protegerá al usuario de la misma de proyecciones de objetos.

En ambientes húmedos la alimentación para las herramientas eléctricas se realizara mediante conexión de transformadores a 24V.

Se prohíbe el uso de herramientas eléctricas por el personal no autorizado.

Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro, abandonadas en el suelo, o en marcha aunque sea con movimiento residual.

Al finalizar cada turno de trabajo se desconectaran de la alimentación todas las herramientas eléctricas.

## 5.10. Herramientas manuales

Se entiende como herramientas manuales, todas aquellas que no necesitan de servicio eléctrico para su funcionamiento, tales como martillos, destornilladores,...

Los riesgos más comunes por el uso de las herramientas manuales, son las siguientes:

- Golpes en las manos y pies.
- Cortes en las manos.
- Proyección de partículas.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.

-Medidas preventivas:

Las herramientas serán utilizadas para las tareas para las que han sido diseñadas.

Antes de su uso se revisará el buen estado de las mismas.

Se mantendrán limpias.

Mientras se estén utilizando se evitará dejarlas en el suelo.

-Prendas de protección:

Las prendas utilizadas para evitar accidentes durante el uso de las herramientas manuales serán las siguientes:

- Casco.
- Gafas de protección.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Guantes aislantes.
- Botas de seguridad.

## Anexo 3. Ficha técnica panel solar

www.jinkosolar.com

**Jinko**



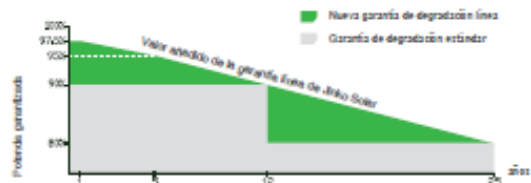
### Principales características

- Alta eficiencia (hasta un 16,19%) gracias a una tecnología de fabricación superior y un diseño optimizado
- El recubrimiento antirreflejante optimiza la absorción de la luz y reduce el polvo superficial
- Excelente rendimiento en un entorno de baja irradiación lumínica
- El módulo en conjunto cuenta con una elevada resistencia certificada al viento (2400 Pa) y a la nieve (5400 Pa)
- Alta resistencia a la niebla salina y al amoníaco

### CALIDAD Y SEGURIDAD

- Tolerancia positiva 0/+3% \*
- Garantía de producto de 10 años (material y mano de obra) \*
- Garantía de potencia (12 años al 90%, 25 años al 80%)
- Garantía de degradación lineal \*

#### Garantía de degradación de primera categoría



\* Según las necesidades del cliente y las condiciones contractuales

Fábrica con certificación ISO9001:2008, ISO14001:2004, OHSAS18001

Productos con certificación IEC61215, IEC61730, IEC61701, IEC62716

#### Aplicaciones



Tijedat residenciales conectadas a la red eléctrica



Tijedat comerciales e industriales conectadas a la red eléctrica

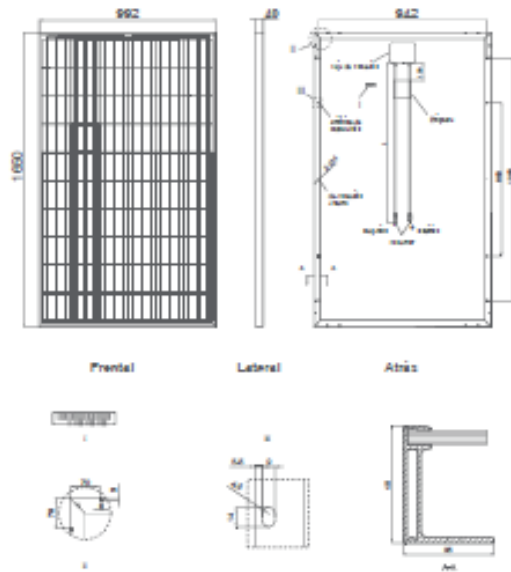


Plantas de energía solar

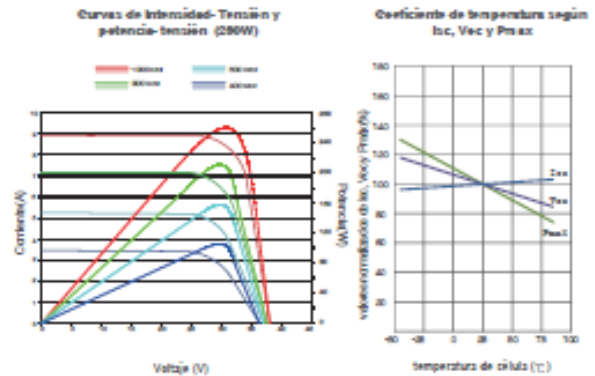


Sistemas no conectados a la red eléctrica

### Dibujos técnicos



### Rendimiento eléctrico y dependencia de la temperatura



### Características mecánicas

Tipo de célula	Policristalina	156×156mm (6 pulgadas)
Nº de células	60 (6×10)	
Dimensiones	1650×992×40mm (65,00×39,05×1,57 pulgadas)	
Peso	18,5kg (40,8 libras)	
Vidrio frontal	3,2 mm, alta transmisión, bajo contenido en hierro, vidrio templado	
Estructura	Aleación de aluminio anodizado	
Caja de conexión	Clase IP67	
Cables de salida	TUV 1×4,0 mm <sup>2</sup> , longitud:900 mm	

### Embalaje

(Dos cajas = un pallet)

25 pzs./caja, 50 pzs./caja, 700 pzs./40 HQ contenedores

### ESPECIFICACIONES

Tipo de módulo	JKM245P		JKM250P		JKM255P		JKM260P		JKM265P	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Potencia nominal (P <sub>máx</sub> )	245Wp	181Wp	250Wp	184Wp	255Wp	189 Wp	260Wp	193Wp	265Wp	197Wp
Tensión en el punto P <sub>máx</sub> -VMPP (V)	30.1V	27.8V	30.5V	28.0V	30.8V	28.5V	31.1V	28.7V	31.4V	29.0V
Corriente en el punto P <sub>máx</sub> -IMPP (A)	8.14A	6.50A	8.20A	6.56A	8.28A	6.63A	8.37A	6.71A	8.44A	6.78A
Tensión en circuito abierto-VOC (V)	37.5V	34.8V	37.7V	34.9V	38.0V	35.2V	38.1V	35.2V	38.6V	35.3V
Corriente de cortocircuito-ISC (A)	8.76A	7.16A	8.85A	7.21A	8.92A	7.26A	8.98A	7.31A	9.08A	7.36A
Eficiencia del módulo (%)	14.97%		15.27%		15.58%		15.89%		16.19%	
Temperatura de funcionamiento (°C)	-40°C.-+85°C									
Tensión máxima del sistema	1000VDC (IEC)									
VALORES máximos recomendados de los fusibles	15A									
Tolerancia de potencia nominal (%)	0-+8%									
Coefficiente de temperatura de P <sub>MAX</sub>	-0.41%/°C									
Coefficiente de temperatura de VOC	-0.31%/°C									
Coefficiente de temperatura de ISC	0.06%/°C									
TEMPERATURA operacional nominal de célula	45±2°C									

STC: Radiación 1000 W/m<sup>2</sup> Célula módulo 25°C AM=1.5

NOCT: Radiación 800 W/m<sup>2</sup> Ambiente módulo 20°C AM=1.5 Velocidad del viento 1m/s

\* TOLERANCIA de medición de potencia: ± 3%

La empresa se reserva el derecho final de explicación de toda la información presentada por este medio. SP-MKT -265P\_rev2014

## Anexo 4. Ficha técnica regulador



### BlueSolar charge controller MPPT 150/70 & 150/85

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


**Solar charge controllers  
MPPT 150/70 and 150/85**

#### PV voltage up to 150 V

The BlueSolar MPPT 150/70 and 150/85 charge controllers will charge a lower nominal-voltage battery from a higher nominal voltage PV array. The controller will automatically adjust to a 12, 24, 36, or 48 V nominal battery voltage.

#### Ultra fast Maximum Power Point Tracking (MPPT)

Especially in case of a cloudy sky, when light intensity is changing continuously, an ultra fast MPPT controller will improve energy harvest by up to 30% compared to PWM charge controllers and by up to 10% compared to slower MPPT controllers.

#### Advanced Maximum Power Point Detection in case of partial shading conditions

If partial shading occurs, two or more maximum power points may be present on the power-voltage curve. Conventional MPPT's tend to lock to a local MPP, which may not be the optimum MPP. The Innovative BlueSolar algorithm will always maximize energy harvest by locking to the optimum MPP.

#### Outstanding conversion efficiency

Maximum efficiency exceeds 98%. Full output current up to 40°C (104°F).

#### Flexible charge algorithm

Several preprogrammed algorithms. One programmable algorithm. Manual or automatic equalisation. Battery temperature sensor. Battery voltage sense option.

#### Programmable auxiliary relay

For alarm or generator start purposes

#### Extensive electronic protection

Over-temperature protection and power derating when temperature is high. PV short circuit and PV reverse polarity protection. Reverse current protection.

BlueSolar charge controller	MPPT 150/70	MPPT 150/85
Nominal battery voltage	12 / 24 / 36 / 48V Auto Select	
Rated charge current	70A @ 40°C (104°F)	85A @ 40°C (104°F)
Maximum solar array input power 1)	12V: 1000W / 24V: 2000W / 36V: 3000W / 48V: 4000W	12V: 1200W / 24V: 2400W / 36V: 3600W / 48V: 4800W
Maximum PV open circuit voltage	150V absolute maximum coldest conditions 145V start-up and operating maximum	
Minimum PV voltage	Battery voltage plus 7 Volt to start      Battery voltage plus 2 Volt operating	
Standby power consumption	12V: 0,55W / 24V: 0,75W / 36V: 0,90W / 48V: 1,00W	
Efficiency at full load	12V: 95% / 24V: 95,5% / 36V: 97% / 48V: 97,5%	
Absorption charge	14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6V	
Float charge	13,7 / 27,4 / 41,1 / 54,8V	
Equalization charge	15,0 / 30,0 / 45 / 60V	
Remote battery temperature sensor	Yes	
Default temperature compensation setting	-2,7mV/°C per 2V battery cell	
Remote on/off	No	Yes
Programmable relay	DPST AC rating: 240V AC/4A DC rating: 4A up to 35V DC, 1A up to 60V DC	
Communication port	VE.Can: two paralleled RJ45 connectors, NMEA2000 protocol	
Parallel operation	Yes, through VE.Can. Max 25 units in parallel	
Operating temperature	-40°C to 60°C with output current derating above 40°C	
Cooling	Natural Convection	Low noise fan assisted
Humidity (non condensing)	Max. 95%	
Terminal size	35mm <sup>2</sup> / AW G2	
Material & color	Aluminium, blue RAL 5012	
Protection class	IP20	
Weight	4,2 kg	
Dimensions (h x w x d)	350 x 160 x 135 mm	
Mounting	Vertical wall mount	Indoor only
Safety	EN60335-1	
EMC	EN61000-6-1, EN61000-6-3	

1) If more solar power is connected, the controller will limit input power to the stated maximum

## Anexo 5. Ficha técnica baterías



### Baterías Gel y AGM

Energía Sin Límites

www.victronenergy.com

#### 1. La tecnología VRLA

VRLA son las siglas de Valve Regulated Lead Acid, lo que significa que la batería es hermética. Habrá escape de gas en las válvulas de seguridad únicamente en caso de sobrecarga o de algún fallo de los componentes. Las baterías VRLA no requieren ningún tipo de mantenimiento.

#### 2. Las baterías AGM estancas (VRLA)

AGM son las siglas de Absorbent Glass Mat. En estas baterías, el electrolito se absorbe por capilaridad en una estera en fibra de vidrio situada entre las placas. Tal como se explica en nuestro libro "Energía Sin Límites", las baterías AGM resultan más adecuadas para suministrar corrientes muy elevadas durante periodos cortos (arranque) que las baterías de Gel.

#### 3. Las baterías de Gel estancas (VRLA)

En este tipo de baterías, el electrolito se inmoviliza en forma de gel. Las baterías de Gel tienen por lo general una mayor duración de vida y una mejor capacidad de ciclos que las baterías AGM.

#### 4. Autodescarga escasa

Gracias a la utilización de rejillas de plomo-calcio y materiales de gran pureza, las baterías Victron se pueden almacenar durante largo tiempo sin necesidad de recarga. El índice de autodescarga es inferior a un 2% al mes, a 20°C. La autodescarga se duplica por cada 10°C de aumento de temperatura. Con un ambiente fresco, las baterías VRLA de Victron se pueden almacenar durante un año sin tener que recargar.

#### 5. Extraordinaria recuperación tras descarga profunda

Las baterías Victron VRLA tienen una extraordinaria capacidad de recuperación incluso tras una descarga profunda o prolongada. Sin embargo, se debe recalcar que las descargas profundas o prolongadas frecuentes tienen una influencia muy negativa en la duración de vida de las baterías de plomo/ácido, y las baterías de Victron no son la excepción.

#### 6. Características de descarga de las baterías

Las capacidades nominales de las baterías de Victron se indican para una descarga de 20 horas, es decir para una corriente de descarga de 0,05C (Gel 'long life' 10 horas).

La capacidad real disminuye en descargas más rápidas con intensidades elevadas (ver tabla 1).

La reducción de capacidad aún será más rápida con aparatos de potencia constante como por ejemplo los inversores.



Duración de descarga	Voltage Final V	AGM 'Deep Cycle' %	Gel 'Deep Cycle' %	Gel 'Long Life' %
20 horas	10,8	100	100	112
10 horas	10,8	92	87	100
5 horas	10,8	85	80	94
3 horas	10,8	78	73	79
1 hora	9,6	65	61	63
30 minutos	9,6	55	51	45
15 minutos	9,6	42	38	29
10 minutos	9,6	38	34	21
5 minutos	9,6	27	24	
5 segundos		8 C	7 C	

Tabla 1: Capacidad real en función de la capacidad de descarga. (la última línea indica la corriente de descarga máxima autorizada durante 5 segundos).

Nuestras baterías AGM Deep Cycle (ciclo profundo) ofrecen excelentes resultados a alta intensidad y por ello se recomiendan para aplicaciones como el arranque de motores. Debido a su diseño, las baterías de gel tienen una capacidad real menor a alta intensidad. En cambio, las baterías de gel tienen mejor duración de vida en modo flotación y ciclos.

#### 7. Efectos de la temperatura en la duración de vida

Las temperaturas elevadas tienen una influencia muy negativa en la duración de vida. La tabla 2 presenta la duración de vida previsible de las baterías de Victron en función de la temperatura.



Temperatura media de funcionamiento	AGM Deep Cycle años	Gel Deep Cycle años	Gel Long Life años
20°C / 68°F	7 - 10	12	20
30°C / 86°F	4	6	10
40°C / 104°F	2	3	5

Tabla 2: Duración de vida



www.victronenergy.com

**8. Efectos de la temperatura en la capacidad**

El siguiente gráfico muestra que la capacidad disminuye en gran medida a baja temperatura.

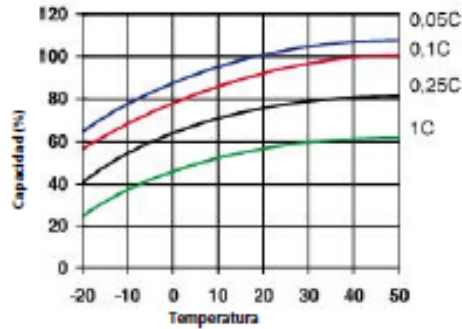


Fig. 1: Efectos de la temperatura en la capacidad

**9. Duración de vida en ciclos de las baterías de Victron**

Las baterías se gastan debido a las cargas y descargas. El número de ciclos depende de la profundidad de descarga, tal como muestra la figura 2.

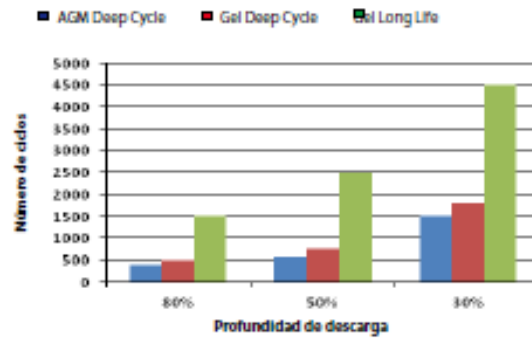


Fig. 2: Duración de vida en ciclos

**10. Carga de la batería en modo de ciclos: La característica de carga en 3 etapas**

El método de carga más corriente para las baterías VRLA utilizadas en ciclos es la característica en tres etapas, según la cual una fase de corriente constante (fase "Bulk") va seguida por dos fases con voltaje constante ("Absorción" y "Flotación"). Ver fig. 3.

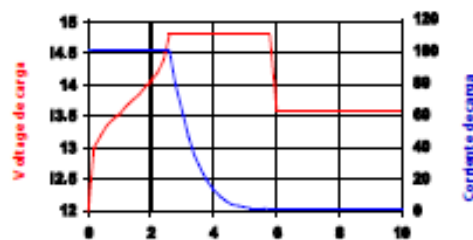


Fig. 3: Régimen de carga en tres etapas

Durante la fase de absorción, el voltaje de carga se mantiene a un nivel relativamente elevado para acabar de cargar la batería en un tiempo razonable. La tercera y última fase es la de mantenimiento (Flotación): el voltaje se reduce a un nivel justamente suficiente para compensar la autodescarga.



www.victronenergy.com

	Utilización en Flotación (V)	Ciclos Normal (V)	Ciclos Recarga rápida (V)
<b>Victron AGM "Deep Cycle"</b>			
Absorción		14,2 - 14,6	14,6 - 14,9
Flotación	13,5 - 13,8	13,5 - 13,8	13,5 - 13,8
Almacenamiento	13,2 - 13,5	13,2 - 13,5	13,2 - 13,5
<b>Victron Gel "Deep Cycle"</b>			
Absorción		14,1 - 14,4	
Flotación	13,5 - 13,8	13,5 - 13,8	
Almacenamiento	13,2 - 13,5	13,2 - 13,5	
<b>Victron Gel "Long Life"</b>			
Absorción		14,0 - 14,2	
Flotación	13,5 - 13,8	13,5 - 13,8	
Almacenamiento	13,2 - 13,5	13,2 - 13,5	

Tabla 3: Voltajes de carga recomendados

12 Volt Deep Cycle AGM							Especificaciones generales	
Referencia	Ah	V	l x a x c mm	Peso kg	CCA @0°F	RES CAP @80°F	Tecnología: flat plate AGM Bornes: cobre, M8	
BAT406225080	240	6	320x176x247	31	1500	480	Capacidad nominal: descarga en 20h a 25°C Dur. de vida en flotación: 7-10 años a 20°C Dur. de vida en ciclos: 400 ciclos en descarga 80% 600 ciclos en descarga 50% 1500 ciclos en descarga 30%	
BAT212070080	8	12	151x65x101	2,5				
BAT212120080	14	12	151x98x101	4,1				
BAT212200080	22	12	181x77x167	5,8				
BAT412350080	38	12	197x165x170	12,5				
BAT412550080	60	12	229x138x227	20	450	90		
BAT412600080	66	12	258x166x235	24	520	100		
BAT412800080	90	12	350x167x183	27	600	145		
BAT412101080	110	12	330x171x220	32	800	190		
BAT412121080	130	12	410x176x227	38	1000	230		
BAT412151080	165	12	485x172x240	47	1200	320		
BAT412201080	220	12	522x238x240	65	1400	440		

12 Volt Deep Cycle GEL							Especificaciones generales	
Referencia	Ah	V	l x a x c mm	Peso kg	CCA @0°F	RES CAP @80°F	Tecnología: flat plate GEL Bornes: cobre, M8	
BAT412550100	60	12	229x138x227	20	300	80	Capacidad nominal: 20 hr discharge at 25°C Dur. de vida en flotación: 12 years at 20°C Dur. de vida en ciclos: 500 ciclos en descarga 80% 750 ciclos en descarga 50% 1800 ciclos en descarga 30%	
BAT412600100	66	12	258x166x235	24	360	90		
BAT412800100	90	12	350x167x183	26	420	130		
BAT412101100	110	12	330x171x220	33	550	180		
BAT412121100	130	12	410x176x227	38	700	230		
BAT412151100	165	12	485x172x240	48	850	320		
BAT412201100	220	12	522x238x240	66	1100	440		

2 Volt Long Life GEL					Especificaciones generales	
Referencia	Ah	V	l x a x c mm	Peso kg	Tecnología: tubular plate GEL Terminals: copper	
BAT702601260	600	2	145x206x688	49	Capacidad nominal: 10 hr discharge at 25°C Dur. de vida en flotación: 20 years at 20°C Dur. de vida en ciclos: 1500 ciclos en descarga 80% 2500 ciclos en descarga 50% 4500 ciclos en descarga 30%	
BAT702801260	800	2	210x191x688	65		
BAT702102260	1000	2	210x293x690	80		
BAT702122260	1200	2	210x275x690	93		
BAT702152260	1500	2	210x275x840	115		
BAT702202260	2000	2	215x400x815	155		
BAT702252260	2500	2	215x490x815	200		
BAT702302260	3000	2	215x580x815	235		

Otras capacidades y tipos de bornes: por encargo



## Anexo 6. Ficha técnica inversor cargador



# Inversor/cargador Quattro

Compatible con baterías de Litio-Ion  
3kVA - 10kVA

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



**Quattro**  
48/5000/70-50/30



**Quattro**  
24/3000/70-50/30

### Dos entradas CA con conmutador de transferencia integrado

El Quattro puede conectarse a dos fuentes de alimentación CA independientes, por ejemplo a la red del pantalán 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 función "no-break" (sin interrupción). El Quattro se encarga del suministro a las cargas conectadas en caso de apagón o de desconexión de la red eléctrica/generador. Esto ocurre tan rápido (menos de 20 milisegundos) que los ordenadores y demás equipos electrónicos continúan funcionando sin interrupción. La segunda salida sólo está activa cuando a una de las entradas del Quattro le llega 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 10 unidades Quattro pueden funcionar en paralelo. Diez unidades 48/10000/140, por ejemplo, darán una potencia de salida de 90 kW/100 kVA y una capacidad de carga de 1400 amperios.

