



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

## Escuela Politécnica Superior de Alcoy

Estudio técnico económico de la instalación eléctrica en BT  
fotovoltaica para autoconsumo con compensación de  
excedentes sobre cubierta.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Eléctrica

AUTOR/A: Cano Gisbert, Saúl

Tutor/a: Montoya Villena, Rafael

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

## **RESUMEN:**

El objeto del proyecto de instalación fotovoltaica en Technova Solutions S.L. es implementar una planta solar de 44 kW en la Calle Alicante 72, Alcoy, para autoconsumo con excedentes y vertido a red. Este proyecto tiene como finalidad principal reducir los costos energéticos de la empresa mediante la generación de energía solar, así como obtener ingresos adicionales por la venta de los excedentes de energía producidos. Además, el proyecto busca contribuir a la sostenibilidad ambiental disminuyendo la huella de carbono de la empresa y promoviendo el uso de energías renovables.

El proyecto incluirá:

- Cálculos de la instalación
- Presupuesto
- Planos

## **ABSTRACT:**

The purpose of the photovoltaic installation project at Technova Solutions S.L. is to implement a 44 kW solar plant at Calle Alicante 72, Alcoy, for self-consumption with surpluses and discharge to the grid. The main purpose of this project is to reduce the company's energy costs through the generation of solar energy, as well as to obtain additional income from the sale of the surplus energy produced. In addition, the project seeks to contribute to environmental sustainability by reducing the company's carbon footprint and promoting the use of renewable energy.

The project will include:

- Installation calculations
- Budget
- Plans

## **PALABRAS CLAVE:**

- Instalación fotovoltaica, 44 kW, autoconsumo, compensación de excedentes, baja tensión.
- Photovoltaic installation, 44 kW, self-consumption, surplus compensation, low voltage.

## ÍNDICE GENERAL

<b>1.- MEMORIA.....</b>	<b>2</b>
1.1.- ANTEDECENTES.....	2
1.2.- OBJETO DEL PROYECTO .....	2
1.3.- TITULAR DE LA INSTALACIÓN .....	2
1.4.- EMPLAZAMIENTO .....	2
1.5.- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL .....	4
1.6.- REGLAMENTACIÓN Y NORMAS TÉCNICAS CONSIDERADAS.....	4
1.7.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN. POTENCIA PREVISTA. ....	5
1.8.- DESCRIPCIÓN DEL LOCAL.....	6
1.8.1.- Características.....	6
1.9.- DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ENLACE.....	6
1.9.1.- Centro de transformación.....	6
1.9.2.- Caja general de protección y equipos de medida.....	7
1.9.3.- Línea general de alimentación .....	7
1.10.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN INTERIOR.....	7
1.10.1.-Clasificación y características de las instalaciones según el riesgo de las dependencias de los locales 7	
1.10.2.-Cuadro general de distribución.....	7
1.11.- ALUMBRADO DE EMERGENCIA .....	8
1.12.- LÍNEA DE PUESTA A TIERRA .....	8
1.13.- RED DE EQUIPOTENCIALIDAD.....	12
1.14.- ESTRUCTURA.....	12
1.15.- MONITORIZACIÓN .....	21
<b>2.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS .....</b>	<b>23</b>
2.1.- INTENSIDAD NOMINAL, TENSIÓN NOMINAL Y CAIDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLES.....	23
2.2.- FÓRMULAS UTILIZADAS.....	24
2.2.1.- Intensidad .....	24
2.2.2.- Caída de tensión.....	25
Cálculo de la sección de conductores.....	26
2.2.3.- Cálculo de la puesta a tierra.....	27
2.2.4.- Cálculo de la exposición al viento .....	29
2.3.- POTENCIAS.....	30



2.4.-	CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS .....	30
2.5.-	CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....	31
2.6.-	CÁLCULO DE SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.....	35
2.7.-	CÁLCULOS DE PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN .....	36
2.8.-	CÁLCULOS DE PÉRDIDAS POR SOMBRAS.....	37
2.9.-	CÁLCULOS DE PRODUCCIÓN.....	37
2.10.-	CÁLCULOS MECÁNICOS .....	39
2.11.-	CÁLCULO DEL AFORO DEL LOCAL .....	39
2.12.-	CONCLUSIÓN .....	39
<b>3.-</b>	<b>ESTUDIO ECONÓMICO .....</b>	<b>41</b>
3.1.-	DATOS ECONÓMICOS .....	41
3.2.-	DATOS ESPERADOS DE LA INVERSIÓN.....	42
3.3.-	GASTOS DE EXPLOTACIÓN .....	43
3.4.-	INGRESOS ESPERADOS.....	44
3.5.-	CUENTA DE RESULTADOS .....	45
3.6.-	TESORERÍA .....	46
3.7.-	AJUSTES AL PRESENTE CASO .....	47
<b>4.-</b>	<b>PLIEGO DE CONDICIONES.....</b>	<b>49</b>
4.1.-	CONDICIONES PREVIAS AL INICIO DE LAS OBRAS.....	49
4.2.-	CONDICIONES DE LOS MATERIALES. ....	49
4.2.1.-	Conductores.....	49
4.2.2.-	Tubos.....	49
4.2.3.-	Cajas .....	50
4.2.4.-	Interruptores, bases de enchufe y cortacircuitos fusibles.....	50
4.2.5.-	Puesta a tierra de la instalación.....	50
4.2.6.-	Interruptores de control de potencia y protección diferencial. ....	51
4.2.7.-	Cuadros de montaje.....	51
4.3.-	NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES .....	51
4.4.-	PRUEBAS REGLAMENTARIAS .....	52
4.4.1.-	Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.....	52
4.5.-	UNIDADES NO ESPECIFICADAS .....	53
4.6.-	CONCLUSIÓN .....	53
<b>5.-</b>	<b>PRESUPUESTO.....</b>	<b>55</b>

