



**PROYECTO DE EJECUCIÓN  
DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN  
'PARQUE DE BOMBEROS Nº 1', EDIFICIO  
SINIESTROS.**

**SERVICIO DE CONSERVACIÓN DE ARQUITECTURA**

UNIDAD: UNIDAD DE ENERGÍA E INSTALACIONES

INGENIERO INDUSTRIAL: **Pilar Fiteni Mera**  
ASISTENCIA EXTERNA

INGENIERO T. INDUSTRIAL: **Francisco Javier Perez Abad**  
FUNCIONARIO  
MUNICIPAL

Septiembre / 2019

**17-038 –ELR BOMBEROS 1 SISIESTROS EFIC IEF-P2**

**REM: 204–PARQUE BOMBEROS Nº1 SINIESTROS**

**PROYECTO PARA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN  
PARQUE BOMBEROS N°1 EDIFICIO SINIESTROS  
17-038 –ELR BOMBEROS 1 SINIESTROS EFIC IEF-P2  
REM: 204–PARQUE BOMBEROS N°1 SINIESTROS**

# Índice de Documentos

---

## **-MEMORIA GENERAL**

## **-MEMORIA TECNICA DE LAS INSTALACIONES**

## **-ANEJOS**

ANEJO 1.-	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN
ANEJO 2.-	CÁLCULOS ELÉCTRICOS
ANEJO 3.-	CONDICIONES DE CONEXIÓN DE ERZ ENDESA
ANEJO 4.-	EVALUACIÓN ENERGÉTICA
ANEJO 5.-	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS
ANEJO 6.-	CERTIFICADOS DE CONFORMIDAD DE LOS EQUIPOS
ANEJO 7.-	GESTIÓN DE RESIDUOS

## **-ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

## **-PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES**

## **-MEDICIONES Y PRESUPUESTO**

## **-PLANOS**

B1	PARQUE BOMBEROS Nº1: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
B2	PARQUE BOMBEROS Nº1 : ESQUEMA UNIFILAR
B3	PARQUE BOMBEROS Nº1 : DISTRIBUCION EN PLANTA CUBIERTA
B4	PARQUE BOMBEROS Nº1 : DISTRIBUCION EN PLANTA PRIMERA
B5	PARQUE BOMBEROS Nº1 : DISTRIBUCION EN PLANTA SÓTANO

**PROYECTO PARA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN  
PARQUE BOMBEROS N°1 EDIFICIO SINIESTROS  
17-038 –ELR BOMBEROS 1 SINIESTROS EFIC IEF-P2  
REM: 204–PARQUE BOMBEROS N°1 SINIESTROS**

- **MEMORIA GENERAL**

## INDICE MEMORIA GENERAL

1. ANTECEDENTES Y OBJETO
2. ENCARGO DE LA MEMORIA
3. CONDICIONES URBANISTICAS
4. AUTOR DE LA MEMORIA
5. PLAZO EJECUCIÓN DE LA OBRA
6. JUSTIFICACIÓN ECONOMICA Y AHORRO ENERGÉTICO
7. MEMORIA JUSTIFICATIVA Y FICHA TECNICA
  - 6.1 Memoria Justificativa
  - 6.2 Ficha Técnica
8. NORMATIVA DE APLICACION
9. SOLUCIONES PROPUESTAS Y CONSIDERACIONES
10. MEMORIA DE LA INSTALACIÓN
11. NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES
12. PRUEBAS REGLAMENTARIAS
13. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD
14. PLIEGO DE CONDICIONES
15. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL
16. EXPRESION DEL PRESUPUESTO

## **1. ANTECEDENTES Y OBJETO**

- El Parque de Bomberos nº 1 de Zaragoza, tiene un consumo de energía eléctrica elevado, debido al uso intensivo de sus instalaciones a lo largo de todo el año.

- Para conseguir un ahorro económico y ayudar a reducir las emisiones contaminantes, se plantea la instalación de una planta fotovoltaica de autoconsumo ubicada en la cubierta principal del edificio.

- El objeto del presente Proyecto, es definir las características de esta instalación, de la forma más económica posible y de acuerdo a las especiales características de este edificio.

## **2. ENCARGO DEL PROYECTO**

El presente Proyecto, se redacta siguiendo las instrucciones cursadas al efecto por la Dirección de Arquitectura del Ayuntamiento de Zaragoza.

Al estar los trabajos a realizar en esta área, dentro de "Certificación de Calidad" se la ha asignado el código "17-038 –ELR BOMBEROS 1 SISIESTROS EFIC IEF-P2".

## **3. CONDICIONES URBANÍSTICAS**

Las modificaciones previstas en las instalaciones no modifican las condiciones urbanísticas.

## **4. AUTOR DEL PROYECTO**

La autora del presente Proyecto, Pilar Fiteni Mera, Ingeniero Industrial al servicio de PRODIA INGENIERIA SLP como Asistencia Técnica Externa y en colaboración Fco Javier Pérez Abad Ingeniero Técnico Industrial, de la Unidad de Energía e Instalaciones del Servicio de Conservación de Arquitectura del Ayuntamiento de Zaragoza, actuando en calidad de funcionario municipal.



## **6. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA Y AHORRO ENERGÉTICO**

La inversión realizada, se justifica económicamente, dado que se prevé un ahorro anual de 42.350 kWh de consumo, y además supondrá una disminución de las emisiones de CO2 de 16,17 Tn.

## **7. MEMORIA JUSTIFICATIVA Y FICHA TÉCNICA**

Las consideraciones a tener en cuenta en la realización de estos Proyectos y su correspondiente ejecución posterior son las siguientes:

### **Memoria Justificativa**

**Tipo de necesidad:** Obra

**Justificación de la necesidad:** Dar cumplimiento a la Directiva 2010\_27\_UE del Parlamento Europeo y del Consejo en materia de Eficiencia Energética y como actuación dentro del Programa de Ahorro Energético 2015-2020 del Excmo. Ayuntamiento de Zaragoza.

**Argumento para elegir un contrato menor:** No superar la cuantía establecida para los contratos menores de obras según artículo 138 RDL 3/2001 de 14 de noviembre, por el que se aprueba el TRLCSP.

**Aplicación presupuestaria:** El presupuesto asciende a la cantidad de 80.743,69 euros, IVA incluido, con cargo a la partida EQP-9204-62901 "Instalaciones Fotovoltaicas"

### **Ficha Técnica**

**Tipo de necesidad:** Obra

**Objeto del contrato:** Obras para la instalación de una planta fotovoltaica de autoconsumo en el edificio de Vialidad.

**Descripción servicio/obra/suministro:** La obra consiste en la instalación de una planta fotovoltaica de autoconsumo de 22kW, ubicada en la cubierta del edificio principal del Parque de Bomberos nº1, con objeto de reducir el consumo de energía.

**Precio del contrato:** 33.877,12EUROS + 7.114,20 EUROS (I.V.A.) = 40.991,32 EUROS (I.V.A. INCLUIDO)

**Criterios de adjudicación:** Se utilizará el criterio de baja lineal ofertada.

**Otras condiciones de adjudicación:** No aplica.

## **8. NORMATIVA DE APLICACIÓN**

A las instalaciones proyectadas le son de aplicación las reglamentaciones siguientes:

- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el CT de la Edificación.
- Real Decreto 865/2003 de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la Legionelosis.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrónico para baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Ordenanza municipal Protección Contra Incendios de Zaragoza. BOP 17/06/2000
- Reglamento de Instalaciones de PCI. RD 1942/1993, de 5 de noviembre de 1993.
- Ordenanza municipal Protección Contra Ruidos y Vibraciones. Aprobada por el ayuntamiento pleno el 31/01/2001.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo según Decreto 432/1971 de 11 de marzo y Orden de 9 de marzo de 1.971 por la cual se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 486/1997, Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, Disposiciones mínimas en Materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Real Decreto 614/2001 de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Normas UNE de obligado cumplimiento.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 1699/2011, 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones conectadas a la red, PCT-C Octubre 2002.
- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del sector eléctrico.
- Real Decreto Ley 7/2006 del 23 Junio por el que se adoptan medidas urgentes del sector eléctrico.
- Ley 24/2013, 26 diciembre, del sector eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, 6 de junio por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.

- Real Decreto 1110/2007, 24 de agosto, por el que se aprueba el reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se reglan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Orden ETU/1976/2016, de 23 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso de energía eléctrica para 2017.
- Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 «Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos», del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo.
- Resolución del 31 de Mayo de 2001, por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Especificaciones técnicas específicas de la compañía eléctrica distribuidora.
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Complementarias.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Normas Técnicas particulares de la Compañía Suministradora E.R.Z. – ENDESA.

## **9. SOLUCIONES PROPUESTAS Y CONSIDERACIONES**

- Los trabajos incluidos en el presente proyecto, serán los siguientes:

- Instalación fotovoltaica de autoconsumo, de forma que la energía generada por la instalación fotovoltaica se consuma en las instalaciones del edificio reduciendo la energía que necesita importar de la red eléctrica, y los sobrantes se vendan a la compañía eléctrica.

- En apartado posterior se definen en detalle los trabajos a realizar.

## 10. MEMORIA DE LA INSTALACIÓN

Seguidamente se detallan los trabajos a realizar en las distintas zonas, indicándose en el presupuesto y planos las características de los distintos materiales.

### Montaje

- Subir la estructura y los módulos fotovoltaicos a la cubierta del edificio.
- Montaje de la estructura donde irán colocados los módulos fotovoltaicos.
- Instalación de los módulos fotovoltaicos sobre la estructura.
- Montaje de las bandejas porta cables por las que discurrirán los cables, hasta el inversor fotovoltaico.
- Cablear los módulos fotovoltaicos en las diferentes agrupaciones de módulos fotovoltaicos en serie, y llevar el cableado hasta el inversor fotovoltaico.
- Instalar la toma de tierra y conectar los módulos a la estructura.
- Colocar el cuadro de protecciones de corriente continua.
- Colgar el inversor y conectar la entrada de DC y la salida de AC.
- Instalar las protecciones de AC (Sobretensiones, interruptor magnetotérmico e interruptor diferencial de 300 mA)
- Instalar la bandeja porta cables por la que discurrirá el cable desde la salida del inversor hasta el contador de generación ubicado en el Armario de contadores en el Centro de Transformación.
- Instalar el cable de la salida del inversor hasta el contador de Generación ubicado en el centro de contadores
- Instalar el cuadro de contador de generación con el modem y el interruptor magneto térmico.
- Instalar las protecciones en Cuadro General del transformador.

- Conectar la salida del cuadro de contadores al cuadro de de BT del transformador.

La instalación se realizará incluyendo pequeño material, conexionado y pruebas.

- Realización de la documentación para legalización de la instalación, por la empresa instaladora.

- En planos y mediciones se indica la composición de los distintos equipos.

## **11. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

- Todas las normas de construcción e instalación se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

- Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, dadas por organismos oficiales.

- El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

## **12. PRUEBAS REGLAMENTARIAS**

- Una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de la entidad acreditada por los organismos públicos competentes, a la medición reglamentaria de valores especificados en R. Electrotécnico de B.T.

- Durante el transcurso de las obras se realizará un Control de Calidad en instalaciones en los siguientes ámbitos:

Control de calidad de los materiales

Control de calidad de los equipos

Control de calidad en el montaje

Control de calidad en las pruebas y puestas en marcha de las instalaciones.

- Junto con el control de calidad de cada una de las partes indicadas se rellenarán las correspondientes fichas de control que se adjuntarán a los informes periódicos que se realizarán en el transcurso de las obras.

#### CONTROL DE CALIDAD EN LOS EQUIPOS Y MATERIALES

Previa a la colocación de cualquier material o equipo de los previstos en proyecto se requerirá el certificado correspondiente en el que se indiquen las características del producto y se verificará su idoneidad en cuanto al cumplimiento de reglamentos y normativas por las que se vea afectado.

#### CONTROL DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR

En el control de la ejecución de las instalaciones se verificarán los siguientes aspectos:

Inicialmente se controlará el replanteo de huecos para el paso de instalaciones (conductos, Tuberías, chimeneas, bandejas...), huecos de ventilación (rejillas de toma de aire y tracciones) y patinillos de instalaciones.

Se controlará que los trazados de las instalaciones coinciden con los previstos en proyecto y se analizarán las distintas interferencias de unas instalaciones con otras, de tal forma que los trazados sean ordenados y permitan un adecuado mantenimiento.

Se controlará el paso de instalaciones a través de elementos constructivos de tal forma que los encuentros permitan la libre dilatación de las distintas instalaciones.

Se verificará que se colocan los soportes adecuados para cada una de las canalizaciones ejecutadas, así como la correcta interdistancia entre soportes.

Se verificará que se da cumplimiento a las especificaciones técnicas de proyecto así como a las reglamentaciones que les afecten.

La revisión de los trabajos quedará reflejada en el informe mensual correspondiente y dicho informe quedará recogido en la documentación de final de obra.

#### CONTROL DE CALIDAD EN LAS PRUEBAS

Se realizarán las pruebas reglamentarias para cada una de las instalaciones así como cualquier otra prueba que solicite la dirección facultativa para verificar el correcto funcionamiento de las instalaciones.

La empresa contratista rellenará un protocolo de pruebas en el que se indiquen todas las pruebas efectuadas, los resultados de las mismas y la fecha de realización.

Durante la obra se realizarán pruebas parciales bajo la supervisión de la dirección facultativa y al finalizar las pruebas de funcionamiento de los sistemas y subsistemas completos que permitan verificar el correcto funcionamiento de las instalaciones.

### **13. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD**

#### MANTENIMIENTO Y USO DE LA INSTALACIÓN

La instalación Fotovoltaica se utilizará y mantendrá de conformidad con los procedimientos que se establecen en la Normativa.

#### INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

Las instrucciones de seguridad serán adecuadas a las características técnicas de la instalación concreta y su objetivo será reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios u operarios sufran daños inmediatos durante el uso de la instalación.

#### INSTRUCCIONES DE MANEJO Y MANIOBRA

Las instrucciones de manejo y maniobra, serán adecuadas a las características técnicas de la instalación concreta y deben servir para efectuar la puesta en marcha y parada de la instalación, de forma total o parcial, y para conseguir cualquier programa de funcionamiento y servicio previsto.

#### INSTRUCCIONES DE FUNCIONAMIENTO

El programa de funcionamiento, será adecuado a las características técnicas de la instalación concreta con el fin de dar el servicio demandado.

### **14. PLIEGO DE CONDICIONES**

Se dispone en Anejo, del correspondiente Pliego de Condiciones para la ejecución de la Obra.

### **15. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL**

Se dispone en Anejo del correspondiente Estudio Básico de Seguridad Laboral, de acuerdo al R.D. 1627/97.

## 16. EXPRESIÓN DEL PRESUPUESTO

El presupuesto de los trabajos a realizar está desglosado en las mediciones y presupuesto adjunto, siendo el siguiente:

Presupuesto de ejecución material .....	28.468,17
13% Gastos Generales .....	3.700,86
6% Beneficio Industrial .....	<u>1.708,09</u>
PRESUPUESTO DE CONTRATA .....	33.877,12
21% IVA .....	<u>7.114,20</u>
<b>PRESUPUESTO TOTAL IVA INCLUIDO.....</b>	<b>40.991,32</b>

I.C. de Zaragoza, Mayo de 2.018

SERVICIO CONSERVACIÓN ARQUITECTURA  
UNIDAD DE ENERGÍA E INSTALACIONES  
El Funcionario Municipal



Fdo: Fco Javier Pérez Abad

El Ingeniero Industrial  
Colegiado nº: 1678 COIAR



Fdo: Pilar Fiteni Mera  
Asistencia Técnica Externa

**PROYECTO PARA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN  
PARQUE BOMBEROS N°1 EDIFICIO SINIESTROS  
17-038 –ELR BOMBEROS 1 SINIESTROS EFIC IEF-P2  
REM: 204–PARQUE BOMBEROS N°1 SINIESTROS**

- **MEMORIA TÉCNICA DE LA INSTALACIÓN**

## ÍNDICE DE LA MEMORIA (1/2)

<b>1. GENERALIDADES</b> .....	2
<b>1.1. OBJETO DEL PROYECTO</b> .....	2
<b>1.2. PROMOTOR Y TITULAR DE LA INSTALACIÓN</b> .....	2
<b>1.3. EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES</b> .....	2
<b>1.4. AUTORES DEL PROYECTO</b> .....	3
<b>1.5. ANTECEDENTES Y ALCANCE DEL PROYECTO</b> .....	3
<b>1.6. INFORMACIÓN DESCRIPTIVA GENERAL</b> .....	4
<b>1.7. REGLAMENTACIÓN AFECTA</b> .....	6
<b>1.8. CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES</b> .....	7
<b>1.9. COMPAÑÍA SUMINISTRADORA Y TENSIÓN DE SERVICIO</b> .....	8
<b>2. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES</b> .....	8
<b>2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL</b> .....	8
<b>2.2. FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA</b> .....	9
<b>2.3. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS</b> .....	10
<b>2.3.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS</b> .....	10
<b>2.3.2 ESTRUCTURA</b> .....	13
<b>2.3.3 INVERSORES</b> .....	14
<b>2.3.4 CAJA DE CONEXIONES</b> .....	17
<b>2.3.5 CUADRO DE PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN AC</b> .....	17
<b>2.3.6 CABLEADO</b> .....	18
<b>2.3.7 MEDIDA DE ENERGÍA</b> .....	19
<b>2.3.8 CUADRO DE BAJA TENSIÓN CONEXIÓN A RED</b> .....	20
<b>2.3.9 PUESTA A TIERRA</b> .....	21
<b>2.3.10 PROTECCIONES</b> .....	23
<b>2.3.11 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN</b> .....	25
<b>3.3.1 SISTEMAS DE SEGURIDAD: LÍNEA DE VIDA O BARANDILLA PERIMETRAL</b> .....	26

<b>3. FICHA TÉCNICA DE LA INSTALACIÓN</b> .....	28
<b>4. ANÁLISIS ENERGÉTICO</b> .....	29
<b>4.1. ESTUDIO DE PRODUCCIÓN</b> .....	29
<b>5. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD</b> .....	31

## 1. GENERALIDADES

---

### 1.1. OBJETO DEL PROYECTO

---

El objeto del presente Proyecto es especificar las condiciones técnicas y económicas a las que habrán de ajustarse la **instalación solar fotovoltaica para autoconsumo en la cubierta del edificio principal del Parque de Bomberos nº1**.

Se expondrá ante la Delegación de Industria de la Diputación General de Aragón que dicha instalación reúne las condiciones mínimas exigidas por las reglamentaciones vigentes, con el fin de obtener las autorizaciones pertinentes así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dichas instalaciones.

Se redacta a petición del Ayuntamiento de Zaragoza.

### 1.2. PROMOTOR Y TITULAR DE LA INSTALACIÓN

---

EXCMO. AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA

CIF: P5030300G

Domicilio Social: VIA HISPANIDAD Nº 20, Zaragoza

### 1.3. EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

---

PARQUE DE BOMBEROS Nº1

Calle Valle de Broto nº 16

50 015 Zaragoza

Coordenadas Geográficas: 41°40'01.28"N

0°52'31.36"W

Coordenadas UTM: X: 676875,27

Y: 4614987,85

HUSO: 30

Referencia Catastral: 6952601XM7165D0001KL

#### **1.4. AUTORES DEL PROYECTO**

---

**Autor:**

Pilar Fiteni Mera

Título: Ingeniero Industrial

Colegiado Nº: 1.678

Colegio Oficial: Aragón y La Rioja

En colaboración con Fco Javier Pérez Abad, Ingeniero Técnico Industrial, de la Unidad de Energía e Instalaciones del Servicio de Conservación de Arquitectura del Ayuntamiento de Zaragoza, actuando en calidad de funcionario municipal.

#### **1.5. ANTECEDENTES Y ALCANCE DEL PROYECTO**

---

El ayuntamiento de Zaragoza dispone de un sistema de medición eléctrica que permite conocer en tiempo real los niveles de consumo energético de la mayor parte de los edificios municipales. Las curvas de consumo energético de los edificios objeto de este proyecto muestran la actividad energética anual de los mismos. En base a ello, se puede establecer las demandas energéticas del edificio mínima, máxima y media, y a partir de ellas estudiar las medidas necesarias de ahorro energético.

El presente proyecto permitirá la generación de energía eléctrica para autoconsumo mediante un sistema fotovoltaico de conexión a red interior, situado en la cubierta principal del edificio del Parque de Bomberos nº 1.

Con este sistema se transformará la energía procedente de la luz solar en energía eléctrica que será inyectada a la red interior del edificio, acogéndose al R.D. 1699/2015 de 18 de noviembre y al RD 900/2015, de 9 de octubre que establece el régimen económico de la actividad.

El fin perseguido es diseñar una cubierta solar fotovoltaica que genere el máximo de energía eléctrica posible con objeto de autoconsumir la mayor parte de dicha energía, y volcar los sobrantes a la Red Eléctrica con objeto de obtener el consecuente beneficio económico, acogéndose al R.D. 1699/2011 y al RD 900/2015, que establecen el régimen económico de la actividad. Además claro está, del correspondiente beneficio ambiental y social por el ahorro de emisiones contaminantes y la mejora en la imagen del edificio que la implantación del sistema solar fotovoltaico supone.

El proyecto comprende los documentos: Memoria, Estudio Básico de Seguridad y Salud, Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, Presupuesto y Planos, que definen las obras a efectuar, la ejecución de las mismas, las características de los materiales a emplear y unidades a desarrollar, las mediciones de estas unidades y el costo de las mismas a los precios actuales de mercado.

## 1.6. INFORMACIÓN DESCRIPTIVA GENERAL

---

El proyecto de INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL PARQUE DE BOMBEROS Nº1 define la instalación solar fotovoltaica de autoconsumo conectada a la red interior de edificio, de 22 kW de potencia nominal.

El generador fotovoltaico se situará en la cubierta plana, estando los módulos fotovoltaicos instalados sobre una estructura soporte fija.

Los principales equipos que integran cada instalación fotovoltaica son los siguientes:

- Generador: compuesto por módulos fotovoltaicos, elementos de soporte y fijación de los módulos, elementos de interconexión entre módulos,...
- Adaptador de energía: compuesto de inversores, cuadros de corriente continua, cableados,...
- Conexión a red: compuesto por cuadros de medida e interruptores, sistemas de protección y cableado de interconexión.
- Monitorización: compuesto por sensores, sistemas de adquisición de datos,...
- Obra civil: canalización, trabajos de albañilería en patinillos y falsos techos para llegar desde la cubierta donde están colocados los módulos fotovoltaicos hasta el centro de transformación.

Una instalación fotovoltaica de conexión a red interior responde al esquema de la "Figura 1". El generador fotovoltaico está formado por una serie de módulos del mismo modelo conectados eléctricamente entre sí, que se encargan de transformar la energía del Sol en energía eléctrica, generando una corriente continua proporcional a la irradiancia solar que incide sobre ellos.

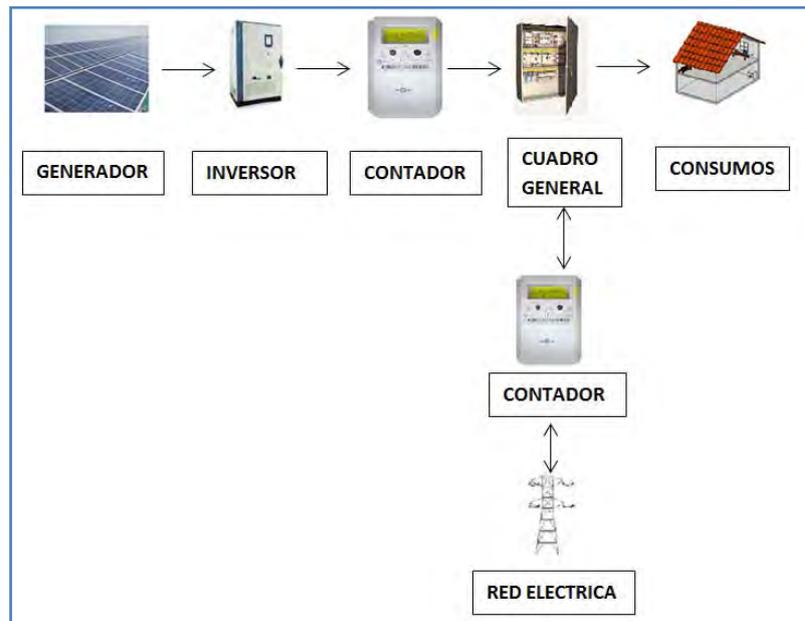


Figura 1. Esquema básico de una instalación de autoconsumo fotovoltaico conectada a red interior.

Sin embargo, no es posible inyectar directamente la energía del generador fotovoltaico en la red eléctrica precisando ser transformada en corriente alterna para acoplarse a la misma.

Esta corriente se conduce al inversor que utilizando tecnología de potencia la convierte en corriente alterna a la misma frecuencia y tensión que la red eléctrica y de este modo queda disponible para cualquier usuario. La energía generada, medida por su correspondiente contador, se inyectara a la red interior tal y como marca el Real Decreto 1699/2011y el Real Decreto 900/2015.

Cada una de las filas de módulos se llevara al cuadro de protecciones DC. Este cuadro contendrá los elementos de protección de la parte de continua de la instalación.

Antes de entrar en el inversor y en este cuadro de protecciones DC, se colocará un interruptor automático de continua y unos fusibles para proteger cada una de las ramas fotovoltaicas. La salida del inversor se conectará con la caja de protecciones de corriente alterna, de ahí al contador de energía de salida, para que sea medida la energía generada, para finalmente conectarse al cuadro general de BT del transformador.

Las protecciones del sistema irán conforme al Real Decreto 900/2015 y a las normas particulares de la empresa distribuidora en cuestión.

El cableado y los elementos de protección serán conformes al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (e Instrucciones Complementarias) y a las Normas Particulares de la Compañía Distribuidora.

El punto de conexión y entrega de energía a la red interior, con el acuerdo de Endesa, será a la tensión de 400 V en el cuadro de BT del CT.

### **1.7. REGLAMENTACIÓN AFECTA**

---

Este proyecto ha sido elaborado de acuerdo a la normativa nacional y autonómica vigente que regula esta actividad y otras que puedan afectar al mismo. La normativa es la siguiente:

- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 1699/2011, 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones conectadas a la red, PCT-C Octubre 2002.
- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del sector eléctrico.
- Real Decreto Ley 7/2006 del 23 Junio por el que se adoptan medidas urgentes del sector eléctrico.
- Ley 24/2013, 26 diciembre, del sector eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, 6 de junio por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- Real Decreto 1110/2007, 24 de agosto, por el que se aprueba el reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Decreto 842/2002 de 2 de Agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se reglan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Orden ETU/1976/2016, de 23 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso de energía eléctrica para 2017.
- Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 «Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos», del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo.
- Resolución del 31 de Mayo de 2001, por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006)
- Especificaciones técnicas específicas de la compañía eléctrica distribuidora.
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Complementarias.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Normas Técnicas particulares de la Compañía Suministradora E.R.Z. – ENDESA.

### **1.8. CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES**

---

Según el Real Decreto 900/2015 de 26 de septiembre, las instalaciones solares fotovoltaicas objeto de este proyecto se clasifican del **tipo 2**.

La instalación se ubicará en la cubierta principal del Parque de Bomberos nº1.

Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, ambos edificios se clasifican como **locales de pública concurrencia** y por lo tanto la instalación eléctrica interior de ambos cumplirá con lo prescrito en la ITC-28 de dicho reglamento.

### **1.9. COMPAÑÍA SUMINISTRADORA Y TENSIÓN DE SERVICIO.**

---

La Compañía Suministradora de Energía será Endesa Distribución Eléctrica SL Unipersonal y la tensión de suministro de 3x230/400 V.

## **2. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

---

### **2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL**

---

La instalación del Parque de Bomberos tiene una potencia nominal total de 22 kW y una potencia pico de 25,3 kWp. Consta de un total de 92 paneles fotovoltaicos de 275 Wp, y un inversor de 22 kW nominales, sistemas de protección y cuadros eléctricos.

El generador fotovoltaico se situará en la cubierta principal del edificio, sin existir sombras cercanas sobre el campo generador. Los módulos están distribuidos en 4 ramas formadas cada una por 23 módulos conectados en serie, y colocados, parte en una estructura fija, sujeta a los nervios de hormigón de la cubierta, y parte en una estructura autoportante con bloques de hormigón y con una inclinación de 35°. En ambos casos los paneles se situaran en horizontal.

La superficie de paneles en de la instalación será de 152 m<sup>2</sup>. El generador fotovoltaico se encargara de transformar la radiación solar en energía eléctrica.

Se utilizará cableado de corriente continua de 4mm<sup>2</sup> para conectar los módulos fotovoltaicos y estos con la caja de conexiones.

La estructura sobre la que irán los paneles fotovoltaicos es una estructura de aluminio autoportante con contrapesos, en una parte, y fija sujeta a las vertebrae de hormigón de la cubierta, en otra.

El inversor convierte la tensión y corriente continua que proporciona el generador fotovoltaico en tensión y corriente alterna. El inversor tiene un rango de tensiones de entrada (DC) bastante amplio, sin embargo, para alcanzar el punto óptimo de funcionamiento del mismo se han utilizado el numero de ramas y módulos descritas anteriormente. En ambos casos será un inversor de ABB, con la caja de conexiones de DC y parte del cuadro de protecciones de AC incorporados.

La medida de energía se llevará a cabo en baja tensión. Se empleará para ello un solo contador de energía electrónico bidireccional.

Los componentes básicos de la instalación en baja tensión serán:

<b>INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE DE 22 kW "PARQUE BOMBEROS Nº1"</b>	
Nº de módulos REC275PE	92
Configuración eléctrica	
Nº módulos en serie	23
Nº ramas en paralelo	4 ramas
Potencia pico	<b>25,3 kWp</b>
Estructura fija + Autoportante	
Inclinación	35°
Acimut	0°
Inversor Solar ABB TRIO 20.0	22 kW

## **2.2. FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA**

Durante el día, la planta fotovoltaica generará energía eléctrica, en una cantidad casi proporcional a la radiación solar existente en el plano del campo fotovoltaico. La energía generada en el campo fotovoltaico en corriente continua es transformada en el inversor en corriente alterna en baja tensión, e inyectada en la instalación eléctrica en BT existente para su autoconsumo. La energía no utilizada es contabilizada, inyectada en red y vendida a la compañía eléctrica de acuerdo al contrato de compra-venta previamente establecido.

Durante la noche el inversor deja de inyectar energía a la red y se mantiene en estado de 'stand-by' con el objeto de minimizar el autoconsumo de la planta. En cuanto sale el sol y la planta puede generar suficiente energía, la unidad de control y regulación comienza con la supervisión de la tensión y la frecuencia de red, iniciando la generación de nuevo si los valores son correctos. Esta operación del inversor es totalmente automática.

El conjunto de protecciones de interconexión de que dispone el inversor, está orientado a evitar el funcionamiento en isla de la planta fotovoltaica. En caso de fallo de la red, la planta dejaría de funcionar. Esta medida es de protección tanto para los equipos de consumo como para las personas que puedan operar en la línea.

## 2.3. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS

### 2.3.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Para la realización de este proyecto se propone la utilización de módulos REC275PE de REC, o equivalente, fabricados con células de silicio poli-cristalino de elevado rendimiento. Interesa insistir en que la tecnología de fabricación de estos módulos ha superado unas pruebas de homologación muy estrictas que permiten garantizar, por un lado, una gran resistencia a la intemperie y, por otro, un elevado aislamiento entre sus partes eléctricamente activas y accesibles externamente.

A continuación se resumen las características técnicas del módulo REC275PE:

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL MÓDULO REC275PE	
Anchura	991 mm
Altura	1.665mm
Peso	18 kg
Número de células	60

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL MÓDULO REC275PE	
Potencia	275 Wp
Corriente de cortocircuito	9.25A
Corriente nominal	8.74A
Tensión de circuito abierto	38.7V
Tensión nominal	31.5V

De acuerdo con la solución propuesta, para la instalación utilizaremos un sistema constituido por 92 módulos **REC275PE** de REC SOLAR, o equivalente, que irán conectados en 4 cadenas en paralelo de 23 paneles en serie.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO PARQUE BOMBEROS Nº1	
Potencia generador FV	25.300 Wp
Corriente de cortocircuito	37 A
Corriente en punto de máxima potencia	34,8 A
Tensión circuito abierto	890,1 V
Tensión en punto de máxima potencia	724.5 V
Número de módulos en serie	23
Número de ramas en paralelo	4

En los anejos 6 y 7 podemos ver las especificaciones técnicas y certificados de conformidad de los módulos fotovoltaicos.

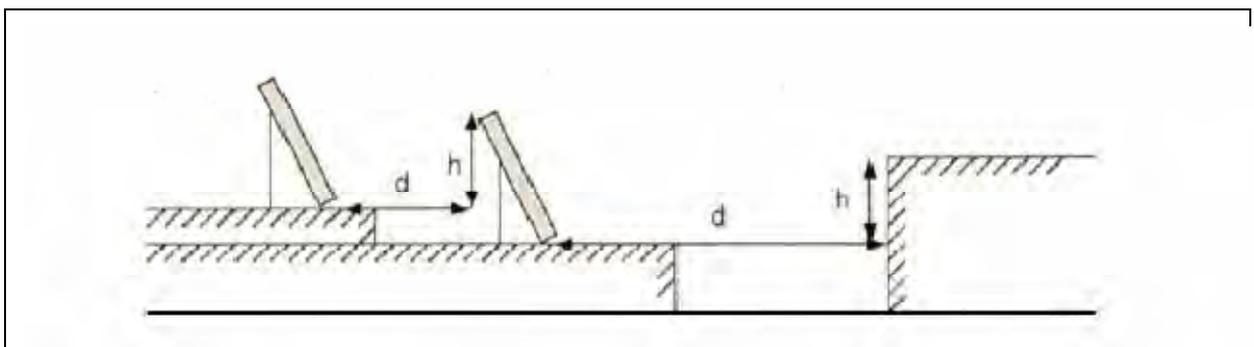
### Distancia mínima entre filas de módulos

La distancia  $d$ , medida sobre la horizontal, entre las filas de módulos obstáculo, de altura  $h$ , que pueda producir sombras sobre la instalación, deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia  $d$  será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = h / \tan(61 - \text{latitud})$$

Siendo  $h$  la altura máxima del obstáculo y la latitud, la correspondiente al lugar donde nos encontramos, que en el caso de Zaragoza es de 41,6.

La separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a la obtenida por la expresión anterior, aplicando  $h$  a la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la siguiente, efectuando todas las medidas de acuerdo con el plano que contiene a las bases de los módulos.



Se trata de cubiertas planas.