### Capacidad de funcionamiento trifásico

Se pueden configurar tres unidades para salida trifásica. Pero eso no es todo: hasta 10 grupos de tres unidades pueden conectarse en paralelo para proporcionar una potencia del inversor de 270 kW/300kVA y más de 4.000A de capacidad de carga.

### PowerControl – En casos de potencia limitada del generador, del pantalán o de la red

El Quattro es un cargador de baterías muy potente. Por lo tanto, usará mucha corriente del generador o de la red del pantalán (16A por cada Quattro 5kVA 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 del pantalán.

### PowerAssist – Refuerzo de la potencia del generador o de la red del pantalán

Esta función lleva el principio de PowerControl a otra dimensión, permitiendo que el 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, Quattro compensará inmediatamente la posible falta de potencia de la corriente del pantalán 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.

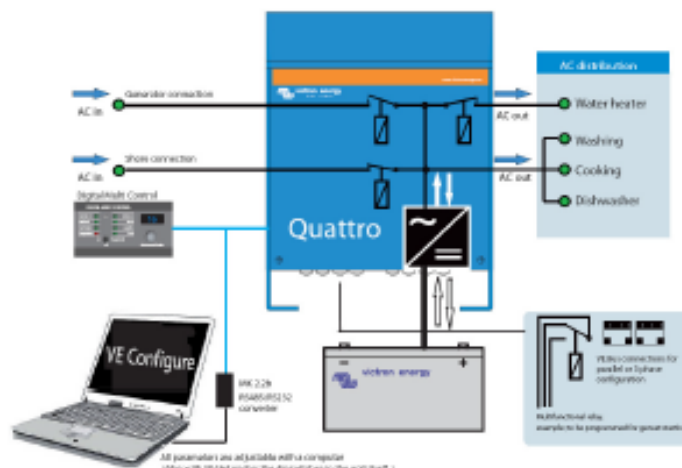
### La configuración del sistema no puede ser más sencilla

Una vez instalado, el Quattro está listo para funcionar.

Si ha de cambiarse la configuración, se puede hacer en cuestión de minutos mediante un nuevo procedimiento de configuración del conmutador DIP. Con los conmutadores DIP se puede incluso programar el funcionamiento en paralelo y en trifásico: ¡sin necesidad de ordenador!

Además, también se puede utilizar un VE.Net en vez de los conmutadores DIP.

Y hay sofisticados programas disponibles (VE.Bus Quick Configure y VE.Bus System Configurator) para configurar varias nuevas y avanzadas características.



Quattro	12/3000/120-50/30 24/3000/70-50/30	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
PowerControl / PowerAssist	SI			
Conmutador de transferencia Integrado	SI			
2 entradas CA	Rango de tensión de entrada: 187-265 V CA Frecuencia de entrada: 45 – 65 Hz Factor de potencia: 1			
Corriente máxima (A)	50 / 30	2x100	2x100	2x100
<b>INVERSOR</b>				
Rango de tensión de entrada (V CC)	9,5 – 17V 19 – 33V 38 – 66V			
Salida (1)	Tensión de salida: 230 VAC ± 2% Frecuencia: 50 Hz ± 0,1%			
Potencia cont. de salida a 25 °C (VA) (2)	3000	5000	8000	10000
Potencia cont. de salida a 25 °C (W)	2500	4500	7000	9000
Potencia cont. de salida a 40 °C (W)	2200	4000	6300	8000
Pico de potencia (W)	6000	10000	16000	20000
Eficiencia máxima (%)	93 / 94	94 / 94 / 95	94 / 96	96
Consumo en vacío (W)	15 / 15	25 / 25 / 25	30 / 35	35
Consumo en vacío en modo de ahorro (W)	10 / 10	20 / 20 / 20	25 / 30	30
Consumo en vacío en modo búsqueda (W)	4 / 5	5 / 5 / 6	8 / 10	10
<b>CARGADOR</b>				
Tensión de carga de "absorción" (V CC)	14,4 / 28,8	14,4 / 28,8 / 57,6	28,8 / 57,6	57,6
Tensión de carga de "floatación" (V CC)	13,8 / 27,6	13,8 / 27,6 / 55,2	27,6 / 55,2	55,2
Modo de "almacenamiento" (V CC)	13,2 / 26,4	13,2 / 26,4 / 52,8	26,4 / 52,8	52,8
Corriente de carga batería casa (A) (4)	120 / 70	220 / 120 / 70	200 / 110	140
Corriente de carga batería de arranque (A)	4 (sólo modelos de 12 y 24V)			
Sensor de temperatura de la batería	SI			
<b>GENERAL</b>				
Salida auxiliar (A) (5)	25	50	50	50
Relé programable (6)	1x	3x	3x	3x
Protección (7)	a - q			
Puerto de comunicación VE.Bus	Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema			
Puerto com. de uso general (7)	1x	2x	2x	2x
Características comunes	Temperatura de funcionamiento: -20 a +50 °C Humedad (sin condensación): máx. 95%			
<b>CARCASA</b>				
Características comunes	Material y color: aluminio (azul RAL 5012)		Categoría de protección: IP 21	
Conexiones de la batería	Cuatro bornes M8 (2 conexiones positivas y 2 negativas)			
Conexión 230 V CA	Bornes de tornillo de 13 mm <sup>2</sup> (6 AWG)	Bornes M6	Bornes M6	Bornes M6
Peso (kg)	19	34 / 30 / 30	45/41	45
Dimensiones (al x an x p en mm.)	362 x 258 x 218	470 x 350 x 280 444 x 328 x 240 444 x 328 x 240	470 x 350 x 280	470 x 350 x 280
<b>NORMATIVAS</b>				
Seguridad	EN 60335-1, EN 60335-2-29			
Emisiones / Inmunidad	EN55014-1, EN 55014-2, EN 61000-3-3, EN 61000-6-3, EN 61000-6-2, EN 61000-6-1			
Directiva de automoción	2004/104/EC			
1) Puede ajustarse a 60 Hz; 120 V 60 Hz si se solicita				
2) Claves de protección:	3) Carga no lineal, factor de cresta 3:1			
a) cortocircuito de salida	4) a 25 °C de temperatura ambiente			
b) sobrecarga	5) Se desconecta si no hay fuente CA externa disponible			
c) tensión de la batería demasiado alta	6) Relé programable que puede configurarse como alarma general, subtercción CC o señal de arranque para el generador			
d) tensión de la batería demasiado baja	Capacidad nominal CA: 230V/VA			
e) temperatura demasiado alta	Capacidad nominal CC: 4A hasta 35VDC, 1A hasta 60VDC			
f) 230 V CA en la salida del inversor	7) Entre otras funciones, para comunicarse con una batería BMS de Lítio-Ion			
g) ondulación de la tensión de entrada demasiado alta				



#### Panel Multi Control Digital

Una solución práctica y de bajo coste de seguimiento remoto, con un selector rotatorio con el que se pueden configurar los niveles de Power Control y Power Assist.



#### Panel Blue Power

Se conecta a un Multi o a un Quattro y a todos los dispositivos VE.Net, en particular al controlador de baterías VE.Net. Representación gráfica de corrientes y tensiones.



#### Funcionamiento y supervisión controlados por ordenador

Hay varias interfaces disponibles:

##### - Convertidor MK2.2 VE.Bus a RS232

Se conecta al puerto RS232 de un ordenador (ver "Guía para el VEConfigure")

##### - Convertidor MK2-USB VE.Bus a USB

Se conecta a un puerto USB (ver Guía para el VEConfigure)

##### - Convertidor VE.Net a VE.Bus

Interfaz del VE.Net (ver la documentación VE.Net)

##### - Victron Global Remote

El Global Remote es un módem que envía alarmas, avisos e informes sobre el estado del sistema a teléfonos móviles mediante mensajes de texto (SMS). También puede registrar datos de monitores de baterías Victron, Multi, Quattro e Inversores en una página web mediante una conexión GPRS. El acceso a esta web es gratuito.

##### - Victron Ethernet Remote

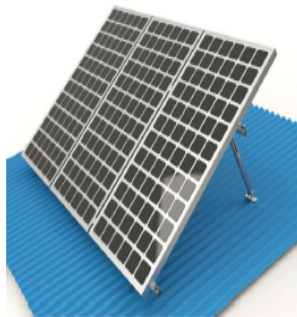
Para conectar a Ethernet.



#### Monitor de baterías BMV

El monitor de baterías BMV dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de medición de alta resolución de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo, como la fórmula Peukert, para determinar exactamente el estado de la carga de la batería. El BMV muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería. Hay varios modelos disponibles (ver la documentación del monitor de baterías).

## Anexo 7. Ficha técnica soportes y estructura



Adjustable System



Fixed System

### FLAT ROOF RACKING SYSTEM



#### Introduction

Flat Roof Racking system is developed to mount the module tilt a certain angle on a flat roof or ground. You can have the fixed or adjustable angle solution as 10-15deg, 15-30deg and 30-60deg according to your exact requirement. The innovated aluminum rail, D-module, clamps and legs which can be pre-assembled to make the installation easy and quick for saving your labor cost and time. Besides, the customized length of rail will not require onsite weld and cut, keeping the appearance entirely, structural strength and anti-corrosive performance.

#### Benefits

##### Easy Installation

D-module can be put into Rail from any position, so the parts can be pre-assembled on factory to save your install time on site.

##### Flexibility and Compatible

Rail and its accessories can be installed with the most solar panels on the difference condition.

##### Safety and Reliability

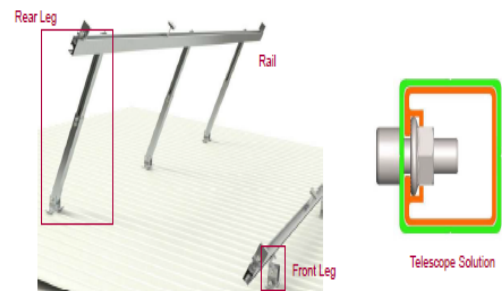
The racking systems can stand up to the extreme weather complied with the AS/NZS 1170 and other international structure load standards by skilled engineers. The main support components have also been tested to guarantee its structure and load-carrying capacity.

#### Technical Information

Install Site	Low profile roof or open field
Tilt Angle	10deg ~ 60deg
Building Height	up to 20m
Max Wind Speed	up to 60m/s
Snow Load	up to 1.4KN/m <sup>2</sup>
Standards	AS/NZS 1170 & DIN 1055 & Other
Material	Aluminum alloy & Stainless Steel
Color	Natural
Anti-corrosive	Anodized
Warranty	Ten years warranty
Duration	More than 20 years

## COMPONENTS

### Adjustable Tilt System



### Legs



Item No.	Description	Leg Length
ADFL	AD Front Leg	
ADRL1015	AD Rear Leg 10/15 deg	240-360mm
ADRL1630	AD Rear Leg 16/30 deg	340-680mm
ADRL3060	AD Rear Leg 30/60 deg	700-1200mm

Tel: 0034 902 60 20 44 - Fax: 0034 902 60 20 55 - Address: Avenida Pérez Galdós 37, 46018 Valencia, Spain  
Email: info@technosun.com - Website: www.technosun.com

## Anexo 6. Ficha técnica del cableado

### Cables para instalaciones interiores o receptoras

## P-Sun 2.0

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
Norma diseño: DKE/VDE AK 411.2.3  
Designación genérica: ZZ-F

Baja Tensión  
ESPECIAL FOTOVOLTAICA



### CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible  
No propagación de la llama  
UNE-EN 60332-1-2  
No propagación del incendio  
UNE-EN 60332-3-24  
Baja emisión de humos opacos  
UNE-EN 61034-2  
Libre de halógenos  
UNE-EN 50267-2-1  
Reducida emisión de gases tóxicos  
NFC 20454  
Resistencia a la absorción del agua  
Resistencia al frío  
Resistencia a los rayos ultravioleta  
Resistencia a los agentes químicos

- Norma de diseño: DKE/VDE AK 411.2.3
- Temperatura de servicio: -40 °C, +120 °C (10.000 h); -40 °C, +90 °C (30 años)
- Tensión nominal: 0,6/1 kV (tensión máxima en alterna: 0,7/1,2 kV, tensión máxima en continua: 0,9/1,8 kV).
- Ensayo de tensión en corriente alterna 6 kV, 15 min.
- Ensayo de tensión en corriente continua 10 kV, 15 min.W

#### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713; NFC 20454; It ≤ 1,5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2; NFC 20453; BS 6425-2; pH ≥ 4,3; C ≤ 10 μS/mm.

#### Resistencia a las condiciones climatológicas:

- Resistencia al ozono: EN 50396, test B
- Resistencia a los rayos UVA: UL 1581 (xeno test), ISO 4892-2 (A method), HD 506/A1-2.4.20
- Resistencia a la absorción de agua: EN 60811-1-3

#### Otros ensayos:

- Resistencia al frío: Doblado a baja temperatura (EN 60811-1-4)  
Impacto (EN 50305)
- Dureza: 85 (DIN 53505)
- Resistencia a aceites minerales: 24 h, 100 °C (EN 60811-2-1)
- Resistencia a ácidos y bases: 7 días, 23 °C, ácido n-oxálico, hidróxido sódico (EN 60811-2-1)



Resistencia a las grasas y aceites



Resistencia a los golpes



Resistencia a la abrasión

### DESCRIPCIÓN

#### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico.

**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 120 °C (10.000 h); 90 °C (30 años). 250 °C en cortocircuito.

#### AISLAMIENTO

**Material:** Goma tipo E16 según UNE-EN 50363-1 que confiere unas elevadas características eléctricas y mecánicas.

#### CUBIERTA

**Material:** Mezcla cero halógenos, ipo EMS según UNE EN 50363-1.

**Colores:** Negro, rojo o azul.

### APLICACIONES

- Especialmente diseñado para instalaciones solares fotovoltaicas interiores, exteriores, industriales, agrícolas, fijas o móviles (con seguidores)... Pueden ser instalados en bandejas, conductos y equipos

## Cables para instalaciones interiores o receptoras

# P-Sun 2.0

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
Norma diseño: DKE/VDE AK 411.2.3  
Designación genérica: ZZ-F

Baja Tensión  
ESPECIAL FOTOVOLTAICA



### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

#### DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Diámetro del conductor mm	Diámetro exterior del cable (valor máximo) mm	Peso kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Caída de Tensión V/A km (corriente continua)
1x1,5	1,6	4,7	31	13,7	25	26,5
1x2,5	1,9	5,2	43	8,21	34	15,32
1x4	2,4	5,7	58	5,09	46	9,96
1x6	2,9	6,4	79	3,39	59	6,74
1x10	3,9	7,8	120	1,95	82	4
1x16	5,4	9,0	175	1,24	110	2,51
1x25	6,4	10,2	265	0,795	140	1,59
1x35	7,5	11,9	360	0,565	174	1,15
1x50	9	13,3	485	0,393	210	0,85
1x70	10,8	15,6	690	0,277	269	0,59
1 x 95	12,6	16,8	875	0,210	327	0,42
1 x 120	14,3	19,4	1100	0,164	380	0,34
1 x 150	15,9	21,1	1420	0,132	438	0,27
1 x 185	17,5	23,5	1655	0,108	500	0,22
1 x 240	20,5	26,3	2200	0,0817	590	0,17

(1) Instalación monofásica en bandeja al aire (40 °C). Con exposición directa al sol, multiplicar por 0,9.  
→ XLPE2 con instalación tipo F → columna 13 (A1)

(Ver página 28).

### CÁLCULOS

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A).

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

NOTA: para accesorios de conexión del cable P-Sun 2.0 ver conectores Tecplug en el apartado de accesorios para baja tensión.

# RETENAX FLEX

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
Norma diseño: UNE 21123-2  
Designación genérica: RV-K



## CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible



No propagación  
de la llama  
UNE-EN 60332-1-2



Baja emisión  
de halógenos  
UNE-EN 50267-2-1



Resistencia a la  
absorción  
del agua



Resistencia  
al frío



Resistencia a los  
rayos ultravioleta



Resistencia a los  
agresivos químicos



Resistencia a las  
grasas y aceites

- Norma de diseño: UNE 21123-2; CENELEC HD 21.3 S3; CEI 60227-3.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C, +70 °C. (Cable termoplástico).
- Tensión nominal: 300/500 V hasta 1 mm<sup>2</sup> (H05V-K) y 450/750 V (H07V-K) desde 1,5 mm<sup>2</sup>.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 2000 V en los cables H05V-K y 2500 V en los cables H07V-K.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- Reducida emisión de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1 (emisión CLH < 14%).

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico, recocido.

**Flexibilidad:** Flexible, clase 5 según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según HD 603-1.

**Colores:** Amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro; según UNE 21089-1.  
(Ver tabla de colores según número de conductores).

### CUBIERTA

**Material:** Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1.

**Colores:** Negro.

Bianco, suministrado en cajas en las secciones: 2x1.5, 2x2.5, 3G1.5, 3G2.5.

## APLICACIONES

• Cable de fácil pelado y alta flexibilidad para instalaciones subterráneas en general e instalaciones al aire en las que se requiere una gran facilidad de manipulación y no es obligatorio Afumex (AS).

- Redes subterráneas de distribución e instalaciones subterráneas (ITC-BT 07).
- Redes subterráneas de alumbrado exterior (ITC-BT 09).
- Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267 / 2004).

Los cables RV-K no están permitidos en servicios provisionales en general (obras, ferias, stands... ITC-BT 33, 34 ...) ni para servicios móviles, ni prolongadores (ver Bupreno H07RN-F).

## Cables para instalaciones interiores o receptoras

## Baja Tensión

# RETENAX FLEX

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-2  
 Designación genérica: RV-K



### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

#### DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km (2)	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
1x1,5	0,7	5,7	42	13,3	21	21	26,50	21,36
1x2,5	0,7	6,2	54	7,98	29	27,5	16,92	12,88
1x4	0,7	6,6	70	4,95	38	35	9,96	8,1
1x6	0,7	7,2	91	3,3	49	44	6,74	5,51
1x10	0,7	8,3	135	1,91	68	58	4	3,31
1x16	0,7	9,4	191	1,21	91	75	2,91	2,12
1x25	0,9	11	280	0,78	116	96	1,59	1,37
1x35	0,9	12,5	389	0,554	144	117	1,15	1,01
1x50	1	14,2	537	0,386	175	138	0,85	0,77
1x70	1,1	15,8	726	0,272	224	170	0,59	0,56
1x95	1,1	17,9	958	0,206	271	202	0,42	0,43
1x120	1,2	18,9	1170	0,161	314	230	0,34	0,36
1x150	1,4	21,2	1460	0,129	363	260	0,27	0,31
1x185	1,6	23,8	1830	0,106	415	291	0,22	0,26
1x240	1,7	26,7	2310	0,0801	490	336	0,17	0,22
1x300	1,8	29,3	3100	0,0641	630	380	0,14	0,19
2x1,5	0,7	8,7	95	13,3	24	24	30,98	24,92
2x2,5	0,7	9,6	125	7,98	33	32	18,66	15,07
2x4	0,7	10,5	165	4,95	45	42	11,68	9,46
2x6	0,7	11,7	215	3,3	57	53	7,9	6,42
2x10	0,7	13,9	330	1,91	76	70	4,67	3,84
2x16	0,7	16,9	503	1,21	105	91	2,94	2,45
2x25	0,9	20,6	775	0,78	123	116	1,86	1,59
2x35	0,9	23,6	1060	0,554	154	140	1,31	1,16
2x50	1	27	1470	0,386	188	166	0,99	0,88
3G1,5	0,7	9,2	110	13,3	24	24	30,98	24,92
3G2,5	0,7	10,1	150	7,98	33	32	18,66	15,07
3G4	0,7	11,1	200	4,95	45	42	11,68	9,46
3G6	0,7	12,3	270	3,3	57	53	7,9	6,42
3G10	0,7	14,7	415	1,91	76	70	4,67	3,84
3G16	0,7	18	639	1,21	105	91	2,94	2,45
3x25	0,9	21,4	946	0,78	110	96	1,62	1,38
3x35	0,9	25,1	1355	0,554	137	117	1,17	1,01
3x50	1	28,8	1900	0,386	167	138	0,86	0,77
3x70	1,1	32,3	2590	0,272	214	170	0,6	0,56

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

- XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).
- XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

- XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.
- XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.