<b>6.- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>81</b>
6.1.- ANTECEDENTES, OBJETO Y JUSTIFICACIÓN .....	81
6.2.- OBLIGACIONES.....	82
6.3.- DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN .....	82
6.4.- CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.....	84
6.4.1.- Descripción de la obra.....	84
6.4.2.- Situación de la obra .....	84
6.4.3.- Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra .....	84
6.4.4.- Interferencias y servicios afectados.....	85
6.4.5.- Suministro de energía eléctrica. ....	85
6.4.6.- Suministro de agua potable. ....	85
6.4.7.- Servicios higiénicos. ....	85
6.4.8.- Servidumbre y condicionantes.....	85
6.4.9.- Unidades constructivas que componen la obra .....	85
6.4.10.- Condiciones ambientales .....	86
6.5.- TIPOLOGIA Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS A UTILIZAR. ....	86
6.6.- PROCESO CONSTRUCTIVO Y ORDEN DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS .....	86
6.7.- DEFINICIÓN DE LOS RIESGOS: MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN .....	86
6.7.1.- Obra civil .....	86
6.7.1.1.- Descripción de los trabajos .....	86
6.7.1.2.- Riesgos más frecuentes.....	86
6.7.1.3.- Normas básicas de seguridad.....	87
6.7.1.4.- Protecciones personales .....	87
6.7.1.5.- Protecciones colectivas .....	88
6.7.2.- Montaje de Estructura Metálica .....	88
6.7.2.1.- Descripción de los trabajos .....	88
6.7.2.2.- Riesgos más frecuentes.....	88
6.7.2.3.- Normas básicas de seguridad.....	89
6.7.2.4.- Protecciones personales .....	89
6.7.2.5.- Protecciones colectivas .....	90
6.7.3.- Montaje de equipos .....	90
6.7.3.1.- Descripción de los trabajos .....	90
6.7.3.2.- Movimiento de cargas.....	90

6.7.3.3.-	Instalaciones mecánicas: Equipos y Canalizaciones.....	91
6.7.3.4.-	Instalación Eléctrica.....	93
6.7.4.-	Escaleras de mano .....	95
6.7.4.1.-	Descripción.....	95
6.7.4.2.-	Riesgos más frecuentes.....	95
6.7.4.3.-	Normas básicas de seguridad.....	96
6.7.4.4.-	Protecciones personales individuales .....	96
6.7.4.5.-	Protecciones colectivas .....	96
6.8.-	CLASIFICACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD ADOPTADAS. ....	96
6.8.1.-	Riesgos laborales evitables completamente.....	96
6.8.2.-	Riesgos laborales no eliminables completamente.....	97
6.9.-	RIESGOS LABORALES ESPECIALES.....	98
6.10.-	MEDIDAS GENERALES PARA LA ELIMINACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS.....	99
6.11.-	SERVICIOS DE PREVENCIÓN.....	102
6.11.1.-	Servicio técnico de seguridad e higiene.....	102
6.11.2.-	Servicios médicos. Reconocimientos .....	102
6.11.3.-	Botiquín.....	102
6.12.-	NORMAS DE SEGURIDAD PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS.....	102
6.13.-	ASISTENCIA DE ACCIDENTADOS. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.....	103
6.14.-	PREVISIONES PARA TRABAJOS POSTERIORES.....	104
6.15.-	CONDICIONES GENERALES .....	104
6.16.-	RECOMENDACIONES FINALES .....	105
<b>7.-</b>	<b>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....</b>	<b>107</b>
7.1.-	Objeto.....	107
7.2.-	Normativa y legislación aplicable .....	107
7.3.-	Identificación de agentes intervinientes .....	108
7.3.1.-	Productor de residuos de construcción y demolición (promotor) .....	108
7.3.2.-	Poseedor de residuos de construcción y demolición (constructor) .....	109
7.3.3.-	Gestor de residuos de construcción y demolición.....	110
7.4.-	Medidas para la prevención de residuos en la obra .....	112
7.5.-	Identificación y estimación de la cantidad de los residuos que se generarán en la obra .....	113
7.6.-	Medidas para la separación de los residuos en obra .....	114



7.7.- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generen en obra .....	115
7.8.- Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de rcd .....	119
7.8.1.- De carácter general.....	119
7.8.2.- Gestión de residuos de construcción y demolición .....	119
7.8.3.- Certificación de los medios empleados .....	119
7.8.4.- Limpieza de las obras .....	120
7.9.- Valoración del coste previsto de la gestión de red .....	120
7.10.- Conclusión .....	120
<b>8.- PLANOS.....</b>	<b>122</b>
<b>9.- FICHAS TÉCNICAS .....</b>	<b>134</b>
9.1.- INVERSOR.....	134
9.2.- MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	138
9.3.- SOPORTE.....	141
<b>10.- REFERENCIAS .....</b>	<b>146</b>
10.1.- PÁGINAS .....	146
10.2.- PROGRAMAS.....	146
10.3.- NORMATIVA .....	146



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Estudio técnico económico de la instalación eléctrica en BT fotovoltaica  
para autoconsumo con compensación de excedentes sobre cubierta.

# I. MEMORIA



## 1.- MEMORIA

### 1.1.- ANTEDECENTES

TechNova Solutions S.L. de la ciudad de Alcoy tiene un consumo de energía eléctrica en horario diurno siendo, por tanto, un potencial consumidor de energía solar fotovoltaica ya que ésta produce la electricidad en el mismo horario del centro.

Además, posee una cubierta sin uso y sin obstáculos cercanos, lo cual permite la producción óptima de los paneles fotovoltaicos.

Las instalaciones de autoconsumo están reguladas por el Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, entre otras cosas, elimina los posibles cargos al autoconsumo y clasifica las instalaciones en instalaciones con excedentes o sin excedentes.

### 1.2.- OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene por objeto el acompañar la solicitud que el peticionario, TechNova Solutions S.L. con CIF: B53493819, eleva ante los Servicios Territorial de Energía de Alicante, en cumplimiento de lo expresado en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, a fin legalizar la instalación como autoconsumo instantáneo con compensación de excedentes.