Se han estudiado las distancias entre módulos, la orientación y su disposición, con el objetivo de alcanzar un compromiso entre la máxima producción solar con el mínimo de sombras en la instalación y optimizar la superficie útil de la cubierta. Los resultados obtenidos han sido:

<b>DISTANCIAS Y ANGULOS GENERADOR FOTOVOLTAICO PARQUE BOMBEROS Nº1</b>	
Disposición	Horizontal
Distancia entre módulos (d)	1,6 m
Inclinación	35°
Orientación (azimut)	0°

La cubierta dispone de un antepecho de 0,4 metros por lo que aplicando de nuevo la formula anterior, la distancia que se deberá dejar hasta la primera fila de módulos es al menos de 56 cm.

### 2.3.2 ESTRUCTURA

---

Dentro del campo de la energía fotovoltaica, uno de los aspectos más importantes a la hora de realizar el montaje de una instalación, es la estructura, que cada día tiene un peso específico mayor en el conjunto de la obra.

A la hora de planificar una instalación fotovoltaica de conexión a red, el tener una buena estructura puede condicionar mucho la óptima realización del proyecto. Como una óptima estructura, se entiende aquella que es económica, pero también sencilla y rápida de montar. Cuando se tiene que montar una gran cantidad de estructuras, el tiempo de montaje de la estructura y el tiempo de instalación de los paneles en la misma, empieza a ser determinante en el coste de la instalación.

Por todo esto, se plantea una estructura donde se cumplan todos los objetivos descritos.

Los módulos fotovoltaicos irán montados sobre estructura de suportación auto portante horizontal capaces de aguantar todas las cargas. Las propias de los módulos fotovoltaicos (el peso) así como las derivadas de los agentes atmosféricos como el viento y la nieve. La estructura de suportación cumple con las más exigentes normas de la construcción del CTE, aplicando además un coeficiente de seguridad.

La estructura tendrá la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos. El sistema de fijación de módulos permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos.

La separación de la estructura es tal que se asegure que no hay sombras entre las diferentes filas de módulos.

La estructura auto portante de los módulos fotovoltaicos está calculada con los coeficientes de seguridad necesarios para soportar los fenómenos atmosféricos.

La estructura estará conectada a tierra, con una tierra independiente de la red.

La estructura propuesta para la instalación es el sistema inclinado C-40 de la marca APLISUN, o equivalente.

### 2.3.3 INVERSORES

---

El inversor es el elemento de la instalación encargado de transformar la corriente continua entregada por el generador solar en corriente alterna entregándola a la red y asegurando la separación galvánica entre el lado de corriente continua y la red de alterna. La potencia nominal del inversor es adecuada a la potencia pico del generador fotovoltaico.

Para esta instalación se propone el nuevo inversor de ABB, TRIO-20.0, de 22 kW, o equivalente, con un diseño que incorpora en la misma envolvente la caja de conexiones y protecciones DC y parte de las de AC, configurables.

Contiene dos seguidores del punto de máxima potencia (MPPT) independientes, que proporcionan una óptima captación de energía desde subconjuntos orientados en distintas direcciones.

El modelo TRIO dispone de un algoritmo de MPPT preciso y de alta velocidad que permite un seguimiento de la potencia en tiempo real y una mejor captación de energía.

Tiene un diseño modular, que permite en compartimentos separados y configurables incorporar las cajas de conexiones y protecciones de DC y parte de las las protecciones AC, lo que aumenta la facilidad de la instalación y del mantenimiento.

Dispone además de un sistema de ventilación forzada.

El equipo inversor fotovoltaico de conexión a red ABB TRIO 20, cumple lo siguiente:

- Cumple con los requisitos de Seguridad para personas y cosas exigidos por las Directivas Comunitarias siguientes:
  - Directiva de Baja Tensión 2006/95/CE
  - Directiva de Compatibilidad Electromagnética 2004/108/CE.

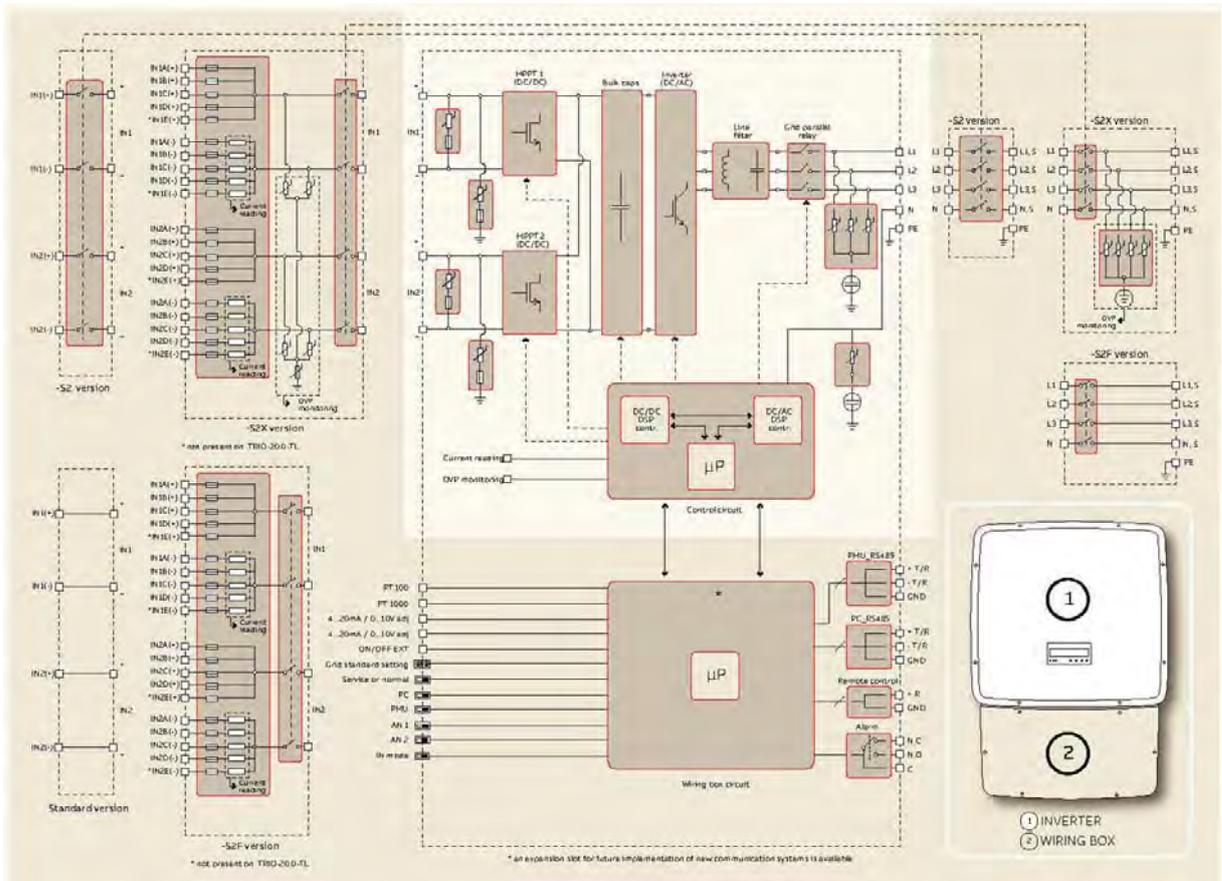
Este cumplimiento permite que el equipo lleve la marca CE.

- Cumple con la normativa establecida en el Real Decreto 1663/2000 del 29 de Septiembre de 2000 (incluidos RD 444/1994 Y 154/1995) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión y Real Decreto 661/2007 del 25 de Mayo de 2007.
- El inversor se desconecta automáticamente de la red cuando se encuentra fuera de unos márgenes establecidos de tensión y frecuencia.
- El inversor incluye protección contra funcionamiento en isla.

- La desconexión y reconexión del inversor en el punto de inyección, se llevan a cabo por medio de relés internos controlados por software. Dicho software y sus ajustes no son accesibles al usuario. El contactor, gobernado normalmente por el inversor, podrá ser activado manualmente. El estado del contactor (marcha/paro) se indica en el display frontal del equipo.
- El inversor ha superado las pruebas correspondientes para los límites establecidos de tensión y frecuencia. Para la calibración/verificación de esta función se han empleado aparatos calibrados en un laboratorio externo acreditado para tal función.
- El inversor dispone de una separación galvánica (transformador) entre la red de distribución y la instalación fotovoltaica completa.
- El inversor incorpora internamente un vigilante de aislamiento de la parte de corriente continua que actúa en caso de detectar una deriva a tierra. Esta situación se señala en el frente del equipo con un IEO rojo y provoca la desconexión del inversor. Si la situación se corrige, el inversor rearma automáticamente.

El inversor lleva además integradas las siguientes protecciones eléctricas:

- Polarizaciones inversas.
- Cortocircuitos y sobrecargas en la salida.
- Seccionador en carga DC.
- Fusibles DC.
- Seccionador- magnetotérmico AC.
- Descargadores de sobretensiones DC.
- Descargadores de sobretensiones AC.



En los anejos 6 y 7 podemos ver las especificaciones técnicas y certificados de conformidad del inversor.

### **2.3.4 CAJA DE CONEXIONES**

---

La caja de conexiones es la entrada de DC del campo fotovoltaico al inversor.

El generador fotovoltaico estará dispuesto en 4 ramas en paralelo de 23 paneles. Para el inversor de 22 kW, ABB TRIO 20.0, en la versión S2X, la caja de conexiones esta ya incluida en la misma envolvente del propio inverso. Estas 4 ramas se unirán en paralelo en la caja de conexión permitiendo la entrada de hasta 10 strings en paralelo, 5 por cada uno de los dos MPPT de que dispone (ver el diagrama de bloques del inversor en el apartado de Inversores).

En esta caja se alojan además el resto de protecciones de continua del campo fotovoltaico, además de las que lleva el propio inversor. Dispone de fusibles, que protegen cada una de las ramas frente a cortocircuitos, y descargadores de tensión que lo protegen frente sobretensiones.

Así pues esta caja de conexión incluye:

- 10 entradas a través de bases portafusibles en positivo y terminales en negativo, fusibles de 15A/1000VDC.
- Protección contra sobre tensiones tipo II.
- Interruptor seccionador de corriente continua.
- Prensaestopas
- Envolvente: IP65

### **2.3.5 CUADRO DE PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN AC**

---

El cuadro de baja tensión se sitúa en la parte de AC de la instalación es decir a la salida del inversor. En él se alojan las protecciones correspondientes a la parte de alterna. Se dividirá en dos partes. La primera dispondrá de las siguientes protecciones:

- Interruptor seccionador en carga
- protector de sobretensiones transitorias tipo II

La segunda estará formada por:

- Interruptor magnetotérmico tetrapolar
- interruptor automático diferencial de 300mA de sensibilidad
- Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar de 16A

- interruptor automático diferencial de 30mA de sensibilidad
- toma de corriente monofásica de 16 A en cuadro

La primera parte de las dos instalaciones va incluida en la propia envolvente del inversor TRIO 22.0, y dispone, en su versión S2X, de interruptor en carga de 50A y protector contra sobretensiones transitorias tipo 2, también a través de un varistor. Se dispondrá para la segunda parte de un cuadro estanco de poliéster con protección magnetotérmica de 40A, protección diferencial y protecciones para servicios auxiliares.

Ademas, en este nuevo cuadro de AC se realizará la conexión con la instalación existente, disponiendo en cabecera de dicho cuadro un interruptor magnetotérmico de 50 A, tal y como se refleja en el esquema unifilar correspondiente.

### **2.3.6 CABLEADO**

---

Como hemos dicho la instalación se encuentra en un local de pública concurrencia, por lo que todos los cables que se instalen han de ser libres de halógenos, según se indica en la ITC-28 del RBT.

Todos los conductores de interior serán de cobre, aislados flexibles con cubierta, de tensión asignada 0,6/1kV con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de policloruro de vinilo (PVC), libres de halógenos, con denominación RZ1-K 0,6/1 kV Todos ellos estarán contruidos según norma UNE 21123-2. Su sección será la suficiente como para asegurar que las pérdidas de tensión en cables y cajas de conexión sean inferiores a las indicadas tanto por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión como por la compañía eléctrica.

Los conductores de exterior, es decir, los utilizados para el conexionado entre placas fotovoltaicas, en serie, y entre placas fotovoltaicas y caja de conexión, en paralelo, (sistemas de corriente continua) serán de cobre, de Alta Seguridad (AS): no propagador de la llama ni del incendio, libre de halógenos y de reducida opacidad de los humos emitidos.

Todos los cables serán adecuados para uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

El conjunto de los conductores de la instalación se diseñará para minimizar el conjunto de pérdidas a los siguientes niveles:

- Parte DC- Generador Fotovoltaico: 1% de perdidas en condiciones nominales.
- Parte AC (BT)- Acometida en alterna: 1% a potencia nominal.

Las líneas interiores a la caseta de control discurrirán en superficie sobre bandeja o bajo tubo. Se cumplirá con lo indicado en la ITC-BT-20.

Las características de las bandejas serán las indicadas en la ITC-BT-21.

En el tramo que discurre por el exterior como por el interior de la nave, el cableado ira canalizado por bandeja, o bajo tubo corrugado.

1. La acometida desde el generador fotovoltaico hasta los fusibles en la caja de conexión, se realizará con el mismo tipo de cable, canalizado mediante bandeja. Las canalizaciones se realizaran según exigencias del REBT.

2. La salida desde el seccionador con corte manual en la caja de conexión hasta el inversor, se realizara con cable de cobre libre de halógenos, de 2x10 mm<sup>2</sup>, de doble aislamiento (0,6/1kV), canalizado mediante tubo o bandeja

3. La conexión entre los paneles fotovoltaicos se realizará con cable Exzhellen Solar Fotovoltaico ZZ-F (AS) de General Cable de 2x4mm<sup>2</sup> cuyas características son:

- Tensión: 0,6/1 kV c.a. - 1,8 kV c.c.
- Conductor: Cobre estañado, flexible clase 5
- Aislamiento: Elastómero termoestable libre de halógenos
- Cubierta Exterior: Elastómero termoestable libre de halógenos
- Alta Seguridad (AS): no propagador de la llama ni del incendio, libre de halógenos y de reducida opacidad de los humos emitidos.
- Resistencia a la intemperie.

4. En la parte de AC trifásica, los cables que transcurren desde el inversor hasta el cuadro de protecciones AC baja tensión, y desde este hasta el cuadro de baja tensión del centro de transformación, tendrán una sección de 10 mm<sup>2</sup>, tensión 0,6/1kV, doble aislamiento y libre de halógenos, con canalización mediante tubo o bandeja.

Los cálculos eléctricos se adjuntan en el anexo nº 2.

### **2.3.7 MEDIDA DE ENERGÍA**

---

Los contadores de energía instalados se adecuarán lo recogido en el RD 1110/2007.

La instalación contará con un equipo de medida en Baja Tensión, un contador trifásico bidireccional de medida directa para potencias inferiores a 55 kW, ajustado a la normativa metrológica vigente y cuya precisión deberá ser la de tipo

IV, clase 1 para energía activa y clase 2 para energía reactiva, regulada por el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema El equipo de medida de Baja Tensión estará situado junto al contador de energía del edificio y será accesible desde el vial de dominio público, estará dotado de módem de comunicaciones para telemedida.

La envolvente del equipo de medida deberán cumplir la Norma Endesa, y se deberán instalar en armarios con placa única los transformadores, la regleta, el contador, y el MODEM.

El contador incorporará las funciones de:

- Máxímetro, incorporada dentro de la misma caja del contador. Registra el valor máximo de las potencias activas generadas y consumidas con su fecha y hora, el valor de sobrepasamiento de la potencia contratada y el número de veces que se supera ese valor.
- Registrador. Incorporado dentro de la caja del contador, con las características que se requieren en el reglamento de Puntos de Medida (R.D. 1110/2007).
- Tarifador. Sistema tarifario de 9 tarifas por contrato (3 contratos independiente y segregados). Calendario de días ordinarios y especiales totalmente programable, además, posibilidad de cierre de los tramos de facturación, ofreciéndose la posibilidad de configurar las fechas de los mismos o de llevarlos a cabo de manera manual a través de los canales de comunicaciones o mediante un pulsador bajo la tapa precintable por la compañía. Funciones de Tarificación de Acceso a Redes para peajes, según Decreto 1110/2007.

La instalación contará con las protecciones necesarias para garantizar la seguridad de las personas así como evitar daños en los equipos en caso de fallos en el sistema. Se cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 sobre la conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de Baja Tensión, así como con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

### **2.3.8 CUADRO DE BAJA TENSIÓN CONEXIÓN A RED**

---

La conexión con la Red Interior se realizara en el interior del CGBT del CT. En él se alojan las protecciones correspondientes de dicha conexión. Estas protecciones consisten en:

- Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar de conexión
- interruptor automático diferencial de 30mA de sensibilidad

Es importante aclarar que la aparamenta que forma parte de este cuadro, al estar próxima al CGBT del CT, tendrá un poder de corte elevado. El cálculo de dicho poder de corte se adjunta en el anejo de cálculos eléctricos. La protección magnetotérmica será 40A y un poder de corte mínimo de 20kA.

### **2.3.9 PUESTA A TIERRA**

---

Para las condiciones de puesta a tierra nos dirigiremos al RD 1663/2000, donde se fijan las condiciones técnicas para la conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de BT, y las normas particulares de ENDESA donde se fijan las condiciones técnicas para la conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de distribución de Iberdrola.

En el Artículo 12 del RD 1663/2000 se indica:

(REQUISITO 1): “La puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.

(REQUISITO 2): Las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora.

... así como (independiente) de las masas del resto del suministro”. ( REQUISITO 3)

Con la puesta a tierra de la empresa distribuidora, el Real Decreto se refiere a la instalación de puesta a tierra con la que esta compañía pone a tierra el neutro del transformador de MT-BT que tiene para alimentar a los abonados de la zona así como las masas de los elementos de la caseta donde se aloja el transformador.

Salvo que la instalación fotovoltaica de la que se trate, esté próxima a ese transformador, el Requisito se cumplirá sin problemas, y en el caso que esté próxima, debe asegurarse que la instalación de puesta a tierra de la instalación fotovoltaica es una tierra lejana respecto a la del neutro del transformador de la compañía distribuidora, es decir que son independientes.

Si debido a esta proximidad hay dudas respecto a esta independencia, se puede consultar los apartados 10 y 11 de la ITC-BT-18 en donde se indican las condiciones que debe cumplir dos tomas de tierra para que se consideren independientes.

El Requisito 2 de que las masas de la instalación fotovoltaica (marco de los módulos, estructura de los mismos, caja envolvente del inversor, cajas metálicas de conexiones, etc.) estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora es redundante con respecto al Requisito 1 anterior, porque no puede haber independencia de puestas a tierra (Requisito 1) si estuvieran conectadas entre ellas por conductores de protección (Requisito 2).

El Requisito 3 exige que las masas de la instalación fotovoltaica estén conectadas a tierra de forma independiente de la conexión de las masas del resto del suministro. Esto implica que los conductores de protección que conectan las masas de la instalación fotovoltaica (marco de los módulos, estructura de los mismos, caja envolvente del inversor, etc.) a la puesta de tierra deben ir directamente a ésta, directamente a la borna o barra principal de tierra, sin conectar en su camino con las masas o conductores de protección de las otras masas que hubiera en el lugar por ejemplo, las masas del abonado como consumidor (lavadora, cocina, estructura de la casa, etc.).

No se indica en el RD 1663/2000 pero se indica en la normativa, que las masas de la instalación fotovoltaica, así como de las otras masas del lugar, estarán conectadas de forma independiente de los conductores correspondientes a la puesta a tierra del pararrayo o pararrayos del lugar si los hubiera (los conductores provenientes de la instalación captadora de rayos y de derivación se conectarán directamente con la puesta a tierra del edificio o lugar de emplazamiento).

En conclusión, las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una única tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

Para ello, se realizará una única toma de tierra conectando directamente a la barra principal de tierra de nuestro edificio, tanto la estructura soporte del generador fotovoltaico como la borna de puesta a tierra del inversor teniendo en cuenta la distancia entre estos, con el fin de no crear diferencias de tensión peligrosas para las personas. Si la distancia desde el campo de paneles a la toma de tierra general fuera grande se pondría una toma de tierra adicional para la estructura, próxima a ella.

La sección del conductor de protección será como mínimo la del conductor de fase correspondiente, según ITC-BT-18.

### **2.3.10 PROTECCIONES**

---

La instalación cumple con todas las consideraciones técnicas expuestas en el Real Decreto 1663/2000, así como con la propuesta de seguridad del pliego técnico que nos ocupa. Como medida de protección de la instalación se distinguen los siguientes elementos:

#### **Parte de DC**

1. Protección frente sobrecargas y cortocircuitos: en la caja de conexión situaremos fusibles de 15A en cada una de las ramas del generador fotovoltaico, para la protección de los paneles frente a sobrecargas y cortocircuitos.
2. Protección frente a sobretensiones:  
  
El equipo inversor lleva incorporado descargadores de tensión para la protección de dicho equipo frente a sobretensiones producidas por descargas atmosféricas de cierta importancia sobre el generador fotovoltaico. Además para la protección de dicho generador, estas protecciones se reforzarán mediante descargadores situados en la caja de conexión.
3. Protección frente a contactos directos e indirectos: para evitar descargas eléctricas sobre personas que puedan llegar a ser peligrosas, el generador fotovoltaico se conectará en modo flotante, proporcionando niveles de protección adecuados frente a contactos directos e indirectos, siempre y cuando la resistencia de aislamiento de la parte de continua se mantenga por encima de unos niveles de seguridad y no ocurra un primer defecto de masa. En este último caso se genera una situación de riesgo que se soluciona mediante:

- a. Aislamiento de clase II en los módulos fotovoltaicos, cables y caja de conexión.
- b. Supervisor permanente de aislamiento (incorporado en el inversor), que detecta las derivaciones a tierra. El inversor detendrá su funcionamiento y se activará una alarma visual en el equipo.

Como medida de protección complementaria de las personas frente a contactos indirectos, se instalará una toma de tierra para conectar las masas metálicas de todos los equipos y de la estructura soporte. De esta forma se evita que aparezcan tensiones entre estas y tierra, que puedan ser eventualmente peligrosas para las personas.

### Parte de AC

#### 1. Protección frente a sobretensiones:

El equipo inversor lleva también incorporados descargadores de tensión para la protección de dicho equipo frente a sobretensiones producidas por descargas atmosféricas o irregularidades en la red.

#### 2. Protección sobrecargas y cortocircuitos: externamente al inversor utilizaremos un interruptor automático magnetotérmico tetrapolar

#### 3. Protección frente a contactos directos e indirectos:

Externamente en el lado AC, se instalará junto al interruptor magnetotérmico un interruptor automático diferencial de 300mA de sensibilidad

#### 4. Protección de la calidad del suministro: En la ITC-BT-40 se recogen algunas especificaciones relacionadas con la calidad de la energía inyectada a red en instalaciones generadoras, que se especifican con más detalle en el RD 1663/2000 y en el RD 1578/2008. Así la instalación contará con un '**Interruptor automático de la interconexión (contactor)**', para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento. Los valores de actuación para máxima y mínima frecuencia, máxima y mínima tensión serán, según el R.D. 1663/2000, de:

En frecuencia: 48 - 51 Hz

En tensión:  $0,85 \cdot U_m$  -  $1,1 \cdot U_m$

El rearme del sistema de conmutación y, por tanto, de la conexión con la red de la instalación fotovoltaica será automático, una vez restablecida la tensión de red por la empresa distribuidora.

Podrán integrarse en el equipo inversor las funciones de protección de máxima y mínima tensión y de máxima y mínima frecuencia y en tal caso las maniobras automáticas de desconexión-conexión serán realizadas por éste. Las funciones serán realizadas mediante un contactor cuyo rearme será automático, una vez se restablezcan las condiciones normales de suministro de la red.

El contactor, gobernado normalmente por el inversor podrá ser activado manualmente. El estado del contactor (on/off), deberá señalizarse con claridad en el frontal del equipo, en un lugar destacado. Al no disponer el inversor de seleccionado de interruptor on/off, esta labor la realizará el magnetotérmico accesible de la instalación, que se instalará junto al inversor.

En caso de que se utilicen protecciones para las interconexiones de máxima y mínima frecuencia y de máxima y mínima tensión incluidas en el inversor, el fabricante del mismo deberá certificar:

- Los valores de tara de tensión.
- Los valores de tara de frecuencia.
- El tipo y características de equipo utilizado internamente para la detección de fallos (modelo, marca, calibración, etc.).
- Que el inversor ha superado las pruebas correspondientes en cuanto a los límites de establecidos de tensión y frecuencia.

Mientras que, de acuerdo con la disposición final segunda del presente Real Decreto, no se hayan dictado las instrucciones técnicas por las que se establece el procedimiento para realizar las mencionadas pruebas, se aceptarán a todos los efectos los procedimientos establecidos y los certificados realizados por los propios fabricantes de los equipos.

En caso de que las funciones de protección sean realizadas por un programa de «software» de control de operaciones, los precintos físicos serán sustituidos por certificaciones del fabricante del inversor, en las que se mencione explícitamente que dicho programa no es accesible para el usuario de la instalación.

Se adjuntan en el anexo 3 garantías y certificados de todos estos documentos.

5. Protección funcionamiento en isla: el inversor seleccionado lleva una protección anti-isla llevando a cabo la desconexión automática.

### **2.3.11 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN**

---

Con el software específico 'Aurora Vision' de ABB, para la comunicación con el inversor es posible controlar desde un PC todas las diferentes variables de la

instalación fotovoltaica: parámetros de funcionamiento del inversor e histórico de datos.

Esta comunicación es posible mediante una tarjeta Ethernet integrada en el inversor y que permite la comunicación entre la instalación fotovoltaica y un PC.

### **3.3.1 SISTEMAS DE SEGURIDAD: LÍNEA DE VIDA O BARANDILLA PERIMETRAL**

---

Debido a la construcción de la cubierta es necesario instalar una línea de vida o una barandilla alrededor del perímetro de la misma, de manera que se pueda trabajar en ella de una forma segura y facilite tanto los trabajos de instalación como los futuros trabajos de mantenimiento.

Una línea de vida (EN795 y EN353) es una instalación de seguridad que permite desplazamientos más o menos largos por las zonas donde exista riesgo de caída. Es un elemento o elementos rígidos o flexibles, fijados permanentemente a una estructura a la cual o a los cuales es posible sujetar un dispositivo de anclaje o un equipo de protección individual. Es un sistema completo, suministrado por el fabricante, con su correspondiente certificación, información e instrucciones. El cable de vida deberá tener una resistencia de 3600 daN. Existen dos tipos de líneas de vida:

- Líneas de vida horizontales (EN-795): flexibles (clase C, de cable, cuerda o cinta) o rígidas (clase D). Estas últimas deberán llevar un anclaje cada metro, que deberá aguantar un mínimo de 10KN.
- Líneas de vida Verticales (EN353): flexibles (EN 353-2, de cuerda o cable) o rígidas (EN 353-1, de rail, cable o pletina). Los puntos de anclaje del cable deben tener una resistencia mínima a la ruptura de 1000 daN y estar distribuidos de tal forma que en caso de caída accidental no se derive un movimiento pendular que podría acarrear un riesgo complementario de golpearse contra algún obstáculo fijo o móvil situado sobre la cubierta.

Sistemas anticaídas retráctiles: Este dispositivo se fabrica en cinta o cable que va enrollado en el interior de una carcasa, la cual posee en su parte superior un punto de sujeción para su instalación. El cable o cinta lleva en su extremo un conector que se une al operario. El dispositivo posee un funcionamiento similar al de los cinturones de los coches, dejando correr libre la cinta o cable si no hay tensión, pero bloqueándose cuando existen una tensión determinada (Por ejemplo: al sufrir una caída). Los anclajes son los puntos de sujeción que soportarán la fuerza generada en una caída sobre el sistema de seguridad. Hay anclajes constructivos, anclajes mecánicos, químicos, soldados, de fortuna, de peso muerto y móviles. Todos estos sistemas de fijación deben cumplir con los requisitos de la norma UNE

EN 795. Los anclajes no certificados no se podrán usar sin consultar al servicio de prevención. La unión entre la línea de vida y el arnés de seguridad se realiza mediante un carro especialmente diseñado para recorrer toda su longitud. El carro se desliza por el cable sin manipulación externa y en caso de caída del trabajador, se bloquea, eliminando así los riesgos de caída de altura y la aparición de oscilaciones muy peligrosas para el trabajador. La unión entre el carro y la cuerda de amarre del arnés que lleva el operario se efectúa a través de un dispositivo anticaídas de clase A, Tipo 1.

3. FICHA TÉCNICA DE LA INSTALACIÓN

**Denominación de la Instalación:**

**Instalación Solar Fotovoltaica Parque de Bomberos Nº1**

**Datos campo fotovoltaico:**

<b>Potencia Nominal de la Instalación</b>	<b>22kW</b>
<b>Número de Inversores</b>	<b>1 de 22kW</b>
<b>Conexión a la red</b>	<b>AT 400V Trifásica</b>
<b>Potencia del generador fotovoltaico</b>	<b>25.300 Wp</b>
<b>Número total de módulos</b>	<b>92</b>

**Datos del propietario de la instalación:**

<b>Nombre</b>	<b>Ayuntamiento de Zaragoza</b>
<b>Dirección</b>	<b>Vía Hispanidad,9 Zaragoza</b>
<b>CIF</b>	<b>P5030300G</b>
<b>Teléfono</b>	<b>976 701000</b>

**Datos de la ubicación de la instalación:**

<b>Ubicación</b>	<b>Calle Valle de Broto,16 Zaragoza</b>
<b>Coordenadas</b>	<b>41° 40' 01,28" N 0° 52' 31,36" W</b>

## 4. ANÁLISIS ENERGÉTICO

### 4.1. ESTUDIO DE PRODUCCIÓN

#### Radiación solar incidente

Para la estimación de la energía que se va a evacuar a la Red se ha utilizado el programa PVSyst, de diseño de instalaciones solares fotovoltaicas.

La radiación solar incidente en la zona se ha tomado de los datos facilitados por el programa PVGIS y por el Earth Science Enterprise de la NASA:

*Lugar: Zaragoza  
41°38'55" Norte, 0°53'20" Oeste,  
Elevación: 226 m.s.n.m,*

Mes	$H_h$	$D/G$	$T_{24h}$
Ene	1920	0.46	7.4
Feb	3070	0.38	7.0
Mar	4690	0.39	10.7
Abr	5520	0.36	14.2
Mayo	6580	0.34	17.6
Jun	7370	0.29	22.0
Jul	7690	0.24	24.8
Ago	6630	0.27	25.0
Sep	5130	0.30	21.2
Oct	3560	0.39	16.9
Nov	2260	0.42	11.3
Dic	1700	0.47	7.6
<b>Año</b>	<b>4680</b>	<b>0.33</b>	<b>15.5</b>

$H_h$ : Irradiación sobre plano horizontal (Wh/m<sup>2</sup>/día)

$D/G$ : Ratio entre la irradiación difusa y la global (-)

$T_{24h}$ : Temperatura media diaria (24h) (°C)

### Simulaciones de producción

Para estimar la producción de la instalación se ha utilizado el programa PVSyst, haciendo varias simulaciones diferentes, para los inversores de 50 kW y 20 kW.

La producción anual estimada, teniendo en cuenta las pérdidas debidas al cableado en AC, así como las debidas al entronque con la compañía eléctrica es:

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA SOBRE CUBIERTA PARQUE BOMBEROS Nº1	
POTENCIA NOMINAL	22 kWn
POTENCIA INSTALADA	25,4 kWp
Nº DE PANELES	92
PRODUCCIÓN ANUAL ESPECÍFICA	1.674 kWh / kWp
PRODUCCIÓN ANUAL TOTAL	42.350 kWh

### Balance Medioambiental

Según el Plan de Fomento de Energía Renovables:

Cada kWh producido con carbón (hulla + antracita nacional) causa unas emisiones de 977 g de CO<sub>2</sub>, y si es con gas natural en ciclos combinados, 394 g de CO<sub>2</sub> por kWh generado.

Con la producción eléctrica de la instalación solar fotovoltaica indicada en el capítulo anterior se evita cada año que se emitan a la atmósfera:

- **41,4 toneladas de CO<sub>2</sub>** si lo comparamos con la producción de una central térmica de carbón.
- **16,17 toneladas de CO<sub>2</sub>** si lo comparamos con la producción de una central de ciclo combinado.

Todos los cálculos realizados con PVSyst podemos verlos en el Anexo 5 de Evaluación Energética.

## 5. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

---

Se cumplirá lo establecido en el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en cualquier obra pública o privada en la que se realicen trabajos de construcción o ingeniería civil. En el presente Proyecto, el citado estudio toma la forma de Estudio Básico.

Zaragoza, Septiembre del 2019

SERVICIO CONSERVACIÓN ARQUITECTURA  
UNIDAD DE ENERGÍA E INSTALACIONES  
El Funcionario Municipal



Fdo: Fco Javier Pérez Abad

El Ingeniero Industrial  
Colegiado nº: 1678 COIAR



Fdo: Pilar Fiteni Mera  
Asistencia Técnica Externa

**PROYECTO PARA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN  
PARQUE BOMBEROS Nº1 EDIFICIO SINIESTROS  
17-038 –ELR BOMBEROS 1 SINIESTROS EFIC IEF-P2  
REM: 204–PARQUE BOMBEROS Nº1 SINIESTROS**

▪ **ANEJOS**

ANEJO 1.-	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN
ANEJO 2.-	CÁLCULOS ELÉCTRICOS
ANEJO 3.-	CONDICIONES DE CONEXIÓN DE ERZ ENDESA
ANEJO 4.-	EVALUACIÓN ENERGÉTICA
ANEJO 5.-	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS
ANEJO 6.-	CERTIFICADOS DE CONFORMIDAD DE LOS EQUIPOS
ANEJO 7.-	GESTIÓN DE RESIDUOS

## **ANEJO 1 – CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES**

**Proyecto:** PROYECTO PARA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN PARQUE BOMBEROS Nº1.

**Denominación de la Instalación:**

**Instalación Solar Fotovoltaica Parque de Bomberos Nº1**

**Datos campo fotovoltaico:**

Potencia Nominal de la Instalación	22kW
Número de Inversores	1 de 22kW
Conexión a la red	AT 400V Trifásica
Potencia del generador fotovoltaico	25.300 Wp
Número total de módulos	92

**Datos del propietario de la instalación:**

Nombre	Ayuntamiento de Zaragoza
Dirección	Vía Hispanidad,9 Zaragoza
CIF	P5030300G
Teléfono	976 701000

**Datos de la ubicación de la instalación:**

Ubicación	Calle Valle de Broto,16 Zaragoza
Coordenadas	41º 40' 01,28" N 0º 52' 31,36" W



## **ANEJO 2 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS**

## 1. CÁLCULO DE CABLEADO POR CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN.

La tensión influye directamente en la intensidad que circula por un cable, para una potencia conocida. Así, al aumentar la tensión para una potencia dada, la intensidad que recorre el conductor será menor, pudiendo reducir por tanto la sección del conductor sin aumentar las pérdidas que tendrían lugar en el mismo.