(Ver página 28).

Anexo 8. Ficha técnica de los fusibles



**gG FUSIBLES NH**

500V

Cartuchos fusibles de cuchilla (NH) clase gG de uso general, con indicador superior. Estos cartuchos de alto poder de corte están indicados para la protección de líneas o equipos tanto ante sobrecargas como cortocircuitos, en tensiones nominales hasta 500V AC (+10%). El poder de corte asignado es de 120 kA. La gama comprende cartuchos fusibles desde la talla NH000 hasta la talla NH4, con corrientes asignadas entre 2A y 1250A. Modelos compact en intensidades inferiores de cada talla. Construidos con cuerpo cerámico de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos, lo que permite un alto poder de corte. Cuchillas de cobre o de latón plateadas. Están fabricados según normas IEC/EN60269, VDE0636 y cumplen la directiva RoHS.

[www.df-sa.es/es/nh/fusibles/gg/500V/](http://www.df-sa.es/es/nh/fusibles/gg/500V/)

	I <sub>n</sub> A	REFERENCIA	U V	PODER DE CORTE kA	EMBALAJE UNIDAD
<b>NH000</b>	2	381000	500	120	3/90
	4	381005	500	120	3/90
	6	381010	500	120	3/90
	10	381015	500	120	3/90
	16	381020	500	120	3/90
	20	381025	500	120	3/90
	25	381030	500	120	3/90
	32	381035	500	120	3/90
	35	381040	500	120	3/90
	40	381045	500	120	3/90
	50	381050	500	120	3/90
	63	381055	500	120	3/90
	80	381060	500	120	3/90
100	381065	500	120	3/90	
<b>NH00</b>	125	381070	500	120	3/60
	160	381075	500	120	3/60
<b>NH0</b>	6	381110	500	120	3/42
	10	381115	500	120	3/42
	16	381120	500	120	3/42
	20	381125	500	120	3/42
	25	381130	500	120	3/42
	32	381135	500	120	3/42
	35	381140	500	120	3/42
	40	381145	500	120	3/42
	50	381150	500	120	3/42
	63	381155	500	120	3/42
	80	381160	500	120	3/42
100	381165	500	120	3/42	
125	381170	500	120	3/42	
160	381175	500	120	3/42	
<b>NH0 S</b>	200	381180	500	120	3/30
	224	381185	500	120	3/30
	250	381190	500	120	3/30



381065



381075



381175



381190

**NEPMS**  
IEC 60269-1  
IEC 60269-2  
EN 60269-1  
EN 60269-2  
DIN 43620

**TEMPERADORS**  
RoHS  
Compliant  
REACH

**TIPO**  
DIMENSIONES  
PAGINA 23

**TIPO**  
APLICACIONES PARA  
FUSIBLES NHgg  
PAGINA 24

**TIPO**  
CARACTERÍSTICAS I  
Y UMBRALES  
PAGINA 26

**TIPO**  
CARACTERÍSTICAS I  
Y UMBRALES DIFERENTES  
PAGINA 27

**CONEXIÓN**  
BASES NHSTBODY  
PAGINA 14

**CONEXIÓN**  
BASES NHCRBODY  
PAGINA 18

**CONEXIÓN**  
SISTEMAS DE CONEXIÓN  
CARABOS  
PAGINA 21



## Anexo 9. Ficha técnica de los tubos protectores



www.aiscan.com

### AISCAN-DP NORMAL (DRN) 450 N - ROLLOS

#### Accesorios

MANGUITO ENCHUFABLE DOBLE PARED (pag. 40)  
TAPÓN-DP (pag. 40)  
SEPARADOR-DP (pag. 40)

#### Certificaciones



#### Características Técnicas

Según norma UNE-EN 50086-2-4  
TIPO: TUBO DE PARED MÚLTIPLE (INTERIOR LISA Y EXTERIOR CORRUGADA) CURVABLE. TIPO "N" (NORMAL).

PROPAGADOR DE LA LLAMA: SI.  
INFLUENCIAS EXTERNAS: IP54.  
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: >450 N.  
RESISTENCIA AL IMPACTO: NORMAL.

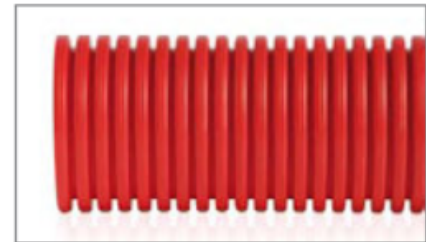
COLOR: NARANJA.

GUÍA INCORPORADA: SI.

CUMPLE CON: NORMA UNE-EN-50267-2-2 SOBRE MATERIAL LIBRE DE HALÓGENOS.

INCLUYE: EN CADA TUBO O CURVA SE SUMINISTRA UN MANGUITO INCORPORADO (SIN CARGO).

INSTALACIÓN: SE REALIZARÁ SEGÚN INSTRUCCIONES DEL R.E.B.T.



REFERENCIA	Ø Exterior	Ø Interior Mín.	Rollo (metros)
DRN40	40 +0.8/-0	30.5	100/50
DRN50	50 +1/-0	40	100/50
DRN63 *	63 +1.2/-0	48.5	100/50
DRN75	75 +1.4/-0	56	100
DRN90 *	90 +1.7/-0	73	75
DRN110 *	110 +2/-0	88	50
DRN125 *	125 +2.3/-0	105	50
DRN160	160 +2.9/-0	130	50
DRN200	200 +3.6/-0	173	50

(\*) Referencias disponibles en color VERDE.



www.aiscan.com

### CMP / CMC

#### Acabados superficiales y datos técnicos

#### CANAL SERIE ESTÁNDAR \*

	G.S. GALVANIZADO SENDZIMIR		G.C. GALVANIZADO CALIENTE		INOXIDABLE	A	B	Embalaje (metros)
CANAL 35	CMPS310	CMCS310	CMPG310	CMCG310	CMPI310	100	35	12
	CMPS315	CMCS315	CMPG315	CMCG315	CMPI315	150	35	12
	CMPS320	CMCS320	CMPG320	CMCG320	CMPI320	200	35	12
	CMPS330	CMCS330	CMPG330	CMCG330	CMPI330	300	35	6
CANAL 60	CMPS810	CMCS810	CMPG810	CMCG810	CMPI810	100	60	12
	CMPS815	CMCS815	CMPG815	CMCG815	CMPI815	150	60	12
	CMPS820	CMCS820	CMPG820	CMCG820	CMPI820	200	60	12
	CMPS830	CMCS830	CMPG830	CMCG830	CMPI830	300	60	6
CANAL 80	CMPS840	CMCS840	CMPG840	CMCG840	CMPI840	400	80	6
	CMPS850	CMCS850	CMPG850	CMCG850	CMPI850	500	80	6
	CMPS860	CMCS860	CMPG860	CMCG860	CMPI860	600	80	6
	CMPS810	CMCS810	CMPG810	CMCG810	CMPI810	100	80	12
CANAL 100	CMPS815	CMCS815	CMPG815	CMCG815	CMPI815	150	80	12
	CMPS820	CMCS820	CMPG820	CMCG820	CMPI820	200	80	12
	CMPS830	CMCS830	CMPG830	CMCG830	CMPI830	300	80	6
	CMPS840	CMCS840	CMPG840	CMCG840	CMPI840	400	80	6
CANAL 125	CMPS850	CMCS850	CMPG850	CMCG850	CMPI850	500	80	6
	CMPS860	CMCS860	CMPG860	CMCG860	CMPI860	600	80	6



## 1.2. Cálculos justificativos

# Índice

1.Aspectos generales.....	68
2.Cálculos para la instalación.....	68
2.1 Radiación solar.....	68
2.2 Modelos de consumo.....	69
2.3 Cálculo de coeficiente más desfavorable.....	70
2.4 Número de paneles solares en serie y paralelo.....	70
2.5 Capacidad de baterías.....	72
2.6 Potencia y número de inversores.....	73
2.7 Potencia y número de reguladores.....	73
2.8 Superficie en placas.....	74
2.9 Cableado.....	76
2.10 Toma de tierra.....	78
2.11 Protecciones.....	80
2.12 Canalizaciones y bandejas.....	81
3.Resumen del material a emplear.....	82

## 1. Aspectos generales

El objetivo del presente documento, es la justificación de las decisiones tomadas para el dimensionado, el cual se ha llevado a cabo mediante métodos de cálculo y criterios empíricos sancionados por la experiencia y acordes con la reglamentación y normativas vigentes.

## 2. Cálculos para la instalación

Una vez conocidos los datos de consumo en el apartado 6.1. de la memoria, se puede realizar el cálculo de la instalación.

### 2.1.1. Radiación solar

El polideportivo se encuentra, como ya se especificó en el apartado 1, en el sur de la provincia de Valencia. Para todas las regiones en el hemisferio norte, los meses de verano son los que más radiación solar se recibe. Por tanto, es previsible que la instalación deba configurarse para producir a máximo rendimiento en los meses de invierno. Tomaremos de la base de datos de CLIMATE-PVGIS, la radiación solar para 60°, 35° y 15° para la provincia de Valencia:

	(60°)	(35°)	(15°)
<i>Mes</i>	<i>kW/m2 mes</i>	<i>kW/m2 mes</i>	<i>kW/m2 mes</i>
Enero	137,64	123,69	98,27
Febrero	140,84	134,12	112,84
Marzo	172,98	179,49	164,61
Abril	155,1	177,3	176,1
Mayo	156,24	194,68	205,53
Junio	153,3	201	218,7
Julio	167,09	215,45	231,26
Agosto	170,81	202,43	205,53
Septiembre	160,5	172,2	162,6
Octubre	157,79	155,31	135,47
Noviembre	131,7	120,9	83,4
Diciembre	124,31	110,36	160,89

Tabla I

Como se observa en las casillas de color naranja, para cada mes existe una inclinación más óptima entre las tres expuestas. Se deberá calcular cual es el mes más desfavorable para poder decidir por la inclinación a instalar.

### 2.1.2. Modelos de consumo

Para la realización del cálculo se proponen doce modelos de consumo, uno por cada mes.

Se realizan todos los cálculos para corriente alterna. Es posible realizar cálculos para corriente continua, instalando menos potencia en placas e inversores más pequeños, pero se unifican por comodidad, ya que el ahorro no es significativo y el mercado de aparatos que funcionan en corriente continua son escasos y con un alto coste.

La parte c.c. de la instalación se realizará a 48V ( $V_{inst}$ ), ya que la potencia de la instalación es elevada, y las pérdidas serán menores.

El inversor, deberá admitir los 48V en la entrada y proporciona un rendimiento, según el fabricante, de 0.98. Se tomará  $\eta = 0.9$  para dotar más seguridad a la instalación.

Por tanto, siguiendo la fórmula:

$$Ah/mes = \frac{P}{V_{inst} \cdot \eta}$$

Se obtiene el consumo en Ah/mes y Ah/día en función de los días de apertura de cada mes:

Mes	kW/mes	Ah/mes	Ah/día
Enero	3155,9	73053,1	2705,7
Febrero	2699,9	62496,9	2604,0
Marzo	2935,9	67959,7	2718,4
Abril	2584,1	59817,9	2600,8
Mayo	2109,4	48828,7	1808,5
Junio	1419,9	32867,3	1133,4
Julio	1648,5	38158,9	1230,9
Agosto	1392,4	32231,8	1289,3
Septiembre	1610,0	37267,7	1433,4
Octubre	2612,0	60462,0	2325,5
Noviembre	2937,0	67985,1	2719,4
Diciembre	3009,6	69666,5	2902,8

Tabla II

Con estos valores de consumo se realizará el cálculo de elementos que componen la instalación solar fotovoltaica.

### 2.1.3. Cálculo de coeficiente más desfavorable

Para cada mes existen valores diferentes de consumos y de radiación. Debemos saber cuál es el mes más desfavorable para poder conocer la magnitud de la instalación que será capaz de abastecer dicho mes. Esto viene dado por el CMD.

El coeficiente de cada mes se obtiene siguiendo la fórmula:

$$\text{Coef} = \frac{\frac{Ah}{\text{mes}}}{\text{Radiación}}$$

Mes	Cmd(60º)	Cmd(35º)	Cmd(15º)
Enero	530,76	593,93	745,44
Febrero	443,74	466,3	580,1
Marzo	392,88	379,66	414,3
Abril	385,67	337,95	339,8
Mayo	312,52	251,6	238,19
Junio	214,4	163,5	150,7
Julio	228,37	177,48	165,19
Agosto	188,7	159,5	157,23
Septiembre	232,2	216,6	230,05
Octubre	383,18	390,7	447,86
Noviembre	516,21	566,55	819,09
Diciembre	561	633	435,42

Tabla III

El mes más desfavorable (CMD) varía según la inclinación que vaya a instalarse, como se indica en las casillas de color naranja. Por tanto, se decide instalar los paneles en aquella inclinación la cual ofrece un CMD más bajo de los tres seleccionados, así el número de placas será menor. El CMD más favorable será diciembre para inclinación de 60º.

Al tener tanta diferencia de CMD y diseñar la instalación para abastecer meses de tanto consumo y poca radiación, se producirán muchos excedentes en meses de verano. Por este motivo se elige el CMD más bajo de cada CMD más desfavorable de cada inclinación.

### 2.1.4. Número de paneles solares en serie y paralelo

El número de placas en serie viene dado por:

$$N_{ps} = V_{inst} / V_{nom}$$

La  $V_{inst}$  de la instalación será de 48V. Por tanto, y sabiendo que la tensión nominal de cada panel es de 24V, las placas a instalar en serie serán:

$$N_{ps} = V_{inst} / V_{nom} = 48V / 24V = 2 \text{ placas serie}$$

El número de filas a instalar en paralelo viene dado por:

$$N_{lp} = (C_{md} \times \text{Sobredimensionamiento}) / I_{pico \text{ placa}}$$

Se sobredimensiona en un 18%, siendo habitual a 20%, no será necesario sobredimensionar a este valor. No supondrá un problema grave si una actividad no puede realizarse. Ante una situación climática desfavorable en el peor mes del año, determinadas actividades pueden aplazarse durante un tiempo, reduciendo el consumo durante unos días. Además, en los meses de invierno, los domingos no se realiza ninguna actividad, por lo que toda la energía generada es almacenada en baterías.

Realizando el cálculo:

$$N_{lp} = (C_{md} \times \text{Sobredimensionamiento}) / I_{pico \text{ placa}} = (560.43 \times 1.18) / 8.2 = 80.64$$

Se obtienen 81 filas y un total de placas de:

$$\text{Placas totales} = 2 \times 81 = 162 \text{ placas}$$

Siendo la potencia instalada en placas:

$$\text{Potencia instalada en placas} = 162 \times 250 = 40500Wp$$

Al emplearse reguladores maximizadores, podemos conectar a la entrada tensiones superiores a 48V, siendo este el que posteriormente proporcione a la salida un valor ajustado a 48V. Si se instala un valor mayor de tensión, las pérdidas serán menores, por tanto dotará a la instalación de mayor eficiencia.

Es pues, que se puede combinar el número de filas y placas en serie, siempre y cuando finalmente se instalen las 162 placas, para conseguir la misma potencia como si la instalación en placas fuese a 48V.

Finalmente, se decide instalar la tercera parte de filas y el triple de placas en serie, es decir, 27 filas y 6 placas serie, obteniendo 144V. Éste valor es válido ya que el regulador acepta tensiones de hasta 150V. Se reducirán así las pérdidas una sexta parte que en una instalación a 48V, siendo necesarios menos reguladores y menos sección de los cables, abaratando los costes de la instalación.

Cada soporte puede albergar 2 placas, por lo que se necesitaran 81 soportes.

### 2.1.5. Capacidad de baterías

Para calcular la capacidad de la batería se necesita fijar un número de días de autonomía. El mes más desfavorable es diciembre, por lo se debe asignar un número de días elevado.

Pero si los niveles de carga de la batería están bajos se pueden aplazar unos días muchas de las actividades que se realizan en el polideportivo. Se explicaría al cliente todos los detalles de cómo se debe actuar en este caso y cuál es el indicador del equipo que señala esta situación. Debido a ello, a los grandes excedentes que se producirán en verano, y la instalación de inversores cargadores para una posible instalación futura de generadores eléctricos, se tomará, inicialmente 3 días de autonomía y utilizamos una profundidad de descarga estándar de 0,7:

$$\text{Número de horas de descarga} = 3 \times 24 = 72 \text{ horas}$$

Como se indica en el apartado 6.2.2 el consumo diario, la capacidad para 72 horas es:

$$C_{72} = (3 \times 2902.8) / 0.7 = 12440 \text{ Ah de batería.}$$

Las baterías se instalarán en tres filas de 24 vasos serie de 2V cada una, la capacidad teórica de cada batería es:

$$C_{72} = 12440 / 3 = 4146.6 \text{ Ah de batería.}$$

El fabricante nos proporciona para  $C_{72}$  y capacidad superior a 4146.6 Ah, un valor de batería estandarizada de 4300 Ah, que corresponde al modelo OPZ3000( $C_{10}$ ).

El número de días real de autonomía en esta configuración es:

$$\text{Días aut. mes más desf.} = (4300 \times 3) / 2902.8 = 4.45 \text{ días.}$$

$$\text{Días aut. en verano} = 10.01 \text{ días.}$$

En esta configuración se obtiene 1.94 días más de autonomía.

Intentando ajustar más los días de autonomía, rehacemos los cálculos para cuatro filas de baterías:

$$C_{72} = 12440 / 4 = 3110 \text{ Ah de batería (OPZ2500 } C_{10})$$

$$\text{Días aut. mes más desf.} = (3645 \times 2) / 2902.8 = 3.7 \text{ días.}$$

Sigue obteniéndose más de 3 días de autonomía con cuatro filas de baterías OPZ2500( $C_{10}$ ), pero menos que la configuración anterior. Instalar 72



baterías de OPZ3000 es más económico que 96 unidades de OPZ2500, y además la ventaja de tener un día más de autonomía respecto a cuatro filas. Además, es preferible tener el menor número de elementos en la instalación.

Por tanto, se instalarán tres filas de 24 unidades de OPZ3000, dotando de 4.44 días de autonomía.

### 2.1.6. Potencia y número de inversores

El inversor tendrá una potencia máxima que será la suma de potencia de todos los aparatos de la instalación. En el apartado 3.1 se indica que la potencia total instalada en el polideportivo es de 55.4 kW.

En el campo de la energía solar fotovoltaica aislada, la potencia de los inversores estándar es de 4.5 kW, pero se encuentran hasta de 6 kW. En este caso, nos encontramos con una instalación que tiene aparatos de gran consumo.

En este tipo de instalaciones es frecuente encontrarse con inversores cargadores (para posibles temporadas de condiciones climáticas desfavorables) que alcanzan una potencia de 10kW. Además, sus salidas pueden conectarse en paralelo obteniendo la potencia de salida superior. Esto es necesario ya que la bomba de riego consume 15kW y no podía conectarse a solo un inversor del modelo escogido. Por ello, los inversores utilizados serán estos últimos.

Además, como se instalarán varios inversores en paralelo, en caso de fallo de alguno de ellos quedan el resto para garantizar el suministro al resto del polideportivo, dotando la instalación de más fiabilidad.

Número inversores = Potencia inst. / Potencia inversor =  $55.4 / 10 = 5.54$  inversores.

Para poder hacer frente a toda la demanda de la instalación a plena carga en un instante dado, se deben instalar un total de 6 inversores. Como la condición de funcionamiento a plena carga es improbable y a la vez incompatible (existen aparatos que solo funcionan en verano y otro que solo funcionan en invierno), se instalaran solo 5 inversores, dotando a la instalación de una potencia de 50kW, suficiente para trabajar con total normalidad.

### 2.1.7. Potencia y número de reguladores

El equipo de reguladores debe ser capaz de soportar la intensidad pico de los paneles solares:

$$I_{\text{pico}} = 27 \text{ líneas paralelo} \times 8.2 \text{ A}_{\text{pico}} = 221.4 \text{ A}_{\text{pico}}$$

Si escogemos reguladores de 85 A es capaz de soportar:

Número líneas regulador =  $85 / 8.2 = 10.36$  líneas

Éste es un valor máximo por lo que se instalaran un máximo de 10 líneas por regulador.

Al tener 27 líneas, se necesitan:

Número de reguladores =  $27 / 10 = 2.7$  reguladores.