### 1.3.- TITULAR DE LA INSTALACIÓN

**Nombre titular:** TechNova Solutions S.L.

**Dirección:** Carrer Alacant 72

**Población:** Alcoy

**CP:** 03801

**Provincia:** Alicante

**Teléfono:** 965 65 89 89

### 1.4.- EMPLAZAMIENTO

El edificio de la empresa TechNova se encuentra situado en el polígono industrial Beniata con su acceso principal en la carretera nacional nº 340.

Se trata de una parcela con una superficie construida total de 1416 m<sup>2</sup> que forman parte de un conjunto de naves situadas contiguas.



## CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 9752402YH1895S0001TU

### DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

**Localización:**  
CL ALACANT 72 Es:1 Pl:00 Pt:01 NAVE UNO  
03801 ALCOY/ALCOI [ALICANTE]

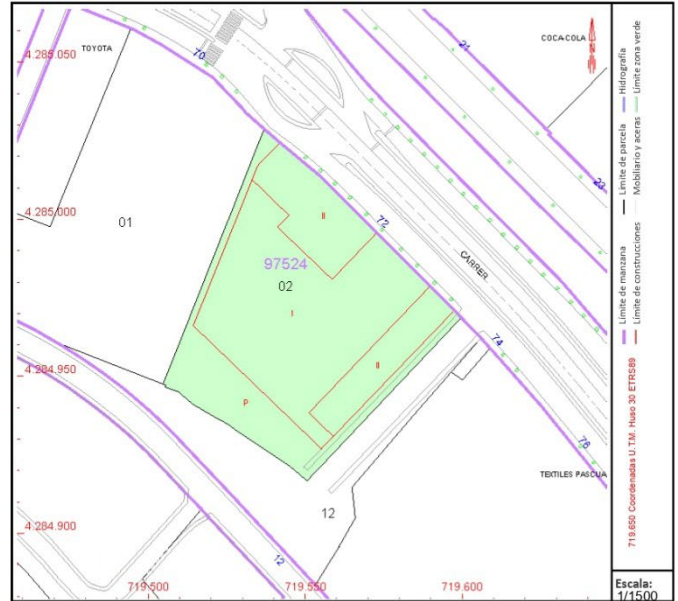
**Clase:** URBANO  
**Uso principal:** Industrial  
**Superficie construida:** 1.416 m<sup>2</sup>  
**Año construcción:** 2000

#### CONSTRUCCIÓN

Destino	Escalera/Planta/Puerta	Superficie m <sup>2</sup>
INDUSTRIAL	1/00/01	738
INDUSTRIAL	1/01/01	678

### PARCELA

**Superficie gráfica:** 5.487 m<sup>2</sup>  
**Participación del inmueble:** 17,4200 %  
**Tipo:** Parcela con varios inmuebles [division horizontal]



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

Lunes , 24 de Junio de 2024

Las edificaciones se encuentran en la parcela con referencia catastral: **9752402YH1895S0001TU**, y según datos del catastro:

- Superficie gráfica: **5487 m<sup>2</sup>**.
- Superficie construida: **14016 m<sup>2</sup>**.
- Uso principal: **industrial**

REFERENCIA CATASTRAL	USO PRINCIPAL	SUPERFICIE PARCELA	SUPERFICIE CONSTRUIDA
9752402YH1895S0001TU	Industrial	5487	5487

La calle Alicante es una calle destacada de Alcoy, se ubica en una zona muy industrial. La calle está en una zona bien comunicada con fácil acceso a las principales vías de la ciudad y a servicios esenciales como transporte público, tiendas, restaurantes y otras facilidades urbanas. Esta ubicación proporciona una base estratégica para las operaciones de la empresa, al mismo tiempo que facilita la logística y el acceso para empleados y clientes.

La empresa obtiene ventajas de una infraestructura sólida y contemporánea. La vía está pavimentada y mantenida de manera adecuada, y cuenta con aceras amplias y bien iluminadas. Hay aparcamiento disponible en las cercanías, lo que es conveniente para empleados y visitantes. La ubicación también está conectada a las principales carreteras y autopistas que atraviesan Alcoy, lo que facilita el transporte tanto dentro de la ciudad como a otras áreas cercanas.

### 1.5.- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

EDIFICIO	PRESUPUESTO €
TECHNOVA SOLUTIONS	43.621,72€
<b>PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>43.621,72€</b>

### 1.6.- REGLAMENTACIÓN Y NORMAS TÉCNICAS CONSIDERADAS

#### NORMATIVA ESTATAL

**Real Decreto 244/2019**, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

**Ley 24/2013**, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

**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 1109/2007**, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

**Ley 32/2006**, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

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

**Real Decreto 842/2002**, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

**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.

**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.

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

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

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

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



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

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

## NORMATIVA AUTONOMICA

**Decreto Ley 14/2020**, de 7 de agosto, del Consell, de medidas para acelerar la implantación de instalaciones para el aprovechamiento de las energías renovables por la emergencia climática y la necesidad de la urgente reactivación económica.

**Decreto 88/2005**, de 29 de abril, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen los procedimientos de autorización de instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica que son competencia de la Generalitat.

### 1.7.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN. POTENCIA PREVISTA.

La instalación fotovoltaica estará compuesta por un **campo fotovoltaico**, instalado en la cubierta del edificio, un **sistema de acondicionamiento de potencia** y la **instalación eléctrica** correspondiente para su conexión con la red interior del usuario para su **autoconsumo instantáneo con compensación de excedentes**. El cual se ha dimensionado conforme a los consumos de la instalación.

La instalación se conectará a la instalación eléctrica propia mediante un interruptor de corte en carga en el mismo cuadro.