La longitud influye directamente en la sección de cable requerida para unas pérdidas de carga definidas. Puesto que la resistencia que opone un conductor al paso de corriente es directamente proporcional a la longitud del mismo, a mayor longitud necesaria de cable, mayores serán las secciones necesarias para evitar que las pérdidas en el mismo se disparen.

La caída de tensión,  $\Delta V$ , que se produce en una línea con corriente continua despreciando la inducción de la línea y siendo conocida la potencia, viene dada por la siguiente expresión:

$$\Delta V = \frac{2}{K} \cdot \frac{P \cdot L}{V \cdot S}$$

donde:

P=Potencia transportada

L=Longitud total del cable

S=Sección mínima del cable

V=Voltaje del sistema

$\Delta V$ =Caída de tensión, expresada en %

La normativa limita la caída de tensión máxima admisible en la parte de continua al 1.5 % de la tensión del sistema. Aplicando entonces la fórmula anterior se obtiene que la sección mínima para dicha caída de tensión en todo el cableado de CC.

Sin embargo, ese porcentaje representa las pérdidas globales en todos los tramos de continua. Por tanto esta caída de tensión se tiene que dividir en dos tramos que son los que nos vamos a encontrar en la instalación que nos ocupa:

- Desde paneles hasta Seccionador en Caja de conexión.
- Desde Seccionador hasta Inversor.

Las caídas de tensión pueden ser variables, pero la suma de los 2 tramos no puede ser superior del 1,5%.

De esta forma se obtienen las distintas dimensiones de los cableados en función de las distancias que tengamos en cada caso.

Puesto que a través de esta expresión obtenemos la sección mínima del cable para evitar que las pérdidas superen los límites permitidos, siempre nos inclinaremos por sobredimensionar la sección del cable hasta la medida normalizada inmediatamente superior y adaptándonos a las recomendadas por los fabricantes de los equipos instalados.

Por otro lado, la intensidad máxima que circulará por nuestro conductor será:

$$I = \frac{P}{V}$$

en el lado de continua, y

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos \phi}$$

en la parte alterna.

La caída de tensión en la parte de alterna, entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública, no será superior al 1,5%, para la intensidad nominal.

En la siguiente tabla se detallan los diferentes tramos para los que se ha dimensionado el cableado para las distintas distancias existentes entre los equipos, así como las secciones de cables elegidas en función de las características anteriores.

La potencia de cada rama será la potencia pico del panel, 275 W multiplicada por el número de paneles en serie de cada rama.

PARQUE BOMBEROS N°1	TRAMO	P (W)	V (V)	I (A)	L (m)		S (mm2)	CdT (V)	CdT (%)	Cos φ	I max cable (A)
Módulos-Caja Conexión	Rama 1	6.325	626	12,63	90	DC	4	8,12	1,30%	1	55
	Rama 2	6.325	626	12,63	85	DC	4	7,67	1,22%	1	55
	Rama 3	6.325	626	12,63	80	DC	4	7,22	1,15%	1	55
	Rama 4	6.325	626	12,63	75	DC	4	6,77	1,08%	1	55
<b>Caja Conexión-Inversor</b>		25.300	626	40,4153	1	DC	4	0,36	0,06%	1	55
<b>Inversor- Cuadro AC</b>		22.000	400	33,4265	2	AC	4	0,49	0,12%	0,95	55
<b>Cuadro AC Unión instalaciones</b>		30.000	400	45,5816	2	AC	4	0,67	0,17%	0,95	55
<b>Cuadro AC-Transformador</b>		30.000	400	45,5816	140	AC	35	5,36	1,34%	0,95	87

\*INTENSIDAD NOMINAL MAYORADA UN 25%

RBT (ITC040) indica que los conductores que van desde los módulos al inversor deben soportar un 125% de intensidad por lo que el valor de I empleado en la fórmula está multiplicado por 1.25.

## 2. COMPROBACIÓN DEL CABLEADO POR EL CRITERIO TÉRMICO

El presente proyecto tiene en cuenta el criterio térmico especificado en la ITC-07 a efectos de la intensidad máxima admisible y la temperatura máxima que soportará el cable en función del régimen de funcionamiento al que se vea sometido y de su aislamiento. En la siguiente tabla se adjuntan las temperaturas máximas que pueden soportar los cables en función del tipo de aislamiento del que van recubiertos.

Tabla: Cables aislados con aislamiento seco; temperatura máxima, en °C, asignada al conductor

Tipo de Aislamiento seco	Temperatura máxima °C	
	Servicio permanente	Cortocircuito $t \leq 5s$
<b>Policloruro de vinilo (PVC)</b> $S \leq 300 \text{ mm}^2$ $S > 300 \text{ mm}^2$	70	160
	70	140
<b>Polietileno reticulado (XLPE)</b>	90	250
<b>Etileno Propileno (EPR)</b>	90	250

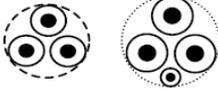
Las intensidades máximas en función de los diferentes tipos de cables y sus materiales aislantes se exponen a continuación. Las intensidades contenidas en esta tabla han sido calculadas teniendo en cuenta unas características determinadas del ambiente y la instalación. Estas condiciones son las que se detallan a continuación:

Cables aislados con XLPE/EPR, dos Conductores Cargados, Cobre o Aluminio

Temperatura ambiente 40°C. en el aire

Temperatura del conductor: 90°C.

Tabla 12. Intensidad máxima admisible, en amperios, en servicio permanente para cables con conductores de cobre en instalación al aire en galerías ventiladas (temperatura ambiente 40°C)

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tres cables unipolares (1)			1 cable trifásico		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	46	45	38	44	43	36
10	64	62	53	61	60	50
16	86	83	71	82	80	65
25	120	115	96	110	105	87
35	145	140	115	135	130	105
50	180	175	145	165	160	130
70	230	225	185	210	220	165
95	285	280	235	260	250	205
120	335	325	275	300	290	240
150	385	375	315	350	335	275
185	450	440	365	400	385	315
240	535	515	435	475	460	370
300	615	595	500	545	520	425
400	720	700	585	645	610	495
500	825	800	665	-	-	-
630	950	915	765	-	-	-

- Temperatura del aire: 40°C

- Un cable trifásico al aire o un conjunto (terna) de cables unipolares en contacto mutuo.

- Disposición que permita una eficaz renovación del aire.

(1) Incluye el conductor neutro, si existiese.

Los cables empleados serán los siguientes

➤ Módulos fotovoltaicos a Caja de Conexión:

Cable ZZ-F(AS) 0,6/1KV – 4mm<sup>2</sup>

➤ Caja de Conexión a Inversor:

Cable RZ1-K(AS) 0,6/1KV - 4 mm<sup>2</sup>

➤ Inversor a Cuadro de Baja Tensión:

Cable RZ1-K(AS) 0,6/1KV - 10 mm<sup>2</sup>

➤ Cuadro de Baja Tensión a CGBT en Centro de Transformación :

Cable RZ1-K(AS) 0,6/1KV - 35 mm<sup>2</sup> (Parque de Bomberos)

Las intensidades máximas que marca el fabricante para cada tipo de cable son:

- Cable ZZ-F(AS) 0,6/1KV - 4mm<sup>2</sup> I<sub>max</sub>= 55A
- Cable RZ1-K(AS) 0,6/1KV - 10 mm<sup>2</sup> I<sub>max</sub>= 65A
- Cable RZ1-K(AS) 0,6/1KV - 35 mm<sup>2</sup> I<sub>max</sub>= 137A

Todo el cableado interior tendrá aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y protección mecánica de PVC.

Es importante señalar que se han comprobado las secciones de cableado de forma que se cumpla la condición de criterio térmico además del criterio de cálculo por caídas de tensión, expuesto anteriormente. Todos los tramos cumplen las condición del reglamento electrotécnico de baja tensión, ya que la intensidad que circulará por los mismos, mayorada en un 25%, (según ITC-40 del RBT) no supera las máximas admisibles, una vez aplicados los coeficientes de reducción indicados en el reglamento.

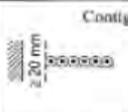
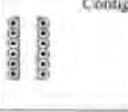
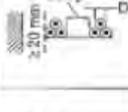
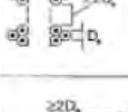
Además, se tendrán en cuenta los factores de reducción que se exponen en el RBT y que se citan a continuación, para temperaturas distintas de 40°.

**Tabla 13. Coeficiente de corrección  $F$  para temperatura ambiente distinta de 40°C**

Temperatura de servicio $\Theta_s$ , en °C	Temperatura ambiente, $\Theta_a$ , en °C										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
90	1.27	1.22	1.18	1.14	1.10	1.05	1	0.95	0.90	0.84	0.77
70	1.41	1.35	1.29	1.22	1.15	1.08	1	0.91	0.81	0.71	0.58

De igual modo, la norma plantea un coeficiente de desviación en función del número de cables que vayan por la misma bandeja y de la distancia entre dichos cables. Para nuestro caso, las bandejas albergarán, en el caso más desfavorable el cableado correspondiente a 23 cables en contacto. Para esta situación, el coeficiente de corrección previsto por la norma es <0,85.

Tabla 14. Factor de corrección para agrupaciones de cables unipolares instalados al aire

Tipo de instalación		Nº de bandejas	Nº de circuitos trifásicos (2)			A utilizar para (1):
			1	2	3	
Bandejas perforadas (3)		1	0,95	0,90	0,85	Tres cables en capa horizontal
		2	0,95	0,85	0,80	
		3		0,85	0,80	
Bandejas verticales perforadas (4)		1	0,95	0,85	-	Tres cables en capa vertical
		2	0,90	0,85	-	
Bandejas escalera, soporte, etc. (3)		1	1,00	0,95	0,95	Tres cables en capa horizontal
		2	0,95	0,90	0,90	
		3	0,95	0,90	0,85	
Bandejas perforadas (3)		1	1,00	1,00	0,95	Tres cables dispuestos en trébol
		2	0,95	0,95	0,90	
		3	0,95	0,90	0,85	
Bandejas verticales perforadas (4)		1	1,00	0,90	0,90	
		2	1,00	0,90	0,85	
Bandejas escalera, soporte, etc. (3)		1	1,00	1,00	1,00	
		2	0,95	0,95	0,95	
3	0,95	0,95	0,90			

NOTAS:

- (1) Incluye además el conductor neutro, si existiese.
- (2) Para circuitos con varios cables en paralelo por fase, a los efectos de la aplicación de esta tabla, cada grupo de tres conductores se considera como un circuito.
- (3) Los valores están indicados para una distancia vertical entre bandejas de 300 mm. Para distancias más pequeñas, se reducirán los factores.
- (4) Los valores están indicados para una distancia horizontal entre bandejas de 225 mm., estando las bandejas montadas dorso con dorso. Para distancias más pequeñas se reducirán los factores.

Puesto que nuestra instalación es en baja tensión, las protecciones y las propias características de los cables para este tipo de instalaciones limitan las posibles situaciones de cortocircuito a tiempos inferiores a 5 segundos no siendo por tanto necesaria la comprobación de los cables según la norma bajo el criterio de la intensidad de cortocircuito que podría circular por los mismos.

Por otro lado, la intensidad de cortocircuito en un sistema de estas características siempre será de un rango muy inferior a la que podría producirse en un sistema convencional.

### 3. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Datos: Potencia cortocircuito Red Endesa:  $S_{cc} = 500,6$  MVA

Tensión cortocircuito transformadores (secos):  $U_{cc} = 6\%$

Potencia trafos: 800 kVA

$U_2 = 0,4$  kV

#### Impedancia de la Red de Media Tensión

$$X_Q = \frac{(1,05 \times U_2)^2}{S_{cc}} = \frac{(1,05 \times 0,4)^2}{500,6} = 0,35 \text{ m}\Omega$$

#### Impedancia del Transformador

$$Z_T = \frac{(1,05 \times 0,4)^2}{0,800} \times 0,06 = 13,23 \text{ m}\Omega$$

$$R_T = 0,31 \times Z_T = 4,1 \text{ m}\Omega$$

#### Impedancia de la Línea Trafo-CGCT

Trafo - CGCT: (longitud: 8 m, sección: 4x240 mm<sup>2</sup>)

$$X_{L_{ic}} = 0,08 \times L = 0,08 \times 8 = 0,64 \text{ m}\Omega$$

$$R_{L_{ic}} = \frac{18,51 \times L}{S} = \frac{18,51 \times 8}{4 \times 240} = 0,154 \text{ m}\Omega$$

#### RESULTADOS:

##### Impedancia total en CGCT

$$Z_{cc} = \sqrt{(4,1 + 0,154)^2 + (0,35 + 13,23 + 0,64)^2} = 14,86 \text{ m}\Omega$$

Intensidad máxima de cortocircuito en CGCT

$$I_{CC III \max} = \frac{1,05 \times 400}{\sqrt{3} \times Z_{CC}} = 16,31 \text{ kA}$$

### CUADRO GENERAL CT

Interruptores de entrada y salida:  $I_{CCS} = I_{CC III \max} > 17 \text{ kA}$  -> Poder de Corte: 20 kA

Dispondremos de interruptor automático magneto-térmicos de 20 kA de pdC.



## **ANEJO 3 – CONDICIONES DE SUMINISTRO Y CONEXIÓN**

**Ref. Solicitud:** AZAR003 0000006948-1  
**Tipo de generación:** GENERACIÓN  
FOTOVOLTAICA

**PRODIA S L**  
**MARIA LOSTAL 29 5 4**  
**50008 - ZARAGOZA**  
**A la Atención de Oscar Vicioso Rivero**

**ASUNTO:** solicitud de punto de conexión

Estimado Sr.:

En relación a su solicitud de punto de conexión a la red de distribución de Endesa Distribución Eléctrica de la instalación de generación INSTALACION FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO PARQUE DE BOMBEROS Nº1 de 20kW, conectada en red interior en la modalidad de autoconsumo con excedentes, titularidad de AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA, situada en C/. Valle de Broto nº16, 50015, Zaragoza, nos complace comunicarle a continuación las condiciones en que podemos atenderla, conforme a la legislación vigente.

- Punto de conexión: Línea de media tensión A\_A11\_CD7 10 kV de SET ELEV\_AGUAS, a través de la red interior del suministro con CUPS ES0031300026168001CJ0F.
- Coordenadas UTM del punto de conexión: [<30>, <676875,27>, <4614987,85>]
- Tensión nominal (V): 10.000.
- Tensión máxima estimada (V): 10.700.
- Tensión mínima estimada (V): 9.300.
- Potencia de cortocircuito máxima de diseño (MVA): 346.
- Potencia de cortocircuito mínima en explotación (MVA): 82.

Para la conexión de la central de generación a la red interior deberán cumplirse todos los requisitos técnicos y administrativos establecidos en el artículo 13 del Real Decreto 1699/2011.

Estas indicaciones técnicas se facilitan para atender esta solicitud, sin que puedan ser aplicadas para condiciones distintas a las de la solicitud considerada (tipo de generación, potencia, ubicación, etc.).

Conforme prevé el artículo 5 del RD 1699/2011, le informamos que dispone de un plazo máximo de tres meses para comunicarnos, de manera fehaciente, la aceptación del punto de conexión propuesto. Transcurrido este plazo sin haber recibido comunicación por su parte, entenderemos que ha desistido de su solicitud por lo que esta quedará sin efecto alguno, debiendo, en su caso, ser nuevamente formulada por Vd. dando lugar a una nueva comunicación, de acuerdo a la legislación vigente, por parte de esta compañía distribuidora que atenderá a las condiciones existentes en la red en ese momento, sin necesaria vinculación con la actual.

Le informamos que hemos remitido también las presentes condiciones técnicas al solicitante que Usted representa.

En el caso de que antes de que finalice este plazo, nos informe de la aceptación del punto y condiciones propuestas, podrá continuar el procedimiento de acuerdo con el RD 1699/2011, procediendo por nuestra

parte a informarle las condiciones técnicas y económicas de la conexión. Para informar estas condiciones se recomienda que nos presente el proyecto<sup>1</sup> de la instalación de generación.

El presente escrito no supone garantía alguna de las condiciones y precio de adquisición de la energía generada por el productor, quedando estas sujetas a la reglamentación que les sea de aplicación en cada momento.

Quedamos a su disposición para cualquier aclaración en nuestro Servicio de Asistencia Técnica a través del teléfono 902 534 100 o del correo electrónico [solicitudes.nnss@endesa.es](mailto:solicitudes.nnss@endesa.es). Así mismo en nuestra página web [www.endesadistribucion.es](http://www.endesadistribucion.es), podrá obtener mayor información respecto de la tramitación de este proceso y la legislación aplicable.

Atentamente,

**Endesa Distribución Eléctrica S.L. Unipersonal**

*Operaciones Comerciales de Red Aragón*



9 de enero de 2019

---

<sup>1</sup> Para agilizar la gestión le rogamos que nos lo facilite en formato digital

## **ANEJO 4 – EVALUACIÓN ENERGÉTICA**

## ABB Stringsizer™ - Informe de configuración

### Ubicación

<b>CONTINENTE</b> Europe
<b>PAÍS</b> Spain
<b>CIUDAD</b> Barcelona

### Temperatura (°C) Amb Célula

<b>Mínima</b> -5°C	-5°C
<b>Promedio</b> 26°C	61°C
<b>Máxima</b> 45°C	80°C

### Montaje

Montaje sobre cubierta
------------------------

#### Modelo de inversor TRIO-20.0-TL-OUTD -S2X

<b>Potencia AC nominal [kW]/ Tensión AC nominal [V]</b>	20000 / 400
<b>Configuración de los canales</b>	Canales independientes (Núm. MPPT ind.: 2)
<b>Número de paneles por inversor</b>	92
<b>Potencia DC instalada por inversor (STC) [kW]</b>	25300
<b>Notas</b>	Verifique que el tamaño de los fusibles instalados en serie con cada conector de entrada es compatible con la Isc, max del panel y no supera el rango del fusible max especificado por el fabricante del panel



#### Panel fotovoltaico (marca / modelo) REC Solar / REC275PE

<b>Tecnología</b>	
<b>Potencia nominal [W]</b>	275
<b>Tensión a circuito abierto Voc [V]</b>	38.70
<b>Corriente de cortocircuito Isc [A]</b>	9.25
<b>Tensión MP Vmp [V]</b>	31.50
<b>Corriente MP Imp [A]</b>	8.74
<b>Coefficiente de temperatura Voc [V/°C]</b>	-0.104
<b>Coefficiente de temperatura Isc [mA/°C]</b>	2.220



	MPPT1	MPPT2
<b>Número de paneles por rama</b>	23	23
<b>Número de ramas en paralelo</b>	2	2
<b>Número de paneles total</b>	46	46
<b>Notas</b>	1, 2	1, 2
<b>Potencia STC instalada en el MPPT [kW]</b>	12.65	12.65
<b>Límite de potencia del MPPT [kW]</b>	12.00	12.00
<b>PPV(INST),MPPTi/PMPTMAX</b>	105.4%	105.4%
<b>PPV(inst)/PACR</b>		126.5%
<b>PPV(inst)/PACMAX</b>		115.0%
<b>Máxima tensión del sistema de paneles [Vdc]</b>	1000	1000
<b>Max tensión de ingreso del inversor [Vdc]</b>	1000	1000
<b>Voc_Max: Tensión a circuito abierto de la rama @-5°C [Vdc]</b>	961.9	961.9
<b>Voc_Min: Tensión a circuito abierto de la rama @80°C [Vdc]</b>	758.5	758.5
<b>Tensión de activación Vstart (defecto) [Vdc]</b>	430	430
<b>Tensión de activación Vstart aconsejada [Vdc]</b>	Default (430)	Default (430)
<b>Vmp_Max: tensión mp de la rama @-5°C [Vdc]</b>	783.2	783.2
<b>Vmp_Typ: Tensión mp de la rama @61°C [Vdc]</b>	654.1	654.1
<b>Vmp_Min: Tensión mp de la rama @80°C [Vdc]</b>	617.0	617.0
<b>Rango de operación del MPPT* [Vdc]</b>	301 - 950	301 - 950
<b>Corriente de cortocircuito del generador FV @80°C [A]</b>	18.7	18.7
<b>Max corriente de cortocircuito del inversor [A]</b>	30	30
<b>Corriente del MPP del generador FV @80°C [A]</b>	17.7	17.7
<b>Max corriente del MPP del inversor [A]</b>	25	25
<b>Notas explicativas</b>	*) Rango de operación MPPT teniendo en cuenta el valor de tensión de activación por defecto; 1)- Atención: Posibilidad de limitar la potencia de salida; 2)- Number of parallel strings compatible with inverter connections.	

Terminos y condiciones de uso: esta herramienta de diseño se utiliza para estimar la configuración de rama compatible con los inversores fotovoltaicos ABB. ABB no hace ninguna afirmación en cuanto a su exactitud en la predicción de resultados reales en la instalación fotovoltaica o del inversor o el cumplimiento de los códigos y normas vigentes en la ubicación del proyecto.

Todas las configuraciones deben ser revisadas por un técnico cualificado para asegurar el cumplimiento de los parámetros de funcionamiento del inversor, el código eléctrico y las normas vigentes en la ubicación de la instalación. Al utilizar esta herramienta, el usuario exime a Power-One Inc. de cualquier daño derivado de su uso.

## Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

**Proyecto :** **BOMBEROS1**

<b>Lugar geográfico</b>	<b>Zaragoza</b>	<b>País</b>	<b>España</b>	
<b>Ubicación</b>	Latitud	41.64° N	Longitud	-0.90° W
Hora definido como	Hora Legal	Huso hor. UT+1	Altitud	224 m
	Albedo	0.20		
<b>Datos climatológicos:</b>	<b>Zaragoza</b>	PVGIS - Síntesis		

**Variante de simulación :** **4x23**

Fecha de simulación 29/05/18 18h02

<b>Parámetros de la simulación</b>	Tipo de sistema	<b>No 3D scene defined</b>	
<b>Orientación Plano Receptor</b>	Inclinación	35°	Acimut 0°
<b>Modelos empleados</b>	Transposición	Perez	Difuso Perez, Meteonorm
<b>Perfil obstáculos</b>	Sin perfil de obstáculos		
<b>Sombras cercanas</b>	Sin sombreado		
<b>Características generador FV</b>			
<b>Módulo FV</b>	Si-poly	Modelo	<b>REC 275PE</b>
Original PVsyst database		Fabricante	REC
Número de módulos FV		En serie	23 módulos
Nº total de módulos FV		Nº módulos	92
Potencia global generador		Nominal (STC)	<b>25.30 kWp</b>
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	655 V
Superficie total		Superficie módulos	<b>152 m²</b>
		En paralelo	4 cadenas
		Pnom unitaria	275 Wp
		En cond. funciona.	22.79 kWp (50°C)
		I mpp	35 A
		Superf. célula	136 m²
<b>Inversor</b>			
Original PVsyst database		Modelo	<b>TRIO-20.0-TL-OUTD-400</b>
Características		Fabricante	ABB
		Tensión Funciona.	200-950 V
		Pnom unitaria	22.0 kWac
Banco de inversores		Nº de inversores	1 unidades
		Potencia total	22 kWac
		Relación Pnom	1.15
<b>Factores de pérdida Generador FV</b>			
Factor de pérdidas térmicas		Uc (const)	20.0 W/m²K
Pérdida Óhmica en el Cableado		Res. global generador	311 mOhm
LID - "Light Induced Degradation"		Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo		Fracción de Pérdidas	1.5 %
Pérdidas Mismatch Módulos		Fracción de Pérdidas	-0.5 %
Strings Mismatch loss		Fracción de Pérdidas	1.0 % en MPP
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE		Fracción de Pérdidas	0.10 %
		IAM = 1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo 0.05
<b>Necesidades de los usuarios :</b>	Carga ilimitada (red)		

## Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

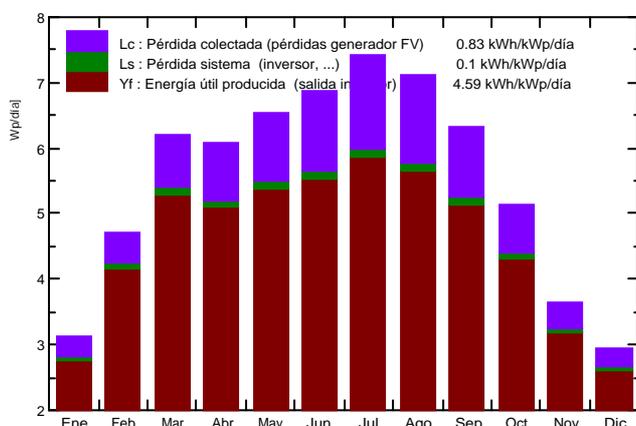
**Proyecto :** BOMBEROS1

**Variante de simulación :** 4x23

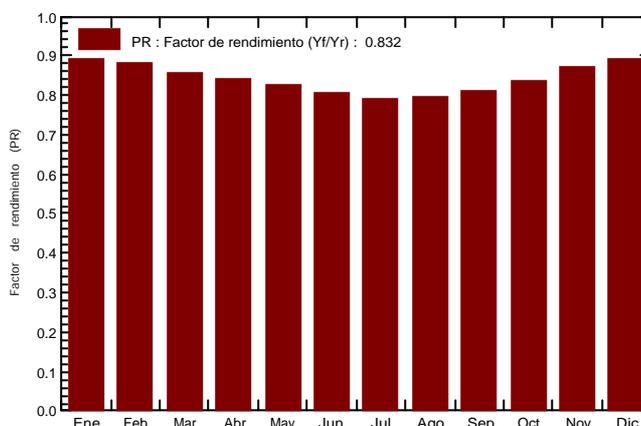
<b>Parámetros principales del sistema</b>	Tipo de sistema	<b>No 3D scene defined</b>	
Orientación Campos FV	inclinación	35°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	REC 275PE	Pnom 275 Wp
Generador FV	N° de módulos	92	Pnom total <b>25.30 kWp</b>
Inversor	Modelo	TRIO-20.0-TL-OUTD-400	Pnom 22.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

<b>Resultados principales de la simulación</b>			
Producción del Sistema	<b>Energía producida</b>	<b>42.35 MWh/año</b>	Produc. específico 1674 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	83.19 %	

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 25.30 kWp



Factor de rendimiento (PR)



### 4x23

### Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	
Enero	59.5	31.83	9.00	96.9	94.4	2.232	2.184	0.891
Febrero	86.0	32.39	8.80	132.0	129.0	3.006	2.944	0.881
Marzo	145.4	48.10	12.60	191.7	187.1	4.233	4.147	0.855
Abril	165.6	66.50	16.10	182.2	176.9	3.949	3.867	0.839
Mayo	204.0	77.10	19.40	202.3	196.2	4.314	4.224	0.825
Junio	221.1	66.60	23.70	206.1	199.4	4.293	4.206	0.807
Julio	238.4	64.80	26.60	229.7	222.8	4.686	4.590	0.790
Agosto	205.5	57.40	26.70	220.5	214.4	4.520	4.427	0.793
Septiembre	153.9	49.20	23.10	189.9	185.1	3.985	3.904	0.813
Octubre	110.4	40.40	19.00	159.6	155.9	3.446	3.377	0.836
Noviembre	67.8	31.10	13.00	109.8	107.0	2.472	2.420	0.871
Diciembre	52.7	27.10	9.39	91.5	89.1	2.105	2.060	0.890
Año	1710.3	592.52	17.33	2012.2	1957.2	43.241	42.350	0.832

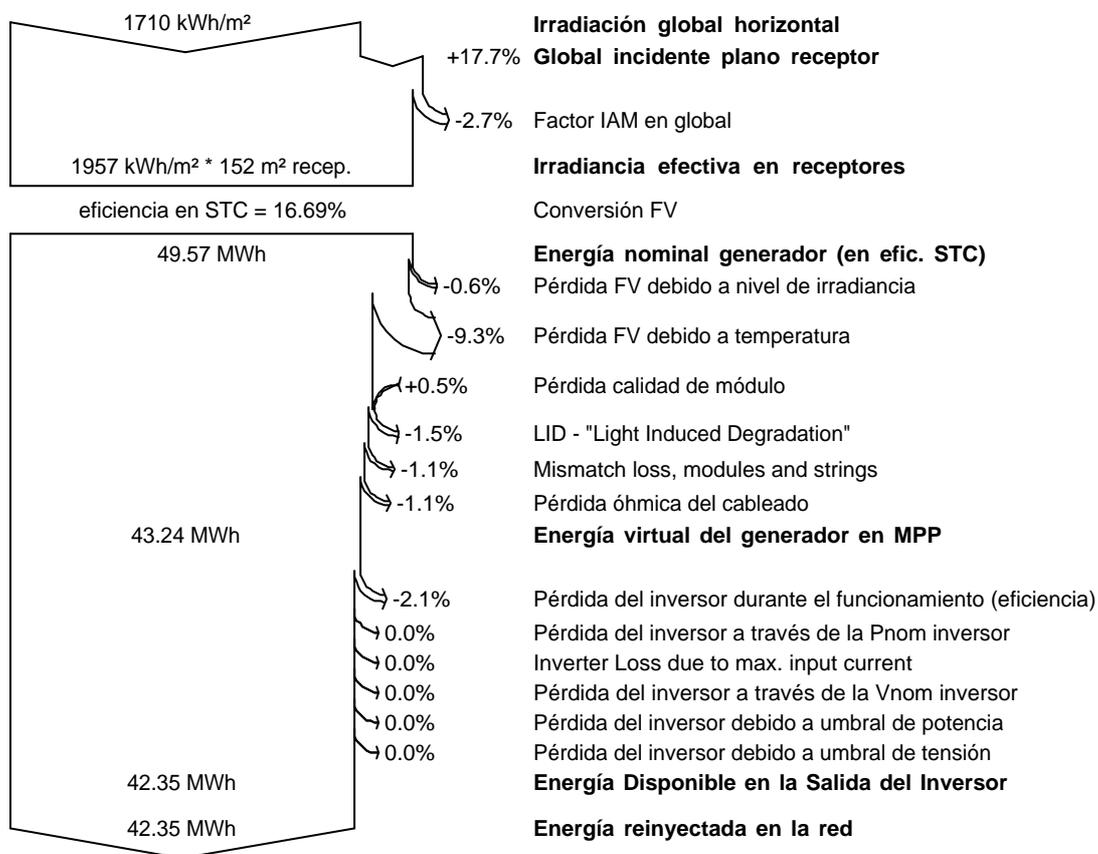
Leyendas: GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
T Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía reinyectada en la red
GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Factor de rendimiento

## Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

**Proyecto :** BOMBEROS1

**Variante de simulación :** 4x23

<b>Parámetros principales del sistema</b>		Tipo de sistema	<b>No 3D scene defined</b>	
Orientación Campos FV		inclinación	35°	acimut 0°
Módulos FV		Modelo	REC 275PE	Pnom 275 Wp
Generador FV		Nº de módulos	92	Pnom total <b>25.30 kWp</b>
Inversor		Modelo	TRIO-20.0-TL-OUTD-400	Pnom 22.00 kW ac
Necesidades de los usuarios		Carga ilimitada (red)		



## Sistema Conectado a la Red: CO2 Balance

**Proyecto :** BOMBEROS1

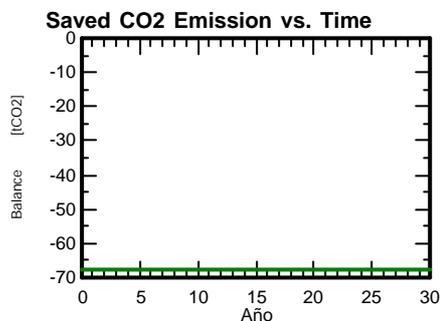
**Variante de simulación :** 4x23

<b>Parámetros principales del sistema</b>	Tipo de sistema	<b>No 3D scene defined</b>	
Orientación Campos FV	inclinación	35°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo	REC 275PE	Pnom 275 Wp
Generador FV	N° de módulos	92	Pnom total <b>25.30 kWp</b>
Inversor	Modelo	TRIO-20.0-TL-OUTD-400	Pnom 22.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)		

<b>Produced Emissions</b>	<b>Total:</b>	<b>67.98 tCO2</b>
	Source:	Detailed calculation from table below
<b>Replaced Emissions</b>	<b>Total:</b>	<b>0.0 tCO2</b>
	System production:	42.35 MWh/a. Lifetime: 30 years
		Annual Degradation: 1.0 %
	Grid Lifecycle Emissions:	0 gCO2/kWh
	Source:	Custom value supplied by User
<b>CO2 Emission Balance</b>	<b>Total:</b>	<b>-68.0 tCO2</b>

**System Lifecycle Emissions Details:**

Item	Modules	Supports
LCE		4.40 kgCO2/kg
Quantity	36.3 kWp	1320 kg
Subtotal [kgCO2]	62172	5811



## **ANEJO 5 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EQUIPOS**

SOLAR'S MOST TRUSTED



## HIGH PERFORMANCE SOLAR PANELS

# REC PEAK ENERGY SERIES

REC Peak Energy Series panels are the perfect choice for building solar systems that combine long lasting product quality with reliable power output.

REC combines leading standards of design and manufacturing to produce high-performance solar panels with uncompromising quality.



**MORE POWER  
PER M<sup>2</sup>**



**ROBUST AND  
DURABLE DESIGN**

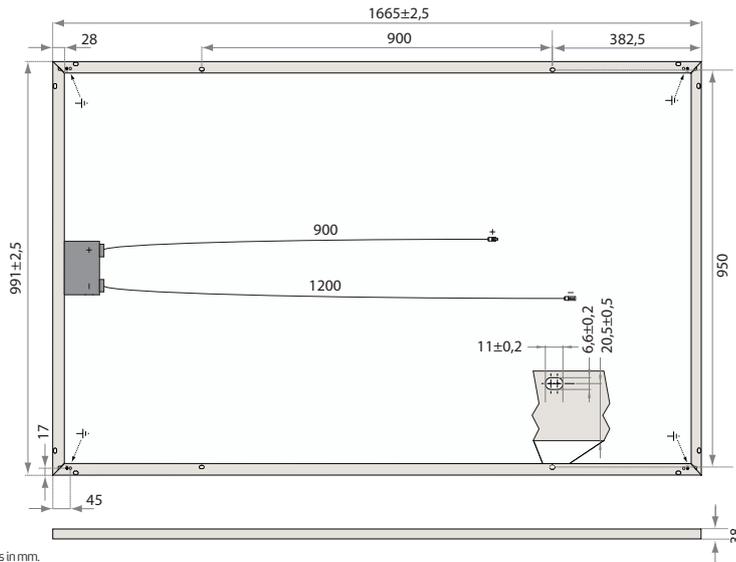


**100%  
PID FREE**



**OPTIMIZED FOR ALL  
SUNLIGHT CONDITIONS**

# REC PEAK ENERGY SERIES



Measurements in mm.