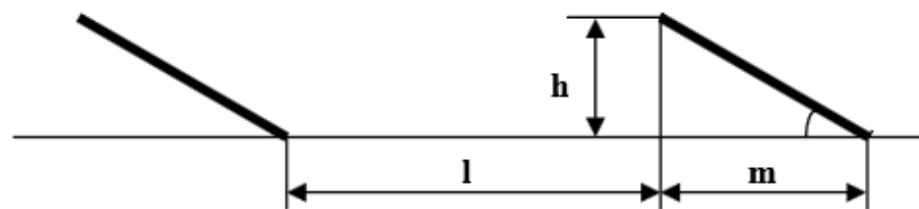
Dispondremos finalmente de 3 reguladores. Además, para que todos los reguladores funcionen a la misma carga de trabajo, se conectarán 9 líneas por cada regulador, teniendo todas las mismas cargas de trabajo por igual.

### 2.1.8. Superficie en placas

La disposición de las placas debe realizarse en filas consecutivas. Deben colocarse a una distancia entre ellas suficiente como para que cada fila no produzca sombra sobre la siguiente.

La longitud de cada fila será lo más ancha posible para aprovechar el espacio, pero dejando zonas de paso que permitan acceder a la parte posterior de las placas.

Para evitar que se produzcan sombras debe dejarse un espacio mínimo entre filas que es función de la altura relativa entre una fila y la siguiente y de la latitud del lugar en el que está emplazada la instalación.



$$l = k \cdot h$$

Latitud	29	37	39	41	43	45
k	1,600	2,246	2,475	2,747	3,078	3,847

La instalación se encuentra en la latitud  $38^{\circ}55'21.7''N$ , por lo que tomaremos el valor para  $39^{\circ}$ .

Por otro lado, las placas se instalarán en horizontal, por lo que la altura de la placa es 0.992m, inclinadas  $60^{\circ}$ . Por tanto:

$$h = 0.992 \times \sin 60^{\circ} = 0.86 \text{ m.}$$

La proyección de la placa será:

$$m = 0.992 \times \cos 60^\circ = 0.496 \text{ m.}$$

Finalmente, l será:

$$l = 2.475 \times 0.86 = 2.12 \text{ m}$$

Con este dato y sabidas las medidas de las cubiertas, se pueden calcular el número de filas paralelas de placas que podrán instalarse en cada cubierta.

$$\text{Cubierta 1} = \text{largo} / (l+m) = 31 / 2.616 = 11.85 = 11 \text{ filas}$$

$$\text{Cubierta 2} = 17 / 2.616 = 6.49 = 6 \text{ filas}$$

$$\text{Cubierta 3} = 18.5 / 2.616 = 7.07 = 7 \text{ filas}$$

Para saber el número de placas que se pueden montar en serie por fila tenemos que tener en cuenta la medida de la placa (ancho) y las zonas de paso. No se dejarán zona de paso puesto que no se instalarán un gran número de placas en serie. Como las placas no se instalarán de extremo a extremo, éste espacio restante servirá para disponer de espacio de paso:

$$\text{Cubierta 1} = \text{ancho} / \text{ancho de la placa} = 10 / 1.665 = 6 \text{ placas}$$

$$\text{Cubierta 2} = 7 / 1.665 = 4.2 = 4 \text{ placas}$$

$$\text{Cubierta 3} = 7 / 1.665 = 4 \text{ placas}$$

Finalmente, el número de placas a instalar en cubiertas es:

$$\text{N}^\circ \text{ placas} = \text{n}^\circ \text{ filas} \times \text{n}^\circ \text{ placas por fila}$$

$$\text{Cubierta 1} = 11 \times 6 = 66 \text{ placas}$$

$$\text{Cubierta 2} = 6 \times 4 = 24 \text{ placas.}$$

$$\text{Cubierta 3} = 7 \times 4 = 28 \text{ placas más 2 por espacio irregular 30 placas.}$$

$$\text{Total} = 120 \text{ placas}$$

Se necesitará un pequeño espacio para las 46 placas restantes.

Al final del campo de fútbol, existe una pequeña zona donde se puede instalar un cobertizo con las placas restantes. El cobertizo tendría forma de un triángulo de  $260\text{m}^2$  y altura de 2.5 m (se detallará en los planos).

Anteriormente se ha calculado que una placa necesita un espacio de  $4.36\text{m}^2$ . En el cobertizo cabrán un máximo de 59 placas, suficiente para nuestro uso.

### 2.1.9. Cableado

El polideportivo no es de nueva construcción, por lo cual, toda instalación a partir de la salida de los inversores no procede en este proyecto.

En este apartado se realizan los cálculos de las secciones de los conductores de manera independiente para el transporte de la energía desde cada cubierta hasta el cuarto de inversores y reguladores, de estos a los inversores y baterías, y por último de éste al cuadro general ya instalado.

Cada cable solo podrá transportar un máximo de la corriente de 9 líneas (excepto el cable de baterías y principal inversores-cuadro general) así será más fácil identificar de qué grupo de placas proviene la corriente, así como una instalación más fácil de los inversores.

La fórmula para la obtención de la sección es:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot U}$$

Siendo L la longitud en metros, I la corriente que circula por el cable en amperios,  $\rho$  es constante para el cobre, con valor 56, y U, la caída de tensión admitida en voltios, que tomaremos de un 1% para dotar de una máxima eficiencia a la instalación.

- Cubierta 1:

Existirán dos cables diferentes, uno que recogerá 9 filas de placas y otro de 2 filas, es decir, la corriente de cada uno será 73.83A y 16.4 respectivamente.. La distancia necesaria solo será de 10 metros, ya que esta se sitúa encima del cuarto de los inversores.

- Cable 1 (C1.1.):

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot U} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 73.83}{56 \cdot 1.44} = 18.31 \text{ mm}^2$$

- Cable 2 (C1.2.):

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot U} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 16.4}{56 \cdot 1.44} = 4.067 \text{ mm}^2$$

- Cubierta 2:

En ésta cubierta solo se dispone de 4 filas, por lo que con un cable es suficiente (C2), la corriente es de 32.8A. La distancia del cable es de 12 metros.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot U} = \frac{2 \cdot 12 \cdot 32.8}{56 \cdot 1.44} = 10.33 \text{ mm}^2$$

- Cubierta 3:

En ésta cubierta se dispone de 5 filas, por lo que con un cable es suficiente (C3), la corriente es de 41A. La distancia del cable es de 32 metros.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot U} = \frac{2 \cdot 32 \cdot 41}{56 \cdot 1.44} = 32.53 \text{ mm}^2$$

- Cubierta 4:

En ésta cubierta se dispone de 7 filas, por lo que con un cable es suficiente. La corriente es de 57.4A. La distancia del cable es de 110 metros.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot U} = \frac{2 \cdot 110 \cdot 57.4}{56 \cdot 1.44} = 156.597 \text{ mm}^2$$

Cada cable tendrá una sección de 156.595mm<sup>2</sup>.

- Cable baterías:

Éste cable (CBI) será el que transporte la energía desde la salida de los reguladores hasta las batería e inversores. La corriente máxima que podrá transportar será de 85A, es decir, un regulador a máxima potencia, ya que se instalará un cable hasta las baterías e inversores por cada regulador. La distancia de éste cable será de 4 metros. La caída de tensión máxima permitida será de 0.048V, ya que en este punto la instalación funciona a 48V.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot U} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 85}{56 \cdot 0.48} = 25.29 \text{ mm}^2$$

- Cable principal:

Por último, el cable (CP) que transportará la energía desde la salida de los inversores hasta el cuadro principal ya instalado tendrá una distancia de 12 metros, transportando una corriente máxima de 217.3A, es decir, funcionando los 3

inversores a máxima potencia y a 230V. Por tanto, la máxima caída de tensión admisible será de 2.3V.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot U} = \frac{2 \cdot 12 \cdot 217.3}{56 \cdot 2.3} = 40.49 \text{mm}^2$$

Una vez sabidas las secciones, se debe tomar un valor de sección normalizado, y conocer el grado de sobredimensionado, quedando de la siguiente forma:

Cable	Distancia (m)	Sección teórica(mm <sup>2</sup> )	Sección normalizada (mm <sup>2</sup> )	Sobredim(%)
C1.1.	10	18.31	20	8.45
C1.2.	10	4.067	6	32.2
C2	12	10.33	16	35.43
C3	32	32.53	35	7.5
C4	110	156.597	185	15.3
CBI	4	25.29	35	27.7
CP	12	40.49	50	19.09

Tabla IV

Finalmente, los cables se conectarán de tal forma que la suma de la corriente sea inferior a la máxima permitida por cada regulador y a la vez, la carga sea igual entre todos ellos (54 placas cada uno, 73.8Ap), siendo de la siguiente manera:

- Cable C1.1, se conectará al regulador 1.
- Cable C1.2 se conectará en paralelo con los cables C4.1. y C4.2. a la entrada del regulador 2.
- Cables de la C2 y C3 se conectarán en paralelo a la entrada del regulador 3.

Los cables que conectan los paneles entre sí serán de sección estándar de 6mm<sup>2</sup>, y una distancia total de 200m.

#### 2.1.10. Toma de tierra

Para instalaciones con tensiones nominales superiores a 48V, se debe instalar un circuito de tierra. En este apartado se calculará la puesta a tierra necesaria para proteger a los usuarios de la instalación frente a posibles contactos directos e indirectos.

En lo referente a la estructura metálicas se considerará local húmedo, al estar a la intemperie, por tanto la tensión de contacto es de 24V.

Para el cálculo de la resistencia máxima se ha considerado el mismo valor de corriente de defecto que para el caso de una vivienda, 3 mA.

$$R_{\text{máx}} = \frac{V}{I} = \frac{24}{0.03} = 800\Omega$$

Una vez obtenida la resistencia máxima permitida y suponiendo una resistividad del terreno de  $350\Omega\cdot\text{m}$ , se calcula la resistencia que se obtendría con el electrodo de puesta a tierra formado por 2 picas de un metro separadas entre sí:

$$R = \frac{\rho}{n \cdot L} = \frac{300}{4 \cdot 1} = 75\Omega$$

La resistencia del electrodo es de  $75\Omega$ , inferior a la resistencia máxima,  $800\Omega$ , por tanto cumple con la condición, se acepta.

Además de la resistencia también se debe cumplir que el voltaje no exceda del máximo permitido para locales húmedos ( $24\text{V}$ ).

$$V = R \cdot I = 75 \cdot 0.03 = 2.25\text{V} < 24\text{V}$$

Como la condición de la puesta a tierra se cumple, se instalarán 4 picas de 1 metro cada una, un electrodo por cada una de las cubiertas.

La instalación de tierra principal consistirá en un anillo, formado por conductor de cobre desnudo de 150 micrómetros, según se indica en la ITC-BT-18 tabla 2, formando un anillo cerrado.

Sección de los conductores de fase de la instalación ( $\text{mm}^2$ )	Sección mínima de los conductores de protección ( $\text{mm}^2$ )
$S < 16$	$S_p = S$
$16 < S < 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S = S/2$

Tabla V

Al existir diferentes secciones de cables en la instalación, las secciones de los cables toma a tierra serán:

Cable	Fase ( $\text{mm}^2$ )	Protección ( $\text{mm}^2$ )
C1.1.	20	16
C1.2.	6	6
C2	16	16
C3	35	35
C4	185	95

Tabla VI

La puesta a tierra estará compuesta por 4 picas cilíndricas de cobre desnudo, de 150micras, unidas entre sí por un conductor de cobre desnudo. Además estas picas tendrán que ir alojadas en el interior de una arqueta.

### 2.1.11. Protecciones

Para el cálculo de las protecciones, por un lado la tensión:

$$V_{DC \text{ fusible}} \geq V_{OC} \times M \times 1.2$$

Donde  $V_{OC}$  es la tensión a circuito abierto de los paneles solares,  $V_{DC \text{ fusible}}$  es la tensión soportada por el fusible, y  $M$  es el número de paneles conectados en serie.

Por otro lado la corriente:

$$I_{nom} \geq \frac{I_{SC} \cdot N}{A_1 \cdot A_2}$$

Donde  $I_{SC}$  es la intensidad en cortocircuito de los paneles solares,  $N$  el número de filas en paralelo de paneles solares,  $A_1$  constante proporcionada por el fabricante, con valor 0.8, y  $A_2$  constante de temperatura obtenida en la tabla del fabricante (0.9).

- Protección cable C1.1.:

$$V_{DC \text{ fusible}} \geq 37.7 \cdot 6 \cdot 1.2 = 271.44V$$

$$I_{nom} \geq \frac{8.85 \cdot 9}{0.8 \cdot 0.9} = 110.625A$$

Fusible elegido DF Electric NH gC NH00 de 125A y 500V.

- Protección cable C1.2.:

$$V_{DC \text{ fusible}} \geq 37.7 \cdot 6 \cdot 1.2 = 271.44V$$

$$I_{nom} \geq \frac{8.85 \cdot 2}{0.8 \cdot 0.9} = 24.58A$$

Fusible elegido DF Electric NH gC NH000 de 25A y 500V.



- Protección cable C2.:

$$V_{DC \text{ fusible}} \geq 37.7 \cdot 6 \cdot 1.2 = 271.44V$$

$$I_{nom} \geq \frac{8.85 \cdot 4}{0.8 \cdot 0.9} = 49.16A$$

Fusible elegido DF Electric NH gC NH000 de 50A y 500V.

- Protección cable C3.:

$$V_{DC \text{ fusible}} \geq 37.7 \cdot 6 \cdot 1.2 = 271.44V$$

$$I_{nom} \geq \frac{8.85 \cdot 5}{0.8 \cdot 0.9} = 61.45A$$

Fusible elegido DF Electric NH gC NH000 de 63A y 500V.

- Protección cable C4:

$$V_{DC \text{ fusible}} \geq 37.7 \cdot 6 \cdot 1.2 = 271.44V$$

$$I_{nom} \geq \frac{8.85 \cdot 7}{0.8 \cdot 0.9} = 86.04A$$

Fusible elegido DF Electric NH gC NH000 de 100A y 500V.

### 2.1.12. Canalizaciones y bandejas

En este apartado se calcula los metros necesarios y las secciones necesarias para poder cubrir el recorrido de todos los cables.

Para el tubo enterrado se necesitaran:

-Cable C1.1 y C1.2: 0m

-Cable C2: 5m

-Cable C3: 25m

-Cable C4: 100m

Para cubrir con bandejas metálicas se necesitaran:

-Cable C1.1 y C1.2: 2m

-Cable C2: 4m

-Cable C3: 4m

-Cable C4: 2.5m

Estas distancias de bandeja metálica solo son para llevar los cables desde la cubierta hasta nivel del suelo. Una vez dentro de la caseta, solo habrá dos bandejas distintas, donde dentro albergará varios cables juntos.

Una bandeja recogerá los cables C3 y C4, y tendrá una longitud de 12 metros que recorrerán el interior de la caseta. Otro, recogerá los cables C1 y C2, teniendo una distancia de 5 metros.

Por tanto la sección de esta bandeja será:

- Bandeja 1: albergará cables de 35 y 185mm<sup>2</sup>, positivo y negativo cada uno, por lo que amenos, deberá tener una sección de:

$$\text{Sección bandeja} = 35 \cdot 2 + 185 \cdot 2 = 440\text{mm}^2$$

- Bandeja 2: albergará cables de 6, 16, y 20mm<sup>2</sup>, positivo y negativo cada uno, por lo que amenos, deberá tener una sección de:

$$\text{Sección bandeja} = 6 \cdot 2 + 16 \cdot 2 + 20 \cdot 2 = 84\text{mm}^2$$

Para las dos bandejas, se utilizará el modelo CMP310 de AISCAN.

### 3. Resumen del material a emplear

Una vez conocidas todos los elementos, se presenta a continuación una tabla resumen:

Código	Elemento	Ud	Marca y modelo
1	Panel solar	162	Jinko Solar JKM250-P60
2	Soporte panel	81	TechnoSun STF02H-1642-994
3	Regulador	3	Victron Energy MPPT 85-150
4	Batería	72	Victron Energy OPZV3000
5	Inversor	5	Victron Energy Quattro48/10000
6	Cableado	-	Prysmian Retenax Flex
7	Cableado	-	Prysmian Retenax P-Sun 2.0.
8	Tubo de protección	-	Aiscan DP-Normal DRN50
9	Tubo de protección	-	Aiscan DP-Normal DRN200
10	Bandeja perforada	-	Aiscan CMP310
11	Fusible	5	DF Electric
12	Piqueta toma tierra	16	-

Tabla VII

## 2. Pliego de condiciones

# Índice

1. Definición y alcance del pliego.....	85
2. Generalidades.....	85
3. Condiciones y normas de carácter general.....	87
4. Condiciones particulares.....	87
4.1 Generalidades.....	87
4.2 Técnicas.....	88
4.1.1 Materiales.....	88
4.1.1.1 Módulos solares.....	88
4.1.1.2 Soportes.....	88
4.1.1.3 Reguladores.....	88
4.1.1.4 Baterías.....	89
4.1.1.5 Inversores.....	89
4.1.1.6 Cableado.....	89
4.1.1.7 Canalizaciones y tubos de protección.....	90
4.1.1.8 Protecciones externas.....	91
4.1.1.9 Toma de tierra.....	91
4.1.1.10 Zanjas.....	92
4.1.1.11 Fabricación del cobertizo.....	92
4.1.1.12 Control de calidad.....	93
4.2.2 Ejecución.....	95
4.2.3 Pruebas de servicio.....	98
4.2.4 Condiciones de entrega.....	99
4.3 Facultativas.....	99
4.3.1 Responsabilidades.....	99
4.3.2 Ejecución de la obra.....	99
4.3.3 Plazos de ejecución.....	100
4.3.4 Obras defectuosa.....	100
4.3.5 Tiempo de prestación.....	100
4.3.6 Conservación de la instalación.....	100
4.3.7 Material auxiliar.....	100
4.4. Económicas.....	101
4.4.1 Garantía.....	101
4.4.2 Anulación de la garantía.....	102
4.4.3 Lugar y tiempo de la prestación.....	102

## 1. Definición y alcance del pliego

El objeto del presente documento es fijar las condiciones técnicas mínimas que debe cumplir la instalación solar fotovoltaica aislada de la red, especificando los requisitos de durabilidad, fiabilidad y seguridad. Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

El ámbito de aplicación de este documento se extiende a todos los sistemas eléctricos, electrónicos y mecánicos que conforman la instalación. En caso de no disponer de dichos componentes, podrán ser sustituidos por otros de características similares, siempre y cuando quede justificada su utilidad y correspondencia a las diferentes especificaciones establecidas, y ello no implique una disminución de las exigencias mínimas de calidad establecidas.

## 2. Generalidades

Este Pliego es de aplicación, en su integridad, a todas las instalaciones solares fotovoltaicas aisladas de la red destinadas a:

- Electrificación de viviendas y edificios
- Alumbrado público
- Aplicaciones agropecuarias
- Bombeo y tratamiento de agua
- Aplicaciones mixtas con otras fuentes de energías renovables

También podrá ser de aplicación a otras instalaciones distintas siempre que tengan características técnicas similares.

## 3. Condiciones y normas de carácter general

Esta memoria ha sido realizada según las leyes y normativas necesarias para asegurar el correcto funcionamiento de la instalación y el cumplimiento de las medidas de seguridad necesarias. Por tanto, el presente proyecto está regulado por la normativa legal citada a continuación:

- *Ley 31/1995, del 8 de noviembre, Prevención de Riesgos Laborales.*

Ley para la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, y ello en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz de prevención de los riesgos laborales.

- *Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.*

Ley que regula las actividades destinadas al suministro de energía eléctrica, consistente en su generación, transporte, distribución, comercialización e intercambios intracomunitarios e internacional, así como la gestión económica y técnica del sistema eléctrico.
- *R.D. 485/97 del 14 de abril*

Real Decreto establece las disposiciones mínimas para la señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- *Real Decreto 842/2002, del 2 de agosto.*

RD por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, sustituyendo al anterior de 1973.
- *Real Decreto 314/2006, del 17 de marzo.*

RD por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- *Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo.*

RD por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- *Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre.*

RD para la retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.
- *Real Decreto 1565/2010, del 19 de noviembre.*

RD por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- *Ordenanza municipal* sobre construcciones en edificios nuevos o remodelaciones de antiguos, tanto por en interiores como exteriores.

#### Legislación de ámbito europea específica del sector de energías renovables:

- *Directiva 73/23/CEE de 19 de febrero*

Relativa al material eléctrico destinada a utilizarse con determinados límites de tensión. Esta directiva determina los objetivos o exigencias esenciales de seguridad aplicables al material eléctrico destinado a emplearse a una tensión nominal entre 50 i 1000 V en ca i entre 75 i 1500V en cc. La directiva se ha traspuesto al Estado Español como RD 7/1988, Resolución de 18 de enero de 1988 de la DGPT, la Resolución de 19 de noviembre de 2001 de la DGPT y la Resolución de 14 de octubre de 2002 de la DGPT.
- *Directiva 89/336/CEE de 3 de mayo de 1989*

Relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estado Miembros relativas a la compatibilidad electromagnética. También ha sido traspuesta al Estado Español al RD 444/1994 de 11 de marzo.