El **módulo fotovoltaico** seleccionado para formar el campo fotovoltaico es el siguiente:

Marca y modelo:	TRINA SOLAR Vertex TMS-505-DE18M
Potencia unitaria:	505 Wp
Dimensiones, (Largo x Ancho x Fondo):	2187 X 1102 X 35 mm Superficie: 2,41 m <sup>2</sup>

El **sistema de acondicionamiento de potencia** seleccionado es el siguiente:

#### Inversor 1 – Inversor 2

Marca y modelo:	SMA SUNNY TRIPOWER 20000TL
Potencia nominal:	20.000 Wn
Dimensiones, (Alto x Ancho x Fondo):	661 x 682 x 264 mm Peso: 61 kg
Conexión: trifásico, 400 V N° de unidades:	1
N° de seguidores MPPT:	2

El campo fotovoltaico de cada inversor queda configurado como sigue:

Con la configuración instalada se obtiene un **sistema de autoconsumo conectado a la red**, cuyas características fundamentales son las siguientes:

Potencia pico:	44.440 Wp
----------------	-----------

Potencia nominal: 40 kW.

Conexión: Trifásica, 400 V

Superficie ocupada: 208 m<sup>2</sup>

El cálculo de las series se ha dimensionado de la siguiente manera:

**Introducir datos**

Potencia nominal =	505 W
Tensión Voc =	48,8 V
Tensión Vmppt =	42,8 V
Corriente Imppt =	11,75 A
Coefficiente $\alpha_{Voc}$ =	-0,250 %

$$V_{OCmax} = V_{OC} + (T_{C-10^{\circ}} - 25) \cdot \left( \frac{\alpha_{Voc}}{100} \cdot V_{OC} \right)$$

$$V_{min} = V_{max} + (T_{C70^{\circ}} - 25) \cdot \left( \frac{\alpha_{Voc}}{100} \cdot V_{OC} \right)$$

Voc max =	53,07 V
V min =	37,31 V

Paneles en serie: **11**

Voc max =	583,77 V
Vmax =	470,80 V
V min =	410,41 V
Imppt =	11,75 A

Tensión máxima CC =	1000 V
potencia inversor =	20 kW
Rango de tensión CC (MPPT) =	380 a 800 V
Número de entradas CC =	2x2
I continua max por entrada =	33/33 A

Potencia serie =	5555 W
Número de series =	2
Número de paneles =	22
Pot. Total inversor =	11110 Wp

Series entrada 1 =	1
Series entrada 2 =	1
Series entrada 3 =	0
<b>Total series =</b>	<b>2</b>
<b>Total paneles =</b>	<b>22</b> Paneles

Pot. Entrada 1 =	5555 W
Pot. Entrada 2 =	5555 W
Pot. Entrada 3 =	0 W
<b>POT. Total pico =</b>	<b>11110</b> W

## 1.8.- DESCRIPCIÓN DEL LOCAL

### 1.8.1.- Características

La instalación fotovoltaica es una instalación interior, que va a estar colocada sobre la cubierta del edificio indicado. Por tanto, la instalación fotovoltaica irá conectada al cuadro de distribución interior del edificio, aguas abajo del interruptor general de corte y protección del mismo.

## 1.9.- DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ENLACE

### 1.9.1.- Centro de transformación

No se precisa un centro de transformación, debido a que la instalación no supera los 100 kW.

### 1.9.2.- Caja general de protección y equipos de medida

No precisa debido a que es una instalación interior al edificio comercial.

### 1.9.3.- Línea general de alimentación

La línea de alimentación irá desde el cuadro general de autoconsumo al cuadro general del edificio. El tipo de cable será RZ1-Cu (AS) 0,6/1 kV de cobre y libre de halógenos y el sistema de instalación será en superficie canal protectora de PVC o dentro del falso techo del edificio de acuerdo al R.E.B.T. de las dimensiones indicadas en cálculos, mediciones y planos.

## 1.10.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN INTERIOR

### 1.10.1.- Clasificación y características de las instalaciones según el riesgo de las dependencias de los locales

El tipo de instalación eléctrica que estamos describiendo podría incluirse en el apartado instalación generadora de baja tensión y en instalaciones mojadas. Por tanto, le atañerían las ITC BT 40 y la ITC BT 30.

### 1.10.2.- Cuadro general de distribución

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual. En establecimientos en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1 y 2 m.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. Se situarán fuera de los locales mojados, y si esto no fuera posible, se protegerán contra las proyecciones de agua, grado de protección IPX4. En este caso, la cubierta y partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un **interruptor general automático** de corte omnipolar, de intensidad nominal mínima, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos (según ITC-BT-22). Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4,5 kA como mínimo. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.

- Un **interruptor diferencial general**, de intensidad asignada superior o igual a la del interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos de sensibilidad 300 mA (según ITC-BT-24). Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \cdot I_a = U_a$$

Donde:

Ra: es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

Ia: es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección (corriente diferencial-residual asignada).

Ua: es la tensión de contacto límite convencional (50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos).

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

-Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores (según ITC-BT-22).

-Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario.

El cuadro general de distribución en este caso, estará formado por interruptor magneto térmico e interruptor diferencial. Como cuadros secundarios podemos entender el formado por interruptor magnetotérmico a la entrada de cada inversor, con función de corte de la línea para mantenimiento aguas abajo.

### **1.11.- ALUMBRADO DE EMERGENCIA**

No procede.

### **1.12.- LÍNEA DE PUESTA A TIERRA**

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte, del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

-El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.

-Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.



-La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.

-Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

**Tomas de tierra:** Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- Barras, tubos;
- Pletinas, conductores desnudos;
- Paneles;
- Anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- Armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- Otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

#### **Conductores de tierra.**

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberá estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm <sup>2</sup> Cobre 16 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado
Protegido contra la corrosión		25 mm <sup>2</sup> Cobre 25 mm <sup>2</sup> Hierro
<b>* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.</b>		

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

#### **Bornes de puesta a tierra.**

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:



- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

### Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm <sup>2</sup> )	Sección conductores protección (mm <sup>2</sup> )
$S_f < 16$	$S_f$
$16 < S_f < 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- Conductores en los cables multiconductores
- Conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

### Resistencia de la toma de tierra:

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor

-50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

Las siguientes tablas (tablas 3 y 4 de la ITC BT 18, muestra unos valores orientativos de la resistividad para un cierto número de terrenos.