ELECTRICAL DATA @ STC	Product Code*: RECxxxPE					
Nominal Power - $P_{MPP}$ (Wp)	250	255	260	265	270	275
Watt Class Sorting - (W)	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5
Nominal Power Voltage - $V_{MPP}$ (V)	30.2	30.5	30.7	30.9	31.2	31.5
Nominal Power Current - $I_{MPP}$ (A)	8.30	8.42	8.50	8.58	8.66	8.74
Open Circuit Voltage - $V_{OC}$ (V)	37.4	37.6	37.8	38.1	38.4	38.7
Short Circuit Current - $I_{SC}$ (A)	8.86	8.95	9.01	9.08	9.18	9.25
Panel Efficiency (%)	15.2	15.5	15.8	16.1	16.4	16.7

Values at standard test conditions STC (airmass AM1.5, irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>, cell temperature 25°C).  
At low irradiance of 200 W/m<sup>2</sup> (AM1.5 and cell temperature 25°C) at least 95.5% of the STC module efficiency will be achieved.  
\*Where xxx indicates the nominal power class ( $P_{MPP}$ ) at STC indicated above, and can be followed by the suffix BLK for black framed modules.

ELECTRICAL DATA @ NOCT	Product Code*: RECxxxPE					
Nominal Power - $P_{MPP}$ (Wp)	183	187	190	193	196	202
Nominal Power Voltage - $V_{MPP}$ (V)	27.8	28.0	28.2	28.4	28.6	28.8
Nominal Power Current - $I_{MPP}$ (A)	6.58	6.68	6.74	6.80	6.86	7.02
Open Circuit Voltage - $V_{OC}$ (V)	34.7	34.8	35.0	35.3	35.7	36.0
Short Circuit Current - $I_{SC}$ (A)	7.11	7.18	7.23	7.29	7.35	7.40

Nominal operating cell temperature NOCT (800 W/m<sup>2</sup>, AM1.5, wind speed 1 m/s, ambient temperature 20°C).  
\*Where xxx indicates the nominal power class ( $P_{MPP}$ ) at STC indicated above, and can be followed by the suffix BLK for black framed modules.

CERTIFICATIONS
     
IEC 61215, IEC 61730 & UL 1703; MCS, IEC 62804 (PID) IEC 62716 (Ammonia Resistance), IEC 60068-2-68 (Blowing Sand), IEC 61701 (Salt Mist level 6), UNI 8457/9174 (Class A), ISO 11925-2 (Class E), ISO 9001: 2015, ISO 14001: 2004, OHSAS 18001: 2007

WARRANTY
10 year product warranty 25 year linear power output warranty (max. depression in performance of 0.7% p.a.) See warranty conditions for further details.

**take way**  
for an easy way  
take-e-way WEEE Compliant Recycling scheme

**16.7%** EFFICIENCY  
**10** YEAR PRODUCT WARRANTY  
**25** YEAR LINEAR POWER OUTPUT WARRANTY

## TEMPERATURE RATINGS

Nominal operating cell temperature (NOCT):	45.7°C (±2°C)
Temperature coefficient of $P_{MPP}$ :	-0.40 %/°C
Temperature coefficient of $V_{OC}$ :	-0.27 %/°C
Temperature coefficient of $I_{SC}$ :	0.024 %/°C

## GENERAL DATA

Cell type:	60 multi-crystalline 3 strings of 20 cells with 3 bypass diodes
Glass:	3.2 mm solar glass with anti-reflection surface treatment
Back sheet:	Highly resistant polyester
Frame:	Anodized aluminum (Available in silver or black)
Junction box:	IP67 rated 4 mm <sup>2</sup> solar cable, 0.9 m + 1.2 m
Connectors*:	Stäubli MC4 PV-KBT4/PV-KST4 (4 mm <sup>2</sup> ) Tonglin TL-Cable01S-FR (4 mm <sup>2</sup> ) *Dependent on product type
Origin:	Made in Singapore/Vietnam

## MAXIMUM RATINGS

Operational temperature:	-40 ... +85°C
Maximum system voltage:	1000 V
Maximum snow load (+):	550 kg/m <sup>2</sup> (5400 Pa)
Maximum wind load (-):	244 kg/m <sup>2</sup> (2400 Pa)
Max series fuse rating:	25 A
Max reverse current:	25 A

## MECHANICAL DATA

Dimensions:	1665 x 991 x 38 mm
Area:	1.65 m <sup>2</sup>
Weight:	18 kg

**Note!** Specifications subject to change without notice.

Founded in Norway in 1996, REC is a leading vertically integrated solar energy company. Through integrated manufacturing from silicon to wafers, cells, high-quality panels and extending to solar solutions, REC provides the world with a reliable source of clean energy. REC's renowned product quality is supported by the lowest warranty claims rate in the industry. REC is a Bluestar Elkem company with headquarters in Norway and operational headquarters in Singapore. REC employs more than 2,000 people worldwide, producing 1.4 GW of solar panels annually.



www.recgroup.com

SOLAR INVERTERS

# ABB string inverters

## TRIO-20.0/27.6-TL-OUTD

### 20 to 27.6 kW



The TRIO 20.0/27.6 commercial inverter offers more flexibility and control to installers who have large installations with varying aspects or orientations.

01

—  
01  
TRIO-20.0/27.6-TL-OUTD  
outdoor string inverter

The dual input section containing two independent Maximum Power Point Tracking (MPPT), allows optimal energy harvesting from two sub-arrays oriented in different directions.

The TRIO features a high speed and precise MPPT algorithm for real power tracking and improved energy harvesting.

#### High efficiency at all output levels

Flat efficiency curves ensure high efficiency at all output levels guaranteeing consistent and stable performance across the entire input voltage and output power range.

This device has an efficiency rating of up to 98.2%.

The very wide input voltage range makes the inverter suitable for installations with reduced string size.

#### Highlights

- True three-phase bridge topology for DC/AC output converter
- Transformerless topology
- Each inverter is set on specific grid codes which can be selected in the field
- Detachable wiring box to allow an easy installation
- Wide input voltage range
- Integrated string combiner with different options of configuration which include DC and AC disconnect switch in compliance with international standards (S2, S1J, -S2J, -S2F and -S2X versions)
- Natural convection cooling for maximum reliability
- Outdoor enclosure for unrestricted use under any environmental conditions
- Capability to connect external sensors for monitoring environmental conditions
- Availability of auxiliary DC output voltage (24 V, 300 mA)

# ABB string inverters

## TRIO-20.0/27.6-TL-OUTD

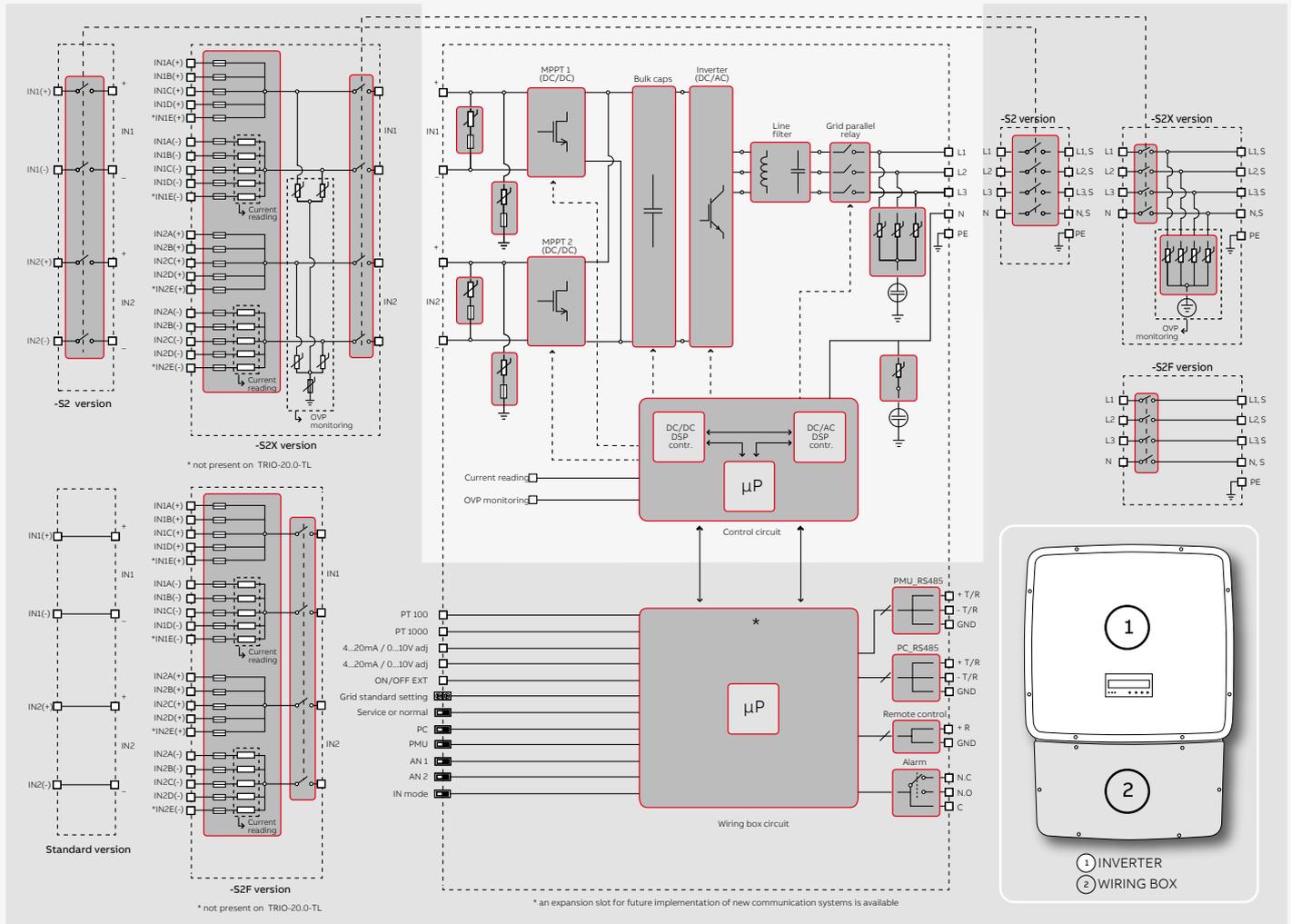
### 20 to 27.6 kW



**Technical data and types**

Type code	TRIO-20.0-TL-OUTD	TRIO-27.6-TL-OUTD
<b>Input side</b>		
Absolute maximum DC input voltage ( $V_{max,abs}$ )	1000 V	
Start-up DC input voltage ( $V_{start}$ )	430 V (adj. 250...500 V)	
Operating DC input voltage range ( $V_{dcmin}...V_{dcmax}$ )	0.7 x $V_{start}...950$ V (min 200 V)	
Rated DC input voltage ( $V_{dcr}$ )	620 V	
Rated DC input power ( $P_{dcr}$ )	20750 W	28600 W
Number of independent MPPT	2	
Maximum DC input power for each MPPT ( $P_{MPPTmax}$ )	12000 W	16000 W
DC input voltage range with parallel configuration of MPPT at $P_{acr}$	440...800 V	500...800 V
DC power limitation with parallel configuration of MPPT	Linear derating from max to null [800 V ≤ $V_{MPPT}$ ≤ 950 V]	
DC power limitation for each MPPT with independent configuration of MPPT at $P_{acr}$ , max unbalance example	12000 W [480 V ≤ $V_{MPPT}$ ≤ 800 V] the other channel: $P_{dcr}$ -12000 W [350 V ≤ $V_{MPPT}$ ≤ 800 V]	16000 W [500 V ≤ $V_{MPPT}$ ≤ 800 V] the other channel: $P_{dcr}$ -16000 W [400 V ≤ $V_{MPPT}$ ≤ 800 V]
Maximum DC input current ( $I_{dcmax}$ ) / for each MPPT ( $I_{MPPTmax}$ )	50.0 A / 25.0 A	64.0 A / 32.0 A
Maximum input short circuit current for each MPPT	30.0 A	40.0 A
Number of DC input pairs for each MPPT	1 (4 in -S2X, -S2F, -S1J, -S2J versions)	1 (5 in -S2X and -S2F versions, 4 in -S1J and -S2J)
DC connection type	PV quick fit connector <sup>3)</sup> / Screw terminal block on Standard and -S2 versions	
<b>Input protection</b>		
Reverse polarity protection	Yes, from limited current source	
Input over voltage protection for each MPPT - varistor	Yes, 4	
Input over voltage protection for each MPPT - plug in modular surge arrester (-S2X, -S1J and -S2J versions)	-S2X: Type 2; -S1J, -S1J: Type 1+2	
Photovoltaic array isolation control	According to local standard	
DC switch rating for each MPPT (version with DC switch)	40 A / 1000 V	
Fuse rating (versions with fuses)	15 A / 1000 V	
<b>Output side</b>		
AC grid connection type	Three-phase 3W+PE or 4W+PE	
Rated AC power ( $P_{acr}@cos\phi=1$ )	20000 W	27600 W
Maximum AC output power ( $P_{acmax}@cos\phi=1$ )	22000 W <sup>4)</sup>	30000 W <sup>5)</sup>
Maximum apparent power ( $S_{max}$ )	22200 VA	30670 VA
Rated AC grid voltage ( $V_{acr,r}$ )	400 V	
AC voltage range	320...480 V <sup>1)</sup>	
Maximum AC output current ( $I_{ac,max}$ )	33.0 A	45.0 A
Contributory fault current	35.0 A	46.0 A
Rated output frequency (f)	50 Hz / 60 Hz	
Output frequency range ( $f_{min}...f_{max}$ )	47...53 Hz / 57...63 Hz <sup>2)</sup>	
Nominal power factor and adjustable range	> 0.995, adj. ± 0.9 with $P_{acr}=20.0$ kW, ± 0.8 with max 22.2 kVA	> 0.995, adj. ± 0.9 with $P_{acr}=27.6$ kW, ± 0.8 with max 30 kVA
Total current harmonic distortion	< 3%	
AC connection type	Screw terminal block, cable gland PG36	
<b>Output protection</b>		
Anti-islanding protection	According to local standard	
Maximum external AC overcurrent protection	50.0 A	63.0 A
Output overvoltage protection - varistor	4	
Output overvoltage protection - plug in modular surge arrester (-S2X version)	4 (Type 2)	
<b>Operating performance</b>		
Maximum efficiency ( $\eta_{max}$ )	98.2%	
Weighted efficiency (EURO/CEC)	98.0% / 98.0%	
Feed in power threshold	40 W	
Night consumption	< 0.6 W	
<b>Communication</b>		
Wired local monitoring	PVI-USB-RS232_485 (opt.)	
Remote monitoring	VSN300 Wifi Logger Card (opt.), VSN700 Data Logger (opt.)	
Wireless local monitoring	VSN300 Wifi Logger Card (opt.)	
User interface	Graphic display	

ABB TRIO-20.0/27.6-TL-OUTD string inverter block diagram



Technical data and types

Type code	TRIO-20.0-TL-OUTD	TRIO-27.6-TL-OUTD
<b>Environmental</b>		
Ambient temperature range	-25...+60°C / -13...140°F with derating above 45°C/113°F	
Relative humidity	0...100% condensing	
Sound pressure level, typical	50 dBA @ 1 m	
Maximum operating altitude without derating	2000 m / 6560 ft	
<b>Physical</b>		
Environmental protection rating	IP65	
Cooling	Natural	
Dimension (H x W x D)	1061 mm x 702 mm x 292 mm / 41.7" x 27.6" x 11.5"	
Weight	< 70.0 kg / 154.3 lbs (Standard version)	< 75.0 kg / 165.4 lbs (Standard version)
Mounting system	Wall bracket	
<b>Safety</b>		
Isolation level	Transformerless	
Marking	CE (50 Hz only), RCM	
Safety and EMC standard	EN 50178, IEC/EN 62109-1, IEC/EN 62109-2, AS/NZS 3100, AS/NZS 60950.1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, CEI 0-21, CEI 0-16, DIN V VDE V 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, G59/3, C10/11, EN 50438 (not for all national appendices), RD 1699, RD 413, RD 661, P.O. 12.3, AS 4777, BDEW, NRS-097-2-1, MEA, IEC 61727, IEC 62116, Ordinal 30/2013, VFR 2014	

Available products variants

Standard	TRIO-20.0-TL-OUTD-400	TRIO-27.6-TL-OUTD-400
With DC+AC switch	TRIO-20.0-TL-OUTD-S2-400	TRIO-27.6-TL-OUTD-S2-400
With DC+AC switch and fuse	TRIO-20.0-TL-OUTD-S2F-400	TRIO-27.6-TL-OUTD-S2F-400
With DC+AC switch, fuse and surge arrester	TRIO-20.0-TL-OUTD-S2X-400	TRIO-27.6-TL-OUTD-S2X-400
With DC+AC switch, fuse and 1 DC surge arrester Type 1 + 2	TRIO-20.0-TL-OUTD-S1J-400	TRIO-27.6-TL-OUTD-S1J-400
With DC+AC switch, fuse and 2 DC surge arrester Type 1 + 2	TRIO-20.0-TL-OUTD-S2J-400	TRIO-27.6-TL-OUTD-S2J-400

<sup>1)</sup> The AC voltage range may vary depending on specific country grid standard

<sup>2)</sup> The Frequency range may vary depending on specific country grid standard

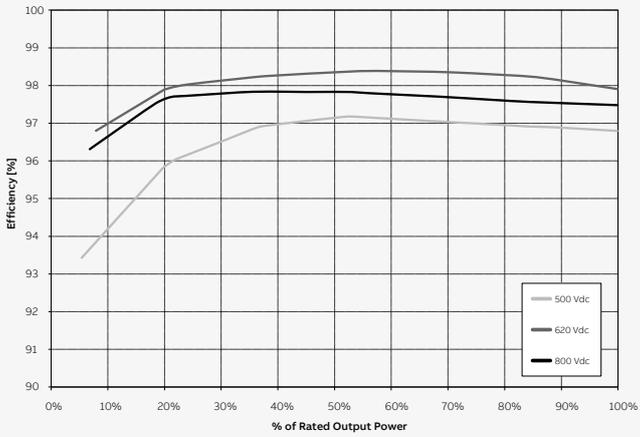
<sup>3)</sup> Please refer to the document "String inverters – Product manual appendix" available at [www.abb.com/solarinverters](http://www.abb.com/solarinverters) for information on the quick-fit connector brand and model used in the inverter

<sup>4)</sup> Limited to 20000 W for Germany

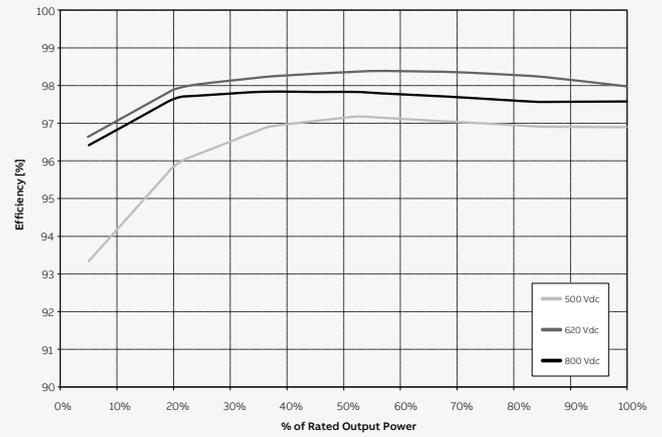
<sup>5)</sup> Limited to 27600 W for Germany

Remark. Features not specifically listed in the present data sheet are not included in the product

Efficiency curves of TRIO-20.0-TL-OUTD



Efficiency curves of TRIO-27.6-TL-OUTD



For more information please contact your local ABB representative or visit:

[www.abb.com/solarinverters](http://www.abb.com/solarinverters)  
[www.abb.com](http://www.abb.com)

We reserve the right to make technical changes or modify the contents of this document without prior notice. With regard to purchase orders, the agreed particulars shall prevail. ABB AG does not accept any responsibility whatsoever for potential errors or possible lack of information in this document.

We reserve all rights in this document and in the subject matter and illustrations contained therein. Any reproduction, disclosure to third parties or utilization of its contents – in whole or in parts – is forbidden without prior written consent of ABB AG. Copyright © 2017 ABB. All rights reserved.





**aplisun**  
D E V E L O P

SOLUCIONES PARA LA ENERGIA SOLAR

# SISTEMA DE SOPORTES UNIVERSAL PARA MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

## SISTEMA C-40



soportes  
certificados por:

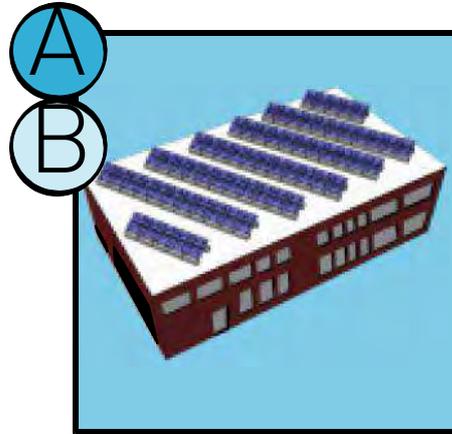


empresa  
certificada por:

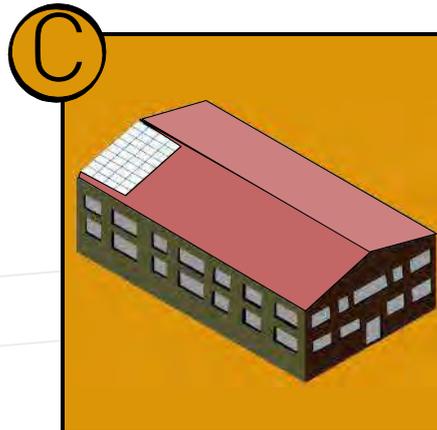


# SOPORTES PARA FOTOVOLTAICA

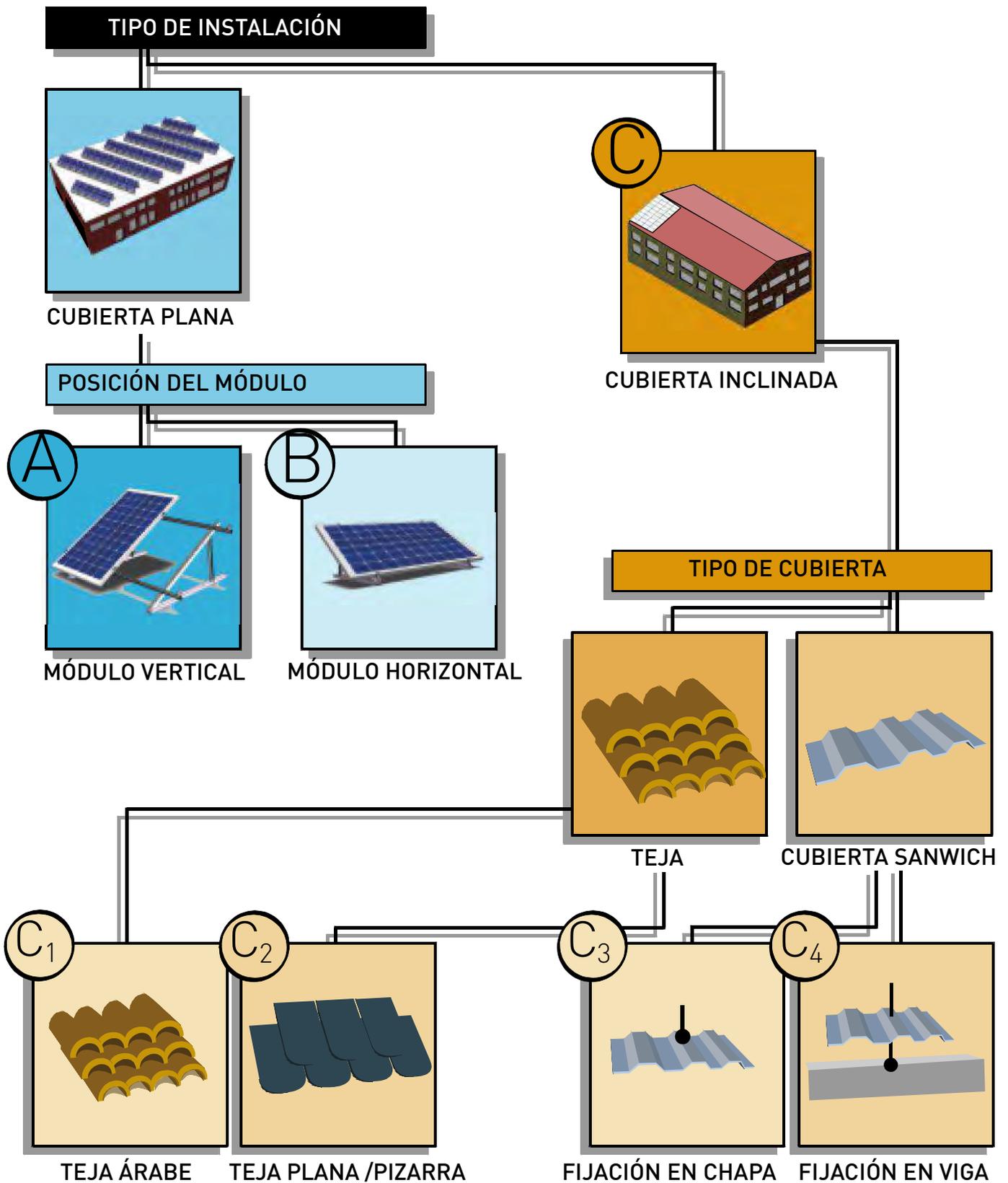
## CUBIERTA PLANA



## CUBIERTA INCLINADA

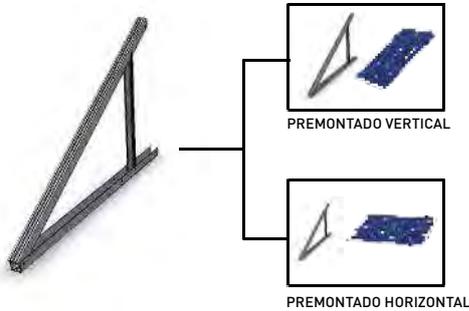


■ ELECCION DEL SOPORTE



■ COMPONENTES APLISUN DEVELOP

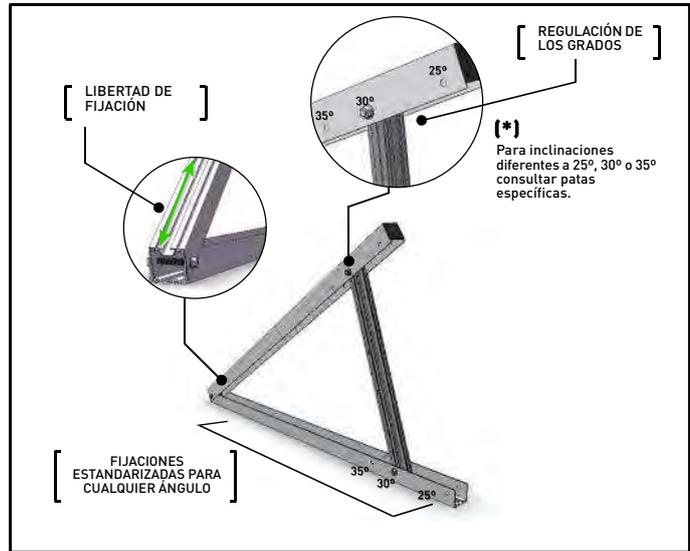
**1** [ PATA PREMONTADA ]



La pata premontada es el triángulo básico para poder crear los soportes con sobreinclinación o en cubierta plana.

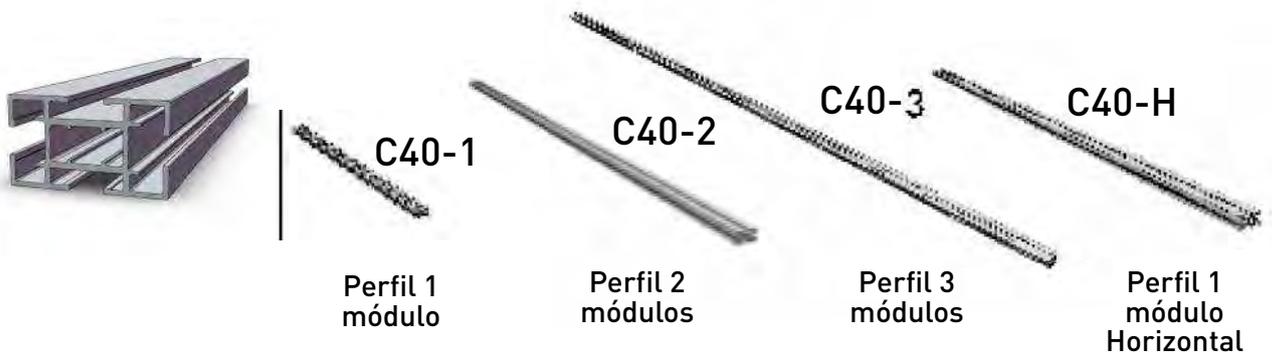
Se entregan con partes premontadas y mecanizados para poder modificar su ángulo de inclinación.

Hay dos tipos de premontado, para módulos montados en vertical y para módulos montados en horizontal.

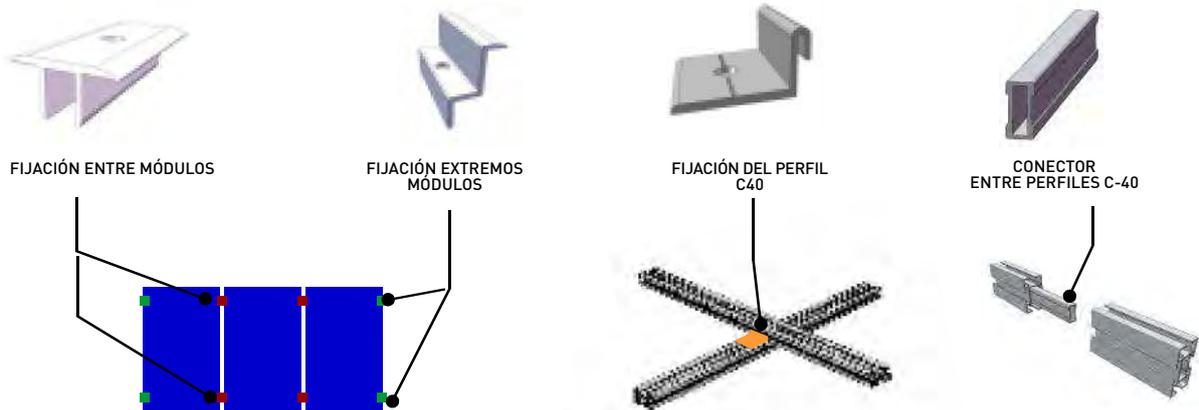


**2** [ PERFILES C40 ]

El PERFIL C-40 es el perfil básico para cualquier instalación sea del tipo que sea. Es el perfil donde apoyan los módulos. Está disponible en 3 medidas para poder generar baterías tanto con módulos en vertical como horizontal.