- *Directiva 93/68/CEE de 22 de julio de 1993*

por el que se modifican las dos anteriores en relación a los procedimientos de evaluación de la conformidad de los productos industriales con los objetivos fijados en las directivas de armonización técnica, sobre todo en lo que respecta a la seguridad, la salud pública o la protección de los consumidores, y fija el régimen de marcado de la “CE” de conformidad a las directivas de armonización técnica sobre diseño, fabricación, comercialización, puesta en servicio y utilización de productos industriales.

Normas UNE:

- *UNE 206001 EX: 97* Módulos fotovoltaicos. Criterios ecológicos.
- *UNE-EN 60891:94* Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
- *UNE-EN 60904-1:94* Dispositivos fotovoltaicos. Parte 1: medida de la características I-V de los módulos.

4.

## 5. Condiciones particulares

### 5.1. Generalidades

Todas las instalaciones deberán cumplir con las exigencias de protecciones y seguridad de las personas, y entre ellas las dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión o legislación posterior vigente.

Se tiene que asegurar un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico (clase I) para equipos y materiales.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad para proteger a las personas frente a contactos directos e indirectos, especialmente en instalaciones con tensiones de operación superiores a 50 V. Se recomienda la utilización de equipos y materiales de aislamiento eléctrico de clase II.

Se incluirán todas las protecciones necesarias para proteger a la instalación frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.

Los equipos electrónicos de la instalación cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas podrán ser certificadas por el fabricante).

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar donde se sitúa la instalación.

## 5.2. Técnicas

### 5.2.1. Materiales

#### 5.2.1.1. Módulos solares

Los módulos solares elegidos para esta instalación son Jinko Solar JKM250P-60, panel de silicio policristalino y una potencia de pico de 250Wp, 8.2Ap a 24V nominales y dimensiones de 1650x992 mm.

La verificación por parte del fabricante y la el gran número de ventas de este producto lo convierten en un producto de confianza.

Se decide instalar 27 filas y 6 placas serie, obteniendo 144V. Éste valor es válido ya que el regulador acepta tensiones de hasta 150V. Se reducirán así las pérdidas en gran medida respecto a una instalación a 48V, siendo necesarios menos reguladores y menos sección de los cables, abaratando los costes de la instalación.

#### 5.2.1.2. Soportes

Para la sujeción de los paneles sobre el tejado se instalarán soportes STF02H-1642-994 que cumplen la normativa AS/NZS 1170 para tejados, con dos paneles solares en horizontal cada uno.

Se instalarán un total de 81 soportes.

#### 5.2.1.3. Reguladores

Los reguladores serán proporcionados por el fabricante Victron Energy. Este modelo de regulador maximizador MPPT 85-150 ofrece 85A de salida y admite a la entrada rangos de 12 a 48V.

Según el fabricante, gracias a su tecnología la eficiencia máxima alcanza el 98% y puede funcionar hasta temperaturas de ambiente de 40°C. Además proporciona protección por sobre temperatura y de reducción de potencia cuando la temperatura es alta, protección contra cortocircuitos y polaridad inversa y protección de sobrecorriente.

Dispondremos finalmente de 3 reguladores. Además, para que todos los reguladores funcionen a la misma carga de trabajo, se conectaran 9 líneas por cada regulador, teniendo todas las mismas cargas de trabajo por igual.



#### 5.2.1.4. Baterías

Las baterías también serán proporcionadas por el fabricante Victron Energy, en su modelo OPZV3000.

Se elige este modelo por ser baterías de gel, que proporcionan una mayor duración de vida y mejor capacidad de ciclo que las AGM. Son herméticas, por lo que únicamente habrá fugas en caso de sobrecarga o fallo de los componentes y no requieren ningún tipo de mantenimiento.

Se instalarán 3 filas de 24 unidades de OPZ3000, dotando de 4.44 días de autonomía en el mes más desfavorable.

#### 5.2.1.5. Inversores

El modelo de inversor elegido es el Quattro48/10000/140-100/100 del fabricante Victron Energy.

Este inversor tiene la función de cargador lo cual es requerido en instalaciones de este tamaño. Permite la instalación de diez unidades en paralelo y tiene la posibilidad de configurar salidas en trifásica y capacidad para trabajar en aislada o conectado a red.

Para poder hacer frente a toda la demanda de la instalación a plena carga en un instante dado, se deben instalar un total de 6 inversores. Como la condición de funcionamiento a plena carga es improbable y a la vez incompatible (existen aparatos que solo funcionan en verano y otro que solo funcionan en invierno), se instalaran solo 5 inversores, dotando a la instalación de una potencia de 50kW, suficiente para trabajar con total normalidad.

#### 5.2.1.6. Cableado

El cableado para instalación fotovoltaica la sección de los cables empleados es el calculado en el apartado de cálculos, donde queda especificado la sección necesaria de las líneas generales y las de toma de tierra, además de los cables que conectan los paneles entre sí.

Los conductores seleccionados cumplen las especificaciones de caída de tensión, calentamiento, cortocircuitos y pérdida de potencia. Este tipo de conductor tendrá una tensión asignada de 0.6/1kV como se indica en la ITC-BT-20. Por tanto, cumpliendo con esta premisa, el cable seleccionado tendrá esa tensión asignada y es del tipo RV-K.

Los cables utilizados para las líneas generales de la instalación serán del fabricante Prysmian, modelos Retenax Flex, con seccionado diferente según la línea y bipolares.

A continuación se indican las secciones de cada cable utilizado:

Cable	Sección normalizada (mm <sup>2</sup> )
C1.1.	25
C1.2.	6
C2	35
C3	70
C4	185

Tabla I

Para el conexionado de las placas el cable utilizado será también proporcionado por el fabricante Prysmian, en su modelo P-Sun 2.0. bipolar, con sección de 6mm<sup>2</sup>, especialmente pensados y garantizados para prestar servicio 30 años en las condiciones de una instalación fotovoltaica, ya que estos tendidos de intemperie rara vez se instalan bajo tubo o canal protectora cuando la canalización discurre por la superficie.

#### 5.2.1.7. Canalizaciones y tubos de protección

Las canalizaciones para la ubicación de las líneas generales enterradas que unen los distintos campos fotovoltaicos con el cuarto de inversores, se realizará mediante una canalización de tubo enterrado y flexible.

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permita una fácil instalación y extracción de los cables o conductores.

En las canalizaciones bajo tierra, los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE EN 50.086 2-4.

Los cables, una vez transportados hasta la caseta donde se ubica el cuarto de inversores, se distribuirán las líneas según el plano correspondiente, mediante canaletas de PVC, con suficiente capacidad para albergar los cables y mantener una temperatura estable, dentro del rango que puedan soportar, para evitar incendios.

El fabricante encargado de proporcionar los tubos protectores será AISCAN, con su modelo DP-NORMAL, y con secciones diferentes para cada cable:

Cable	Sección normalizada (mm <sup>2</sup> )	Modelo del tubo	Metros
C1.1.	20	-	-
C1.2.	6	-	-
C2	20	1x DRN50	5
C3	35	2xDRN50	25
C4	185	4xDRN200	100

Tabla II

Estas distancias de bandeja metálica solo son para llevar los cables desde la cubierta hasta nivel del suelo. Una vez dentro de la caseta, solo habrá dos bandejas distintas, donde dentro albergará varios cables juntos.

Una bandeja recogerá los cables C3 y C4, y tendrá una longitud de 12 metros que recorrerán el interior de la caseta. Otro, recogerá los cables C1 y C2, teniendo una distancia de 5 metros.

Para las dos bandejas, se utilizará el modelo CMP310 de AISCAN.

#### 5.2.1.8. Protecciones externas

La instalación eléctrica del campo fotovoltaico dispone de sus propias protecciones, las cuales van incluidas en cada uno de los elementos de la instalación.

Para poder hacer independientes las zonas susceptibles a mantenimiento o reparación, y además, dotar de más fiabilidad a la instalación, se incorporan fusibles a cada una de las líneas generales. Los fusibles necesarios son calculados en el apartado de cálculos, y serán proporcionados por el fabricante DF Electric, en su modelo NH.

A continuación se detallan los fusibles a instalar:

Cable	Fusible
C1.1.	500V/125A NH gC NH00
C1.2.	500V/25A NH gC NH000
C2	500V/50A NH gC NH000
C3	500V/63A NH gC NH000
C4	500V/100A NH gC NH000

Tabla III

#### 5.2.1.9. Toma de tierra

Para instalaciones con tensiones nominales superiores a 48V, se debe instalar un circuito de tierra para proteger a los usuarios de la instalación frente a posibles contactos directos e indirectos.

La puesta a tierra estará compuesta por 4 picas cilíndricas de cobre desnudo, de 150micras, unidas entre sí por un conductor de cobre desnudo. Además estas picas tendrán que ir alojadas en el interior de una arqueta de 480x480x590mm.

Al existir diferentes secciones de cables en la instalación, las secciones de los cables toma a tierra serán:

Cable	Fase (mm <sup>2</sup> )	Protección (mm <sup>2</sup> )
C1.1.	20	16
C1.2.	6	6
C2	16	16
C3	35	35
C4	185	95

### 5.2.1.10. Zanjas

En la instalación, debemos de disponer de tres zanjas, una para cada campo fotovoltaico alejado del campo fotovoltaico principal, ya que en este último, el cuarto de inversores se encuentra debajo.

Dichas zanjas alojaran los tubos, que sirven de protección mecánica a los conductores, necesarios para el funcionamiento de la instalación fotovoltaica. El trazado de las zanjas va desde los módulos fotovoltaicos, hasta la entrada de la caseta, donde se encuentra el cuarto de los inversores.

Las longitudes de zanja que se necesita para el alojamiento de los elementos de la instalación son las siguientes:

-Cable C1.1 y C1.2: 0m

-Cable C2: 5m

-Cable C3: 25m

-Cable C4: 100m

Las zanjas a construir, deberán tener las dimensiones siguientes:

-Zanja para cable C2:

N* de tubos	Anchura (m)	Profundidad (m)	Separación de tubos
2	0.4	0.5	0.15

-Zanja para cable C3:

N* de tubos	Anchura (m)	Profundidad (m)	Separación de tubos
2	0.4	0.5	0.15

-Zanja para cable C4:

N* de tubos	Anchura (m)	Profundidad (m)	Separación de tubos
2	1	1	0.2

El relleno de las zanjas se utilizará como material de relleno tierra apisonada procedente de la excavación. La superficie, se reconstruirá con nuevos adoquines iguales a los que ya se encuentran en la instalación, evitando posibles evidencias de la obra. Para la zanja C4, al ubicarse debajo de césped artificial, será repuesto toda aquella superficie que haya podido ser dañada.

En el punto de interconexión de las canalizaciones se dispondrá de una arqueta que permita la comunicación entre los diferentes tramos de zanja.

Además, al terminar de rellenar las zanjas, se deberá señalizar que existe un paso de cables. Esta señalización estará fabricada en polietileno de color

amarillo, siendo de 15x15cm y llevará una leyenda impresa que indique “¡ATENCIÓN PASO DE CABLES ELÉCTRICOS!”, y la señal de riesgo eléctrico.

#### 5.2.1.11. Fabricación del cobertizo

Para la ubicación de las 46 placas que no caben en las cubiertas, se decide diseñar un cobertizo y ubicarlo en la zona especificada en los planos.

En este proyecto se ha diseñado el cobertizo pero la fabricación de éste vendrá dada por un tercero. Es el cliente el encargado de tener listo el día de la instalación el cobertizo instalado en la ubicación indicada.

El diseño del cobertizo viene dado en el plano correspondiente.

#### 5.2.1.12. Control de calidad

##### 5.2.1.12.1. Paneles solares

Todos los módulos deberán de satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215, así como la especificación UNE-EN 61730-1 y 2 sobre seguridad en módulos fotovoltaicos. Este requisito se justificará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente emitido por algún laboratorio acreditado. El módulo llevará de forma claramente visible el modelo, nombre y/o logotipo del fabricante, y número de serie, trazable a la fecha de fabricación, que permita su identificación individual.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación, como roturas o manchas en cualquier de sus elementos así como falta de alineación de las células o burbujas en el encapsulante.

##### 5.2.1.12.2. Soportes

La estructura de soporte y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las normas del fabricante.

La estructura soporte de los módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la misma. La tornillería empleada deberá de ser de acero inoxidable.

#### 5.2.1.12.3. Reguladores

El regulador de carga deberá estar etiquetado con al menos la siguiente información:

- Tensión nominal.
- Corriente máxima.
- Fabricante y número de serie.
- Polaridad y conexiones.

Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de generador y acumulador serán inferiores al 2% de la tensión nominal para sistemas mayores de 1kW, incluyendo los terminales. Los mismos valores se aplican a la caída entre los terminales de batería y consumo.

Las pérdidas de energía diarias causadas por el autoconsumo del regulador en condiciones normales de operación deben ser inferiores al 3% del consumo diario de energía.

#### 5.2.1.12.4. Baterías

Cada batería deberá estar etiquetado con la siguiente información:

- Tensión nominal.
- Polaridad de los terminales.
- Capacidad nominal.
- Fabricante y número de serie.

Será rechazado cualquier vaso que presente defectos de fabricación, como roturas o manchas por fugas, así como posibles deformaciones en el encapsulado.

#### 5.2.1.12.5. Inversores

Los inversores deberán estar etiquetados con, al menos la siguiente información:

- Potencia nominal.
- Tensión nominal de entrada.
- Tensión y frecuencia nominales de salida.
- Fabricante y número de serie.
- Polaridad y terminales.

El inversor debe asegurar una correcta operación en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema. El inversor será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiente especificado por el fabricante. El inversor debe arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación, especialmente en aquellas que requieren elevadas

corrientes de arranque, sin interferir en su correcta operación ni en el resto de cargas.

Las protecciones de los inversores deberán tener un correcto funcionamiento frente a las siguientes situaciones:

- Tensión de entrada fuera del margen de operación.
- Desconexión del acumulador.
- Cortocircuito en la salida de corriente alterna.
- Sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.

Las pérdidas de energía diaria ocasionadas por el autoconsumo del inversor serán inferiores al 5% del consumo diario de energía.

#### 5.2.1.12.6. Cableado

Los conductores necesarios tendrán una sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos. Para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, incluyendo cualquier terminal intermedio, al 1.5% a la tensión nominal continua del sistema. Se incluirá toda la longitud de cables necesaria para cada aplicación concreta, evitando esfuerzos sobre los elementos de la instalación y sobre los propios cables. Los positivos y negativos de la parte de continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados de acuerdo a la normativa vigente. Los cables de exterior estarán protegidos contra la intemperie.

#### 5.2.1.12.7. Toma a tierra

Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48V contarán con una toma de tierra a la que estará conectada las estructuras de soporte y los marcos metálicos de los módulos. El sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos. En caso de existir una instalación previa no se alterarán las condiciones de seguridad de la misma. La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.

### 5.2.2. Ejecución

En este apartado se especifican los pasos a seguir para el correcto montaje de la instalación. Los pasos para la ejecución de la obra serán los siguientes:

- Movimiento de tierras y excavación de las zanjas.
- Fijación para las estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos.
- Montaje de los módulos fotovoltaicos sobre las estructuras soporte.

- Montaje de los elementos solares dentro del cuarto habilitado.
- Instalación de los tubos y bandejas portacables.
- Conexión de las placas solares.
- Colocación del cableado y su correspondiente conexionado.
- Cimentación de las zanjas.

A continuación se detallan más específicamente los pasos a seguir.

#### 5.2.2.1. Movimiento de tierras y excavación de las zanjas

El primer paso a realizar es limpiar la zona donde van a estar situados los módulos fotovoltaicos.

A continuación se realizarán las zanjas necesarias para alojar los tubos que llevarán en su interior el cableado necesario para el funcionamiento de la instalación. Se debe consultar el apartado de zanjas del pliego de condiciones para asegurarse de que las zanjas cumplen con las medidas diseñadas para esta aplicación.

#### 5.2.2.2. Fijación para las estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos

El siguiente paso será el montaje de las estructuras soporte en las cuatro cubiertas, en las cuales se montarán los módulos fotovoltaicos, como se indica en los planos. Se orientarán perfectamente al sur y se instalarán en posición de 60°, teniendo en cuenta la inclinación del propio tejado en algunas cubiertas.

Para este montaje el distribuidor Technosun nos proporciona directamente los soportes listos para instalar, siendo solamente necesario atornillar (con las tuercas indicadas en el presupuesto) la base al tejado y atornillar la barra de la inclinación en posición de 60°.

#### 5.2.2.3. Montaje de los módulos fotovoltaicos sobre las estructuras soporte

Una vez realizadas las estructuras de soporte, se procederá a la colocación de los módulos fotovoltaicos.

Para esta tarea será necesaria una pequeña grúa para elevar dichos paneles a cierta altura.

Para la fijación de los paneles, se atornillarán los marcos de estos al marco del soporte con las tuercas presupuestadas.



#### 5.2.2.4. Montaje de los elementos eléctricos dentro de los cuarto habilitado

Una vez colocados los paneles solares, se realizará el montaje de los elementos necesarios para el funcionamiento de la instalación solar, como son las baterías, inversores, reguladores y las protecciones.

Para ello, se debe asegurar que no existen otros elementos que no sean los necesarios para la instalación.

Según se indica en los planos, se instalarán los reguladores e inversores atornillados a la pared, a una altura de 1.5m.

Las baterías se instalarán en el centro de la habitación, y sobre unas bandejas que recogerán las posibles fugas de ácido que puedan producirse.

#### 5.2.2.5. Instalación de los tubos y bandejas portacables

El siguiente paso a realizar es la instalación de tubos y bandejas portacables.

Se instalarán según en el apartado de tubos del pliego de condiciones, los tubos indicados y a las distancias que se requieren en la zanja que corresponda.

Además, se instalarán las bandejas portacables por dentro de la caseta, desde el punto de entrada de los cables hasta la habitación, según se indica en los planos. Deberán ir atornilladas a la pared, a una altura de 30cm por debajo del techo, y atornilladas mediante los travesaños presupuestados, uno a cada 1.5m de distancia.

Para realizar las curvas necesarias, se utilizarán los accesorios presupuestados.

Por la habitación, se instalarán canaletas PVC para albergar los cables que unen reguladores e inversores, a una altura de 1m.

#### 5.2.2.6. Conexión de las placas solares

El conexionado entre los paneles se realizará por medio de unos bornes alojados en el interior de una caja de registro situada en la parte trasera de los módulos fotovoltaicos, lo que permite que los paneles puedan agruparse en serie o en paralelo, según se precise, en el plano de conexiones. El cable utilizado será el especificado en el apartado de cableado.

Todos los cables procedentes de cada línea serán reunidos en el punto central de la cubierta, donde se realizará la conexión a la línea general.

#### 5.2.2.7. Colocación del cableado y su correspondiente conexionado.

El siguiente paso será pasar las líneas generales a través de los tubos ubicados ya en las zanjas, además de colocarlo en las bandejas portacables hasta la habitación de los inversores.

Una vez realizado, se cerrarán las tapas de las bandejas y se realizará el conexionado en los inversores y reguladores, tal como se indica en los planos, además del conexionado con los cables procedentes de las filas de cada cubierta.

Además, se conectarán todas los marcos metálicos de los paneles solares y los soportes a la toma tierra, tal y como se especifica en los planos.

Para enlazar la arqueta de conexión de las picas de puesta a tierra con la arqueta de interconexión se abrirá una zanja cuya profundidad será de 0.8m y 0.3 de ancho. El asiento donde irán los conductores tendrá una altura de 0.3m y la cinta de señalización estará a 0.1m de la superficie.

Por último, a 1 metro de la salida de las placas, se instalaran los fusibles de cada cubierta.

#### 5.2.2.8. Cimentación de las zanjas

Finalmente, se comprueba que las zanjas cumplen con lo diseñado una vez los cables están instalados.

Se colocará los tubos a 10 cm del fondo. Se cubrirá, con la tierra extraída de la propia zanja toda la superficie del tubo y 10 cm más de la superficie del tubo, el resto se cimentará, dejando la altura suficiente para la colocación de la cinta de aviso de paso del cables y del pavimento.

Las zanjas que se han ubicado bajo superficie de adoquines, se colocarán nuevos, del mismo modelo al anterior, evitando así evidencias de la obra, en la medida de lo posible. La zanja que transcurre bajo el césped artificial, se sustituirán las partes estropeadas.

#### 5.2.3. Pruebas de servicio

Una vez terminada la obra, se procederá a una recepción de obra provisional, la cual no se hará del todo efectiva hasta pasar una serie de pruebas técnicas que indiquen tanto el buen funcionamiento de la misma, como el cumplimiento de los aspectos de seguridad y salud necesarios para evitar accidentes que pongan en peligro la integridad de los usuarios de la misma.

Las pruebas mínimas a realizar por la empresa instaladora para llevar a cabo la entrega final de la obra será:

- Funcionamiento y puesta en marcha del sistema. La instalación tendrá que estar funcionando un mínimo de 240 horas seguidas sin interrupciones ni fallos.

- Prueba de las protecciones del sistema y de las medidas de seguridad, especialmente en las baterías.

#### 5.2.4. Condiciones de entrega

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas del lugar del usuario de la instalación, para facilitar su correcta interpretación.