<b>Naturaleza terreno</b>	<b>Valor medio de la resistividad Ohm.m</b>
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

**Tabla 3 – ITC BT 18**

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad Ohmxm
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3000

**Tabla 4 – ITC BT 18**

Aunque los cálculos efectuados a partir de estos valores no dan más que un valor muy aproximado de la resistencia a tierra del electrodo, la medida de resistencia de tierra de este electrodo puede permitir, estimar el valor medio local de la resistividad del terreno. El conocimiento de este valor puede ser útil para trabajos posteriores efectuados, en condiciones análogas.

En esta instalación, por sus características, deberemos asegurar que la tensión de contacto este por debajo de los 24 V, y protegiendo las líneas con diferencial de 300 mA, significa que la resistencia de tierra debe tener un valor inferior a 80 ohmios, aunque por motivos de seguridad, y de forma general, no se aceptarán valores de tierra superiores a los 20 Ohmios

#### **Tomas de Tierra independientes**

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

### **1.13.- RED DE EQUIPOTENCIALIDAD**

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm<sup>2</sup>.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

### **1.14.- ESTRUCTURA**

La cubierta en la que se instalarán los paneles es de superficie inclinada, lo que indica que se utilizarán soportes para ajustar la pendiente. En este caso, al ser la cubierta inclinada se utilizará los valores dados por el programa PVGIS, para la optimización de los valores de la pendiente y el acimut. Para estos soportes su pendiente óptima será cercana al 72%, lo que significa una inclinación de 35 grados.

La estructura se realizará mediante soportes coplanares, ya que la cubierta del edificio es inclinada. Dicha estructura está diseñada para poner de uno a 6 paneles, es el tipo FT-01.1V de SUNFER o similar.

La cubierta a dos aguas tiene una inclinación de 15 grados, por lo que se instalarán soportes para llegar a los 35 grados de inclinación deseada, con una pendiente del 72%.

Se instalarán 8 estructuras de 5 paneles y 8 estructuras de 6 paneles, haciendo el total de las 88 placas totales.

Este modelo de estructura es apto para todo tipo de grandaria de paneles.

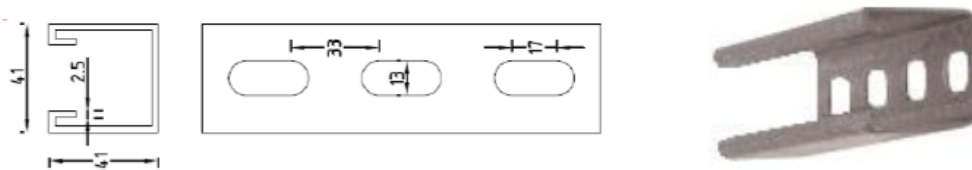
Los presores son regulables y admiten paneles entre 30 y 45 mm de grosor del marco.

Las partes metálicas de la estructura estarán conectadas a la toma de tierra de la instalación.

La instalación fotovoltaica no sobresaldrá más de los límites del antepecho de la cubierta, dejando de esta forma los módulos fotovoltaicos integrados arquitectónicamente en dicha cubierta.

La estructura se compone básicamente de tres elementos fundamentales; los perfiles estructurales de sujeción, los triángulos conformados de aleación de aluminio y la tornillería de acero inoxidable como elemento de unión mecánica.

Los módulos fotovoltaicos se fijan a una estructura soporte construida con perfil estructural 41x41 de acero galvanizado en caliente a 60 micras, con un espesor mínimo de 1,5 mm y calidad S275, y de sección abierta en "C", con la finalidad de facilitar el montaje mediante fijación atornillada.



La estructura soporte está formada por subconjuntos estructurales de dimensiones variables en cuanto a su longitud, dependiendo de la configuración que en cada caso se adopte en función de los módulos a colocar, la orientación y superficie disponible. La disposición de los módulos será horizontal y con una inclinación de  $20^\circ + 15^\circ$  de cubierta, haciendo un total de 35 grados, que son los óptimos para maximizar la producción.

Primero deberemos saber si el año de construcción de la nave industrial es anterior o posterior a la entrada en vigor del CTE; en este caso la nave se construyó después de la entrada en vigor de dicho reglamento (que entró en 2006), con lo cual las naves de este tipo deben estar diseñadas para soportar una sobrecarga de  $50 \text{ kg/m}^2$ . En caso contrario un técnico competente nos debería certificar que la cubierta soporta el sobrepeso que implica la instalación fotovoltaica.

Para anclar la instalación a la cubierta se instalarán perfiles de la casa Sunfer, siguiendo sus indicaciones para esta inclinación. A saber:



Documentación técnica  
Technical data

Secciones de perfiles  
Profile section

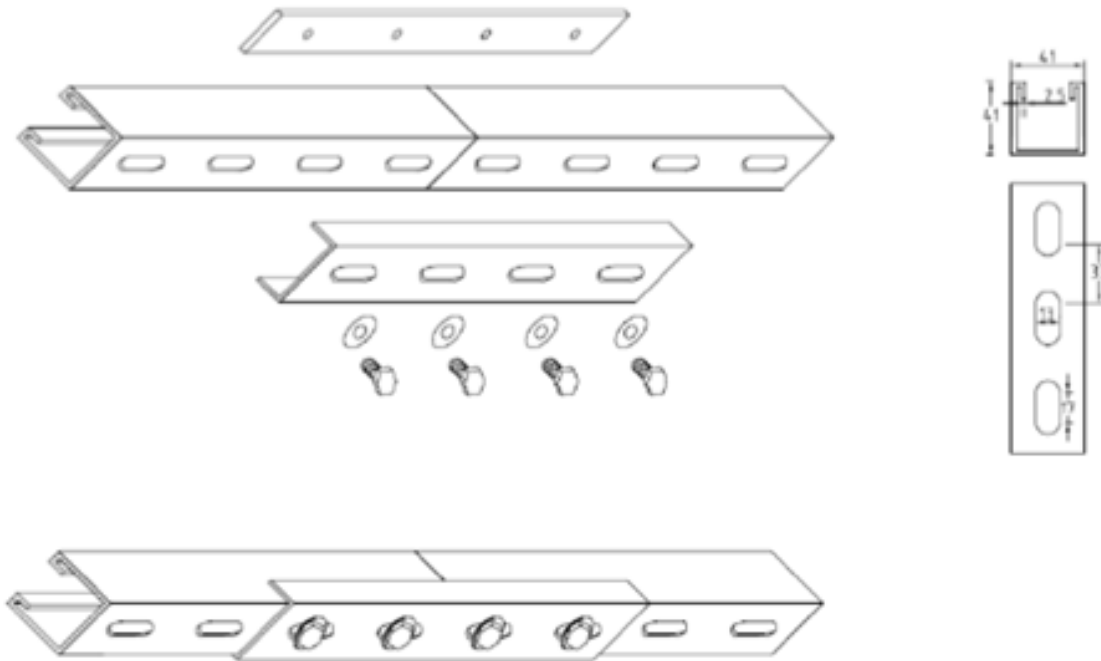
Determinación del sistema de ejes		Secciones de perfiles												
		41/21		41/42		41/41			41/52		41/72		41/82	
Dimensiones / Measure		41/21		41/42		41/41			41/52		41/72		41/82	
Referencia / Article Ref.		444121		-		444141			444152		444172		432941	
Espesor de la sección / Thickness (mm)		1,5	2,0	2,5	2,5	1,5	2,0	2,5	2,5	3,0	2,5			
Área de la sección / Area of cross section A (mm²)		124,3	161,97	197,3	394,62	187,2	241,9	297,3	352,31	536,28	594,62			
Peso del carril / Weight (Kg/m)		0,98	1,31	1,63	3,36	1,45	1,93	2,41	2,84	4,97	4,92			
Longitudes / Standard lengths (m)		3/6	3/6	3/6	3/6	3/6	3/6	3/6	3/6	3/6	3/6			
Material / Material														
Carga permitida / Allowed maximum load $\sigma$ (N/mm²)		160												
Flexión permitida / Allowed maximum deflection L/150		L/150												
Propiedades Mecánicas / M. performance														
Eje x-x / Axis x-x														
Distancia 1 eje de Gravedad / Distance 1 to center of gravity $y_1$ (mm)		11,27	11,30	11,33	21,00	20,94	21,25	21,32	26,81	36,90	41,00			
Distancia 2 eje de Gravedad / Distance 2 to center of gravity $y_2$ (mm)		9,73	9,70	9,67	21,00	20,06	19,75	19,68	25,19	35,10	41,00			
Momento de inercia x-x / Moment of inertia x-x $I_{xx}$ (cm⁴)		0,70	0,87	1,01	5,72	3,95	4,94	5,92	11,03	30,28	34,88			
Módulo resistente / Modulus of resistance $W_{xx}$ (cm³)		0,62	0,77	0,89	2,72	1,88	2,32	2,78	4,11	8,21	8,51			
Radio de giro / Gyration radius														
Momento flector máximo / Maximum bending moment M (Nxm)		99,38	123,19	143,09	435,43	301,43	371,95	444,13	658,32	1312,95	1361,17			
Eje y-y / Axis y-y														
Distancia 1 eje de Gravedad / Distance 1 to center of gravity $x_1$ (mm)		20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50			
Distancia 2 eje de Gravedad / Distance 2 to center of gravity $x_2$ (mm)		20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50			
Momento de inercia y-y / Moment of inertia y-y $I_{yy}$ (cm⁴)		3,45	4,41	5,28	10,56	5,78	6,78	8,99	11,02	17,13	17,98			
Módulo resistente / Modulus resistance $W_{yy}$ (cm³)		1,68	2,15	2,58	5,15	2,82	3,31	4,39	5,38	8,36	8,77			

F(KN)	41/21 (1,5)		41/21 (2,0)		41/21 (2,5)		41/42		41/41 (1,5)		41/41 (2,0)		41/41 (2,5)		41/52		41/72		41/82	
	L (cm)	f (mm)	L (cm)	f (mm)	L (cm)	f (mm)	L (cm)	f (mm)	L (cm)	f (mm)	L (cm)	f (mm)	L (cm)	f (mm)	L (cm)	f (mm)	L (cm)	f (mm)	L (cm)	f (mm)
0,25	137	9,2	153	10,2	165	11,0	392	26,2	326	21,7	365	24,3	399	26,7	545	36,4	903	60,4	969	64,8
0,50	80	3,6	99	5,5	114	7,3	277	18,5	230	15,4	258	17,2	282	18,8	385	25,7	638	42,6	685	45,7
0,75	53	1,6	66	2,4	76	3,3	226	15,1	161	7,8	198	11,8	230	15,4	314	21,0	521	34,8	559	37,3
1,00	40	0,9	49	1,4	57	1,8	174	9,2	121	4,4	149	6,6	178	9,4	263	16,4	451	30,1	484	32,3
1,25	32	0,6	39	0,9	46	1,2	139	5,9	96	2,8	119	4,2	142	6,0	211	10,5	403	26,9	433	28,9
1,50	27	0,4	33	0,6	38	0,8	116	4,1	80	2,0	99	2,9	118	4,2	176	7,3	350	21,1	363	20,4
1,75	23	0,3	28	0,4	33	0,6	100	3,0	69	1,4	85	2,2	102	3,1	150	5,4	300	15,5	311	15,0
2,00	20	0,2	25	0,3	29	0,5	87	2,3	60	1,1	74	1,7	89	2,3	132	4,1	263	11,9	272	11,5
2,25	18	0,2	22	0,3	25	0,4	77	1,8	54	0,9	66	1,3	79	1,9	117	3,2	233	9,4	242	9,1
2,50	16	0,1	20	0,2	23	0,3	70	1,5	48	0,7	60	1,1	71	1,5	105	2,6	210	7,6	218	7,3
2,75	14	0,1	18	0,2	21	0,2	63	1,2	44	0,6	54	0,9	65	1,2	96	2,2	191	6,3	198	6,1
3,00	13	0,1	16	0,2	19	0,2	58	1,0	40	0,5	50	0,7	59	1,0	88	1,8	175	5,3	181	5,1
3,50	11	0,1	14	0,1	16	0,1	50	0,7	34	0,4	43	0,5	51	0,8	75	1,3	150	3,9	156	3,7
4,00	10	0,1	12	0,1	14	0,1	44	0,6	30	0,3	37	0,4	44	0,6	66	1,0	131	3,0	136	2,9
4,50	9	N.A	11	0,1	13	0,1	39	0,5	27	0,2	33	0,3	39	0,5	59	0,8	117	2,3	121	2,3
5,00	8	N.A	10	0,1	11	0,1	35	0,4	24	0,2	30	0,3	36	0,4	53	0,7	105	1,9	109	1,8
6,00	7	N.A	8	N.A	10	0,1	29	0,3	20	0,1	25	0,2	30	0,3	44	0,5	88	1,3	91	1,3
7,00	6	N.A	7	N.A	8	N.A	25	0,2	17	0,1	21	0,1	25	0,2	38	0,3	75	1,0	78	0,9
8,00	5	N.A	6	N.A	7	N.A	22	0,1	15	0,1	19	0,1	22	0,1	33	0,3	66	0,7	68	0,7