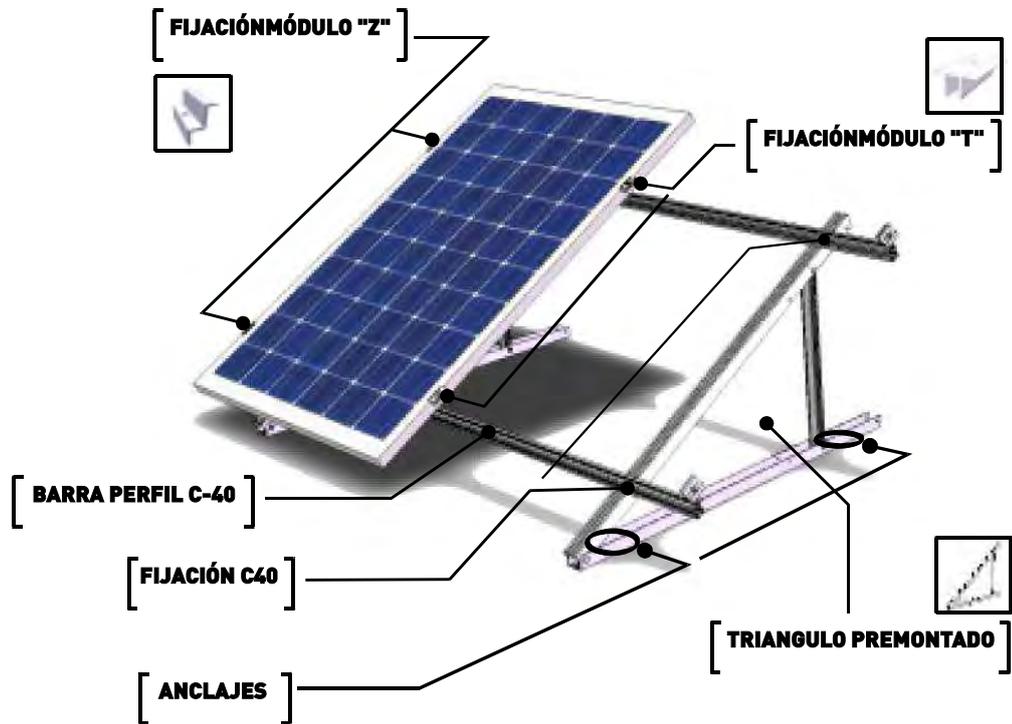
**3** [ KIT FIJACIONES MÓDULO "1" ] [ KIT FIJACIONES MÓDULO "2" ] [ KIT FIJACIONES C40 ] [ KIT FIJACIONES C40 ]



soportes certificados por: empresa certificada por:



■ SOPORTE CUBIERTA PLANA MÓDULO VERTICAL



CANTIDADES EN FUNCIÓN DE LA CANTIDAD DE MÓDULOS

nº Módulos	Triángulos Premontados	C40-1	C40-2	C40-3	FIJACIÓN C40	"Z"	"T"	Nº ANCLAJES
1	2	2	0	0	8	4	0	4
2	2	0	2	0	8	4	2	4
3	3	0	0	2	12	4	4	6
4	3	0	4	0	12	4	6	6
5	4	0	2	2	16	4	8	8
6	4	0	6	0	16	4	10	8
7	5	0	4	2	20	4	12	10
8	5	0	8	0	20	4	14	10
9	6	0	6	2	24	4	16	12
10	6	0	10	0	24	4	18	12
11	7	0	8	2	28	4	20	14
12	7	0	12	0	28	4	22	14
13	8	0	10	2	32	4	24	16
14	8	0	14	0	32	4	26	16
15	9	0	12	2	36	4	28	18
16	9	0	16	0	36	4	30	18
17	10	0	14	2	40	4	32	20
18	10	0	18	0	40	4	34	20
19	11	0	16	2	44	4	36	22
20	11	0	20	0	44	4	38	22
21	12	0	18	2	48	4	40	24
22	12	0	22	0	48	4	42	24
23	13	0	20	2	52	4	44	26
24	13	0	24	0	52	4	46	26
25	14	0	22	2	56	4	48	28
26	14	0	26	0	56	4	50	28
27	15	0	24	2	60	4	52	30
28	15	0	28	0	60	4	54	30
29	16	0	26	2	64	4	56	32
30	16	0	30	0	64	4	58	32

soportes certificados por:

empresa certificada por:



■ SOPORTE CUBIERTA PLANA MÓDULO HORIZONTAL

B



CANTIDADES EN FUNCIÓN DE LA CANTIDAD DE MÓDULOS

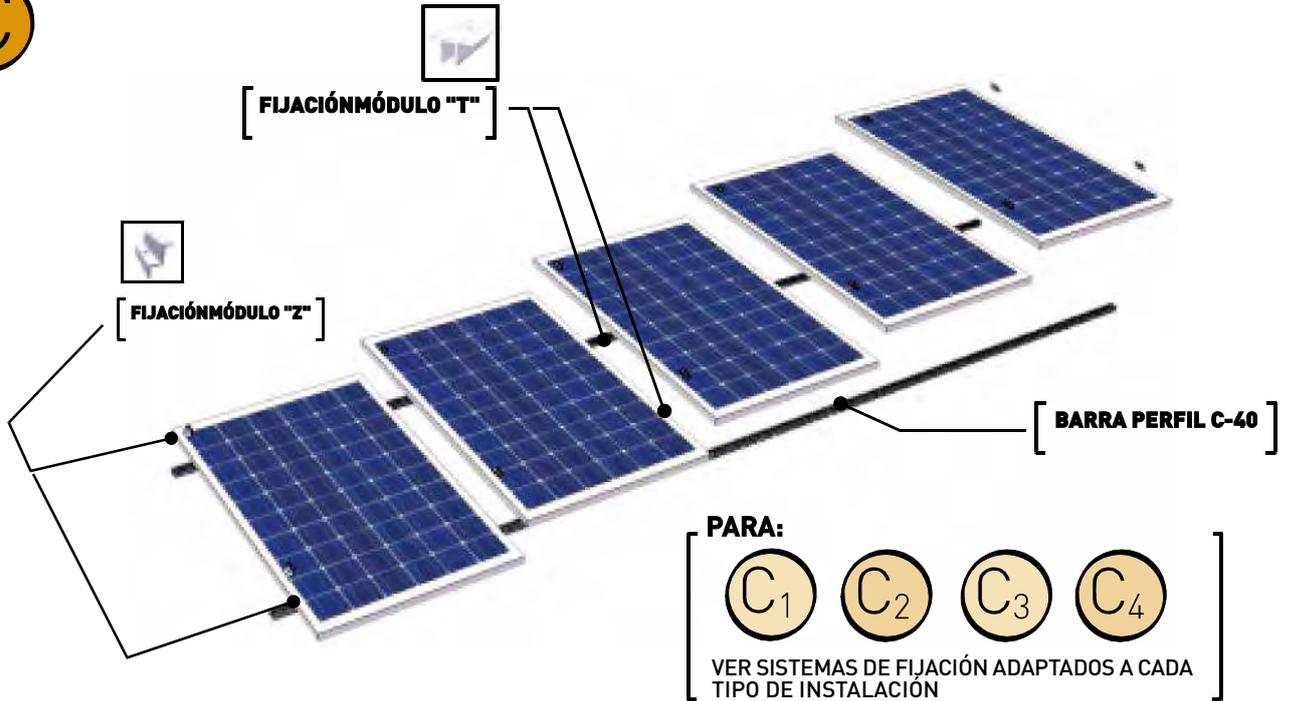
 n° Módulos	 Triángulos Premontados	 "Z"	Nº ANCLAJES
1	2	4	4
2	3	6	6
3	4	8	8
4	5	10	10
5	6	12	12
6	7	14	14
7	8	16	16
8	9	18	18
9	10	20	20
10	11	22	22
11	12	24	24
12	13	26	26
13	14	28	28
14	15	30	30
15	16	32	32
16	17	34	34
17	18	36	36
18	19	38	38
19	20	40	40
20	21	42	42
21	22	44	44
22	23	46	46
23	24	48	48
24	25	50	50
25	26	52	52
26	27	54	54
27	28	56	56
28	29	58	58
29	30	60	60
30	31	62	62

soportes certificados por: empresa certificada por:



■ SOPORTE CUBIERTA INCLINADA

**C**



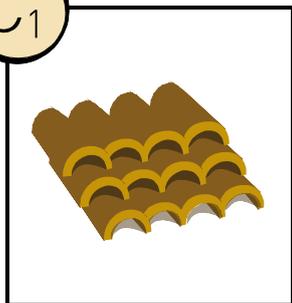
CANTIDADES EN FUNCIÓN DE LA CANTIDAD DE MÓDULOS

nº Módulos	C40-1	C40-2	C40-3	"Z"	"T"	Nº ANCLAJES
1	2	0	0	4	0	4
2	0	2	0	4	2	4
3	0	0	2	4	4	6
4	0	4	0	4	6	6
5	0	2	2	4	8	8
6	0	6	0	4	10	8
7	0	4	2	4	12	10
8	0	8	0	4	14	10
9	0	6	2	4	16	12
10	0	10	0	4	18	12
11	0	8	2	4	20	14
12	0	12	0	4	22	14
13	0	10	2	4	24	16
14	0	14	0	4	26	16
15	0	12	2	4	28	18
16	0	16	0	4	30	18
17	0	14	2	4	32	20
18	0	18	0	4	34	20
19	0	16	2	4	36	22
20	0	20	0	4	38	22
21	0	18	2	4	40	24
22	0	22	0	4	42	24
23	0	20	2	4	44	26
24	0	24	0	4	46	26
25	0	22	2	4	48	28
26	0	26	0	4	50	28
27	0	24	2	4	52	30
28	0	28	0	4	54	30
29	0	26	2	4	56	32
30	0	30	0	4	58	32

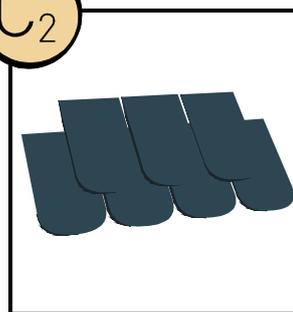
# TIPOS DE CUBIERTA · TIPOS DE FIJACIÓN

## ·TEJA

C<sub>1</sub>

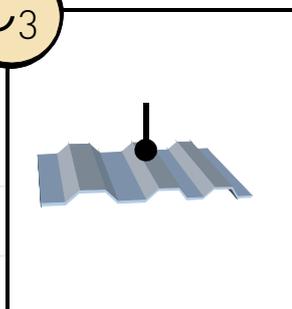


C<sub>2</sub>

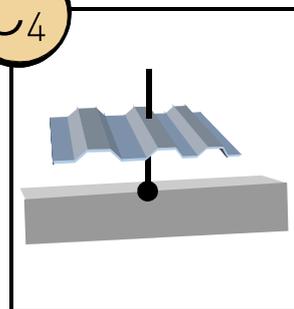


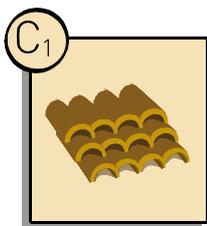
## ·CHAPA

C<sub>3</sub>



C<sub>4</sub>





■ **FIJACIONES PARA TEJA**

ángulos y pletinas  
opcionales



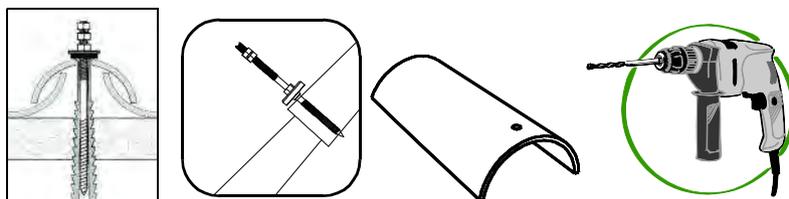
**Tornillo para teja árabe:**

Características:

Tornillo para fijación de soportes en cubiertas con teja árabe, se suministra con pletina suplementaria que aporta la posibilidad de regulación.

Todos los elementos se entregan en acero inoxidable. Otros acabados bajo pedido. Se puede fijar en hormigó y madera

Ref: TT01



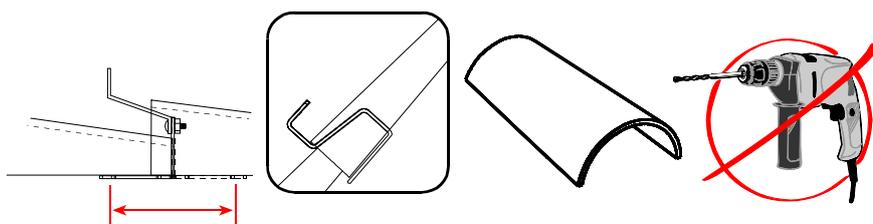
■ **SALVATEJAS REGULABLE**

**Salvatejas Regulable 4 puntos:**

CARACTERÍSTICAS:

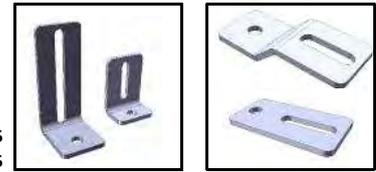
Salvatejas regulable en altura con 4 puntos de fijación. diseñado para ser fijado en hormigón. cubre de 70mm a 97mm.

Para mas información pedir catalogo salvatejas.



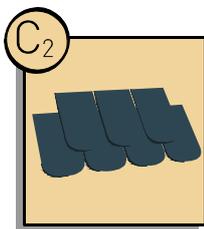
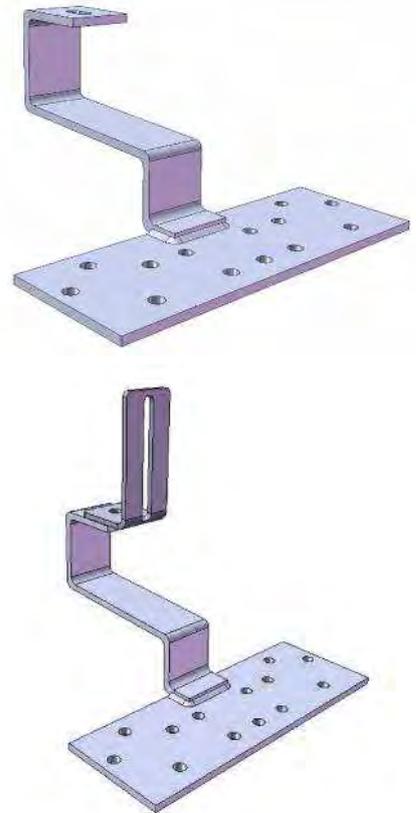
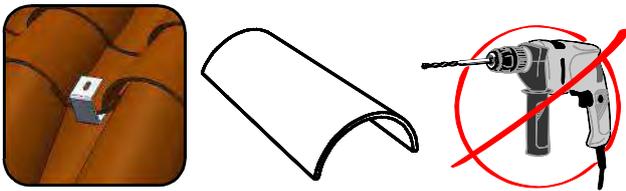
■ **SALVATEJAS FIJO**

ángulos y pletinas  
opcionales



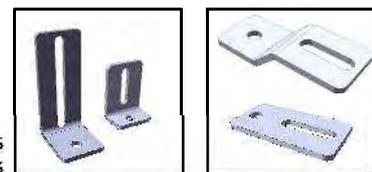
**CARACTERÍSTICAS:**  
salvatejas con altura fija con múltiples puntos de fijación.  
Especial para instalarse en las tejas "canal" de la cubierta.  
Múltiples posibilidades de fijación.

Para más información pedir catálogo salvatejas.



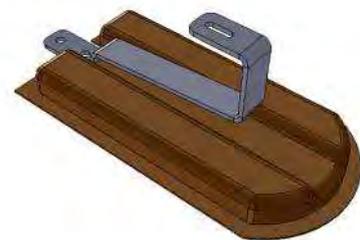
■ **FIJACIONES PARA TEJA PLANA**

ángulos y pletinas  
opcionales



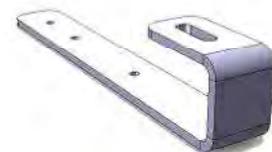
**Salvatejas elevada para teja plana:**

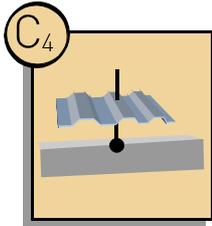
Características:  
Salvateras para teja plana.



**Salvatejas plana para pizarra:**

Características:  
Salvatejas para teja de pizarra. En acero inoxidable.





■ **FIJACIONES CUBIERTAS DE CHAPA**

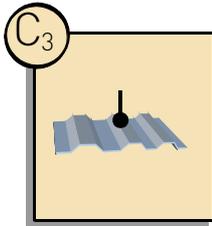
ángulos y pletinas  
opcionales



**Fijación en correa para cubierta “sandwich”:**

Características:

Tornillos de acero inoxidable para fijación en cubiertas de nave. Fijación directa en la correa.  
Se suministran bajo pedido con la pletina de regulación del tornillo para teja árabe.



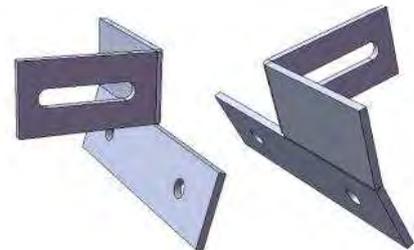
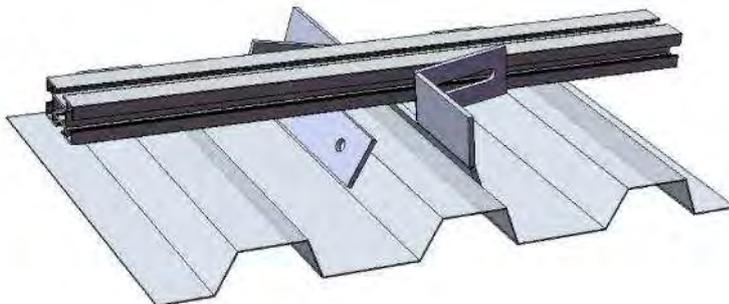
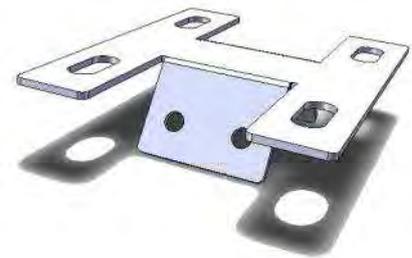
■ **FIJACIONES CUBIERTAS DE CHAPA**

**Fijación en chapa para cubierta “Sandwich”:**

CARACTERÍSTICAS:

Fijación en chapa de acero inoxidable para fijar directamente en las ondulaciones de cubiertas tipo “sandwich”.

Disponibles diferentes modelos según tipo de cubierta.



■ **FIJACIONES PARA HORMIGÓN**

ángulos y pletinas  
opcionales



**Anclabolt, fijación para hormigón:**

**CARACTERÍSTICAS:**

Este elemento nos permite fijar cualquier soporte a una cubierta de chapa con unión por cresta sin tener que mecanizar la cubierta.



■ **PLETINAS Y SUPLEMENTOS**

**ÁNGULO**

**CARACTERÍSTICAS:**

El ángulo de fijación nos permitiría pasar de un punto de fijación en el plano horizontal a una fijación en el plano vertical.

Nos permite también una pequeña regulación en altura.

Hay dos tamaños disponibles.



**PLETINAS**

**CARACTERÍSTICAS:**

Las pletinas nos permitirán regulación en el plano horizontal.

Disponible en plano y con suplemento de altura.





---

**A**plisun DEVELOP, S.L., empresa especializada en el diseño y fabricación de soluciones globales de estructuras para sujeción de paneles solares, térmicos y fotovoltaicos, continua con su proceso de crecimiento e innovación de productos para satisfacer las necesidades del mercado actual.

Aplisun DEVELOP, S.L. se origina en el año 2005, procedente de otra compañía dedicada al campo de las estructuras metálicas, con el objetivo específico de dar solución a la soportería de paneles solares, ante el gran auge existente en el sector de la Energía Solar, viendo en ello una creciente necesidad.

La buena trayectoria y el gran crecimiento de Aplisun DEVELOP, S.L. han motivado una ampliación en infraestructuras y recursos y ya en el 2006 se estrenaban las nuevas instalaciones en el Polígono Industrial de Can Carner, en Castellar del Vallés (Barcelona).

Fruto también de su excelente labor en diseño e innovación, Aplisun Develop, fue galardonada en septiembre de 2006 con el Premio a la Empresa Innovadora de Vallés en el campo de las Energías Renovables, premio concedido por el Gremio de instaladores de la Comarca, dentro del marco de la Semana de las Energías renovables.

Aplisun DEVELOP, S.L. tiene su propia ingeniería tanto a nivel de desarrollo de estructuras, soportes y productos afines al sector como de instalaciones energéticas y proyectos, realizando en el seno de la empresa toda la labor de I+D+I en unas instalaciones que integran entre otros recursos un banco de pruebas, una cámara de ambiente salino, un completo laboratorio de ensayos de tratamientos superficiales, una cámara suntex de control de radiaciones solares, una máquina de prototipado rápido en ABS y el más actualizado software informático de cálculo y desarrollo mecánico.

El resultado es un diseño adaptado y personalizado a cada solución y cliente. Entre los clientes actuales de Aplisun DEVELOP se encuentran algunas de las más prestigiosas firmas fabricantes y distribuidoras de paneles solares con las que comparten nuevos proyectos conjuntos.

Recientemente se ha ampliado la línea de productos, con nuevos e innovadores diseños, cómo el Disipador estático Aplisdis, la marquesina solar Shadow Energy o el Suelo Radiante aplisun.

---

## **Aplisun Develop , S.L.**

**C. Terra Alta, 24 Pol. Ind. Can Carner  
08211 Castellar del Vallès**

**Telf (0034)937158258  
Fax (0034)937158078**

**Apartado de Correos 208**

**central@aplisun.com  
www.aplisun.com**



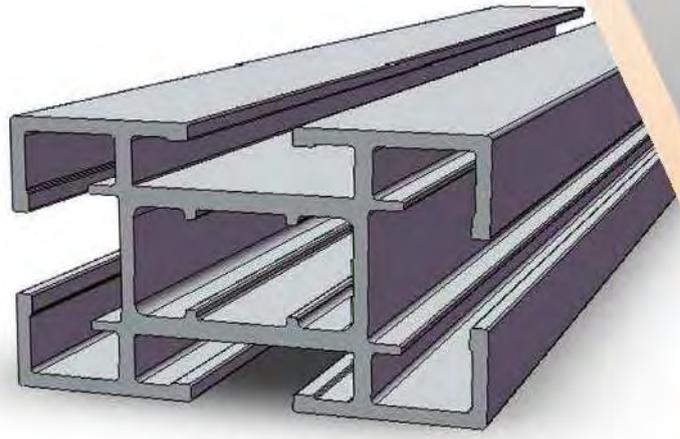
**aplisun**  
D E V E L O P

**C. Terra Alta, 24 Pol. Ind. Can Carner  
08211 Castellar del Vallès**

**Telf (0034)937158258  
Fax (0034)937158078**

**Apartado de Correos 208**

**central@aplisun.com  
www.aplisun.com**



COMPONENTES



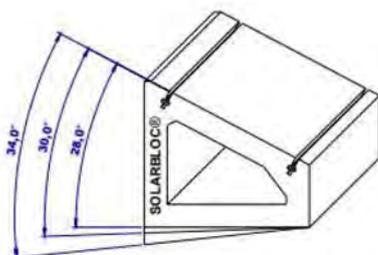
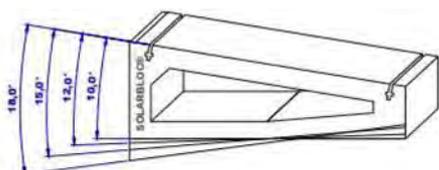
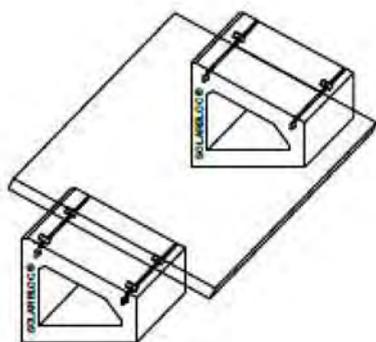
# SOLARBLOC®

## SOLARBLOC

Estructuras fijas de prefabricado de hormigón, que se utiliza para superficies planas, con un diseño de gran resistencia y durabilidad que permite simplificar el montaje de los paneles y abaratar los costes de instalación, al reducir materiales.

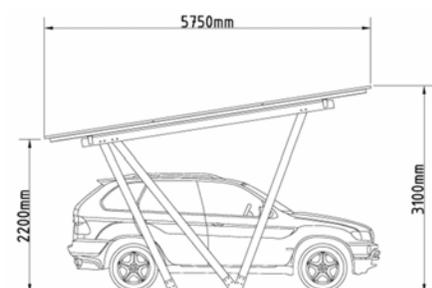
La solución SOLARBLOC® cuenta con una masa, de entre 50 y 76kg por unidad, que es suficiente para contrarrestar la fuerza del viento. Este hecho permite prescindir de cimentaciones o anclajes, según las normas EN1990.2007, CTE-DB-SE-1, CTE-DB-SE: 2.2009 que se han contemplado el dimensionado de las estructuras con unas condiciones funcionales en un entorno 3 a una altura de 15m. Aunque se recomienda fijar los soportes a la superficie con un cordón de silicona adhesiva, para evitar posibles desplazamientos (arrastre) de la estructura como consecuencia de fuertes vientos.

SOLARBLOC® dispone de opciones para ángulos de 10°, 12°, 15°, 18°, 28°, 30° y 34°, con un diseño que permite fijar los paneles directamente al SOLARBLOC®, eliminando así el montaje de la estructura metálica para la fijación de los paneles solares.



Ref.	Artículo	PVR
<b>SOLARBLOC®</b>		
BLO01000001	Estructura para suelo SOLARBLOC® inclinación 15° y un peso de 68 kg (incluye herrajes para panel)	21,50 €
BLO01000002	Estructura para suelo SOLARBLOC® inclinación 34° y un peso de 76 kg (incluye herrajes para panel)	21,50 €

El coste del transporte por pallet (24 unidades Solarbloc 15° y 16 unidades Solarbloc 34°) será de 95€ a 210 €/pallet en función de la zona de destino.



### SOLARSTEM SOLARPARK ZFRAME

**Marquesinas fotovoltaicas** fabricadas con los perfiles de acero galvanizado en caliente según norma UNE EN ISO 1461, que opcionalmente pueden pintarse en una amplia gama de colores.

Se instalan fácilmente sin necesidad de soldaduras, maquinaria pesada ni trabajos complejos, además gracias al diseño tipo kit y al poco peso de los componentes se necesita poco personal para el montaje.

Las marquesinas se suministran con todos los componentes y con un completo manual de ensamblaje.

Construcción estructural según normas EN1990.2007, CTE-DB-SE-1, CTE-DB-SE: 2.2009.

Ref.	Artículo	PVR
<b>Marquesinas fotovoltaicas SOLARPARK ZFRAME</b>		
SOL01000005	Marquesinas fotovoltaicas SOLARPARK de 2 plazas de aparcamiento y 3 hileras de 5 paneles fotovoltaicos	2.905,20 €
SOL01000006	Marquesinas fotovoltaicas SOLARPARK de 4 plazas de aparcamiento y 3 hileras de 10 paneles fotovoltaicos	3.840,52 €

- Acabado galvanizado, para soluciones pintadas el plazo medio de suministro será de 6 semanas

### SOLARSTEM AF-AERO2

SOPORTES PLACAS SOLARES **SOLARSTEM**



**Estructuras fijas de aluminio** dirigidas a cubrir las necesidades de grandes instalaciones sobre cubierta, con una solución idónea para diferentes tipos de superficies como: hormigón, bitumen, PVC, grava incluso chapa trapezoidal en las que se puede fijar la estructura directamente a la superficie o sobre lastres cuando la cubierta no se puede perforar y admite poco peso.

Nuestra propuesta estándar está diseñada para paneles de 60 o 72 células montados horizontalmente sobre guía, con la posibilidad que esta sea lastrada.

Ref.	Artículo	PVR
<b>Marquesinas fotovoltaicas AF-AERO 15°</b>		
SOL01000013	Pie estructura AF-AERO para paneles horizontales de 60 células (inclinaciones 15°)	65,28 €
SOL01000014	Pie estructura AF-AERO para paneles horizontales de 72 células (inclinaciones 15°)	72,78 €
SOL01000012	Finales estructura AF-AERO paneles (inclinaciones 15°)	35,28 €
<b>Accesorios</b>		
SOL01000015	Adoquín lastrado ( 10 x 20 x 8 mm y 3,8 kg)	0,66 €

- Lastrado de 7 adoquines para paneles 60 células y 8 para 72 células
- En la configuración de la estructura se utilizarán tantos "pies" como paneles se dispongan y tantos "finales" como hileras se dispongan.
- Para garantizar la resistencia contraviento las estructuras estarán compuestas como mínimo por 8 paneles solidarios.

## **ANEJO 6 – CERTIFICADOS DE CONFORMIDAD EQUIPOS**

ref. TRIO-27.6(20.0)-TL-OUTD-400 (Power-One, Declaración de Conformidad, General)

## *Declaración de Conformidad* *Certificado de los Inversores de Conexión a Red*

Los Inversores Fotovoltaicos para conexión a red:

**TRIO-X-TL-OUTD-Y-400**  
**donde X puede ser 27.6 o 20.0**  
**donde Y puede ser "blanco" o S2 o S2X o S2F o S1J o S2J**

de la empresa

**Power-One Italy S.p.A.**  
**Via San Giorgio, 642 - I-52028 Terranuova Bracciolini (AR)**

están diseñados y ensayados de acuerdo a las normas, establecidas en la **Directiva EMW 2014/30/EU** del Consejo de la Unión Europea, y cumplen con los valores límite exigidos:

**EN 61000-6-2:2005**  
**EN 61000-6-3:2007 + A1:2011**  
**EN 61000-3-11:2000**  
**EN 61000-3-12:2011**

Así mismo declara que los Inversores mencionados cumplen con las normas, establecidas en la **Directiva de Baja Tensión 2014/35/EU** del Consejo de la Unión Europea, y cumplen con los valores límite exigidos:

**EN 62109-1:2010**  
**EN 62109-2:2011**

Los productos mencionados se desarrollan y fabrican según **ISO 9001:2008** y son 100% probados en sus funcionamiento y seguridad durante la fabricación que les da derecho a llevar el símbolo **CE** en sus cajas.

Además, Power-One certifica que sus inversores cumplen con las normas establecidas en **RD 900/2015, RD 413/2014, RD 1699/2011, RD 842/2002, RD 661/2007, RD 1565/2010, RD 1955/2000** y "Nota de interpretación técnica de la equivalencia de la separación galvánica de la conexión de instalaciones generadoras en baja tensión", por las que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica:

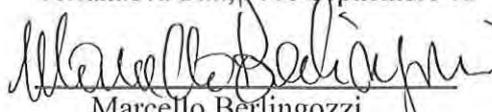
- 2 -

- Incorporan un interruptor automático de conexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación en caso de anomalía de tensión o frecuencia de la red.
- Incorporan protecciones de conexión para máxima y mínima frecuencia (51 Hz y 48 Hz con una temporización máxima de 0.5 y de 3 segundos respectivamente) y máxima y mínima tensión entre fases (1,15 Un y 0,85 Un) como se recoge en la siguiente tabla:

Parámetro	Umbral de protección	Tiempo máximo de actuación
Sobretensión – fase 1.	Un + 10%	1,5 s
Sobretensión – fase 2.	Un + 15%	0,2 s
Tensión mínima.	Un - 15%	1,5 s
Frecuencia máxima.	51 Hz	0,5 s
Frecuencia mínima.	48 Hz	3 s

- En los sistemas eléctricos insulares y extrapeninsulares, los valores anteriores serán los recogidos en los procedimientos de operación correspondientes.
- En caso de actuación de la protección de máxima frecuencia, la reconexión sólo se realizará cuando la frecuencia alcance un valor menor o igual a 51 Hz o mayor o igual de 48 Hz.
- Al tener los equipos inversores integradas las funciones de protección de máxima y mínima tensión y de máxima y mínima frecuencia, siendo realizadas las maniobras automáticas de desconexión-conexión por estos, se precisará disponer adicionalmente en la instalación de las protecciones de interruptor general manual y de interruptor automático diferencial.
- Las funciones anteriores son realizadas mediante un contactor cuyo rearme, una vez se restablezcan las condiciones normales de suministro de la red, será automático (pasados tres minutos).
- Los inversores han superado las pruebas correspondientes para los límites establecidos de tensión y frecuencia. Para la calibración/verificación de esta función se han empleado aparatos calibrados en un laboratorio externo acreditado para tal función. Las pruebas completas están documentadas en Power-One.
- Al ser las funciones de protección realizadas por un programa de software de control de operaciones, dicho programa no es accesible al usuario de la instalación.
- Incorporan un vigilante de aislamiento en la parte de CC y un control de corriente residual en la parte de CA y CC. Además la corriente continua inyectada en la red no es superior al 0,5% de la corriente nominal. La actuación conjunta de estas protecciones internas proporciona un nivel de seguridad equivalente al de un transformador de aislamiento galvánico.
- Armónicos y compatibilidad electromagnética: los niveles de emisión e inmunidad cumplen con la reglamentación vigente.
- Incorporan una protección contra sobret temperatura.

Terranuova B.ni, 2016 Septiembre 12

  
Marcello Berlingozzi  
(Leadperson Quality Control)

  
Cristiano Ensoli  
(Manager Quality)

## **ANEJO 7 – GESTIÓN DE RESIDUOS**

1. TITULAR Y EMPLAZAMIENTO

**Promotor:** AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA

**Proyecto:** INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA EN PARQUE BOMBEROS Nº1, EDIFICIO SINIESTROS

**Emplazamiento:** PARQUE BOMBEROS Nº1: C/VALLE DE BROTO, 16.

2. OBJETO

El objeto del presente anejo, según el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición, es fomentar, por este orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción.

El control de la producción, posesión y gestión de los residuos de construcción y demolición se basa en la necesaria colaboración entre las comunidades autónomas y las entidades locales para el cumplimiento de las competencias que, respectivamente, les atribuye la legislación sobre residuos.

Se contempla el establecimiento, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas (Ley 3/2009 Ley 3/2009 del 17 de junio, Urbanística de Aragón Disposición Adicional 8ª), de un mecanismo de control vinculado a la obtención de la licencia de obras, mediante la constitución por parte del productor de una fianza u otra garantía financiera equivalente, que responda del cumplimiento de los requisitos del real decreto y, en particular, de la gestión de los residuos de construcción y demolición que se producirán en la obra.

De esta manera, en el caso de las obras sometidas a licencia urbanística, el productor de residuos está obligado a constituir, cuando proceda, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas, la fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con lo residuos de construcción y demolición de la obra.

El cálculo de la cuantía de la fianza o garantía mencionada se basará en el presupuesto del Estudio de Gestión de Residuos.

### 3. REGLAMENTOS Y NORMAS QUE AFECTAN AL ESTUDIO

- Resolución de 26 de febrero de 2018, de la Dirección General de Sostenibilidad, por la que se actualizan las tarifas de distintos servicios públicos de gestión de residuos en la Comunidad Autónoma de Aragón (BOA. nº 53, del 15 de MARZO del 2018).
- Real Decreto 180/2015, de 13 de marzo, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado. (BOE núm. 83, de 7 de abril de 2015).
- Decreto 133, de 23 de julio, del Gobierno de Aragón, de simplificación y adaptación a la normativa vigente de procedimientos administrativos en materia de medio ambiente (BOA nº 152, 2 agosto 2013).
- Ley 22/2011, de 28 de julio de Residuos y Suelos Contaminados (BOE núm. 181 de 29/07/2011).
- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero (BOE nº 73, de 25 de marzo del 2010).
- Orden de 22 de abril de 2009, del Consejero de Medio Ambiente, por la que se da publicidad al Acuerdo del Gobierno de Aragón de fecha 14 de abril de 2009, por el que se aprueba el Plan de Gestión Integral de Residuos de Aragón 2009-2015.
- Decreto 117/2009, de 23 de junio, del Gobierno de Aragón, por el que se modifica el Decreto 262/2006, de 27 de diciembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el reglamento de la producción, posesión y gestión de los residuos de la construcción y la demolición, y del régimen jurídico del servicio público de eliminación y valorización de escombros que no procedan de obras menores de construcción y reparación domiciliaria en la Comunidad Autónoma de Aragón (BOA nº 127, 3 julio 2009)).
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición (BOE nº 38, 13 febrero 2008)
- Decreto 148/2008 de 22 de julio, del Gobierno de Aragón por el que se aprueba el Catálogo Aragonés de Residuos (BOA núm. 121 de 8/08/2008).

- Orden de 4 de enero de 2007, del Departamento de Medio Ambiente, por la que se establecen las zonas para la gestión del servicio público de eliminación y valorización de escombros que no procedan de obras menores de construcción y reparación domiciliaria (BOA. nº 7 del 17 de Enero) y corrección de errores de la Orden (BOA núm. 23 del 23 de febrero del 2007).
- Decreto 262/2006, de 27 de diciembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Reglamento de la producción, posesión y gestión de los residuos de la construcción y la demolición, y del régimen jurídico del servicio público de eliminación y valorización de escombros que no procedan de obras menores de construcción y reparación domiciliaria en la Comunidad Autónoma de Aragón (BOA núm. 1, 3 de enero 2007).
- Decreto 2/2006, de 10 de enero, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Reglamento de la producción, posesión y gestión de residuos industriales no peligrosos y del régimen jurídico del servicio público de eliminación de residuos industriales no peligrosos no susceptibles de valorización en la Comunidad Autónoma de Aragón (BOA núm. 8, 23 de enero 2006).
- Decreto 236/2005, de 22 de noviembre, del Gobierno de Aragón por el que se aprueba el Reglamento de la producción, posesión y gestión de residuos peligrosos y del régimen jurídico del servicio público de eliminación de residuos peligrosos en la Comunidad Autónoma de Aragón (BOA núm. 147, 12 de diciembre 2005).
- Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados (BOE nº 15, de 18 de enero de 2005).
- Correcciones de errores del Decreto 236/2005, de 22 de noviembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Reglamento de la producción, posesión y gestión de residuos peligrosos y del régimen jurídico del servicio público de eliminación de residuos peligrosos en la Comunidad Autónoma de Aragón. (BOA nº 152, 23 diciembre 2005).
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por el que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación (BOE nº 157, 2 de julio 2002) (en revisión desde el 13 de junio del 2013).