Las pruebas a realizar por el instalador serán las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha del sistema.
- Prueba de las protecciones del sistema y de las medidas de seguridad, especialmente las de la batería.
- Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. El Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que el sistema ha funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos del sistema suministrado. Además se deben cumplir los siguientes requisitos:
  - Entrega de la documentación requerida en este PCT.
  - Retirada de obra de todo el material sobrante.
  - Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

### 5.3. Facultativas

#### 5.3.1. Responsabilidades

Durante la ejecución de la obra, el responsable de la instalación será la persona designada por la empresa instaladora. No tendrá derecho a la indemnización por el mayor precio que pudieran costar los materiales ni por fallo en el presupuesto presentado al cliente.

#### 5.3.2. Ejecución de la obra

La instalación solar fotovoltaica tendrá que ubicarse en los espacios indicados para la misma.

El director de la obra tendrá que indicar todos los puntos necesarios para ejecución de la obra en presencia del encargado por la empresa instaladora.

La empresa contratada para la ejecución de la obra será la encargada de suministrar todos los materiales indicados en el presupuesto para la correcta ejecución de la obra. Todos estos materiales serán de primera calidad, tal y

como se deberá dejar constancia en el momento de firmar el acuerdo entre la empresa instaladora y el usuario.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, la empresa contratada obtendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al director técnico de la obra, quien decidirá qué hacer. En ningún caso se suplirá la falta de material sin indicarlo previamente.

### 5.3.3. Plazos de ejecución

El comienzo de la obra será el estipulado por la empresa instaladora y el propietario de la instalación final.

El plazo de ejecución de la obra también será el estipulado previamente por ambas partes.

En caso de que no se cumplan los plazos de comienzo o de ejecución, el propietario de la instalación será indemnizado por el retraso en lo acordado.

### 5.3.4. Obras defectuosa

En caso de detectarse algún elemento u obra que no se ajuste con el presente proyecto, se le comunicará al director de obra, el cuál tomará las medidas necesarias para satisfacer la demanda del propietario, ya sea mediante un acuerdo económico, o bien con la sustitución de dicho elemento, ampliando o no el plazo de entrega provisional de la instalación.

### 5.3.5. Tiempo de prestación

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente a la empresa instaladora. Cuando la empresa instaladora considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará al fabricante.

El suministrador atenderá el aviso en un plazo máximo de 48 horas si la instalación no funciona, o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas con la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

### 5.3.6. Conservación de la instalación

La empresa contratada por el propietario de la instalación, se verá obligado a mantener en buen estado los elementos que se encuentren en esa instalación y

los que se vayan instalando hasta la fecha de recepción de la instalación provisional. Si algún trabajador de la empresa contratada provocará algún daño sobre algún elemento de la instalación, este deberá de ser repuesto por parte de la empresa instaladora.

#### 5.3.7. Material auxiliar

Se considerará material auxiliar, a todos aquellos equipos o maquinas necesarias para la correcta ejecución de la obra, tales como son grúas, andamios, grupo electrógeno,... Todo este material correrá a cuenta de la empresa contratada sin modificar el precio del presupuesto acordado en el contrato.

#### 5.3.8. Contrato de mantenimiento

Se realizará un contrato de mantenimiento, como mínimo, de dos años. El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual. El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá las labores de mantenimiento de todos los elementos de la instalación aconsejados por los diferentes fabricantes.

### 5.4. Económicas

#### 5.4.1. Garantía

Se garantizará el buen funcionamiento de la instalación durante 2 años para todos los materiales utilizados y para el montaje. Con respecto de la garantía de los módulos solares y el resto de componentes, cada fabricante ofrece una garantía, el cual, si el fallo es motivo de la fabricación, no correrá a cuenta de la empresa instaladora, pero si se hará cargo del trámite de la garantía.

La potencia de los módulos fotovoltaicos, se asegura un funcionamiento de 10 años al 90% y 25 años al 80%. Si hubiera que interrumpirse la explotación del sistema debido a razones de las que es responsable el suministrador, o reparaciones que haya de realizar para cumplir las estipulaciones de garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

Sin perjuicio de una posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquier de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones. La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la entrega de la instalación.

Quedan incluidos los siguientes gastos: tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

Asimismo, se debe incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

#### 5.4.2. Anulación de la garantía

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque solo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

#### 5.4.3. Lugar y tiempo de la prestación

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará fehacientemente al fabricante.

El suministrador atenderá el aviso en un plazo máximo de 48 horas si la instalación no funciona, o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas con la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

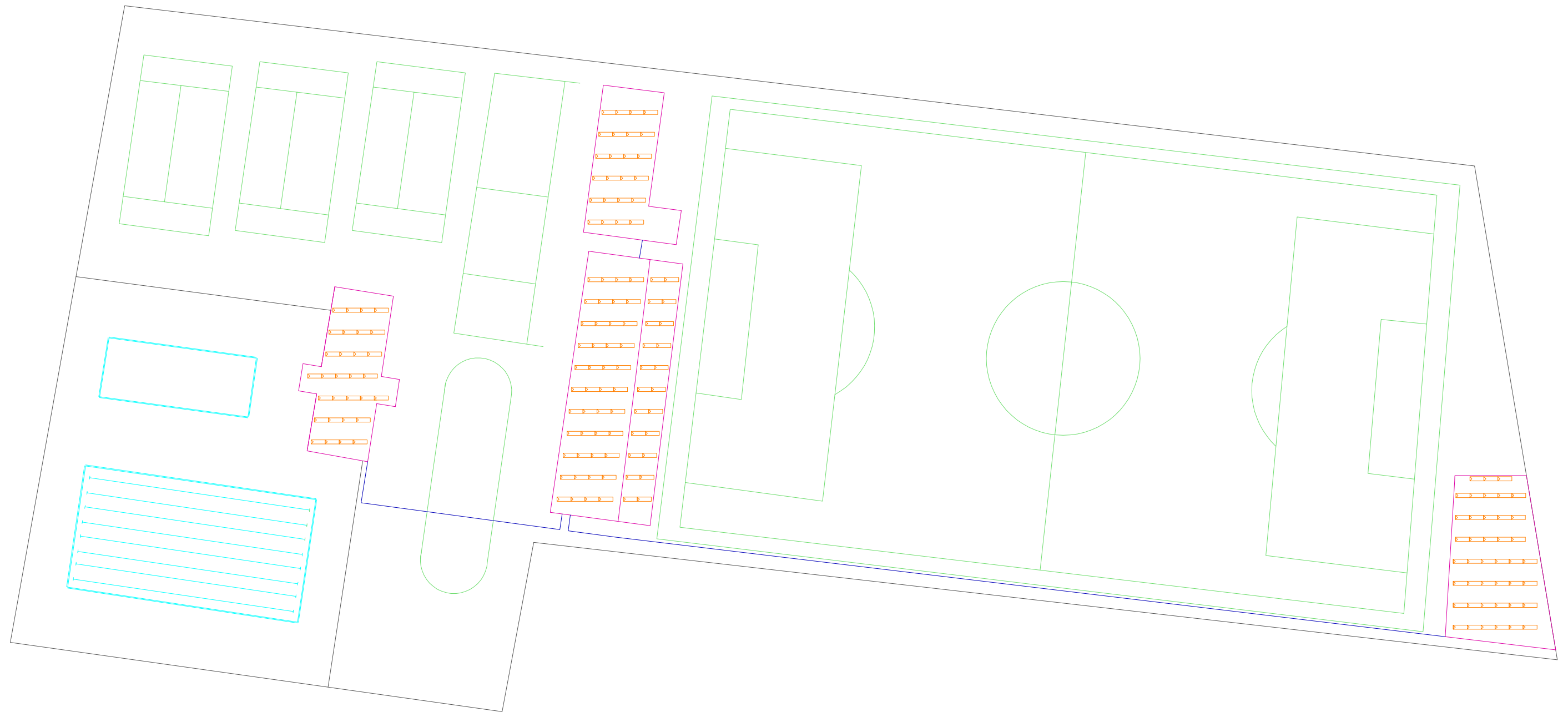


# 3. Planos

# Índice

1. Plano general ubicación y distribución de placas solares y zanjas
  - 1.1. Plano ubicación de placas en cubierta 1
  - 1.2. Plano ubicación de placas en cubierta 2
  - 1.3. Plano ubicación de placas en cubierta 3
  - 1.4. Plano ubicación de placas en cubierta 4
  - 1.5. Plano de distribución zanja 2
  - 1.6. Plano de distribución zanja 3 y 4
2. Identificación de las dependencias
  - 2.1. Plano ubicación de los elementos eléctricos
3. Diagrama de conexiones
4. Diseño del cobertizo





- Cubiertas
- Zanjas
- Paneles solares
- Perímetro del recinto
- Pistas deportivas



*Escala:*

**1:2000**

*Proyecto:*

Instalación eléctrica de un polideportivo por medio de placas solares

*Nombre del plano*

**Plano general ubicación y distribución de placas solares y zanjas**

*Fecha:*

Junio 2015

*Plano n.*

**1**



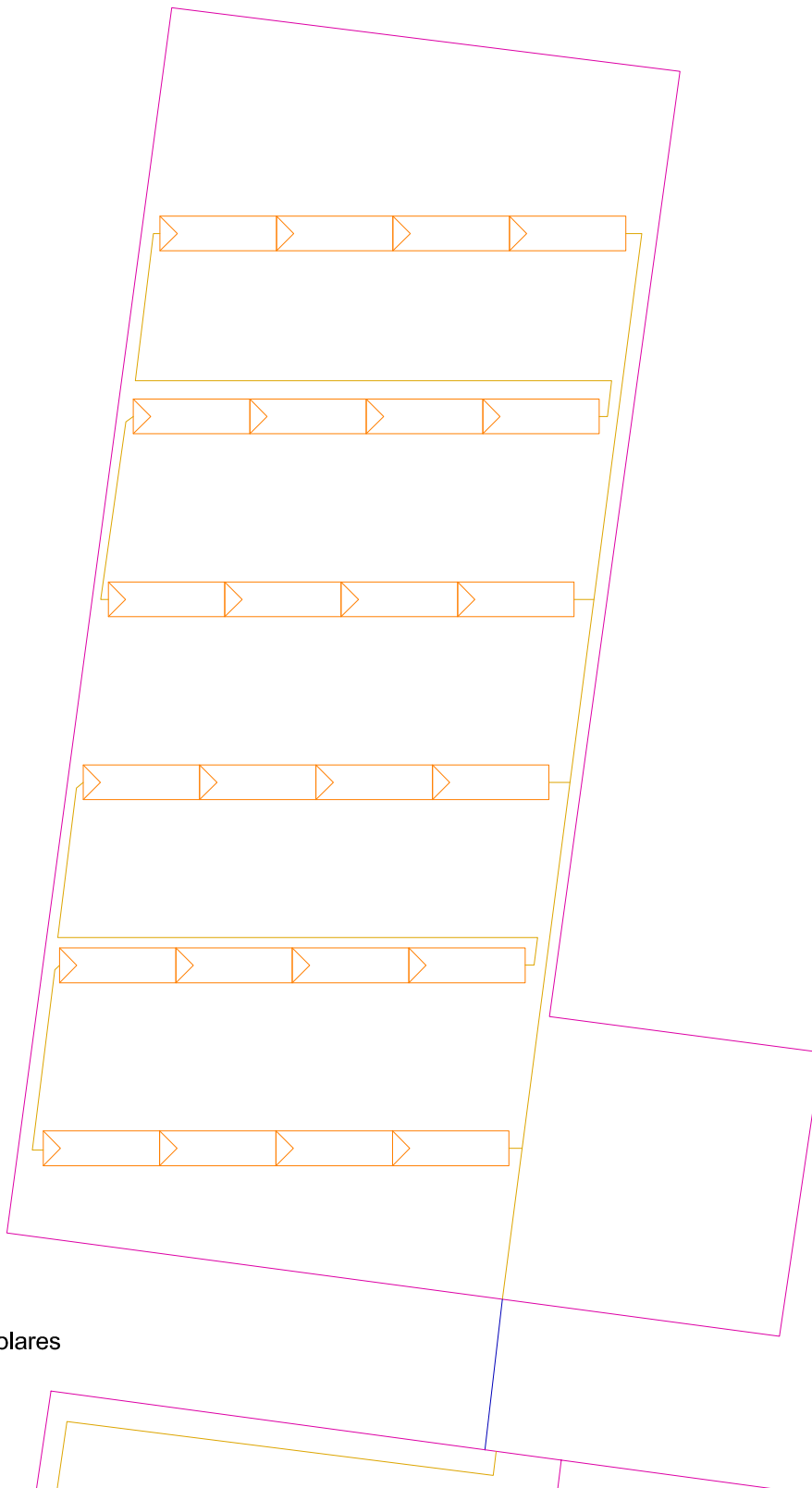
*Escala:*  
**1:500**

*Proyecto:*  
 Instalación eléctrica de un polideportivo  
 por medio de placas solares

*Nombre*  
**Plano ubicación placas en cubierta 1**

*Fecha:*  
 Junio 2015

*Plano n.*  
**1.1**



- Paneles solares
- Cableado
- Cubiertas
- Zanjas



*Escala:*

**1:100**

*Proyecto:*

Instalación eléctrica de un polideportivo  
por medio de placas solares

*Nombre*

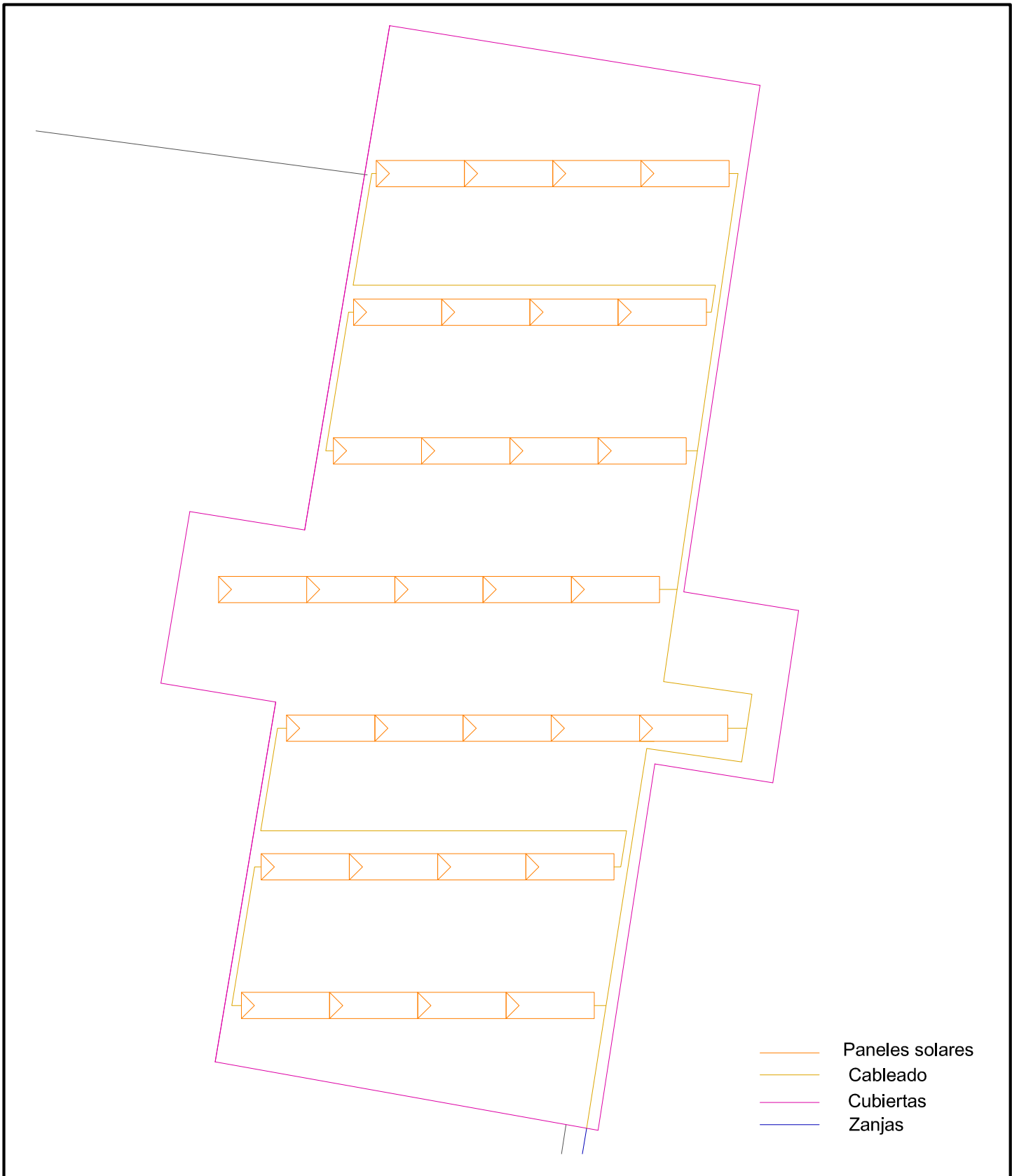
**Plano ubicación placas en cubierta 2**

*Fecha:*

Junio 2015

*Plano n.*

**1.2**



*Escala:*

**1:100**

*Proyecto:*

Instalación eléctrica de un polideportivo por medio de placas solares

*Nombre*

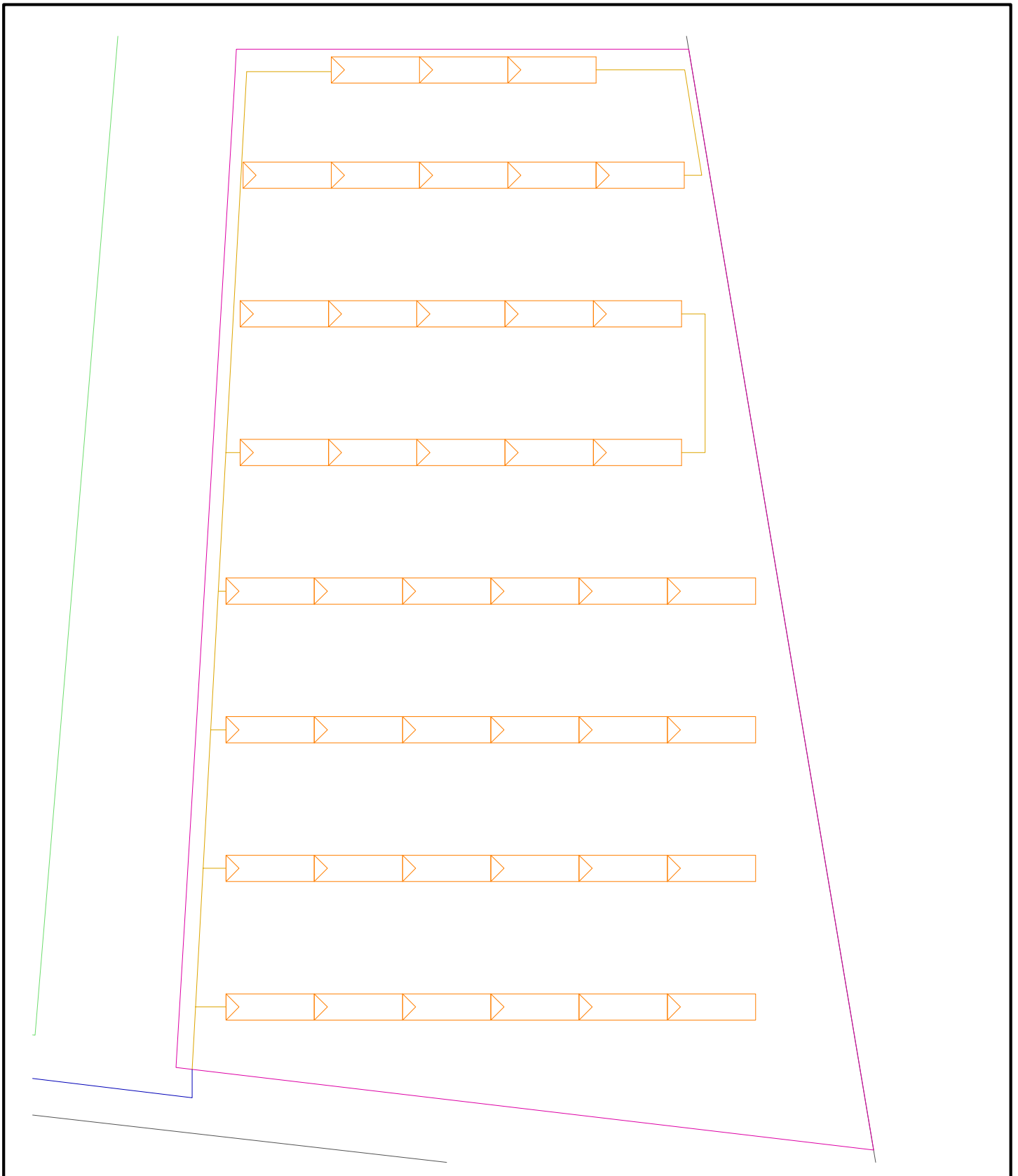
**Plano ubicación placas en cubierta 3**