La carga "F" puede ir en sentido ascendente o descendente ya que la tabla está calculada teniendo en cuenta el caso más desfavorable.  
Load "F" may be up or down stream, as the chart data is calculated considering the most unfavourable situation.

Conversión de unidades / Conversion of units  
1Kg = 1Kp=9,8 N = 10N  
1KN = 1000N = 100Kg = 100Kp

Para realizar los empalmes entre los diferentes perfiles, se utilizan casquillos atornillados, denominados unión de carril.



Los perfiles utilizados para triángulos conformados de aluminio cumplen la norma UNE EN 38337, y sus características son las que se indican en la tabla adjunta.

## 5.2 Varillas, barras, tubos y perfiles extruidos

Las características mecánicas están recogidas en la tabla 2 de acuerdo con la Norma UNE-EN 755-2.

Tabla 2  
Características mecánicas de varillas, barras, tubos y perfiles extruidos de la aleación  
EN AW-6063 [AlMg0,7Si]

Varilla/Barra extruida								
Estado de tratamiento	Medidas mm		$R_m$ MPa		$R_{p0,2}$ MPa		A %	$A_{50\text{ mm}}$ %
	$D^{1)}$	$S^{2)}$	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	mín.
O,H111	$\leq 200$	$\leq 200$	–	130	–	–	18	16
T4 <sup>3)</sup>	$\leq 150$	$\leq 150$	130	–	65	–	14	12
	$150 < D \leq 200$	$150 < S \leq 200$	120	–	65	–	12	–
T5	$\leq 200$	$\leq 200$	175	–	130	–	8	6
T6 <sup>5)</sup>	$\leq 150$	$\leq 150$	215	–	170	–	10	8
	$150 < D \leq 200$	$150 < S \leq 200$	195	–	160	–	10	–
T66 <sup>5)</sup>	$\leq 200$	$\leq 200$	245	–	200	–	10	8
Tubo extruido								
Estado de tratamiento	Medidas mm $e^{3)}$	$R_m$ MPa		$R_{p0,2}$ MPa		A %	$A_{50\text{ mm}}$ %	
		mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	mín.	
O,H111	$\leq 25$	–	130	–	–	18	16	
T4 <sup>3)</sup>	$\leq 10$	130	–	65	–	14	12	
	$10 < e \leq 25$	120	–	65	–	12	10	
T5	$\leq 25$	175	–	130	–	8	6	
T6 <sup>5)</sup>	$\leq 25$	215	–	170	–	10	8	
T66 <sup>5)</sup>	$\leq 25$	245	–	200	–	10	8	
Perfil extruido <sup>10)</sup>								
Estado de tratamiento	Medidas mm $e^{3)}$	$R_m$ MPa		$R_{p0,2}$ MPa		A %	$A_{50\text{ mm}}$ %	
		mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	mín.	
T4 <sup>5)</sup>	$\leq 25$	130	–	65	–	14	12	
T5	$\leq 3$	175	–	130	–	8	6	
	$3 < e \leq 25$	160	–	110	–	7	5	
T6 <sup>5)</sup>	$\leq 10$	215	–	170	–	8	6	
	$10 < e \leq 25$	195	–	160	–	8	6	
T64 <sup>5) 8)</sup>	$\leq 15$	180	–	120	–	12	10	
T66 <sup>5)</sup>	$\leq 10$	245	–	200	–	8	6	
	$10 < e \leq 25$	225	–	180	–	8	6	

1)  $D$  = Diámetro de barras de sección circular.

2)  $S$  = Distancia entre caras para barras de sección cuadrada y hexagonal, espesor para barras de sección rectangular.

3)  $e$  = Espesor de la pared.

5) Las características pueden obtenerse mediante enfriamiento en prensa.

8) Calidad de flexión.

10) En caso de que la sección transversal esté compuesta por elementos de diferentes espesores para los que se aplican diferentes valores de características mecánicas especificadas, se debe considerar como válido para la sección completa el menor de los valores especificados.