- Decisión del Consejo de 19 de diciembre de 2002 por el que se establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos con arreglo al artículo 16 y al anexo II de la Directiva 1999/31/CE.
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Decreto 49/2000, del Gobierno de Aragón, por el que se regula la autorización y registro para la actividad de gestión para las operaciones de valorización o eliminación de residuos no peligrosos, y se crean los registros para otras actividades de gestión de residuos no peligrosos distintas de las anteriores, y para el transporte de residuos peligrosos (BOA núm. 33, de 29 de febrero de 2000).
- Directiva 1999/31/CE del Consejo de 26 de abril de 1999 relativa al vertido de residuos.

#### 4. IDENTIFICACIÓN Y CANTIDADES DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

La generación de residuos durante la realización de las obras de instalación solar fotovoltaica en los centros cívicos Esquinas del Psiquiátrico y La Almazara, se produce a través de los trabajos, consistentes en la apertura de registros en patinillos y forjados o divisiones interiores, en canalización subterránea, así como los envoltorios de protección de los paneles fotovoltaicos y esto de equipos de la instalación eléctrica.

##### 4.1 Identificación de los Residuos a Generar

Los residuos de construcción y demolición (RCDs) proceden en su mayor parte de rechazos de los materiales de construcción de las particiones que se llevan a cabo así como restos de materiales de las instalaciones eléctricas, etc. Estos residuos se conocen como “escombros-basuras”.

La mayor parte de los RCDs se consideran inertes, por lo tanto su poder contaminante es relativamente bajo. Los residuos que se van generarán durante la realización de la presente obra serán:

**Residuos propios de una Obra nueva:** Son los residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción y de la implantación de servicios.

La mayor parte de los escombros de la construcción son residuos inertes, no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, a excepción de una pequeña proporción de residuos peligrosos y no inertes, como por ejemplo, el amianto, fibras minerales, disolventes, aditivos del hormigón, ciertas pinturas, resinas, plásticos, compuestos halogenados para protección del fuego, etc.

Estas unidades quedan identificadas y codificadas según la Lista Europea de Residuos (LER), publicada según la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, de esta manera, los residuos generados en las obras del presente Proyecto, quedan clasificados de la siguiente forma:

	LER	DESCRIPCIÓN (RCD)
	<b>17</b>	<b>RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.</b>
	<b>17 02</b>	<b>MADERA, VIDRIO Y PLÁSTICO.</b>
X	17 02 01	Madera
X	17 02 03	Plástico
	<b>17 04</b>	<b>METALES (INCLUIDAS SUS ALEACIONES).</b>
X	17 04 07	Metales mezclados
	<b>17 08</b>	<b>MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN A PARTIR DEL YESO.</b>
X	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01
	<b>17 09</b>	<b>OTROS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.</b>
X	17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03.
	<b>20</b>	<b>RESIDUOS MUNICIPALES</b>
X	20 01 01	Papel y cartón

#### 4.2 Estimación de la Cantidad de los Residuos a Generar

Se generarán los residuos propios de la adecuación del local. Para la estimación de estos residuos, en ausencia de datos más contrastados, se manejan parámetros estimativos estadísticos de 20 cm de altura de mezcla de residuos por m<sup>2</sup> construido, con una densidad tipo del orden de 1,5 a 0,5 Tn/m<sup>3</sup>.

ESTIMACIÓN DE RESIDUOS	
Superficie Construida total (S)	308 m <sup>2</sup>
Volumen de residuos (V = S x 0,20)	61,6 m <sup>3</sup>
Densidad tipo (d)	0,70 Tn/m <sup>3</sup> .
Toneladas de residuos (T = Vxd)	<b>43,12 Tn</b>

Una vez se obtiene el dato global de tonelada de residuo de la construcción por m<sup>2</sup> construido, utilizando los estudios realizados por la Comunidad de Madrid de la composición en peso de los residuos de la construcción que van a vertedero (Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006; BOE nº 166 del 12 de julio), se puede estimar el peso por tipología de los residuos. Posteriormente utilizando la densidad de cada tipo de residuo, obtenemos la cantidad de cada uno de ellos:

		%	Tn	d	V
	LER	peso (según CC.AA Madrid)	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m <sup>3</sup> Volumen de Residuos
RCD: Naturaleza no pétreo					
1. Asfalto	17 03 02	0,000	0,00	1,30	0,00
2. Madera	17 02 01	0,040	1,72	0,60	2,87
3. Metales	17 04 (01, 02, 05, 07)	0,040	1,72	1,50	1,15
4. Papel	20 01 01	0,040	1,72	0,90	1,92
5. Plástico	17 02 03	0,040	1,72	0,90	1,92
6. Vidrio	17 02 02	0,000	0,00	1,50	0,00
7. Yeso	17 08 02	0,040	1,72	1,20	1,44
TOTAL estimación		0,200	<b>8,63</b>		<b>9,29</b>
RCD: Otros (no peligrosos)					
1. Basuras	20 01 01; 20 03 01	0,400	17,25	0,90	19,16
2. Otros	20 01 21	0,400	17,25	0,50	34,50
		0,800	<b>34,50</b>		<b>53,66</b>

## 5. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA

Con carácter general, en los trabajos se tomarán las precauciones siguientes:

- Estudio y planificación correcta de la obra (se deben identificar en cada una de las fases de la obra, las cantidades y características de los residuos que se origina en el proceso de ejecución, de esta manera se puede hacer una previsión de los métodos más adecuados para su minimización o reutilización y las mejores alternativas para su deposición).
- Separar correctamente los residuos (la recogida selectiva es útil para facilitar la valorización y mejorar la gestión en el vertedero).
- Reducir los envases y embalajes de los materiales de construcción (es óptimo que los materiales permanezcan embalados y protegidos hasta el momento de su utilización para evitar residuos de la rotura de piezas).
- Reducir las cantidades de materias primas que se utilizan y los residuos que se originan en la obra (a mayor excesos de material, además de ser más caro, origina mayor volumen de residuos sobrantes).
- Las medidas de elementos de pequeño formato (ladrillos, baldosas, bloques, etc.) serán múltiplos de las dimensiones de la pieza (para sí no perder material en el caso de tener que recortarlos).
- Se utilizarán materiales con “Certificados Ambientales” (ej. Tableros de madera para encofrados con sello PEFC o FSC).
- Se intentará reducir los residuos de envases (ej. mediante la solicitud de materiales con envases retornables).
- Aligeramiento de los envases.
- Envases plegables: cajas de cartón, botellas,...
- Concentración de los productos.
- Optimización de la carga en los palets.
- Suministro a granel de los productos.
- Utilizar productos con mayor vida útil.
- Mantener húmedos los escombros con el fin de evitar la producción de polvo.
- Realizar la carga de escombros en el interior del recinto de la obra.

- Cubrir con lonas los vehículos de transporte de los escombros.
- Limpieza en instalaciones adecuadas de los vehículos y las herramientas de la obra.
- Separación en el origen los residuos peligrosos contenidos en los residuos de la construcción (si se da el caso).

A continuación se plantean las medidas recomendadas tendentes a la prevención en la generación de residuos de construcción y demolición. Además se describe la manera más conveniente de almacenar las materias primas de obra, su aplicación contribuirá a reducir la cantidad de residuos por desperdicio o deterioro innecesario de materiales.

### **Madera**

Medidas:

Los elementos con acabados en madera, se replantearán junto con el oficial de carpintería a fin de utilizar el menor número de piezas y de manera que se pueda economizar en la medida de lo posible su consumo.

Almacenamiento:

En lugar cubierto, protegiendo todo tipo de madera de la lluvia. Se utilizarán contenedores con carteles identificativos para así evitar la mezcla.

### **Elementos Metálicos (incluidas aleaciones)**

Medidas:

Se replantearán junto con el oficial a fin de utilizar el menor número de piezas y de manera que se pueda economizar en la medida de lo posible su consumo.

Almacenamiento:

En lugar cubierto.

### **Residuos Plásticos**

Medidas:

En cuanto a las tuberías plásticas, se pedirán para su suministro la cantidad lo más justa posible. Se solicitará de los suministradores el aporte en obra con el menor número de embalaje, renunciando al superfluo o decorativo.

Almacenamiento:

Para tuberías usar separadores para prevenir que rueden. Para otras materias primas de plástico almacenar en los embalajes originales.

## **6. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN Ó ELIMINACIÓN**

No se prevén en la presente obra. Las cantidades de residuos de construcción y demolición enumeradas en el punto 4 serán gestionados por una empresa homologada y se trasladarán a un vertedero autorizado por el Gobierno de Aragón de acuerdo con lo definido en la normativa vigente.

No hay previsión de reutilización de los materiales la misma obra o en emplazamientos externos.

## **7. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA.**

Todos los residuos son inertes, no contaminantes. La ejecución de las obras no van a originar residuos plásticos, grasos, eléctricos, radiactivos, biológicos, amiantos, fibras de vidrio, etc..., que necesiten un posterior tratamiento o un especial depósito.

Los acopios se irán evacuando progresivamente de la obra a través de un gestor autorizado, no superando nunca las fracciones establecidas en el apartado 5 del artículo 5 del Real Decreto 105/2008.

- Hormigón 80 tn
- Ladrillos, tejas y cerámicos 40 tn
- Metal 2 tn
- Madera 1 tn
- Vidrio 1 tn
- Plástico 0,5 tn
- Papel y cartón 0,5 tn

El contratista adjudicatario de las obras estará obligado a presentar un Plan de Gestión de Residuos, en el que se establezca entre otros el procedimiento de separación, acopio y transporte de los residuos generados, así como los puntos de acopio en el interior de la obra, y sus dimensiones y cantidades máximas. Dicho Plan deberá ser aprobado por la Dirección Técnica de las Obras así como por la propiedad.

## **8. PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA LAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN**

En cumplimiento del artículo 4, apartado 5º, del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la Producción y Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, la zona donde se ubicarán las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos quedarán ubicadas dentro del perímetro de actuación.

El poseedor de los residuos deberá encontrar un lugar apropiado en la obra en el que almacenar los residuos. Es peligroso tener montones de residuos dispersos por la obra, por lo que deberá asegurarse de un adecuado almacenaje y evitar movimientos innecesarios, que entorpezcan la marcha de la obra.

El Plan de Gestión de Residuos a presentar por el contratista de las obras, se indicarán con más detalle las zona donde se ubiquen las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos dentro de la obra.

## **9. PRESCRIPCIONES DEL PLIEGO DE CONDICIONES EN RELACIÓN CON LAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN**

Antes del inicio de la obra el Contratista adjudicatario estará obligado a presentar un plan que reflejará cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vaya a producir de acuerdo con las indicaciones descritas en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

Cuando los residuos de construcción y demolición se entreguen por parte del poseedor a un gestor se hará constar la entrega en un documento fehaciente en el que figurará la identificación el poseedor, del productor, la obra de procedencia y la cantidad en toneladas o en metros cúbicos codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero.

### Con carácter general:

- La gestión de residuos seguirá el Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de febrero o sus modificaciones posteriores.

- La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas mediante contenedores o sacos industriales.
- Es obligación del contratista proporcionar al D.F. de la obra y a la propiedad, los certificados de los contenedores empleados así como los puntos de vertido final.
- Es obligación del contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente un buen aspecto.

Productor de los residuos: (artículo 4) (titular de la licencia o del bien inmueble objeto de las obras). Se destaca:

- Incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.
- Disponer de la documentación que acredite que los residuos han sido gestionados adecuadamente, ya sea en la propia obra, o entregados a una instalación para su posterior tratamiento por Gestor Autorizado. Esta documentación la debe guardar al menos los 5 años siguientes.

Poseedor de los residuos: (artículo 5) (quien ejecuta la obra y tiene el control físico de los residuos que se generan en la misma)

- Antes del inicio de la obra el Contratista adjudicatario estará obligado a presentar un plan que reflejará cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vaya a producir de acuerdo con las indicaciones descritas en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero.
- El plan deberá ser aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad. Una vez sea aprobado pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.
- Cuando los residuos de construcción y demolición se entreguen por parte del poseedor a un gestor se hará constar la entrega en un documento fehaciente en el que figurará la identificación del poseedor, del productor, la obra de procedencia y la cantidad en toneladas o en metros cúbicos codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero.

- Cumplirá las normas y órdenes dictadas.
- Todo el personal de la obra (del cual es responsable) conocerá sus obligaciones acerca de la manipulación de los residuos de obra.
- Es necesario disponer de un directorio de compradores/vendedores potenciales de materiales usados o reciclados cercanos a la ubicación de la obra.
- Iniciativa para reducir, reutilizar y reciclar los residuos en la obra.
- Etiquetar correctamente los contenedores, de forma que los trabajadores conozcan donde deben depositar los residuos.

#### 10. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

##### CÁLCULO DEL COSTE

Los residuos de construcción y demolición generados en la obra se trasladarán a vertedero autorizado. Las cantidades resultantes resultan ser las indicadas en el apartado 4.

Como coste de referencia del canon de gestión de residuos inertes generados en la obra, tanto para su depósito en vertedero, como para una posible reutilización o valorización por parte del gestor de los mismos, se considera la tarifa oficial del Gobierno de Aragón de residuos inertes para el año 2.018, que fue publicada oficialmente en el BOA núm.53 (15/03/2018) y que es la que se encuentra publicada en la web del Gobierno de Aragón. Para este canon se estableció un importe de 3,76 €/tn (IVA excluido) para el escombro limpio.

Como resultado se obtienen la siguiente cantidad total que supondrán el coste derivado de la gestión de residuos:

CONCEPTO	CANTIDAD ESTIMADA (tn)	CANTIDAD ESTIMADA (m3)	PRECIO (€/tn)	COSTE (€)
RCDs Naturaleza no pétreo	8,63	9,29	3,76	32,45
RCDs Potencialmente peligrosos y otros	34,5	53,66	3,76	129,71
<b>TOTAL CAPÍTULO GESTIÓN DE RESIDUOS</b>				<b>162,16 €</b>

En cumplimiento de los requisitos del R.D. 105/2008, de 1 de febrero y como control vinculado a la obtención de la licencia de obras, se introduce una fianza o garantía al productor de los residuos que responda del cumplimiento de todos los requisitos mencionados. El cálculo de esta cuantía se basa en el presupuesto del Estudio de Gestión de Residuos, estimando suficiente, por lo que la fianza se basará en el presente presupuesto del estudio de Gestión de residuos.

## 11. CONCLUSIÓN

---

Con el presente documento se entiende que se da cumplimiento a lo establecido en el R.D. 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, así como del resto de la normativa vigente en esta materia.



**PROYECTO PARA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN  
PARQUE BOMBEROS N°1 EDIFICIO SINIESTROS  
17-038 –ELR BOMBEROS 1 SINIESTROS EFIC IEF-P2  
REM: 204–PARQUE BOMBEROS N°1 SINIESTROS**

- **ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

## ÍNDICE

<b>1. OBJETO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. LEGISLACIÓN APLICABLE .....</b>	<b>2</b>
<b>3. DESCRIPCIÓN POR FASES DEL PROCESO.....</b>	<b>3</b>
3.1 Fase de Actuaciones Previas: Replanteo .....	3
3.2 Fase de Acopio y Transporte de Materiales. ....	4
3.3 Fase de Excavaciones. ....	6
3.4 Fase de Puesta a Tierra de Estructura de Soportación. ....	8
3.5 Fase de montaje de soportes y colocación de módulos fotovoltaicos. ....	9
3.6 Fase de tendido, tensado y regulado. ....	11
3.7 Fase de conexionado a Red. ....	13

**1. OBJETO.**

El Real Decreto 1627/1997 supone el marco normativo sobre la seguridad e Higiene en el trabajo. Entre las exigencias se encuentra la necesaria realización de una documentación referente a los aspectos sobre la seguridad de la obra que se vaya a ejecutar.

En cumplimiento de las prescripciones del referido Reglamento corresponde realizar la obra que nos ocupa un ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD, en virtud del citado RD.

Este estudio básico debe recoger las normas de seguridad aplicables a la obra de que se trata, con identificación de los riesgos que estén presentes, así como las medidas técnicas dispuestas en orden a su disminución. Se debe incluir asimismo la relación de equipos de protección que se utilizan, incluyendo también aquellas informaciones útiles para la posterior realización de trabajos sucesivos que pudieran ser previsibles.

Este estudio de seguridad establece, durante la ejecución de los trabajos de la unidad de obra citada, las previsiones respecto a la prevención de riesgos y accidentes profesionales.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa instaladora (y sus contratistas, si las hubiere) para llevar a término sus obligaciones en materia de prevención de los riesgos laborales facilitando el desarrollo de las obras bajo el control de la Dirección Técnica de la misma en consonancia con lo exigido por el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.

Si se contratara alguna empresa auxiliar para el desarrollo de los trabajos, el adjudicatario de las obras es responsable solidario con la principal de cualquier incumplimiento en esta materia (art. 42.20 de la Ley 31/95, de Prevención de Riesgos Laborales).

Por último hay que tener en cuenta que en cada obra las situaciones de riesgo son distintas, aunque el trabajo a realizar sea prácticamente el mismo, por lo que habrá que realizar este estudio en cada una de las obras adaptándolo a sus propias características.

---

## 2. LEGISLACIÓN APLICABLE

---

Resulta aplicable el Real Decreto 1627/97, sobre seguridad en obras de construcción en relación con la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales y sus Reglamentos de desarrollo, en especial el RD 39/96 sobre los Servicios de Prevención.

Las instalaciones responderán a los Proyectos tipo y se ajustarán a lo dispuesto en la normativa vigente:

- Reglamento técnico de Líneas eléctricas de Alta Tensión, aprobado por Decreto REAL DECRETO 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 1725/1984, de 18 de julio, por el que se modifican el Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía y el modelo de póliza de abono para el suministro de energía eléctrica y las condiciones de carácter general de la misma
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión
- Otras disposiciones Oficiales, Decretos, O. Ministeriales, Resoluciones de la Dirección General de la Energía, etc., que modifican o puntualizan el contenido de 105 citados...
- Normativa de Eléctricas Reunidas de Zaragoza, en la que se recoge la anterior, así como las Normas y Recomendaciones UNESA.

Resultan de aplicación asimismo las siguientes normas de la Compañía suministradora:

Normas particulares para instalaciones de alta tensión (hasta 30 KV) Y baja tensión, según MTDYC 2.03.20 de noviembre de 1994, por la que se fijan:

- Las condiciones técnicas y de aplicación de los Proyectos tipo
- Las características de los materiales. La ejecución de las instalaciones.
- La recepción técnica de las instalaciones.
- Plan Básico de prevención de riesgos para empresas contratistas.

### 3. DESCRIPCIÓN POR FASES DEL PROCESO

#### 3.1 FASE DE ACTUACIONES PREVIAS: REPLANTEO

El constructor, una vez firmada el acta de replanteo y antes del comienzo de la obra, comprobará que han sido reflejadas en el proyecto las modificaciones para adecuarlas a la realidad de la obra. Las variaciones se comunicarán al director de la obra y al encargado de recepción de la obra.

En esta fase se consideran las labores previas al inicio de las obras, como puede ser el replanteo, mediante el cual el topógrafo marca la zona de terreno donde se colocarán los distintos elementos integrantes de la instalación, como módulos, inversores, soportes, línea eléctrica. Se pondrán señales de prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.

##### **Identificación de los RIESGOS LABORALES más frecuentes:**

- Caídas en el mismo nivel Generación de polvo
- Pisadas sobre objetos
- Factores climáticos de Frío o calor Contactos con líneas eléctricas existentes

##### **Medidas preventivas de seguridad:**

Se llevará a cabo la inspección visual por la/s. personas encargadas de realizar el replanteo sobre el terreno, de modo que se observen los lugares donde se sitúen posibles líneas eléctricas aéreas u otros servicios.

Se confirmará y verificará la existencia o inexistencia de instalaciones subterráneas en el lugar (gas, agua, pozos).

Estará absolutamente prohibida la presencia de trabajadores operando en planos inclinados en lugares de fuerte pendiente, así como debajo de macizos horizontales.

**Protecciones personales para controlar y reducir los riesgos descritos:**

- Casco homologado.
- Ropa de trabajo
- Guantes homologados
- Calzado de seguridad

**3.2 FASE DE ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES.**

---

Se realiza mediante la selección de los materiales a emplear en el propio almacén de la empresa instaladora o en otros almacenes donde se encuentren los materiales a utilizar. Se transportarán por medios propios de la empresa o ajenos (camiones con pluma). El material se deposita a pie de obra para su posterior instalación, construcción y montaje.

**Identificación de los RIESGOS LABORALES más frecuentes:**

Atropellos, atrapamientos y colisiones originados por maquinaria y vehículos

Vuelcos y deslizamientos de vehículos en obra. Caídas en el mismo nivel

Caídas a distinto nivel Generación de polvo

Choques entre vehículos

Contactos con líneas eléctricas

**Medidas preventivas de seguridad**

Mantener una adecuada ordenación de los materiales delimitando las zonas de apilamiento.

Mantener en condiciones de limpieza y libre de obstáculos la zona de almacenaje.

El acarreo de materiales debe realizarse por medios mecánicos siempre que sea posible para evitar sobre esfuerzos. No se izarán cargas manualmente superiores a 25 Kilogramos

Para la manipulación manual de objetos, mantener la espalda recta; deben estar limpios y sin sustancias resbaladizas; la base de apoyo de los objetos debe ser estable, en otro caso se deberá proceder a estabilizar. Utilizar medios auxiliares siempre que sea posible en estas tareas de transporte (Carretillas de mano, etc.)

Para los vehículos: los elementos de seguridad deben estar en buen estado (frenos, resguardos, etc.); Revisar las ITV's. Utilizar los vehículos sólo para el fin establecido; limitar la velocidad de circulación en el recinto de la obra a 15 Km./h en zonas con trabajadores. Los medios de transporte automotores dispondrán de pórtico de seguridad; para las plumas de los camiones; respetar la capacidad de carga del elemento de carga y descarga; la pluma debe orientarse en el sentido de los vientos dominantes y ser puesta en veleta (giro libre), desenfrenando el motor de orientación.

En Camiones de transporte: CARGA y DESCARGA: Antes de iniciar las operaciones de carga y descarga disponer el freno de mano del vehículo y calzos en las ruedas. Las operaciones de carga y descarga serán dirigidas por una persiana experta, además de contar con la asistencia de al menos otras dos personas, que sigan sus indicaciones.

En camiones de transporte: TRANSPORTE: El colmo máximo permitido de los materiales no sujetos no podrá superar la pendiente ideal del 5% y se cubrirán con lonas aradas en previsión de desplomes. La carga de los vehículos debe disponerse de forma adecuada, quedando uniformemente repartida; se atará la carga con cadenas, cuerdas, sirgas o medios adecuados que la dejen sujeta y sin posibilidad de desplazamiento; los vehículos se desplazarán cautelosamente una vez cargados.

En camión-grúa: Antes de iniciar maniobras se calzarán las ruedas y los gatos estabilizadores.

Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad. Se prohíbe la capacidad de carga de la pluma o elemento de carga bajo ningún concepto. Las rampas de acceso a los tajos no superarán el: 20% en evitación de vuelcos. Se prohíbe realizar suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga. Se prohíbe arrastrar cargas con el camión-grúa. Las cargas en suspensión se guiarán mediante guías de gobierno. Se prohíbe la presencia de personas en torno al camión-grúa a menos de 5 metros de distancia. Se prohíbe el paso y permanencia bajo cargas en suspensión. Se prohíbe realizar trabajos dentro del radio de acción de cargas suspendidas. Se balizará la zona de trabajo siempre que se altere por la ubicación de la máquina la normal circulación de vehículos, señalizando con señales de dirección obligatoria.

Para operadores de camión-grúa: Mantener la máquina alejada de terrenos inseguros, con pendiente o propensos a hundimientos. Evitar el brazo articulado sobre el personal. Subir y bajar del camión por las zonas previstas ello. Asegurar la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.

Levantar una sola carga cada vez. No permitir que nadie se encarama o suba sobre la carga. Limpiar el calzado del conductor de barro o grava antes de inicial maniobras para evitar resbalones sobre los pedales. No permitir trabajo o estancias de trabajadores bajo cargas suspendidas. No realizar arrastres de cargas ni tirones sesgados. Mantener la vista en la carga y su zona de influencia.

No abandonar la máquina con cargas suspendidas. Antes de poner en servicio el camión-grúa comprobar el frenado. Utilice las prendas de protección que se le indique en la obra.

El anclaje de las máquinas y aparatos que produzcan ruidos, vibraciones o trepidaciones, se realizará de modo que se logre su óptimo equilibrio estático y dinámico, tales como bancadas cuyo peso sea superior 2 veces al menos al de la máquina que soportan, por aislamiento de la estructura general o por otros medios técnicos (art. 31 OGSHT).

En trabajos en altura: colocar protección perimetral de 0,90 metros con plintos y rodapiés de 15 cm., al menos. Entre la base de plataforma de trabajo y la barandilla de 90 cm., deben colocarse cercas o arriostamiento capaces de soportar una carga de 150 kg., por metro lineal.

Utilizar cinturones anti-caída y equipos de protección individual.

Protecciones personales para controlar y reducir los riesgos descritos:

- Casco homologado + Mono de trabajo (traje de agua y botas de goma, si fuera necesario)
- Guantes de seguridad
- Calzado de seguridad
- Cinturones anti-caída para trabajos en altura

### **3.3 FASE DE EXCAVACIONES.**

Se procede a realizar las excavaciones y zanjas por medios mecánicos (retroexcavadora y pala mecánica) donde se colocarán los postes o torres a instalar, así como las zapatas para los seguidores o la estructura de soportación, según sea el caso.

**Identificación de los RIESGOS LABORALES más frecuentes:**

- Caídas en el mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Atrapamientos, golpes, cortes por objetos, herramientas y vehículos
- Atropellos por maquinaria y vehículos en obra
- Proyección de objetos desprendidos Vuelcos
- Contactos con líneas eléctricas e infraestructuras urbanas existentes
- Proyección de partículas
- Ruido y vibraciones
- Desplomes de taludes

**Medidas preventivas de seguridad: PALAS Y RETROEXCAVADORAS:**

Para subir y bajar de la pala o retroexcavadora, utilizar los peldaños dispuestos para ello de forma frontal, asistiéndose con las manos. No realizar ajustes con las máquinas en movimiento o el motor funcionando, para ello: apoyar en el suelo el cazo o cuchara, parando el motor, poniendo el freno de mano y bloqueando la máquina. No poner trapos grasientos o combustible sobre la máquina. Seguir un mantenimiento de la máquina. En operaciones de limpieza con aire a presión colocarse guantes, mascarilla, mono y mandil. No liberar los frenos de la máquina en posición de parada sin instalar antes los tacos de inmovilización. Las palas y retos deben tener pórtico de seguridad en la cabina para su conductor. Revisar los puntos de escape del motor periódicamente. Debe existir botiquín de primeros auxilios en la máquina. Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha o con el cazo izado sin apoyar en el suelo.

La cuchara permanecerá lo más cerca posible del suelo en los desplazamientos de tierras. Se prohíbe izar personas utilizando la cuchara de la maquinaria.

Deberán estar dotadas de extintor revisado al día. Deberán disponer de luces y bocina de retroceso. Los conductores, antes de iniciar nuevos recorridos, deberán recorrer a pié el terreno a recorrer. Se prohíbe mover grandes carga en caso de fuertes vientos.

En retroexcavadoras se prohíbe realizar movimientos de tierras sin poner en servicio antes los apoyos hidráulicos de inmovilización. Se prohíbe realizar esfuerzos por encima del límite de la máquina.

El Cambio de posición se realizará situando el brazo en el sentido de la marcha.

Se instalará una señal de peligro sobre una pica o estaca (o señal móvil) en el límite de actuación de la máquina

**Protecciones personales para controlar y reducir los riesgos descritos**

- Casco homologado
- Ropa de trabajo
- Guantes homologados
- Calzado de seguridad
- Cinturón anticaída

**3.4 FASE DE PUESTA A TIERRA DE ESTRUCTURA DE SOPORTACIÓN.**

---

Se tomará medida de la resistividad del terreno a diferentes profundidades y según tablas técnicas se realizará en la forma propuesta en los proyectos-tipo.

**Identificación de los RIESGOS LABORALES más frecuentes:**

- Caídas en el mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Atrapamientos, golpes, cortes por objetos, herramientas y vehículos.
- Atropellos por maquinaria y vehículos en obra
- Proyección de objetos desprendidos
- Contactos con líneas eléctricas e infraestructuras existentes
- Proyección de partículas Contactos eléctricos

**Medidas preventivas de seguridad:**

El hincado de electrodos de barra se realizará mediante sufrideras adecuadas para no deformar la barra.

Los conductores de cobre de unión de los electrodos con los apoyos estarán entubados en la peana y abrochados a los montantes en la parte interior de éstos, de modo que queden ocultos.

Las conexiones de los flagelos y picas con los apoyos se realizaran mediante los conectores y terminales adecuados.

Para mediciones de tierras. La resistencia será medida con aparatos apropiados y los valores obtenidos se pondrán en conocimiento del representante de la empresa encargado de la recepción, se efectuará sin tensión. En caso de que no se puedan clavar picas se humedecerá el terreno con agua salada, colocando encima la pica con un paño también con agua salada; nunca se desconectará la toma de tierra del apoyo.

#### **Protecciones Personales para controlar y reducir los riesgos descritos**

- Casco homologado
- Ropa de trabajo
- Guantes homologados
- Calzado de seguridad
- Cinturón anticaída

### **3.5 FASE DE MONTAJE DE SOPORTES Y COLOCACIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.**

---

Se procede a replantear la estructura sobre la cubierta de la nave, hecho esto se procede a taladrar la cubierta para pasar los pernos de anclaje de los soportes fotovoltaicos a la estructura de la nave.

Se procede a montar las estructuras metálicas, trabajando en la cubierta y en el interior de la nave mediante plataformas elevadoras.

Una vez montada la estructura se procede a montar los módulos fotovoltaicos.

#### **Identificación de los RIESGOS LABORALES más frecuentes:**

- Caídas en el mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Atrapamientos, golpes, cortes por objetos, herramientas y vehículos
- Colisión entre vehículos
- Atropellos por maquinaria y vehículos en obra
- Proyección de objetos desprendidos
- Proyección de partículas.

**Medidas preventivas de seguridad**

Antes de montar los tubos sobre el chasis se comprobará que se mantienen los caballetes de sujeción del mismo.

Para el camión – grúa se habilitará una zona adecuada para poder realizar los trabajos. La puesta en estación y movimientos del vehículo durante las operaciones de montaje serán dirigidas por un señalista. Las operaciones de montaje a lo largo de cortes en el terreno se efectuarán sin que las ruedas del camión sobrepasen la línea blanca de seguridad situada a dos metros del borde.

Para la grúa. Antes de iniciar maniobras se calzarán las ruedas y los gatos estabilizadores.

Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad. Se prohíbe superar la capacidad de carga de la pluma o elemento de carga bajo ningún concepto. Las rampas de acceso o los tajos no superarán el 20% en evitación de vuelcos. Se prohíbe realizar suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga. Se prohíbe arrastrar cargas con la grúa. Las cargas en suspensión se guiarán mediante guías de gobierno. Se prohíbe la presencia de personas en torno a la grúa a menos de 5 metros de distancia. Se prohíbe el paso y permanencia bajo cargas en suspensión.

Se prohíbe realizar trabajos dentro del radio de acción de cargas suspendidas. Se balizará la zona de trabajo siempre que se altere la ubicación de la máquina la normal circulación de vehículos, señalizando con señales de dirección obligatoria.

El izado se realizará coordinadamente, disponiéndose una persona como señalista de las operaciones. Los miembros de las empresas participantes deberán estar coordinados y bajo las órdenes de la dirección de obra.

Para el montaje de módulos fotovoltaicos: estará calificado como material autorizado, se trasladarán a la obra en su propio embalaje y no desembalado hasta el momento mismo del montaje; evitar golpes durante el transporte; los módulos se sujetarán a sus soportes utilizando los materiales adecuados con las dosificaciones encomendadas por el fabricante, el soporte debe quedar perfectamente concentrado con el módulo.

**Protecciones Personales para controlar y reducir los riesgos descritos**

- Casco homologado
- Ropa de trabajo
- Guantes homologados

- Calzado de seguridad
- Cinturón anti-caída
- Escaleras aisladas en todas sus partes

### **3.6 FASE DE TENDIDO, TENSADO Y REGULADO.**

Se dispone el conductor en su bobina en un extremo del tramo a instalar tirando de éste hasta dejarlo cerca del lugar de su utilización. Se colocan poleas para proceder al tiro del conductor que se anclan en la parte superior de cada apoyo.

Se fijan las poleas al poste en su parte superior y se pasa por la canaleta el conductor. Se tira del mismo para conseguir su elevación.

#### **Identificación de los RIESGOS LABORALES más frecuentes:**

- Caídas en el mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel
- Atrapamientos, golpes, cortes por objetos, herramientas.
- Proyección de objetos desprendidos
- Proyección de partículas
- Atropellos por maquinaria y vehículos en obra
- Sobreesfuerzos
- Contactos eléctricos directos electrocución atmosférico por aparato eléctrico

#### **Medidas preventivas de seguridad:**

Se utilizarán siempre que se puedan medios mecánicos. Si se procede a tirar a mano se realizará entre varias personas con los descansos correspondientes.

Se dispondrá la bobina del conductor sobre una superficie estable y quedará fijada de modo que no toque el suelo. Se deberán utilizar los medios de protección individual suministrados, su falta de utilización supondrá una negligencia del trabajador.

En trabajos en altura se utilizarán siempre cinturones anti-caída y se amarrarán convenientemente. Se procederá a la reposición de los equipos siempre que sea necesario.

En el tiro del conductor se procederá a tirar en el plano definido por el poste y la polea siempre que sea posible, a fin de no someterla a sobreesfuerzos. La polea deberá quedar anclada con su correspondiente pasador. El coeficiente de seguridad de la polea deberá ser de al menos 3, es decir su diseño deberá permitir su uso en condiciones seguras para efectuar esfuerzos tres veces superiores al que se la somete. Si el tramo ofrece dificultades orográficas o de otro tipo no previstas, se estudiarán antes de proceder a los trabajos.

Las operaciones de tendido se iniciarán siempre que el hormigón haya alcanzado al menos el 50% de su resistencia característica proyectada, tomando precauciones como arriostamiento para evitar fatigas o deformaciones anormales, en particular en los apoyos correspondientes a los puntos firmes.