*Fecha:*

Junio 2015

*Plano n.*

**1.3**



*Escala:*

**1:100**

*Proyecto:*

Instalación eléctrica de un polideportivo  
por medio de placas solares

*Nombre*

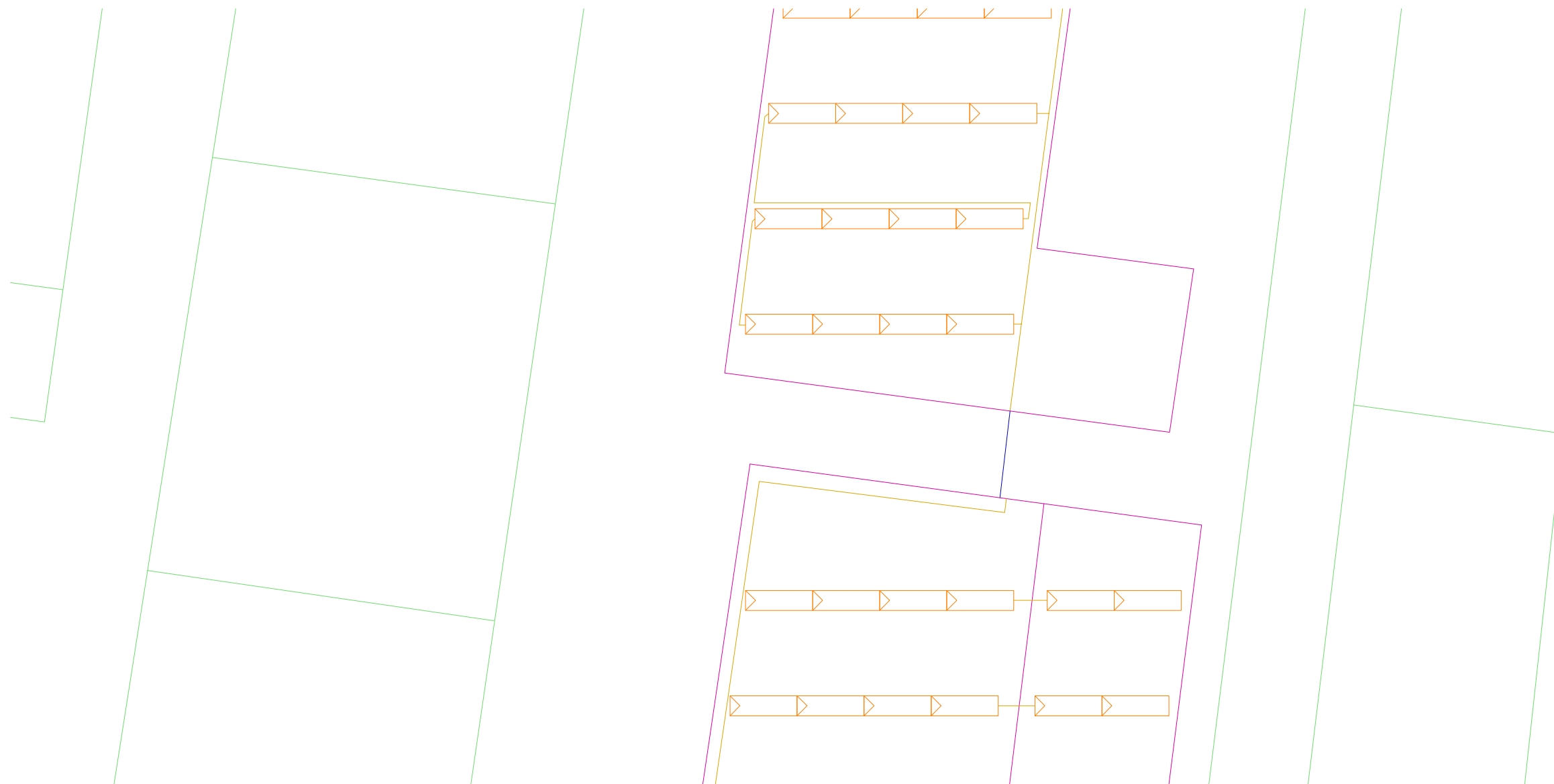
**Plano ubicación placas en cubierta 4**

*Fecha:*

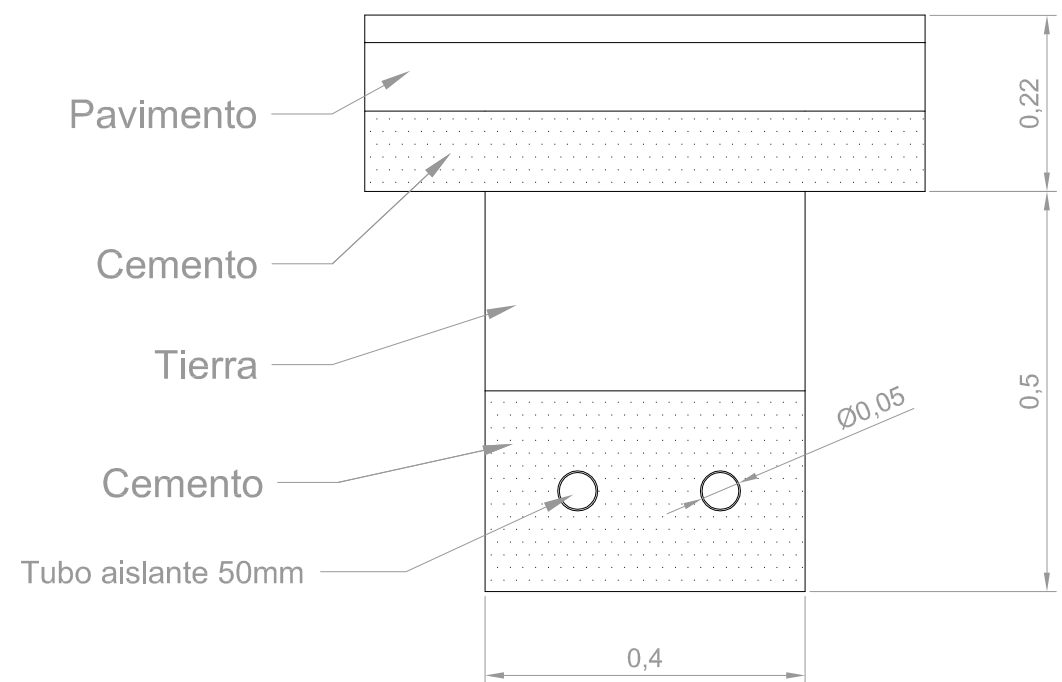
**Junio 2015**

*Plano n.*

**1.4**




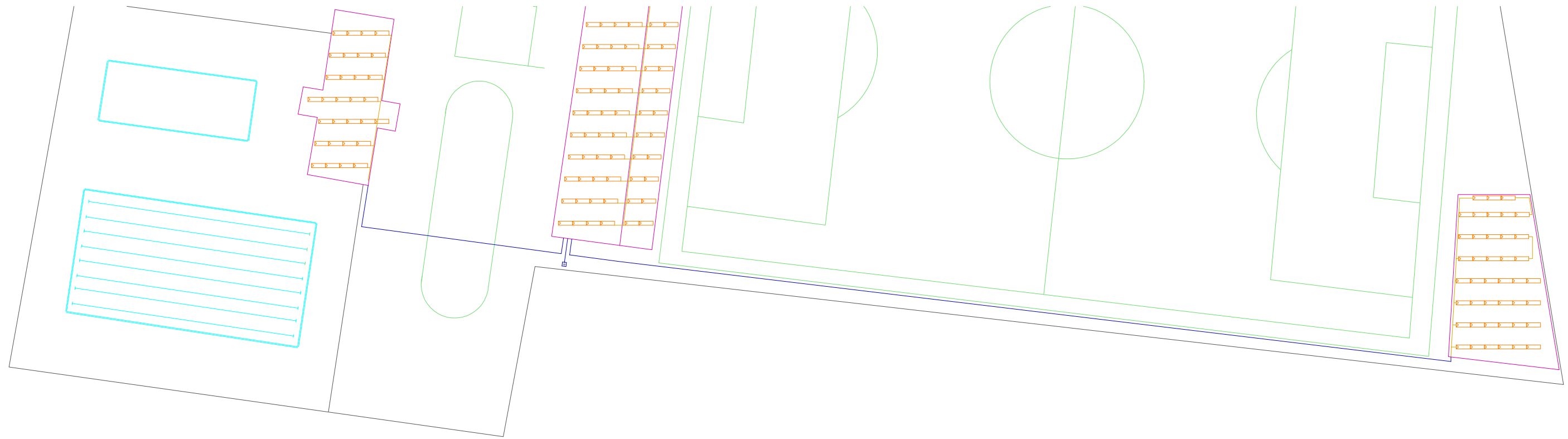
Detalle de la zanja 2 y 3



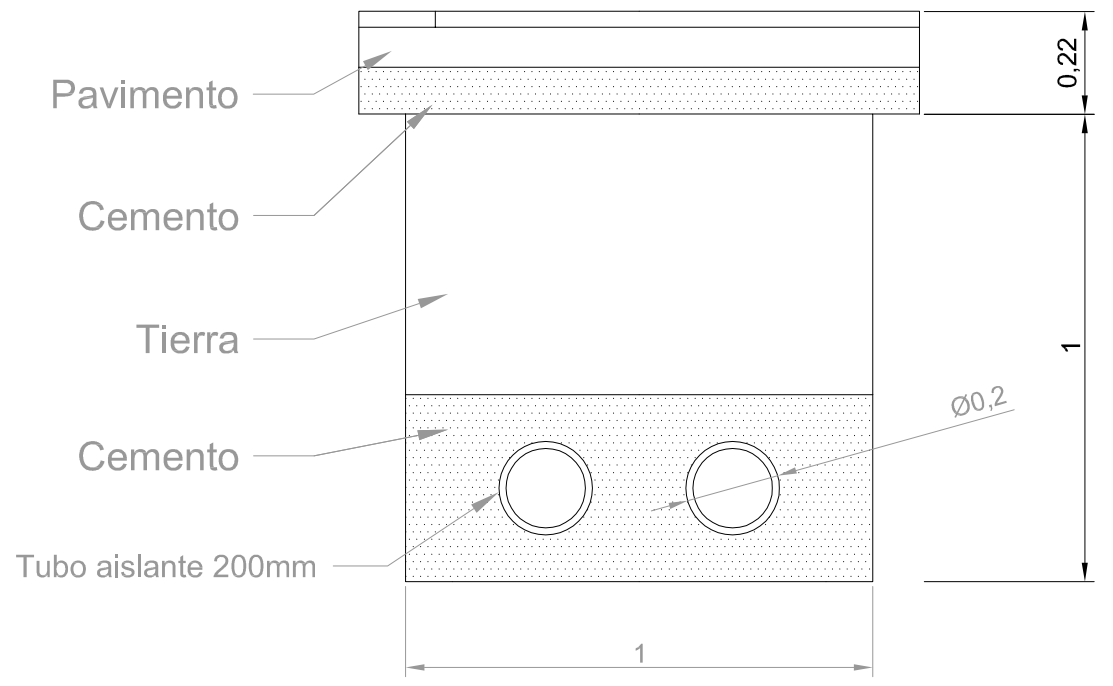
Cotas en metros

- Paneles solares
- Cableado
- Cubiertas
- Zanjas

	<i>Escala:</i> <b>1/200</b>	<i>Proyecto:</i> Instalación eléctrica de un polideportivo por medio de placas solares
	<i>Nombre del plano</i> <b>Plano distribución de zanja 2</b>	
		<i>Fecha:</i> <b>Junio 2015</b>
		<i>Plano n.</i> <b>1.5</b>




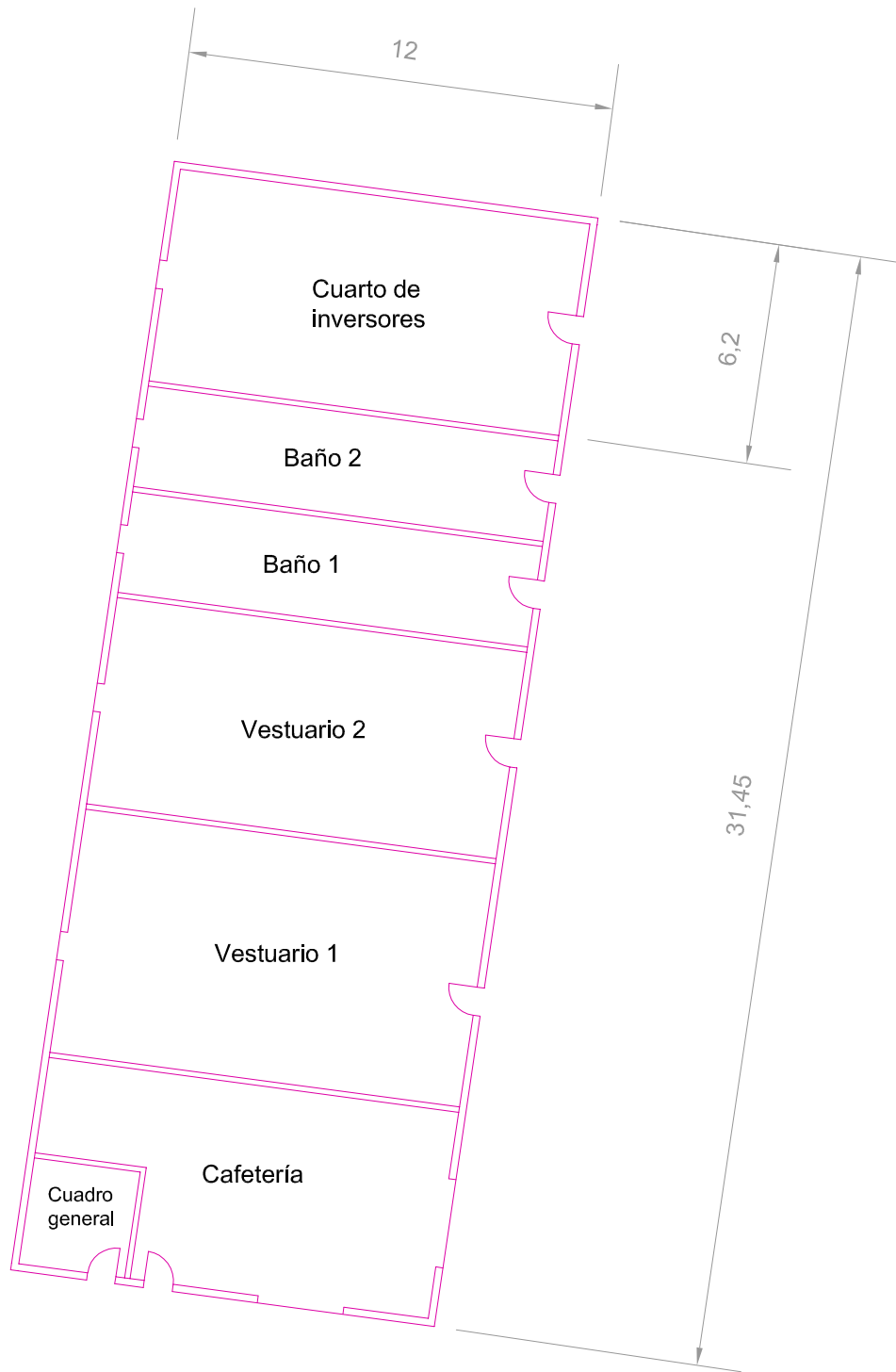
Detalle de la zanja 4



Cotas en metros

- Paneles solares
- Cableado
- Cubiertas
- Zanjas

	<i>Escala:</i> <b>1/2000</b>	<i>Proyecto:</i> Instalación eléctrica de un polideportivo por medio de placas solares
	<i>Nombre del plano</i> Plano distribución de zanja 3 y 4	
	<i>Fecha:</i> Junio 2015	
		<i>Plano n.</i> 1.6



*Escala:*

1:200

*Proyecto:*

Instalación eléctrica de un polideportivo por medio de placas solares

*Nombre*

Identificación de las dependencias

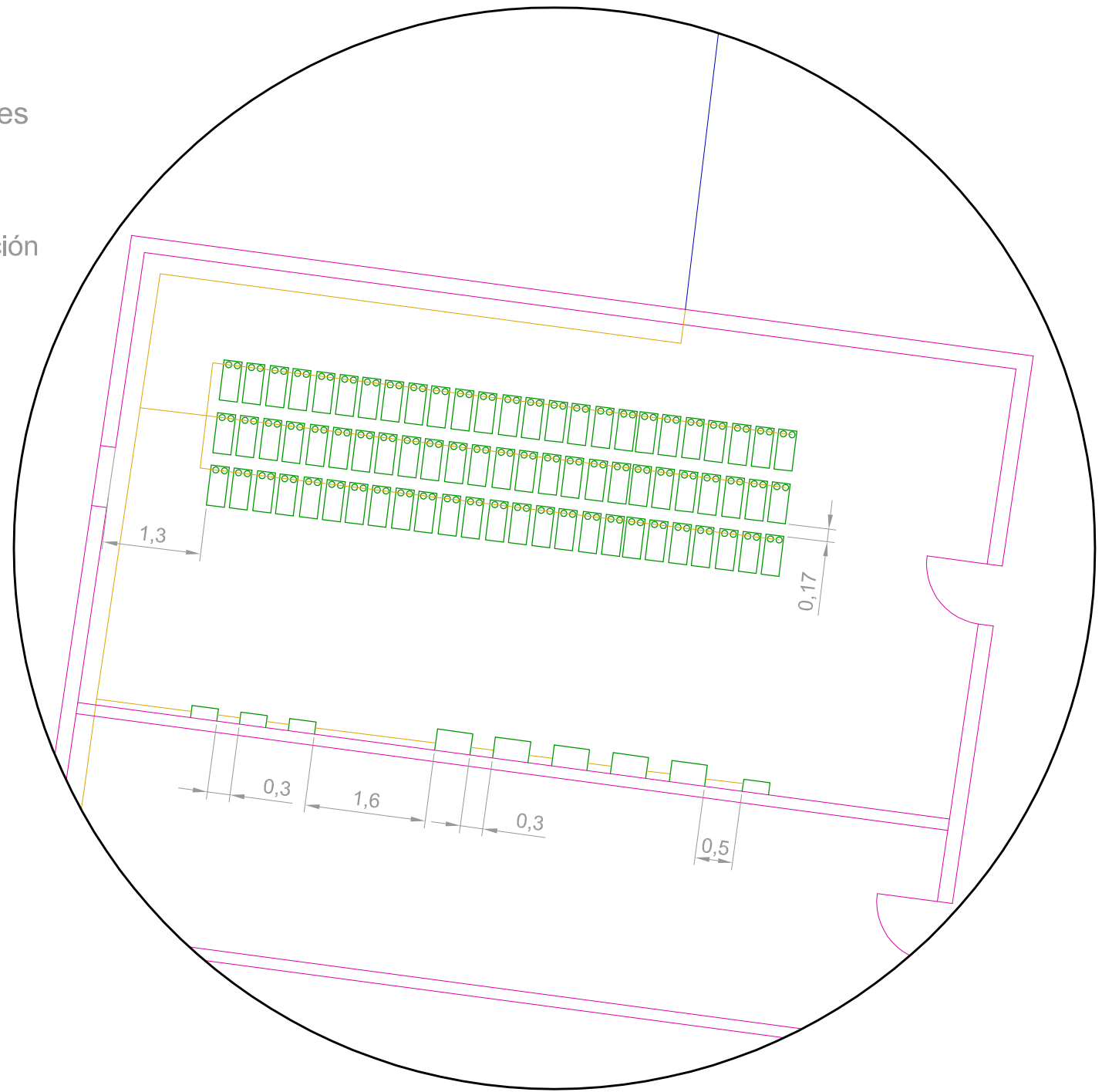
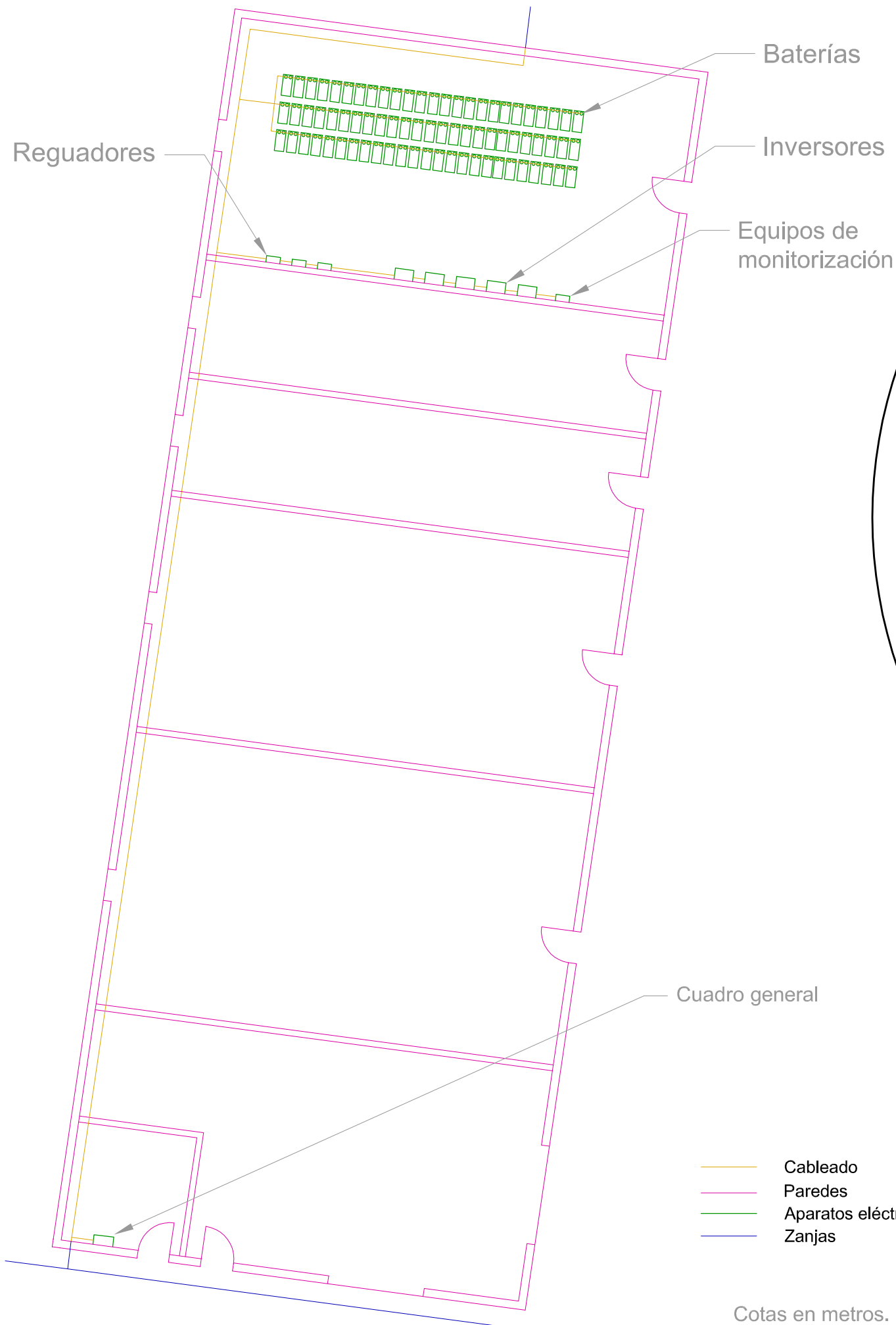
*Fecha:*

Abril 2015


*Plano n.*

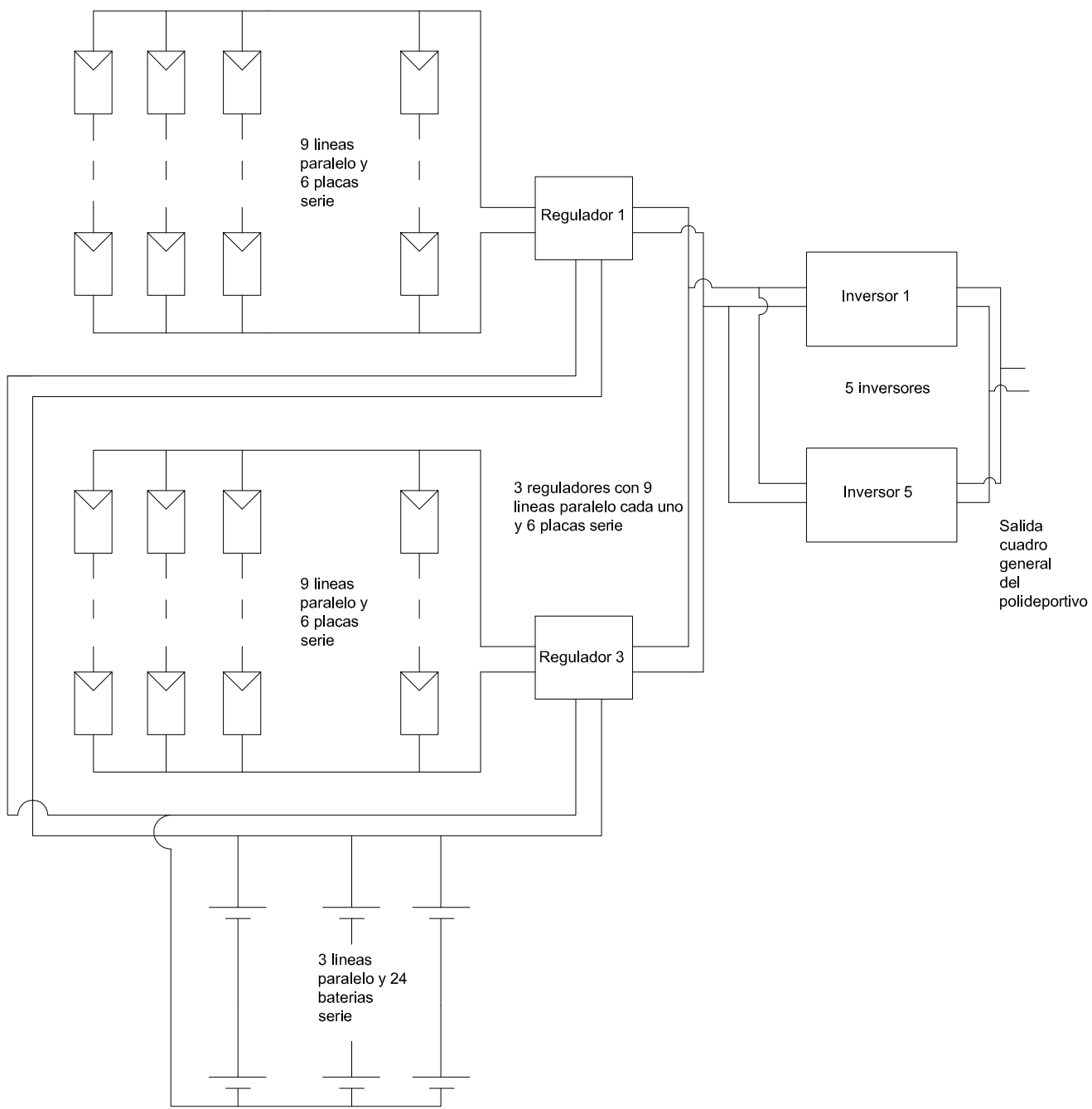
2





Detalle ampliado de la distribución de los elementos

	<i>Escala:</i> <p>1/200</p>	<i>Proyecto:</i> <p>Instalación eléctrica de un polideportivo por medio de placas solares</p>
	<i>Nombre del plano</i> <p>Plano ubicación de elementos eléctricos</p>	
		<i>Fecha:</i> <p>Junio 2015</p>
		<i>Plano n.</i> <p>2.1</p>



Escala:

S/E

Proyecto:

Instalación eléctrica de un polideportivo por medio de placas solares

Nombre

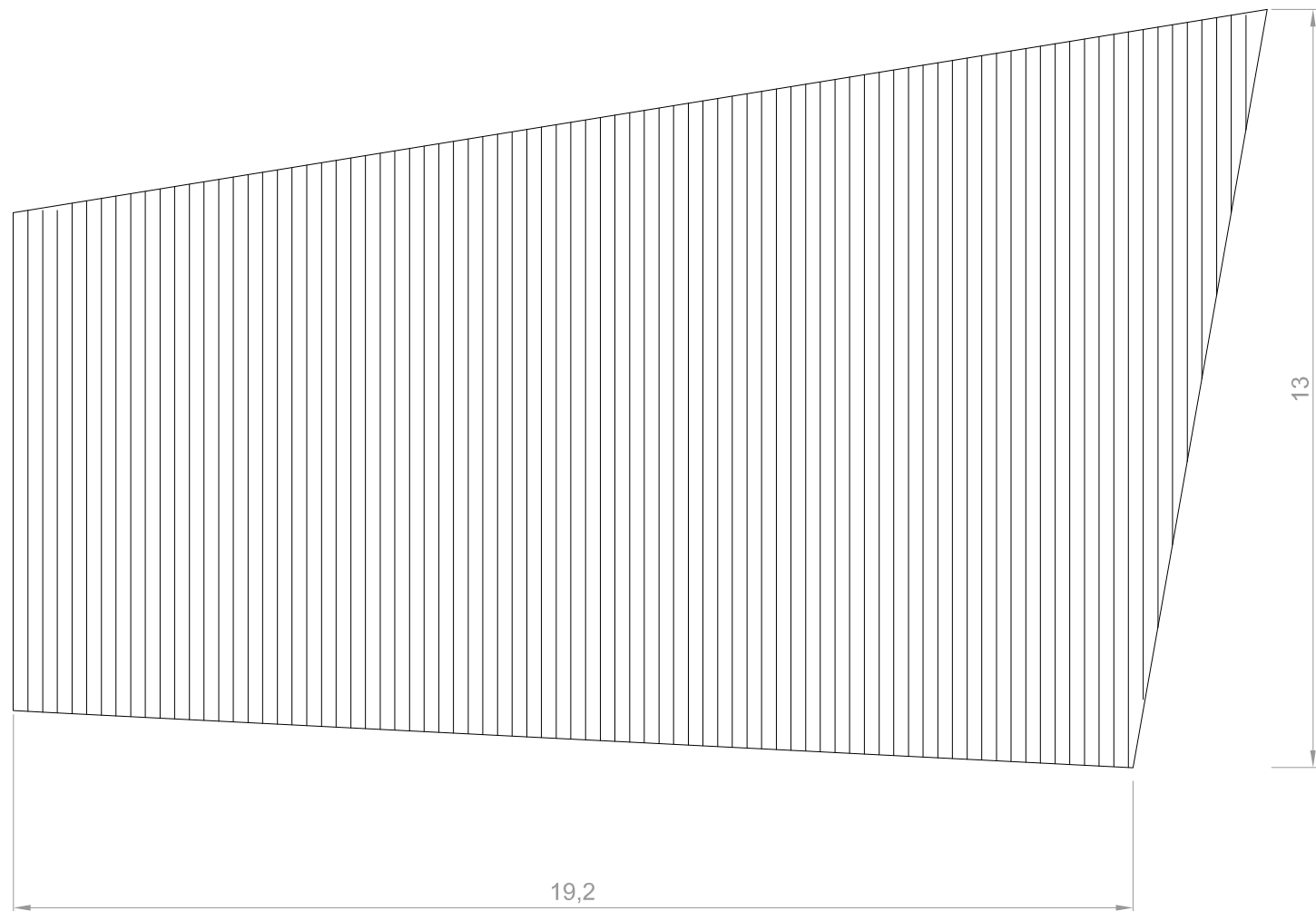
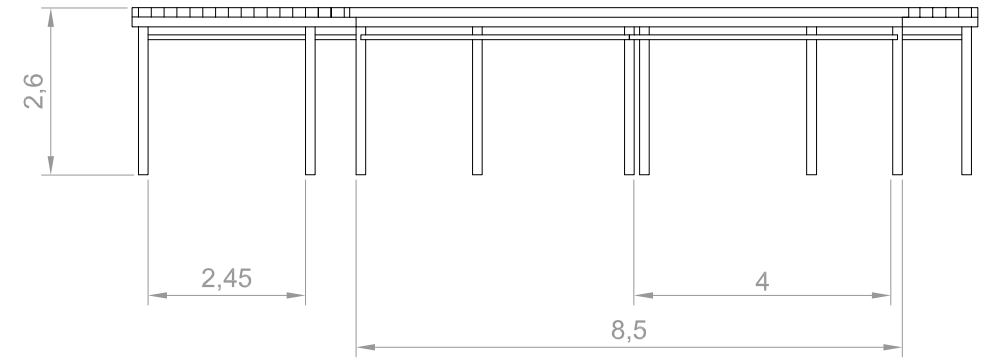
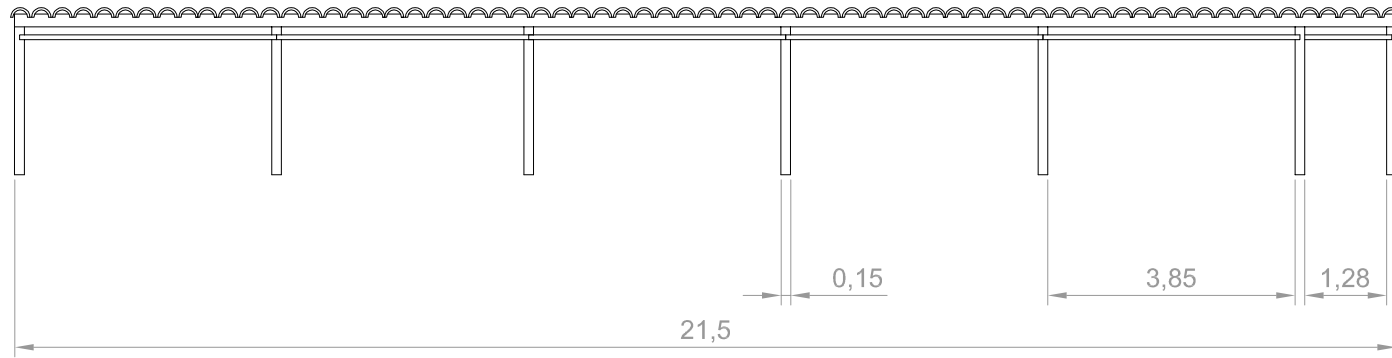
Diagrama de conexiones

Fecha:


Junio 2015

Plano n.

3



Cotas en metros.

	<i>Escala:</i> <b>1:200</b>	<i>Proyecto:</i> Instalación eléctrica de un polideportivo por medio de placas solares
	<i>Nombre del plano</i> <b>Diseño del cobertizo. Cubierta 4</b>	
		<i>Fecha:</i> Junio 2015
		<i>Plano n.</i> <b>4</b>





# 4. Presupuesto

## Índice

1. Aspectos generales.....	119
2. Desglose de la instalación.....	119
2.1 Instalación fotovoltaica.....	119
2.2 Estructuras de soporte.....	120
2.3 Cableado.....	120
2.4 Puesta tierra.....	121
2.5 Zanjas.....	121
2.6 Tubos portacables.....	121
2.7 Bandejas portacables.....	122
2.8 Protecciones.....	122
2.9 Viajes y desplazamientos.....	122
3. Resumen del presupuesto.....	123

## 1. Aspectos generales

El presente presupuesto indicará el coste total para la correcta realización de la instalación. Este documento será entregado al cliente para que realice el abono de la misma, según los plazos estipulados en el contrato.

Los precios que se muestran son precios finales e incluyen IVA y descuentos realizados por el distribuidor.

## 2. Desglose de la instalación

A continuación se detalla un desglose de precios de los elementos según a la parte a la que pertenezcan, instalación fotovoltaica, estructuras, cableado, protecciones, puestas a tierra y otros accesorios.

### 2.1. Instalación fotovoltaica

<b>Elemento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio ud</b>	<b>Total</b>
1	Módulo solar fotovoltaico JinkoSolarJKM250P-60, policristalino de 250Wp, tolerancia 0/+3% y garantía de 10 años.	162	137.5	22275
2	Regulador marca Victron Energy modelo BlueSolar MPPT de 85A y 48V. Incorpora protecciones contra sobretensiones y sobre intensidades.	3	460	1380
3	Batería de Pb-ácido marca Victron Energy modelo OPZV3000 de 2V.	72	715	51480
4	Inversor cargador marca Victron Energy modelo QUATTRO de 48V y 10kW, con posibilidad de conexión en paralelo y conexión a red.	5	2507	12535
5	Equipos de monitorización	1	150	150
<b>TOTAL</b>				<b>87820</b>

## 2.2. Estructuras de soporte

Elemento	Descripción	Unidades	Precio ud	Total
5	Estructura de soporte STR02H-1642-994 para superficies planas, inclinación regulable de 10 a 60° y 2 paneles en horizontal.	81	108.9	8821
6	Tornillo autoblocante M10 y arandelas	1296	0.16	207.36
<b>TOTAL</b>				<b>9028.36</b>

## 2.3. Cableado

Elemento	Descripción	Metros	Precio m	Total
7	Cable bipolar Prismian Retenax Flex, XLPE tipo RV-K, de tensión nominal 0.6/1kV, de cobre y flexible clase 5, sección 25mm <sup>2</sup> .	10	3.8	38
8	Cable bipolar Prismian Retenax Flex, de XLPE tipo RV-K, de tensión nominal 0.6/1kV, de cobre y flexible clase 5, sección 6mm <sup>2</sup> .	10	1.03	10.3
9	Cable bipolar Prismian Retenax Flex, de XLPE tipo RV-K, de tensión nominal 0.6/1kV, de cobre y flexible clase 5, sección 16mm <sup>2</sup> .	12	2.43	29.16
10	Cable bipolar Prismian Retenax Flex, de XLPE tipo RV-K, de tensión nominal 0.6/1kV, de cobre y flexible clase 5, sección 35mm <sup>2</sup> .	36	5.3	190.8
11	Cable bipolar Prismian Retenax Flex, de XLPE tipo RV-K, de tensión nominal 0.6/1kV, de cobre y flexible clase 5, sección 185mm <sup>2</sup> .	110	26.7	2397
12	Cable Prismian Retenax Flex, de	12	6.2	74.4



	material XLPE tipo RV-K, de tensión nominal 0.6/1kV, de cobre y flexible clase 5, sección 50mm <sup>2</sup> .			
13	Cable bipolar Prismian P-Sun 2.0., de XLPE tipo ZZ-F, de tensión nominal 0.6/1kV, de cobre y flexible clase 5, sección 6mm <sup>2</sup>	200	1.8	360
<b>TOTAL</b>				<b>3107.06</b>

#### 2.4. Puesta tierra

Elemento	Descripción	Unidades	Precio ud	Total
14	Pica de puesta a tierra 100x14 mm, de 150 micras	4	9.92	39.68
15	Cable Prismian Retenax Flex, de material XLPE tipo RV-K, de tensión nominal 0.6/1kV, de cobre y flexible clase 5, sección 6, 16, 35 y 95mm <sup>2</sup> , para toma tierra.	150	2.43	364.5
16	Arqueta de puesta a tierra de poliéster AC-CP 20 480x480x590mm instalación y zanja	1	66.98	883.12
<b>TOTAL</b>				<b>1287.3</b>

#### 2.5. Zanjas

Elemento	Descripción	Metros	Precio m	Total
17	Excavación de zanja y relleno de la misma a máquina en terrenos flojos, según la tabla de precios del HE4.	130	4.69	609.7
<b>TOTAL</b>				<b>609.7</b>

#### 2.6. Tubos portacables

Elemento	Descripción	Metros	Precio m	Total
18	Tubo enterrado y flexible marca Aiscan DRN50	30	2.59	77.7
19	Tubo enterrado y flexible marca Aiscan DRN200	100	14.14	1414
<b>TOTAL</b>				<b>1491.7</b>

## 2.7. Bandejas portacables

Elemento	Descripción	Unidades	Precio ud	Total
20	Bandeja perforada Aiscan CMP310	18m	9.17	165.06
21	Aiscan CV9/TCV9 curva verical cóncava 90° compatible con CMP310.	5	27.13	135.65
22	Aiscan CH9/TCH9 curva verical convexa 90° compatible con CMP310.	8	27.68	221.44
23	AiscanSTC100 soporte de sujeción travesaño liso	12	7.74	92.88
<b>TOTAL</b>				<b>615.03</b>

## 2.8. Protecciones

Elemento	Descripción	Unidades	Precio ud	Total
24	Base portafusibles NH DF Electric.	5	31.24	156.2
25	DF Electric NH gC NH00 de 125A y 500V	1	8.57	8.57
26	DF Electric NH gC NH000 de 25A y 500V.	1	3.15	3.15
27	DF Electric NH gC NH000 de 50A y 500V	1	3.85	3.85
28	DF Electric NH gC NH000 de 63A y 500V.	1	4.05	4.05
29	DF Electric NH gC NH000 de 100A y 500V.	1	6.16	6.16
<b>TOTAL</b>				<b>181.98</b>

## 2.9. Viajes y desplazamientos

Elemento	Descripción	Unidades	Precio ud	Total
29	Transporte de materiales	5	70.9	354.5
<b>TOTAL</b>				<b>354.5</b>

### 3. Resumen del presupuesto

#### PRESUPUESTO

Instalación fotovoltaica.....	87820€
Estructuras de soporte.....	9028.36€
Cableado.....	3107.06€
Puesta tierra.....	1287.3€
Zanjas.....	609.7€
Tubos portacables.....	1491.7€
Bandejas portacables.....	615.03€
Protecciones.....	181.98€
Viajes y desplazamientos.....	354.5€
<b>Presupuesto de ejecución material.....</b>	<b>104495.63€</b>
<b>Total + 21% IVA.....</b>	<b>126439.72€</b>
<b>Mano de obra y beneficio.....</b>	<b>21836.37€</b>

**Asciende el presupuesto a la cantidad de.....148276€**

**148276€**

**CIENTO CUARENTA Y OCHO MIL DOS CIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS**

Valencia, 3 de junio de 2015

Ivan Frasset Paret