Estos trabajos se realizarán al menos por una brigada de trabajo de tres personas, que actúen coordinadamente bajo la dirección del jefe de equipo o brigada: deberán estar comunicados. No se realizarán trabajos de regulado con vientos superiores a 10 Km/h., o temperaturas inferiores 0°C.

La regulación se realizará en cada tramo comprendido por dos apoyos, dejando al menos 24h. el conductor sobre las poleas. La comprobación de la tensión del tendido se hará por dinamómetro o bien fijando la flecha correspondiente en cada tramo.

Las cadenas de suspensión una vez apretadas a las grapas quedarán en posición vertical. No se deben sobrepasar los pares de apriete de los estribos a las grapas según indicación del fabricante.

Colocación de tierras tanto en la zona anterior como en la posterior de la zona de trabajos, de modo que ésta quede por completo aislada y protegida con las conexiones a tierra.

**Protecciones personales para controlar y reducir los riesgos descritos:**

- Casco homologado
- Ropa de trabajo
- Guantes homologados
- Calzado anticaída
- Escaleras aisladas en todas sus partes
- Faja

- Juego de tierras portatil

### **3.7 FASE DE CONEXIONADO A RED.**

---

Se procede a conectar la instalación a la red de modo que quede en funcionamiento, colocando en éste la caja de protecciones correspondientes.

#### **Identificación de los RIESGOS LABORALES más frecuentes:**

- Caída en el mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Atrapamientos, golpes, cortes por objetos, herramientas
- Atropellos por maquinaria y vehículos en obra
- Proyección de objetos desprendidos

Proyección de partículas

Contactos eléctricos directos e indirectos

#### **Medidas preventivas de seguridad:**

Experiencia y capacitación de los profesionales intervinientes: oficiales. Obligatoria utilización de EPIs: en especial casco con barbuquejo y cinturones anti-caída.

#### **Protecciones personales para controlar y reducir los riesgos descritos:**

- Casco homologado
- Ropa de trabajo
- Guantes homologados
- Calzado de seguridad
- Cinturón anti-caída
- Escaleras aisladas en todas sus partes

- Pértiga de puesta a tierra y en cortocircuito (acotando la zona de trabajo en el menor espacio posible).

Zaragoza, Septiembre del 2019

SERVICIO CONSERVACIÓN ARQUITECTURA

UNIDAD DE ENERGÍA E INSTALACIONES

El Funcionario Municipal



Fdo: Fco Javier Pérez Abad

El Ingeniero Industrial

Colegiado nº: 1678 COIAR



Fdo: Pilar Fiteni Mera

Asistencia Técnica Externa



**PROYECTO PARA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN  
PARQUE BOMBEROS N°1 EDIFICIO SINIESTROS  
17-038 –ELR BOMBEROS 1 SINIESTROS EFIC IEF-P2  
REM: 204–PARQUE BOMBEROS N°1 SINIESTROS**

- **PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS**

## ÍNDICE DEL PLIEGO

<b>1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. EJECUCIÓN DEL TRABAJO.....</b>	<b>1</b>
2.1 Generalidades .....	1
2.2 Módulo fotovoltaico .....	2
2.3 Estructura soporte .....	2
2.4 Inversores.....	3
2.5 Diseño del sistema de monitorización.....	5
2.6 Cableado.....	6
2.7 Conexión a red.....	6
2.8 Medidas .....	6
2.9 Protecciones.....	6
2.10 Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas.....	7
2.11 Armónicos y compatibilidad electromagnética .....	8
2.12 Transporte y acopio a pie de obra.....	8
2.13 Recepción y pruebas.....	8
2.14 Certificados y documentación .....	10
2.15 Libro de órdenes.....	10
2.16 Normas complementarias .....	10

## 1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este pliego de condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de montaje de una instalación fotovoltaica conectada a red, especificadas en el correspondiente proyecto.

Estas obras se refieren al suministro e instalación de los materiales necesarios en la construcción de la de una planta generadora de energía solar fotovoltaica y su conexión a red.

Los pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

## 2. EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Corresponde al contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

### 2.1 GENERALIDADES

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo Clase II en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión).

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro.

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá originar condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

## 2.2 MÓDULO FOTOVOLTAICO

Todos los módulos fotovoltaicos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de Silicio Cristalino, o UNE- EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio de reconocido prestigio, lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

El módulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

Los módulos deberán llevar diodos de derivación para evitar las posibles averías de la célula y sus circuitos por sombreados parciales y tener un grado de protección IP65.

Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen de  $\pm 5\%$  de las correspondientes a sus valores nominales de catálogo.

La estructura del módulo fotovoltaico se conectará a tierra.

El diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre los diferentes modelos de módulos que componen la instalación y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa, además los distintos modelos se conectarán en ramas del inversor diferentes.

En aquellos casos excepcionales en la que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos en laboratorios homologados a los ensayos necesarios para satisfacer la norma UNE-EN 61215 para módulos de Silicio Cristalino, o UNE- EN 61646.

## 2.3 ESTRUCTURA SOPORTE

La estructura soporte ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y la nieve, de acuerdo con lo indicado en el CTE Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006).

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de los módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a la permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

La tortillería será realizada en acero inoxidable, cumpliendo la norma MV-106. En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura la estanqueidad entre módulos se ajustará a las exigencias de la Normas Básicas de la Edificación y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terraza) como integrados sobre tejado, cumpliendo los requisitos del PCT IDAE, sobre sombras.

La estructura será calculada según la norma MV-103 para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc...

Si está construido con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirá la norma MV-102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

Si de tipo galvanizado en caliente, cumplirá la norma y UNE-EN ISO 1461:2010, con espesor mínimo de 80 micras para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

## 2.4 INVERSORES

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, trifásico a 400V, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo

momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo del día.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionará en isla o en modo aislado.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de red, etc.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA. Podrá ser externo al inversor.

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superior a la CEM (Condiciones Estándar de Medida). Además soportará picos de magnitud un 30 % superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- Los valores de eficiencia al 25% y 100% de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85% y 88% respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida si lo hubiere) para inversores de

potencia inferior a 5 kW, y del 90,5 al 92% para inversores mayores de 5 kW.

- El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5% de su potencia nominal.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95 entre el 25% y el 100 % de la potencia nominal.
- A partir de potencias superiores al 10% de su potencia, el inversor deberá inyectar a la red.
- Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.
- Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0° C y 40 ° C de temperatura y entre 0% y 85 % de humedad.

## 2.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

El sistema de monitorización, proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
- Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor.
- Radiación solar en el plano de los módulos.
- Temperatura ambiente en la sombra.
- Potencia activa de salida del inversor.
- Potencia reactiva de salida del inversor para instalaciones mayores de 5 kWp.
- Temperatura de los módulos en integración arquitectónica y siempre que sea posible, en potencia mayores de 5 kW.
- Energía autoconsumida.

La monitorización dispondrá de un sistema de alarma que alerte mediante correo electrónico de posibles fallos de la instalación.

## 2.6 CABLEADO.

De acuerdo a recomendaciones del pliego de condiciones técnicas del IDAE, el cableado cumplirá los puntos siguientes:

- Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de CC tendrán la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 % y los de la parte de CA para que la caída de tensión sea inferior del 2%, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.
- Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.
- Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

## 2.7 CONEXIÓN A RED.

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 sobre conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

## 2.8 MEDIDAS

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

## 2.9 PROTECCIONES

El sistema de protecciones cumplirá las exigencias previstas en la reglamentación vigente, según el artículo 14 Real Decreto 1699/2011, de 18 de Noviembre, incluyendo lo siguiente:

- Interruptor general manual, que será un interruptor magnetotérmico con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión. Este interruptor será accesible a la empresa distribuidora en todo momento, con objeto de realizar la desconexión manual. Eventualmente, las funciones del elemento de corte

general pueden ser cubiertas por otro dispositivo de la instalación generadora, que proporcione el aislamiento indicado entre el generador y la red.

- Interruptor automático diferencial, con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento de la parte de continua de la instalación.
- Interruptor automático de la interconexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento. Eventualmente la función desarrollada por este interruptor puede ser desempeñada por el interruptor o interruptores de los equipos generadores. Eventualmente, las funciones del interruptor automático de la conexión y el interruptor de corte general pueden ser cubiertas por el mismo dispositivo.
- Protecciones de la conexión máxima y mínima frecuencia (50,5 Hz y 48 Hz con una temporización máxima de 0.5 y de 3 segundos respectivamente) y máxima y mínima tensión entre fases (1,15 Un y 0,85 Un) como se recoge en la tabla 1. La tensión para la medida de estas magnitudes se deberá tomar en el lado red del interruptor automático general para las instalaciones en alta tensión o de los interruptores principales de los generadores en redes en baja tensión. En caso de actuación de la protección de máxima frecuencia, la reconexión sólo se realizará cuando la frecuencia alcance un valor menor o igual a 50 Hz.

Tabla 1

Parámetro	Umbral de protección	Tiempo máximo de actuación
Sobretensión –fase 1.	Un + 10%	1,5 s
Sobretensión – fase 2.	Un + 15%	0,2 s
Tensión mínima.	Un - 15%	1,5 s
Frecuencia máxima.	50,5 Hz	0,5 s
Frecuencia mínima.	48 Hz	3 s

## 2.10 PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS.

De acuerdo al artículo 15 del RD 1699/2011, de 18 de Noviembre, la puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.

La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución de baja tensión y las instalaciones fotovoltaicas, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones, con base en el desarrollo tecnológico.

Las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora de acuerdo con el Reglamento electrotécnico para baja tensión, así como de las masas del resto del suministro.

#### **2.11 ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA**

Los niveles de emisión e inmunidad deberán cumplir con la reglamentación vigente, incluyéndose la documentación mencionada en el del RD 1699/2011 los certificados que así lo acrediten, esta función la asegura el inversor.

#### **2.12 TRANSPORTE Y ACOPIO A PIE DE OBRA**

Los materiales no serán arrastrados ni golpeados.

Los materiales se transportarán en góndola por carretera hasta el almacén de obra y desde este punto con carros especiales o elementos apropiados hasta el pie de obra.

Se tendrá especial cuidado con los módulos fotovoltaicos y los inversores, ya que un golpe puede romperlos. Los módulos serán suministrados sobre palets en cajas de embalaje con material de protección de poliuretano, para su traslado con carretilla hidráulica.

Los paneles se almacenarán depositándolos sobre suelo plano y a cubierto. En caso de almacenaje exterior, los palets se cubrirán para protegerlos del agua de lluvia.

En el caso de que los módulos, una vez desembalados y previamente a su montaje sobre los perfiles de apoyo, deban ser dejados de forma interina a la intemperie, se colocarán con un ángulo mínimo de inclinación de 20° y máximo de 80°, con la cubierta de cristal orientada hacia arriba. Se evitará la posición horizontal y vertical.

El contratista tomará nota de los materiales recibidos dando cuenta al director de obra de las anomalías que se produzcan.

#### **2.13 RECEPCIÓN Y PRUEBAS**

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de los componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de

la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

Las pruebas a realizar por el instalador serán como mínimo las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como actuación. Con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- Entrega de toda la documentación.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.
- Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar el personal de operación.
- Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años.

- No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su origen de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

#### **2.14 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN**

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

#### **2.15 LIBRO DE ÓRDENES**

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

#### **2.16 NORMAS COMPLEMENTARIAS**

Además del contenido del presente Pliego de Condiciones y en todo lo que se contradiga con él, deberán ser tenidas en cuenta las siguientes normas:

- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del sector eléctrico.
- RD 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Decreto 842/2002 de 2 de Agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

- Real Decreto 1699/2011 de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se reglan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Orden ETU/1976/2016, de 23 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso de energía eléctrica para 2017
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006)
- Especificaciones técnicas específicas de la compañía eléctrica distribuidora.
- Reglamento de Seguridad en el Trabajo y posteriores disposiciones a esta Memoria

Zaragoza, Septiembre del 2019

SERVICIO CONSERVACIÓN ARQUITECTURA

UNIDAD DE ENERGÍA E INSTALACIONES

El Funcionario Municipal



Fdo: Fco Javier Pérez Abad

El Ingeniero Industrial

Colegiado nº: 1678 COIAR



Fdo: Pilar Fiteni Mera

Asistencia Técnica Externa



**PROYECTO PARA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN  
PARQUE BOMBEROS N°1 EDIFICIO SINIESTROS  
17-038 –ELR BOMBEROS 1 SINIESTROS EFIC IEF-P2  
REM: 204–PARQUE BOMBEROS N°1 SINIESTROS**

- **MEDICIONES Y PRESUPUESTO**

## **CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN PARQUE DE BOMBEROS Nº1  
AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA

Código	Ud	Descripción	Precio	cantidad total
O01OA030	h.	Oficial primera	17,62	58,20
O01OA050	h	Ayudante	16,06	68,20
O01OA060	h	Peón especializado	16,19	10,00
OELEC	h	CUADRILLA ELECTRICISTA O1ª+PE	34,80	30,05

PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN PARQUE DE BOMBEROS Nº1  
AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA

Código	Ud	Descripción	Precio	cantidad total
A9A15310	Ud	TOMA DE CORRIENTE 2P+T 250V	12,95	1,00
A9F79440	Ud	PIA iC60N 4P 40A C	115,95	1,00
A9F79450	Ud	PIA iC60N 4P 50A C	214,36	1,00
A9F99216	Ud	PIA iC60N 2P 16A C	51,57	1,00
A9R15463	Ud	DIFERENCIAL IID 4P 63A 300mA-S AC	373,01	1,00
A9R81240	Ud	DIFERENCIAL IID 2P 40A 30mA AC	122,19	1,00
A9R84440	Ud	DIFERENCIAL IID 4P 40A 300mA AC	137,19	1,00
ABBTRIO22S2X		Inversor TRIO 22.0 TL OUTD-400 S2X 22KW	2.529,43	1,00
APLISUNC40	Ud	Estructura aluminio APLISUN Sistema C-40	21,43	55,20
APLISUNC40H	Ud	Estructura aluminio APLISUN Sistema C-40, bloques de hormigón	22,29	36,80
ARQ_TT	Ud	Arqueta/registro de toma de tierra	57,90	1,00
CAJATT	Ud	Caja de seccionamiento TT	11,16	1,00
CCC4MM2	Ud	Conectores de CC cable de 4mm2	7,22	8,00
COND07Z160	m	Conductor 6 mm2 Cu H07Z1-K (As)	0,65	25,00
CONDRZ1K10	m	Conductor 10 mm2 Cu RZ1-K(AS)	2,02	11,00
CONDRZ1K16	m.	Conductor 16 mm2 Cu RZ1-K(AS)	2,93	154,00
CONDRZ1K35	m.	Conductor 35 mm2 Cu RZ1-K(AS)	6,07	616,00
CONDRZ1K4	m.	Conductor 4 mm2 Cu RZ1-K(AS)	0,96	4,40
CONDgar	Ud	Conductores Cu varias secciones toma tierra	42,87	1,00
EMBATT	Ud	Embarrados, conexiones	41,43	1,00
KITTIERRA		Kit de Tierra	150,05	1,00
LISA100	m	Bandeja lisa 100x60 mm	4,29	25,00
NG125N50IV	UD	NG125N 50 A, 25 kA	303,54	1,00
NSYPLM43	Ud	Cuadro poliester IP66 H430xW330xD200mm	84,03	1,00
PICA2000	Ud	Pica de toma de tierra	3,41	2,00
PM	Ud	Pequeño material	47,61	5,00
REC275PE	ud	Panel Fotovoltaico 275Wp REC275PE	110,53	92,00
RM35UB3N30	Ud	RELE SOBRETENSIONES PERMANENTES TRI FASE NEUTRO	117,19	1,00
SOPUNIV100	m	P.P. soporte universal a pared 100 mm	0,17	25,00
TAPA100		Tapa 100x60mm	0,86	25,00
TUBOELHF32	m.	Tubo LHC corrugado D= M32 mm	1,03	2,00
TUBOELHF50	m.	Tubo LHC corrugado D= M50 mm	1,62	140,00
U30GA001	m	Conductor Cu desnudo 35mm2	1,98	50,00
ZZ-FAS4	m	Cable continua fotovoltaico CuSn5 - ZZ-F(AS) 1,8 kV 1x4mm2	1,17	160,00

## **CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS**

**CUADRO DE DESCOMPUESTOS**

**CAMPO FOTOVOLTAICO**

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 01 PARQUE BOMBEROS Nº1</b>					
<b>SUBCAPÍTULO 01.01 MODULOS FOTOVOLTAICOS</b>					
01.01.01	Ud	<b>PANEL FOTOVOLTAICO 275 Wp</b> Panel fotovoltaico policristalino marca REC modelo REC275PE o equivalente, de 275Wp, Vmpp=31,5V I=8.74A, dimensiones 1665x991x38 mm. Incluido instalación y conexionado sobre cubierta plana según esquema unifilar y plano de distribución de proyecto. Incluido pequeño material y maquinaria de elevación.			
OELEC	0,1000 h	CUADRILLA ELECTRICISTA O1ª+PE	34,80	3,480	
REC275PE	1,0000 ud	Panel Fotovoltaico 275Wp REC275PE	110,53	110,530	
Suma la partida.....					114,010
Costes indirectos..... 3,00%					3,420
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>117,43</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO DIECISIETE EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS

**SUBCAPÍTULO 01.02 MODULO INVERSOR y CAJA DC**

01.02.01	Ud	<b>INVERSOR ABB TRIO 20.0- TL OUTD S2X400 22kW</b> Inversor ABB modelo TRIO-20.0-TL OUTD S2X 400, o equivalente, de 22 kW de potencia nominal. Con 2 MPPT independientes para aumentar la eficiencia al máximo de la producción. Puerto de comunicaciones incluido y plataforma de monitorización gratuita para PC. Incluye caja de conexión y seccionador en el lado DC, con interruptor en carga y descargador de sobretensiones tipo 2 en lado de AC. IP65. Incluido pequeño material. Totalmente conexionado e instalado. PRESUPU			
OELEC	4,0000 h	CUADRILLA ELECTRICISTA O1ª+PE	34,80	139,200	
ABBTRIO22S2X	1,0000	Inversor TRIO 22.0 TL OUTD-400 S2X 22KW	2.529,43	2.529,430	
KITTIERRA	1,0000	Kit de Tierra	150,05	150,050	
Suma la partida.....					2.818,680
Costes indirectos..... 3,00%					84,560
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>2.903,24</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL NOVECIENTOS TRES EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS

**SUBCAPÍTULO 01.03 ESTRUCTURA SOPORTE Y ELEMENTOS MECÁNICOS**

01.03.01	Ud	<b>ESTRUCTURA SOPORTE DE ALUMINIO</b> Estructura soporte marca APLISUNO o equivalente, Sistema C-40, fabricada de aluminio con tornillería en acero inoxidable para paneles de 275W en horizontal o vertical, con inclinación de 25°, 30° o 35° sobre cubierta plana, con 14 paneles por 4 hileras sobre nervios de hormigón y 2 hileras de 18 paneles autoportante de hormigón a 34°. Incluido montaje y bordillos de hormigón. Incluido pequeño material y maquinaria de elevación. Totalmente instalada.			
O010A030	0,6000 h.	Oficial primera	17,62	10,572	
O010A050	0,6000 h	Ayudante	16,06	9,636	
APLISUNC40	0,6000 Ud	Estructura aluminio APLISUN Sistema C-40	21,43	12,858	
APLISUNC40H	0,4000 Ud	Estructura aluminio APLISUN Sistema C-40, bloques de hormigón	22,29	8,916	
Suma la partida.....					41,980
Costes indirectos..... 3,00%					1,259
Redondeo.....					0,001
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>43,24</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y TRES EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS

**CUADRO DE DESCOMPUESTOS**

**CAMPO FOTOVOLTAICO**

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>SUBCAPÍTULO 01.04 CABLEADO, CAJAS Y PROTECCIONES</b>					
01.04.01	m	<b>LINEA DC 4 mm2</b> Línea en continua, desde Caja de Conexión a Inversor formada por cable de Cu RZ1-K de 2x4 mm2 0.6/1KV, libre de halógenos, instalado bajo tubo, incluso sujecciones, conexiones y pequeño material.			
OELEC	0,0150 h	CUADRILLA ELECTRICISTA O1ª+PE	34,80	0,522	
CONDRZ1K4	2,2000 m.	Conductor 4 mm2 Cu RZ1-K(AS)	0,96	2,112	
		Suma la partida.....			2,630
		Costes indirectos..... 3,00%			0,079
		Redondeo.....			0,001
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>2,71</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS					
01.04.02	m.	<b>CIRC. CU 0-HAL 5x1x10 mm2 1kV TUB 32</b> Circuito realizado con tubo en material libre de halógenos no propagador del incendio, corrugado de D= M 32 mm, conductores unipolares de cobre de 4+TTx10 mm2, aislamiento cero halógenos RZ1-K(AS), 0,6/1 kV, en sistema trifásico (3 fases, neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.			
OELEC	0,0700 h	CUADRILLA ELECTRICISTA O1ª+PE	34,80	2,436	
CONDRZ1K10	5,5000 m	Conductor 10 mm2 Cu RZ1-K(AS)	2,02	11,110	
TUBOELHF32	1,0000 m.	Tubo LHC corrugado D= M 32 mm	1,03	1,030	
		Suma la partida.....			14,580
		Costes indirectos..... 3,00%			0,437
		Redondeo.....			0,003
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>15,02</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con DOS CÉNTIMOS					
01.04.03	m.	<b>CIRC. CU 0-HAL 4x1x35+16TT mm2 1kV TUB 50</b> Circuito realizado con tubo en material libre de halógenos no propagador del incendio, corrugado de D= M 50 mm, conductores unipolares de cobre de 4+TTx35 mm2, aislamiento cero halógenos RZ1-K(AS) , 0,6/1 kV, en sistema trifásico (3 fases, neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.			
OELEC	0,1000 h	CUADRILLA ELECTRICISTA O1ª+PE	34,80	3,480	
CONDRZ1K35	4,4000 m.	Conductor 35 mm2 Cu RZ1-K(AS)	6,07	26,708	
CONDRZ1K16	1,1000 m.	Conductor 16 mm2 Cu RZ1-K(AS)	2,93	3,223	
TUBOELHF50	1,0000 m.	Tubo LHC corrugado D= M 50 mm	1,62	1,620	
		Suma la partida.....			35,030
		Costes indirectos..... 3,00%			1,051
		Redondeo.....			-0,001
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>36,08</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y SEIS EUROS con OCHO CÉNTIMOS					
01.04.04	m	<b>CABLEADO CAMPO FOTOVOLTAICO ZZ-F(AS) 1x4 mm2</b> Cable especial para instalaciones de energía solar fotovoltaica Exzhellent Solar ZZ-F (AS) 1x4 mm2 o similar, temperatura servicio de -40 a +90°C en 30 años, tensión nominal en C.C. 0,9/1,8 kV, tensión nominal en C.A. 0,6/1 kV, libre de halógenos, resistente a rayos ultravioleta, no propogador de llama. Totalmente instalado.			
OELEC	0,0100 h	CUADRILLA ELECTRICISTA O1ª+PE	34,80	0,348	
ZZ-FAS4	1,0000 m	Cable continua fotovoltaico CuSn5 - ZZ-F(AS) 1,8 kV 1x 4mm2	1,17	1,170	
		Suma la partida.....			1,520
		Costes indirectos..... 3,00%			0,046
		Redondeo.....			0,004
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>1,57</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS					

**CUADRO DE DESCOMPUESTOS**

**CAMPO FOTOVOLTAICO**

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>01.04.05</b>	<b>Ud</b>	<b>CUADRO DE PROTECCION BAJA TENSION AC</b>			
		Cuadro AC salida inversor trifásico de 22kW, con interruptor automatico de 4x40A curva C 10kA, diferencial 4x40A/300mA clase ACy sobretensiones permanentes. Circuito de servicios auxiliares incluido. Interruptor automatico de cabecera de 4x50A curva C 10kA, para conexión con instalación fotovoltaica existente. Montado en armario estanco IP65 con puerta transparente, IP65, con al menos 30% de espacio de reserva. Entradas y salidas directas sin bornas, con prensaestopas por la parte inferior del cuadro y embarrado de tierras. Totalmente instalado y conexionado en cuarto de inversores. Incluido pequeño material.			
OELEC	0,2500 h	CUADRILLA ELECTRICISTA O1ª+PE	34,80	8,700	
NSYPLM43	1,0000 Ud	Cuadro poliester IP66 H430xW330xD200mm	84,03	84,030	
RM35UB3N30	1,0000 Ud	RELE SOBRETENSIONES PERMANENTES TRI FASE NEUTRO	117,19	117,190	
A9F79450	1,0000 Ud	PIA iC60N 4P 50A C	214,36	214,360	
A9F79440	1,0000 Ud	PIA iC60N 4P 40A C	115,95	115,950	
A9R84440	1,0000 Ud	DIFERENCIAL iID 4P 40A 300mA AC	137,19	137,190	
A9F99216	1,0000 Ud	PIA iC60N 2P 16A C	51,57	51,570	
A9R81240	1,0000 Ud	DIFERENCIAL iID 2P 40A 30mA AC	122,19	122,190	
A9A15310	1,0000 Ud	TOMA DE CORRIENTE 2P+T 250V	12,95	12,950	
		Suma la partida.....			864,130
		Costes indirectos..... 3,00%			25,924
		Redondeo.....			-0,004
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>890,05</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTOS NOVENTA EUROS con CINCO CÉNTIMOS

<b>01.04.06</b>	<b>m</b>	<b>BANDEJA CHAPA LISA 100x60 CON TAPA</b>			
		Bandeja de chapa lisa de acero galvanizado en caliente de 100x60 mm con tapa, con borde de seguridad, con p.p. de elementos de acabado, soportes universales de pared o forjado y accesorios, acoplamientos, codos, cambios de plano y orientación, montada sobre soportes horizontales o verticales fijados a forjados o paredes. Totalmente instalada y conectada a tierra (incluye cable corrido de cobre aislado 0-halógenos de 6 mm2).			
OELEC	0,0200 h	CUADRILLA ELECTRICISTA O1ª+PE	34,80	0,696	
LISA100	1,0000 m	Bandeja lisa 100x60 mm	4,29	4,290	
TAPA100	1,0000	Tapa 100x60mm	0,86	0,860	
SOPUNIV100	1,0000 m	P.P. soporte universal a pared 100 mm	0,17	0,170	
COND07Z160	1,0000 m	Conductor 6 mm2 Cu H07Z1-K (As)	0,65	0,650	
		Suma la partida.....			6,670
		Costes indirectos..... 3,00%			0,200
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>6,87</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS

<b>01.04.07</b>	<b>Ud</b>	<b>CONECTOR C.C MC4</b>			
		Conjunto de conectores rápidos MC4 macho-hembra, especiales para instalaciones de energía solar fotovoltaica, para cable ZZ-F (AS) de 4mm2. Totalmente instalado.			
OELEC	0,0100 h	CUADRILLA ELECTRICISTA O1ª+PE	34,80	0,348	
CCC4MM2	1,0000 Ud	Conectores de CC cable de 4mm2	7,22	7,220	
		Suma la partida.....			7,570
		Costes indirectos..... 3,00%			0,227
		Redondeo.....			0,003
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>7,80</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS

**CUADRO DE DESCOMPUESTOS**

**CAMPO FOTOVOLTAICO**

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
01.04.08		u	<b>AMPLIACION CUADRO DE BAJA TENSION EN CT</b> Ampliación del cuadro de baja tension del CT, formado por interruptor automático magnetotérmico tetrapolar de 50A y poder de corte 25kA e interruptor automático diferencial de 63A/300mA, y pequeños materiales. Totalmente instalado.			
OELEC	0,2500	h	CUADRILLA ELECTRICISTA O1+PE	34,80	8,700	
NG125N50V	1,0000	UD	NG125N 50 A, 25 kA	303,54	303,540	
A9R15463	1,0000	Ud	DIFERENCIAL iID 4P 63A 300mA-S AC	373,01	373,010	
Suma la partida.....						685,250
Costes indirectos..... 3,00%						20,558
Redondeo.....						0,002
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>705,81</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETECIENTOS CINCO EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS

01.04.09		Ud	<b>RED DE PUESTA A TIERRA</b> Instalacion de puesta de la instalación, según el Reglamento de Baja Tensión, con picas de acero cobrizado de 14,3 mm de diametro y 2 m de longitud, cable de cobre desnudo de 35 mm2, unido mediante soldadura aluminio-térmica. Incluye registros de comprobación y puente de prueba. Totalmente terminada, medición de toma de tierra, resistencia de aislamiento y comprobada.			
O010A030	3,0000	h.	Oficial primera	17,62	52,860	
O010A050	3,0000	h	Ayudante	16,06	48,180	
PICA2000	2,0000	Ud	Pica de toma de tierra	3,41	6,820	
CAJATT	1,0000	Ud	Caja de seccionamiento TT	11,16	11,160	
EMBATT	1,0000	Ud	Embarrados, conexiones	41,43	41,430	
U30GA001	50,0000	m	Conductor Cu desnudo 35mm2	1,98	99,000	
CONDgar	1,0000	Ud	Conductores Cu varias secciones toma tierra	42,87	42,870	
ARQ_TT	1,0000	Ud	Arqueta/registro de toma de tierra	57,90	57,900	
Suma la partida.....						360,220
Costes indirectos..... 3,00%						10,807
Redondeo.....						0,003
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>371,03</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS SETENTA Y UN EUROS con TRES CÉNTIMOS

**SUBCAPÍTULO 01.05 EQUIPO DE MEDIDA**

01.05.01		Ud	<b>EQUIPO DE MEDIDA DIRECTA GENERACION 30kW</b> Equipo de medida directa de 30 kW, montado en envoltente de poliéster con puerta opaca con cierre y candado. Incluye contador de medida directa bidireccional tipo 5, modem GSM, interruptor automático de 4x50 A curva C de 25 kA de poder de corte. Con 1 juego de fusibles de 50 A, con tres bases portafusibles tamaño 22x58 de BUC-00 160 A. Completo, montado y cableado.			
Sin descomposición						677,370
Costes indirectos..... 3,00%						20,321
Redondeo.....						-0,001
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>697,69</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

**CUADRO DE DESCOMPUESTOS**

**CAMPO FOTOVOLTAICO**

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>SUBCAPÍTULO 01.06 PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN</b>					
01.06.01		<b>PRUEBAS CAMPO FOTOVOLTAICO y PUESTA EN MARCHA</b> Pruebas del campo fotovoltaico. Trabajo realizado por un técnico superior, con ayudante cualificado y apoyo de gabinete técnico, equipamiento y servicios generales.			
T12Z012B	1,0000 Ud	Pruebas finales inst. B.T.	295,23	295,230	
T12Z042A	1,0000 Ud	Entrega documentación	171,49	171,490	
		Suma la partida.....			466,720
		Costes indirectos..... 3,00%			14,002
		Redondeo.....			-0,002
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>480,72</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS OCHENTA EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

**SUBCAPÍTULO 01.07 VARIOS**

01.07.01	Ud	<b>AYUDAS ALBAÑILERIA</b> Conjunto de ayudas de albañilería para dejar la instalación completamente terminada incluyendo: - Apertura y sellado de orificios en paramentos, incluidos sellados RF en separaciones de sectores de incendios. Pintura de los mismos. - Colocación de pasamuros. - Fijación de soportes. - Descarga y elevación de materiales. - Sellado de agujeros y huecos de pasos de instalaciones. - Apertura y cierre de rozas para paso de canalizaciones eléctricas. Pintura de las mismos. - Obras de albañilería necesarias para dejar instalado y en funcionamiento el grupo electrógeno en la cubierta así como los equipos de la planta sótano.  Y en general todos los trabajos auxiliares necesarios para que la instalación quede perfectamente montada y en condiciones de uso.			
O010A050	10,0000 h	Ayudante	16,06	160,600	
O010A060	10,0000 h	Peón especializado	16,19	161,900	
PM	5,0000 Ud	Pequeño material	47,61	238,050	
		Suma la partida.....			560,550
		Costes indirectos..... 3,00%			16,817
		Redondeo.....			0,003
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>577,37</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS

**CUADRO DE DESCOMPUESTOS**

**CAMPO FOTOVOLTAICO**

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	---------	--------	----------	---------

**SUBCAPÍTULO 01.08 SEGURIDAD Y SALUD**

01.08.01	Ud	Medidas S y S planta fotovoltaica Medidas y elementos definidos en el Estudio de Seguridad y Salud del Proyecto, referidas a las instalaciones de baja tensión de la planta fotovoltaica.			
ESS0154	1,0000 Ud	Seguridad y salud.	1.375,71	1.375,710	
					Suma la partida..... 1.375,710
					Costes indirectos..... 3,00% 41,271
					Redondeo..... -0,001
					<b>TOTAL PARTIDA..... 1.416,98</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CUATROCIENTOS DIECISEIS EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS

**SUBCAPÍTULO 01.09 GESTION DE RESIDUOS**

01.09.01	ud	GESTION DE RESIDUOS Gestion de Residuos según Anejo a la Memoria.			
					Sin descomposición 69,540
					Costes indirectos..... 3,00% 2,086
					Redondeo..... 0,004
					<b>TOTAL PARTIDA..... 71,63</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y UN EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS

## **MEDICIONES Y PRESUPUESTO**

**MEDICIONES Y PRESUPUESTO**

**CAMPO FOTOVOLTAICO**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 01 PARQUE BOMBEROS Nº1</b>									
<b>SUBCAPÍTULO 01.01 MODULOS FOTOVOLTAICOS</b>									
01.01.01	Ud PANEL FOTOVOLTAICO 275 Wp  Panel fotovoltaico policristalino marca REC modelo REC275PE o equivalente, de 275Wp, Vmpp=31,5V I=8.74A, dimensiones 1665x991x38 mm. Incluido instalación y conexionado sobre cubierta plana según esquema unifilar y plano de distribución de proyecto. Incluido pequeño material y maquinaria de elevación.	4	23,000			92,000			
							92,00	117,43	10.803,56
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 MODULOS FOTOVOLTAICOS.....</b>								<b>10.803,56</b>
<b>SUBCAPÍTULO 01.02 MODULO INVERSOR y CAJA DC</b>									
01.02.01	Ud INVERSOR ABB TRIO 20.0- TL OUTD S2X400 22kW  Inversor ABB modelo TRIO-20.0-TL OUTD S2X 400, o equivalente, de 22 kW de potencia nominal. Con 2 MPPT independientes para aumentar la eficiencia al máximo de la producción. Puerto de comunicaciones incluido y plataforma de monitorización gratuita para PC. Incluye caja de conexión y seccionador en el lado DC, con interruptor en carga y descargador de sobretensiones tipo 2 en lado de AC. IP65. Incluido pequeño material. Totalmente conexionado e instalado. PRESUPU	1				1,000			
							1,00	2.903,24	2.903,24
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 MODULO INVERSOR y CAJA DC.....</b>								<b>2.903,24</b>
<b>SUBCAPÍTULO 01.03 ESTRUCTURA SOPORTE Y ELEMENTOS MECÁNICOS</b>									
01.03.01	Ud ESTRUCTURA SOPORTE DE ALUMINIO  Estructura soporte marca APLISUNO o equivalente, Sistema C-40, fabricada de aluminio con tornillería en acero inoxidable para paneles de 275W en horizontal o vertical, con inclinación de 25°, 30° o 35° sobre cubierta plana, con 14 paneles por 4 hileras sobre nervios de hormigón y 2 hileras de 18 paneles autoportante de hormigón a 34°. Incluido montaje y bordillos de hormigón. Incluido pequeño material y maquinaria de elevación. Totalmente instalada.								
	Anclados a nervios de hormigón	60				60,000			
	Anclados a bordillos de hormigón	32				32,000			
							92,00	43,24	3.978,08
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.03 ESTRUCTURA SOPORTE Y ELEMENTOS MECÁNICOS.....</b>								<b>3.978,08</b>

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CAMPO FOTOVOLTAICO

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>SUBCAPÍTULO 01.04 CABLEADO, CAJAS Y PROTECCIONES</b>									
01.04.01	m LINEA DC 4 mm2 Línea en continua, desde Caja de Conexión a Inversor formada por cable de Cu RZ1-K de 2x4 mm2 0.6/1KV, libre de halógenos, instalado bajo tubo, incluso sujecciones, conexiones y pequeño material.	1	2,000			2,000			
							2,00	2,71	5,42
01.04.02	m. CIRC. CU 0-HAL 5x1x10 mm2 1kV TUB 32 Circuito realizado con tubo en material libre de halógenos no propagador del incendio, corrugado de D= M 32 mm, conductores unipolares de cobre de 4+TTx10 mm2, aislamiento cero halógenos RZ1-K(AS), 0,6/1 kV, en sistema trifásico (3 fases, neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.	1	2,000			2,000			
							2,00	15,02	30,04
01.04.03	m. CIRC. CU 0-HAL 4x1x35+16TT mm2 1kV TUB 50 Circuito realizado con tubo en material libre de halógenos no propagador del incendio, corrugado de D= M 50 mm, conductores unipolares de cobre de 4+TTx35 mm2, aislamiento cero halógenos RZ1-K(AS), 0,6/1 kV, en sistema trifásico (3 fases, neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.	1	140,000			140,000			
	De Cuadro AC a CT						140,00	36,08	5.051,20
01.04.04	m CABLEADO CAMPO FOTOVOLTAICO ZZ-F(AS) 1x4 mm2 Cable especial para instalaciones de energía solar fotovoltaica Exzhellent Solar ZZ-F (AS) 1x4 mm2 o similar, temperatura servicio de -40 a +90°C en 30 años, tensión nominal en C.C. 0,9/1,8 kV, tensión nominal en C.A. 0,6/1 kV, libre de halógenos, resistente a rayos ultravioleta, no propagador de llama. Totalmente instalado.	4	40,000			160,000			
							160,00	1,57	251,20
01.04.05	Ud CUADRO DE PROTECCION BAJA TENSION AC Cuadro AC salida inversor trifásico de 22kW, con interruptor automatico de 4x40A curva C 10kA, diferencial 4x40A/300mA clase ACy sobretensiones permanentes. Circuito de servicios auxiliares incluido. Interruptor automatico de cabecera de 4x50A curva C 10kA, para conexión con instalación fotovoltaica existente. Montado en armario estanco IP65 con puerta transparente, IP65, con al menos 30% de espacio de reserva. Entradas y salidas directas sin bornas, con prensaestopas por la parte inferior del cuadro y embarrado de tierras. Totalmente instalado y conexionado en cuarto de inversores. Incluido pequeño material.	1				1,000			
							1,00	890,05	890,05
01.04.06	m BANDEJA CHAPA LISA 100x60 CON TAPA Bandeja de chapa lisa de acero galvanizado en caliente de 100x60 mm con tapa, con borde de seguridad, con p.p. de elementos de acabado, soportes universales de pared o forjado y accesorios, acoplamientos, codos, cambios de plano y orientación, montada sobre soportes horizontales o verticales fijados a forjados o paredes. Totalmente instalada y conectada a tierra (incluye cable corrido de cobre aislado 0-halógenos de 6 mm2).	1	25,000			25,000			
							25,00	6,87	171,75

**MEDICIONES Y PRESUPUESTO**

**CAMPO FOTOVOLTAICO**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.04.07	<p><b>Ud CONECTOR C.C MC4</b></p> <p>Conjunto de conectores rápidos MC4 macho-hembra, especiales para instalaciones de energía solar fotovoltaica, para cable ZZ-F (AS) de 4mm<sup>2</sup>. Totalmente instalado.</p>	8				8,000			
							8,00	7,80	62,40
01.04.08	<p><b>u AMPLIACION CUADRO DE BAJA TENSION EN CT</b></p> <p>Ampliación del cuadro de baja tensión del CT, formado por interruptor automático magnetotérmico tetrapolar de 50A y poder de corte 25kA e interruptor automático diferencial de 63A/300mA, y pequeños materiales. Totalmente instalado.</p>	1				1,000			
							1,00	705,81	705,81
01.04.09	<p><b>Ud RED DE PUESTA A TIERRA</b></p> <p>Instalación de puesta de la instalación, según el Reglamento de Baja Tensión, con picas de acero cobrizado de 14,3 mm de diámetro y 2 m de longitud, cable de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup>, unido mediante soldadura aluminotérmica. Incluye registros de comprobación y puente de prueba. Totalmente terminada, medición de toma de tierra, resistencia de aislamiento y comprobada.</p>	1				1,000			
							1,00	371,03	371,03
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.04 CABLEADO, CAJAS Y PROTECCIONES.....</b>									<b>7.538,90</b>
<b>SUBCAPÍTULO 01.05 EQUIPO DE MEDIDA</b>									
01.05.01	<p><b>Ud EQUIPO DE MEDIDA DIRECTA GENERACION 30kW</b></p> <p>Equipo de medida directa de 30 kW, montado en envoltorio de poliéster con puerta opaca con cierre y candado. Incluye contador de medida directa bidireccional tipo 5, modem GSM, interruptor automático de 4x50 A curva C de 25 kA de poder de corte. Con 1 juego de fusibles de 50 A, con tres bases portafusibles tamaño 22x58 de BUC-00 160 A. Completo, montado y cableado.</p>	1				1,000			
							1,00	697,69	697,69
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.05 EQUIPO DE MEDIDA.....</b>									<b>697,69</b>

**MEDICIONES Y PRESUPUESTO**

**CAMPO FOTOVOLTAICO**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>SUBCAPÍTULO 01.06 PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN</b>									
01.06.01	<b>PRUEBAS CAMPO FOTOVOLTAICO y PUESTA EN MARCHA</b>								
	Pruebas del campo fotovoltaico. Trabajo realizado por un técnico superior, con ayudante cualificado y apoyo de gabinete técnico, equipamiento y servicios generales.	1				1,000			
							1,00	480,72	480,72
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.06 PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN.....</b>								<b>480,72</b>
<b>SUBCAPÍTULO 01.07 VARIOS</b>									
01.07.01	<b>Ud AYUDAS ALBAÑILERIA</b>								
	Conjunto de ayudas de albañilería para dejar la instalación completamente terminada incluyendo: - Apertura y sellado de orificios en paramentos, incluidos sellados RF en separaciones de sectores de incendios. Pintura de los mismos. - Colocación de pasamuros. - Fijación de soportes. - Descarga y elevación de materiales. - Sellado de agujeros y huecos de pasos de instalaciones. - Apertura y cierre de rozas para paso de canalizaciones eléctricas. Pintura de las mismos. - Obras de albañilería necesarias para dejar instalado y en funcionamiento el grupo electrógeno en la cubierta así como los equipos de la planta sótano.  Y en general todos los trabajos auxiliares necesarios para que la instalación quede perfectamente montada y en condiciones de uso.								
							1,00	577,37	577,37
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.07 VARIOS .....</b>								<b>577,37</b>
<b>SUBCAPÍTULO 01.08 SEGURIDAD Y SALUD</b>									
01.08.01	<b>Ud Medidas S y S planta fotovoltaica</b>								
	Medidas y elementos definidos en el Estudio de Seguridad y Salud del Proyecto, referidas a las instalaciones de baja tensión de la planta fotovoltaica.	1				1,000			
							1,00	1.416,98	1.416,98
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.08 SEGURIDAD Y SALUD.....</b>								<b>1.416,98</b>

**MEDICIONES Y PRESUPUESTO**

CAMPO FOTOVOLTAICO

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>SUBCAPÍTULO 01.09 GESTION DE RESIDUOS</b>									
01.09.01	ud GESTION DE RESIDUOS Gestión de Residuos según Anejo a la Memoria.								
							1,00	71,63	71,63
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.09 GESTION DE RESIDUOS .....</b>									<b>71,63</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 01 PARQUE BOMBEROS Nº1 .....</b>									<b>28.468,17</b>
<b>TOTAL.....</b>									<b>28.468,17</b>

## **RESUMEN DEL PRESUPUESTO**

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Capítulo	Resumen	IMPORTE
Capítulo C01.	PARQUE BOMBEROS Nº1 .....	28.468,17
	FB01- MODULOS FOTOVOLTAICOS.....	10.803,56
	FB02- MODULO INVERSOR y CAJA DC.....	2.903,24
	FB03- ESTRUCTURA SOPORTE Y ELEMENTOS MECÁNICOS.....	3.978,08
	FB04- CABLEADO, CAJAS Y PROTECCIONES .....	7.538,90
	FB05- EQUIPO DE MEDIDA.....	697,69
	FB06- PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN.....	480,72
	FB07- VARIOS.....	577,37
	FB08- SEGURIDAD Y SALUD.....	1.416,98
	FB9- GESTION DE RESIDUOS.....	71,63
	<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>28.468,17</b>
	13,00% Gastos generales.....	3.700,86
	6,00% Beneficio Industrial.....	1.708,09
		<b>33.877,12</b>
	21,00 % I.V.A.....	7.114,20
	<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA</b>	<b>40.991,32 €</b>

Asciende el presupuesto total de ejecución por contrata a la mencionada cantidad de CUARENTA MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y UN EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS.

Zaragoza, Septiembre del 2019

SERVICIO CONSERVACION ARQUITECTURA  
UNIDAD DE ENERGIA E INSTALACIONES  
El Funcionario Municipal

Fdo. Fco. Javier Pérez Abad

El ingeniero industrial  
Colegiado nº 1678 COIIAR

Fdo. Pilar Fiteni Mera  
Asistencia Técnica Externa

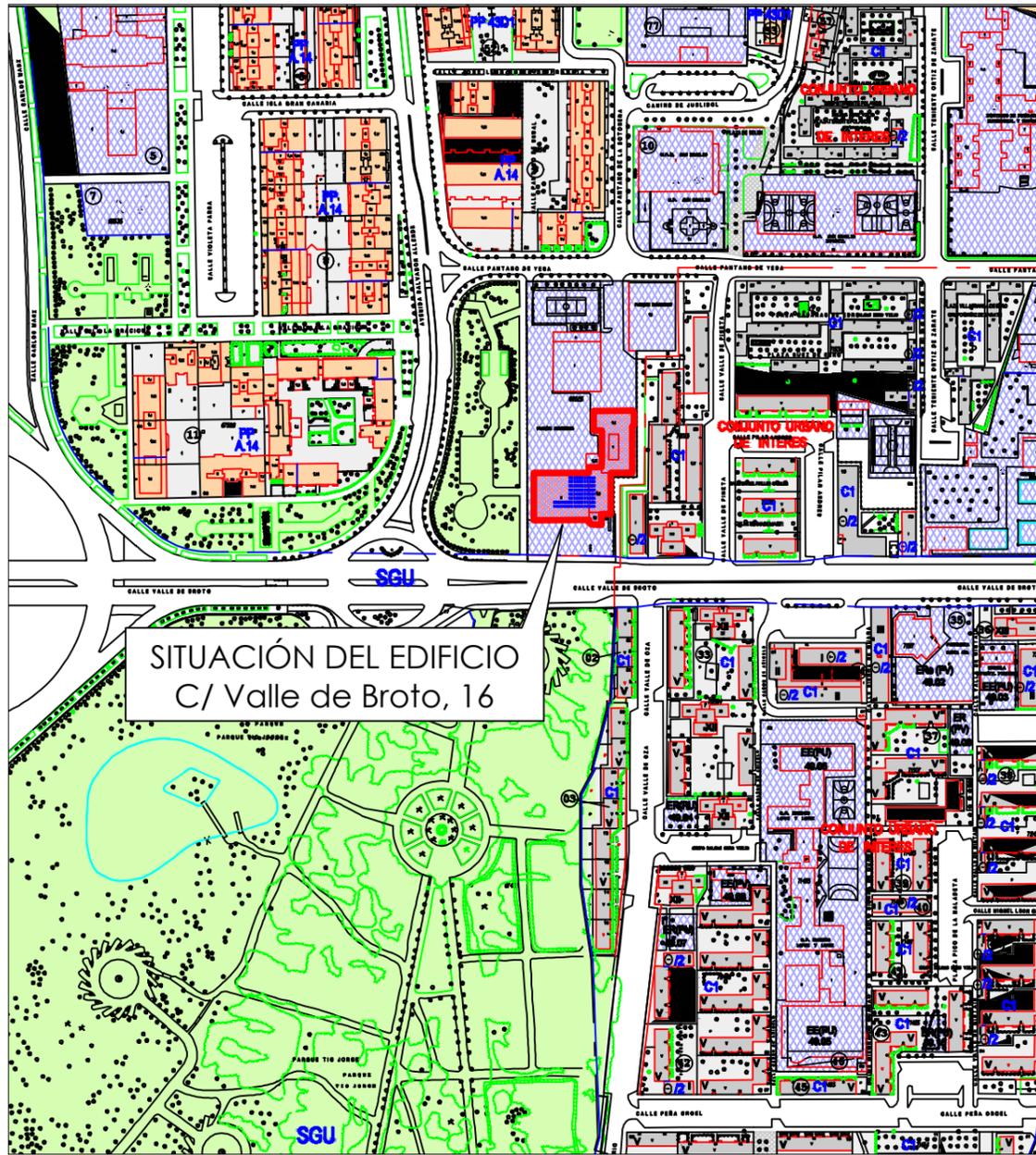
**PROYECTO PARA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN  
PARQUE BOMBEROS N°1 EDIFICIO SINIESTROS  
17-038 –ELR BOMBEROS 1 SINIESTROS EFIC IEF-P2  
REM: 204–PARQUE BOMBEROS N°1 SINIESTROS**

- **PLANOS**

# Índice de Planos

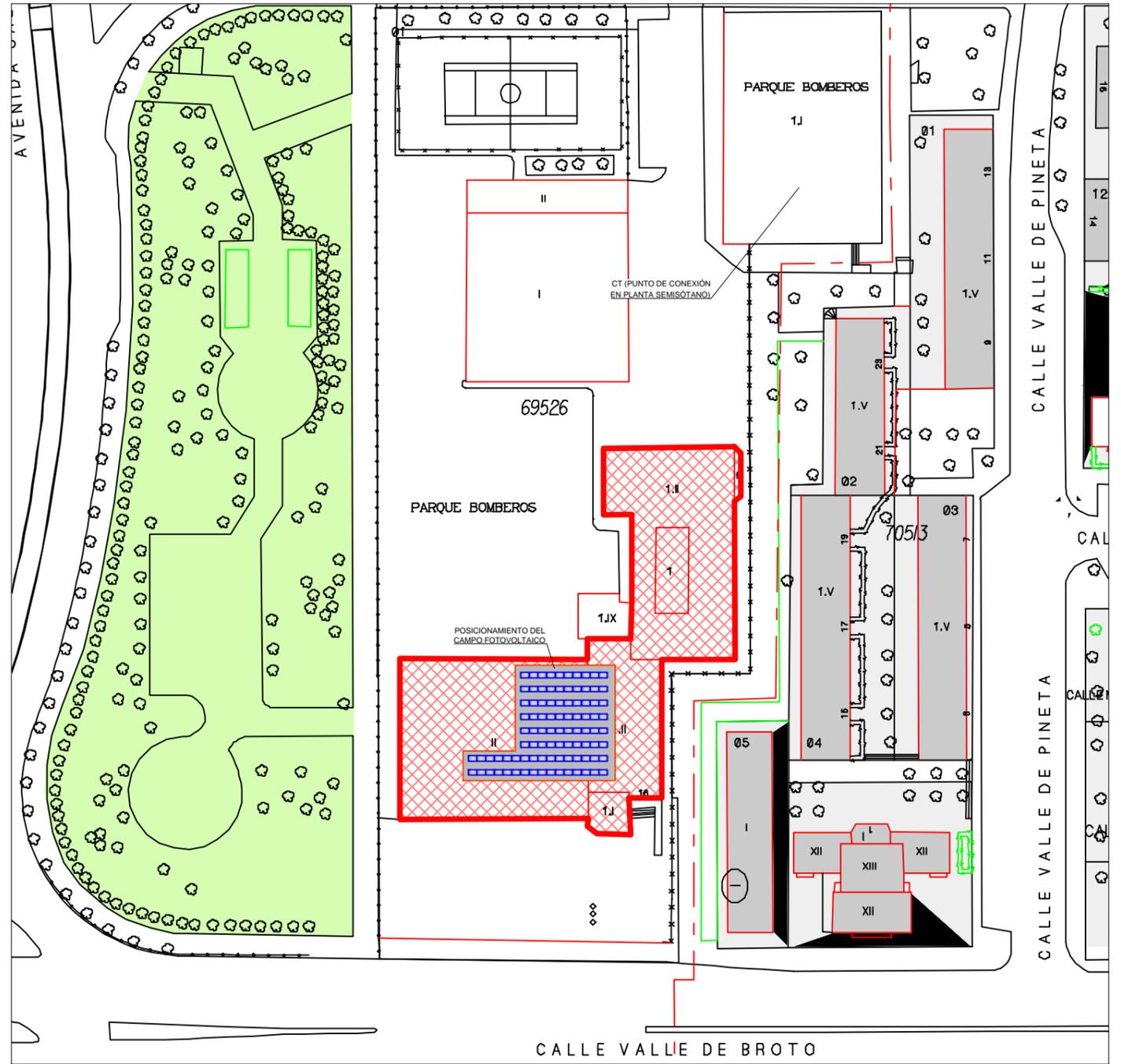
---

B1	PARQUE BOMBEROS Nº1: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
B2	PARQUE BOMBEROS Nº1 : ESQUEMA UNIFILAR
B3	PARQUE BOMBEROS Nº1 : DISTRIBUCION EN PLANTA CUBIERTA
B4	PARQUE BOMBEROS Nº1 : DISTRIBUCION EN PLANTA PRIMERA
B5	PARQUE BOMBEROS Nº1 : DISTRIBUCION EN PLANTA SÓTANO



SITUACIÓN DEL EDIFICIO  
C/ Valle de Broto, 16

ESCALA: 1/4.000



CALLE VALLE DE BROTO

ESCALA: 1/1.000



**Zaragoza**  
AYUNTAMIENTO  
GERENCIA DE URBANISMO

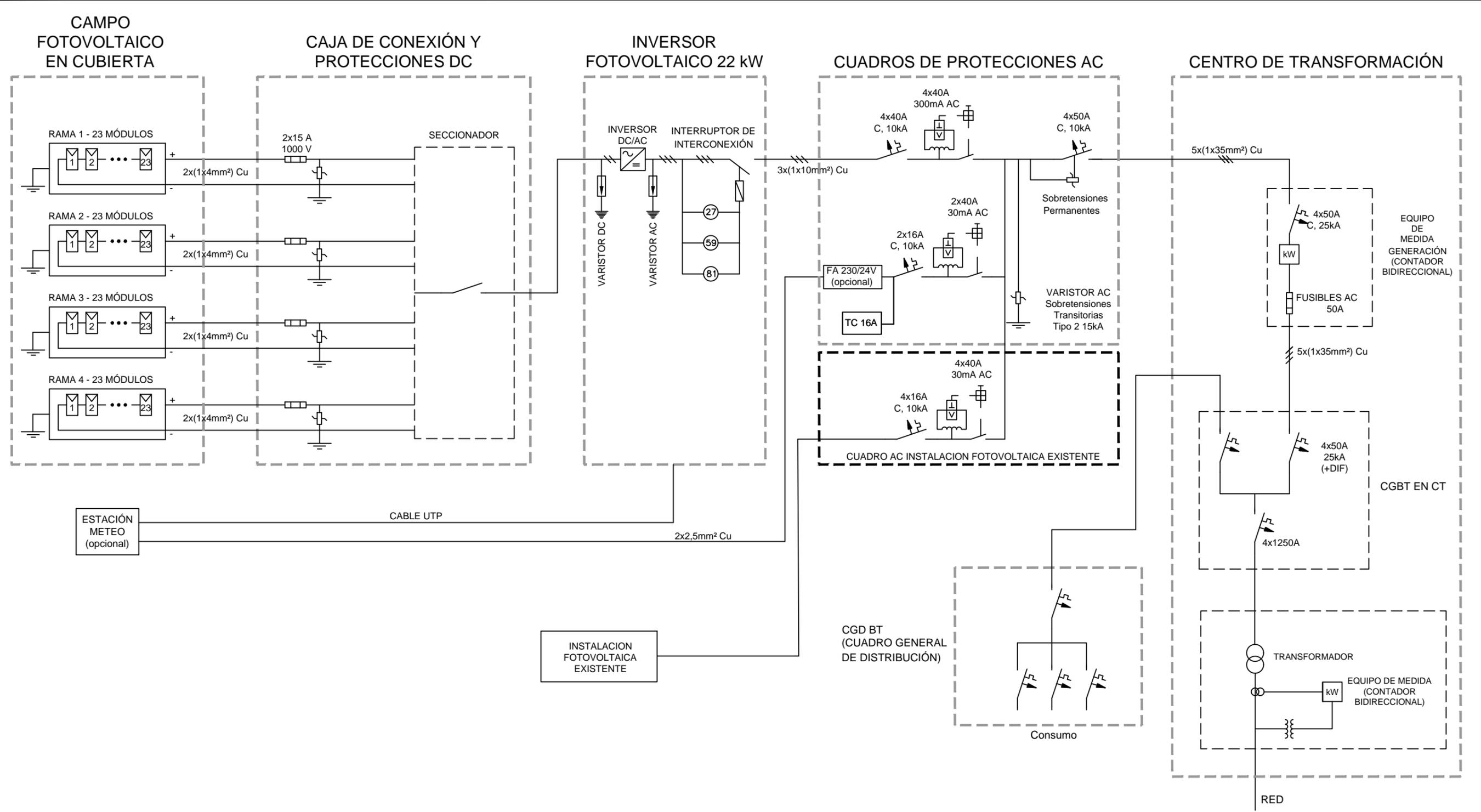
8 F977 6 B'89'5FEI #07H F5

SERVICIO DE CONSERVACIÓN  
UNIDAD DE ENERGÍA E INSTALACIONES

**DFCM97HC'D5F5'BGH5@7#B'GC@:CHCJC@H575  
9B'D5FEI 9'6CA69FCG'B,%98#7C'G-B9GHFCG**

PLANO: **PARQUE BOMBEROS Nº 1**  
**SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO** **B1**

INGENIERO T. INDUSTRIAL Funcionario Municipal  Fco. Javier Pérez Abad	INGENIERO INDUSTRIAL  Pilar Fiteni Mera COIAR nº: 1.678	TEC. GRADO SUP.: IDENTIFICADOR: 17-038-ELR BOMBEROS 1 SINIESTROS EFIC IEF - P2	ESCALA: VARIAS	SEP 2019 REM: 204
--	--	--	-------------------	----------------------



ESTACIÓN METEO (opcional)

CABLE UTP

INSTALACION FOTOVOLTAICA EXISTENTE

CGD BT (CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN)

Consumo

CGBT EN CT

EQUIPO DE MEDIDA GENERACIÓN (CONTADOR BIDIRECCIONAL)

EQUIPO DE MEDIDA (CONTADOR BIDIRECCIONAL)

LEYENDA	
	DESCARGADOR DE TENSION TIPO II.
	FUSIBLE
	PANEL FOTOVOLTAICO

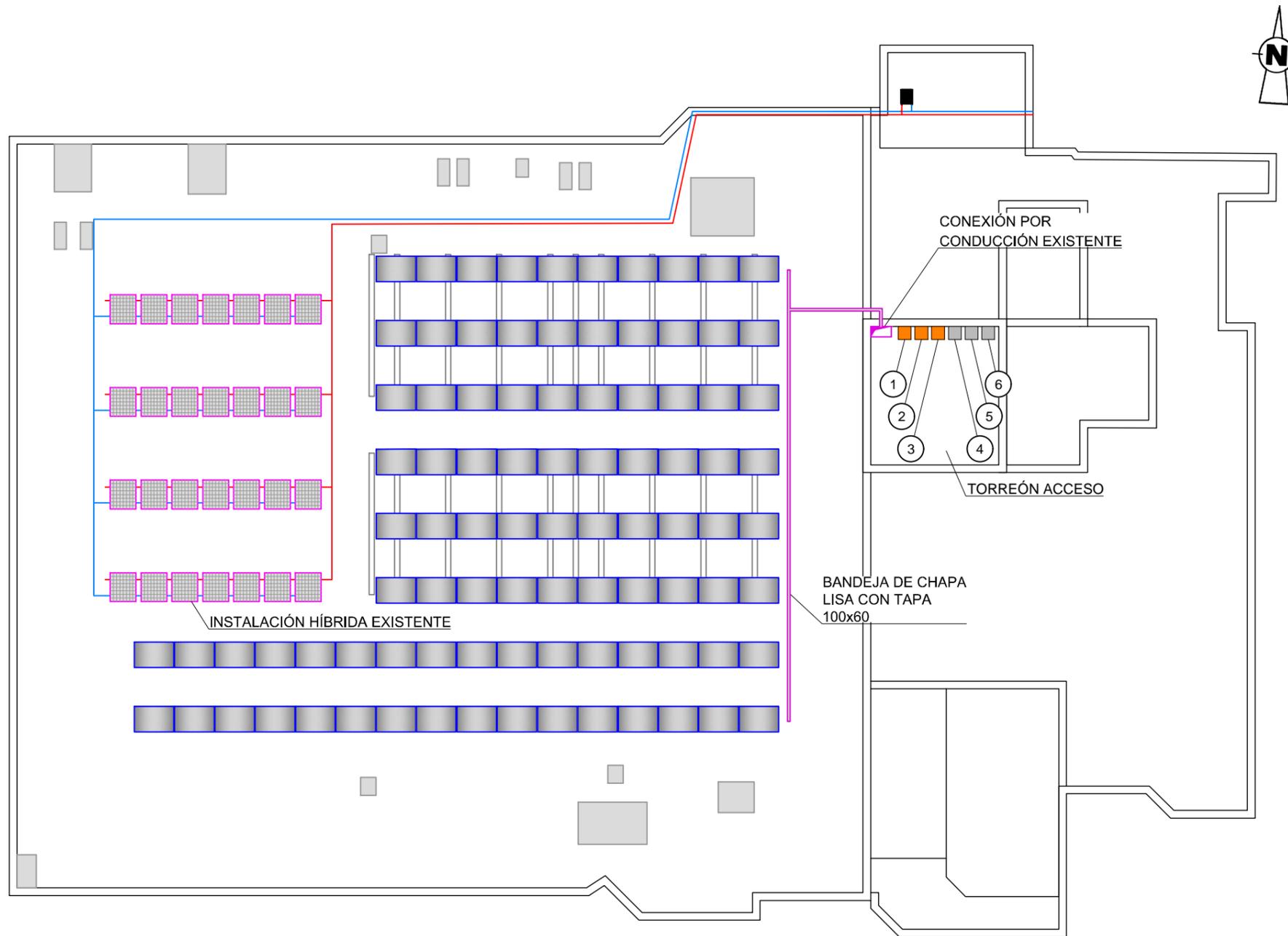
**Zaragoza**  
AYUNTAMIENTO  
GERENCIA DE URBANISMO

8-F977-6-B'89'5FEI-#07H F5  
SERVICIO DE CONSERVACIÓN  
UNIDAD DE ENERGÍA E INSTALACIONES

DF CM97 HC'D5 F5 'BGH5 @7 é B'GC @ : CHCJC @H5 75  
9B'D5FEI 9'6CA69FCG'B,%98 = 7 C'G-B-9GHFCG

PLANO: PARQUE BOMBEROS Nº 1  
**ESQUEMA UNIFILAR** B2

INGENIERO T. INDUSTRIAL Funcionario Municipal  Fco. Javier Pérez Abad	INGENIERO INDUSTRIAL  Pilar Fiteni Mera COIAR nº: 1.678	TEC. GRADO SUP.: S/E	ESCALA: S/E	SEP 2019 REM: 204
IDENTIFICADOR: 17-038-ELR BOMBEROS 1 SINIESTROS EFIC IEF - P2				

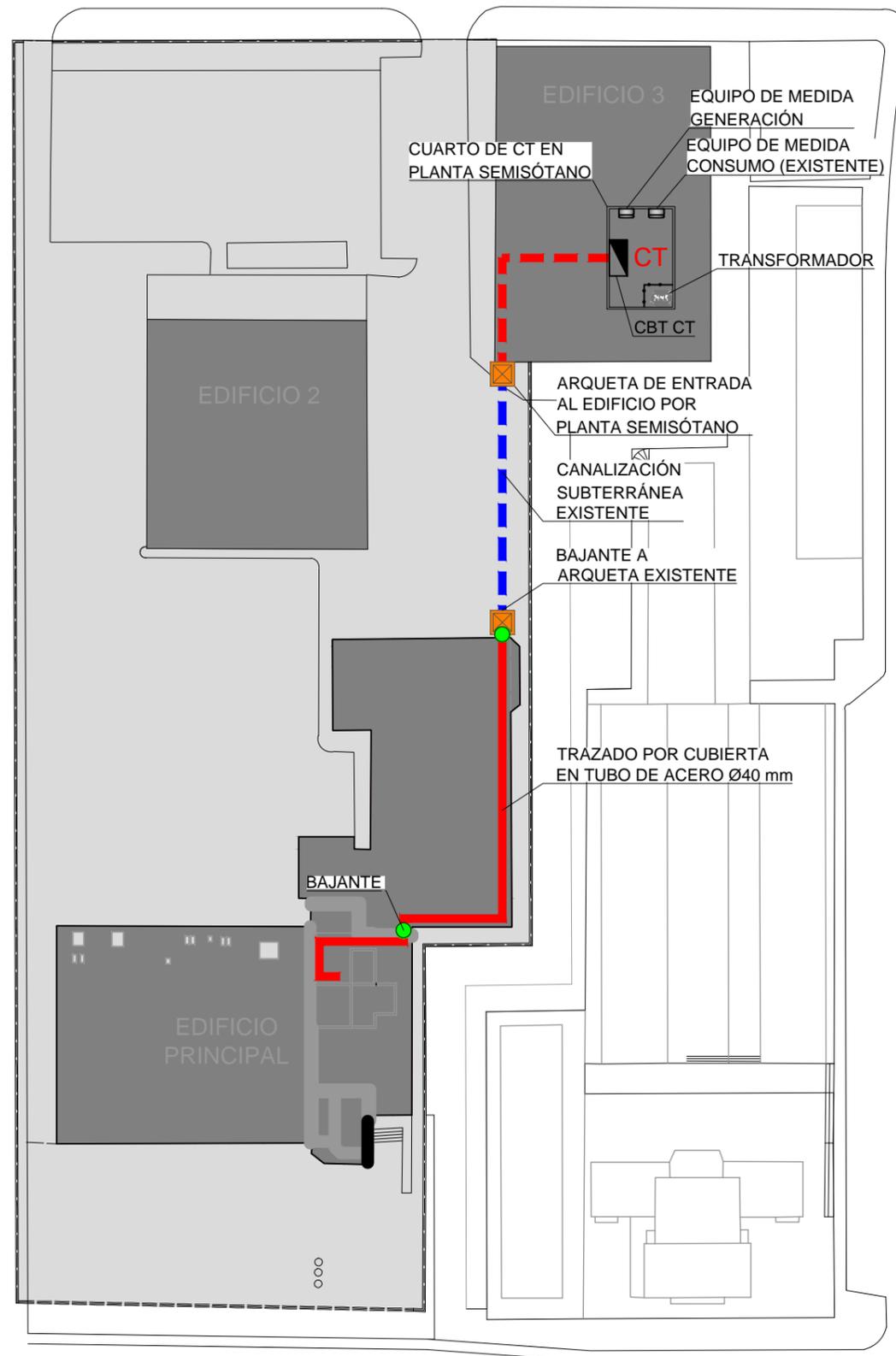


**LEYENDA**

1. CAJA DE CONEXIONES Y PROTECCIONES DC
2. INVERSOR
3. CUADRO DE BT PROTECCIONES AC
4. CAJA DE CONEXIONES Y PROTECCIONES DC (EXISTENTE)
5. INVERSOR (EXISTENTE)
6. CUADRO DE BT PROTECCIONES AC (EXISTENTE)

INGENIERO T. INDUSTRIAL Funcionario Municipal  Fco. Javier Pérez Abad	INGENIERO INDUSTRIAL  Pilar Fiteni Mera COIAR nº: 1.678	TEC. GRADO SUP.:  IDENTIFICADOR: 17-038-ELR BOMBEROS 1 SINIESTROS EFIC IEF - P2	ESCALA: 1/200	SEP 2019 REM: 204
--	--	--	------------------	----------------------

C/ Pantano de Yesa



Valle de Broto

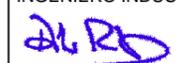
 **Zaragoza**  
 AYUNTAMIENTO  
 GERENCIA DE URBANISMO

8-F977-6-B'89'5FEI-497H F5  
 SERVICIO DE CONSERVACIÓN  
 UNIDAD DE ENERGÍA E INSTALACIONES

DF CM97 HC'D5 F5 'BGH5 @7-6 B'GC @ : CHCJC @H5-75  
 9B'D5FEI 9'6CA69FCG'B,%98-7-7-C'G-B-9GHFCG

PLANO: PARQUE BOMBEROS Nº 1  
**DISTRIBUCIÓN EN PLANTA**

B4

INGENIERO T. INDUSTRIAL Funcionario Municipal  Fco. Javier Pérez Abad	INGENIERO INDUSTRIAL  Pilar Fiteni Mera COIAR nº: 1.678	TEC. GRADO SUP.:  IDENTIFICADOR: 17-038-ELR BOMBEROS 1 SINIESTROS EFIC IEF - P2	ESCALA: 1/800	SEP 2019 REM: 204
---	---	--	------------------	----------------------