ANEXO A (Informativo)

OTROS DATOS DE INTERES

A.1 Propiedades físicas

Densidad kg/dm <sup>3</sup>	Coeficiente de dilatación por °C (20° - 100 °C)	Conductividad térmica		Resistividad	Módulo elástico
		W/m.K	cal/cm.s. °C	$\mu \Omega \times \text{cm}^2/\text{cm}$	MPa
2,70	$23,5 \times 10^{-6}$	En estado T5 209 0,50		3 (en estado 0) 3,1 (en estado T5) 3,3 (en estado T6)	68 600

A.2 Tratamientos térmicos

Estado de tratamiento	Forja	Recocido	Bonificado	
			Solución	Maduración
Temperaturas y Tiempos usuales	350° - 500 °C	Recocido total: 420 °C Enfriamiento lento hasta 250 °C Recocido contra acritud: 340 °C	520° ± 5 °C en agua Para el estado T5 el temple se sustituye por un enfriamiento rápido a la salida de la prensa de extruir	Natural: 5 días a temperatura ambiente (20 °C) Artificial: Para T5: 1-2 h a 215° ± 10 °C Para T6: 6-10 h a 175° ± 5 °C

A.3 Propiedades tecnológicas

Las propiedades tecnológicas de esta aleación son las siguientes:

- Resistencia a la corrosión: Muy buena.
- Soldabilidad: Buena
- Conformabilidad: Buena
- Aptitud para el anodizado: Muy buena
- Maquinabilidad: Buena



Para la graduación de estas propiedades tecnológicas, dentro del conjunto de las aleaciones de aluminio para forja, se ha adoptado la siguiente escala decreciente: Excelente, muy buena, buena, regular y baja.

#### A.4 Aplicaciones

Las aplicaciones típicas de esta aleación son las siguientes: Elementos arquitectónicos tales como carpintería metálica, pasamanos, molduras, embellecedores y elementos similares, elementos resistentes de cajas de camión, industria química, tuberías de irrigación portátiles y otros.

#### A.5 Observaciones

Los valores de las propiedades físicas indicadas en el capítulo A.1, son aproximados. No obstante haberse indicado en el capítulo A.2 los tratamientos térmicos usuales, el fabricante podrá fijar los que juzgue más adecuados para su aleación.

La estructura se diseña para soportar las sobrecargas de viento y nieve además del peso propio de los módulos. Asimismo, el diseño y construcción permite absorber las dilataciones térmicas que puedan afectar a la integridad del conjunto.

El montaje de la estructura soporte o auxiliar sobre la que se anclan los módulos fotovoltaicos se describe, seguidamente, en tres pasos principales:

#### **Paso 1.** Formación de la malla metálica

La estructura metálica está formada por perfiles metálicos de acero galvanizado en caliente, de tipo estructural 41x41. Dichos perfiles formarán una malla sobre la cubierta de la edificación.

La malla estará formada por varias de estas hileras; perfiles de fijación a correas (cuando proceda), perfiles de fijación de ángulos, triángulos de aluminio (con inclinación de 30º), y los perfiles de fijación de los módulos fotovoltaicos.

Los diferentes perfiles metálicos que forman la malla se unen unos a otros mediante los elementos de unión que se indican:

Tuerca M8

Tornillo M8x30

Arandela M8

Todos ellos de acero inoxidable, calidad del acero 8.8, tipo Allen, DIN 912 y clase A2. Las características principales se indican en la tabla siguiente.

## Pernos, tornillos y bulones

### 4- Cargas mínimas de rotura a tracción. Rosca métrica ISO de paso grueso.

Rosca <sup>a</sup> (d)	Área de esfuerzo nominal $A_{s, nom}$ <sup>b</sup> mm <sup>2</sup>	Clase de Calidad									
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
Carga mínima de rotura a tracción ( $A_{s, nom} \times R_{m, min}$ ), N											
M3	5,03	1 660	2 010	2 110	2 510	2 620	3 020	4 020	4 530	5 230	6 140
M3,5	6,78	2 240	2 710	2 850	3 390	3 530	4 070	5 420	6 100	7 050	8 270
M4	8,78	2 900	3 510	3 690	4 390	4 570	5 270	7 020	7 900	9 130	10 700
M5	14,2	4 690	5 680	5 960	7 100	7 380	8 520	11 350	12 800	14 800	17 300
M6	20,1	6 630	8 040	8 440	10 000	10 400	12 100	16 100	18 100	20 900	24 500
M7	28,9	9 540	11 600	12 100	14 400	15 000	17 300	23 100	26 000	30 100	35 300
M8	36,6	12 100	14 600	15 400	18 300	19 000	22 000	29 200	32 900	38 100	44 600
M10	58	19 100	23 200	24 400	29 000	30 200	34 800	46 400	52 200	60 300	70 800
M12	84,3	27 800	33 700	35 400	42 200	43 800	50 600	67 400 <sup>c</sup>	75 900	87 700	103 000
M14	115	38 000	46 000	48 300	57 500	59 800	69 000	92 000 <sup>c</sup>	104 000	120 000	140 000
M16	157	51 800	62 800	65 900	78 500	81 600	94 000	125 000 <sup>c</sup>	141 000	163 000	192 000
M18	192	63 400	76 800	80 600	96 000	99 800	115 000	159 000	--	200 000	234 000
M20	245	80 800	98 000	103 000	122 000	127 000	147 000	203 000	--	255 000	299 000
M22	303	100 000	121 000	127 000	152 000	158 000	182 000	252 000	--	315 000	370 000
M24	353	116 000	141 000	148 000	176 000	184 000	212 000	293 000	--	367 000	431 000
M27	459	152 000	184 000	193 000	230 000	239 000	275 000	381 000	--	477 000	560 000
M30	561	185 000	224 000	236 000	280 000	292 000	337 000	466 000	--	583 000	684 000
M33	694	229 000	278 000	292 000	347 000	361 000	416 000	576 000	--	722 000	847 000
M36	817	270 000	327 000	343 000	408 000	425 000	490 000	678 000	--	850 000	997 000
M39	976	322 000	390 000	410 000	488 000	508 000	586 000	810 000	--	1020 000	1200 000

a Cuando en una designación de rosca no se indica el paso de la misma, se especifica el paso grueso. Este paso se da en las Normas ISO 261 e ISO 262.  
b Para calcular  $A_s$ , véase el apartado 8.2.  
c Para los elementos de fijación de construcciones metálicas, 70 000 N, 95 500 N y 130 000 N, respectivamente.

### Paso 2. Anclaje de los módulos solares a la estructura metálica

Una vez formada la estructura metálica se deberán unir los módulos solares a la citada estructura. Para ello, se emplea un sistema de anclaje mediante placa tuerca, tal como el indicado seguidamente.

### Placa tuerca "Quick"

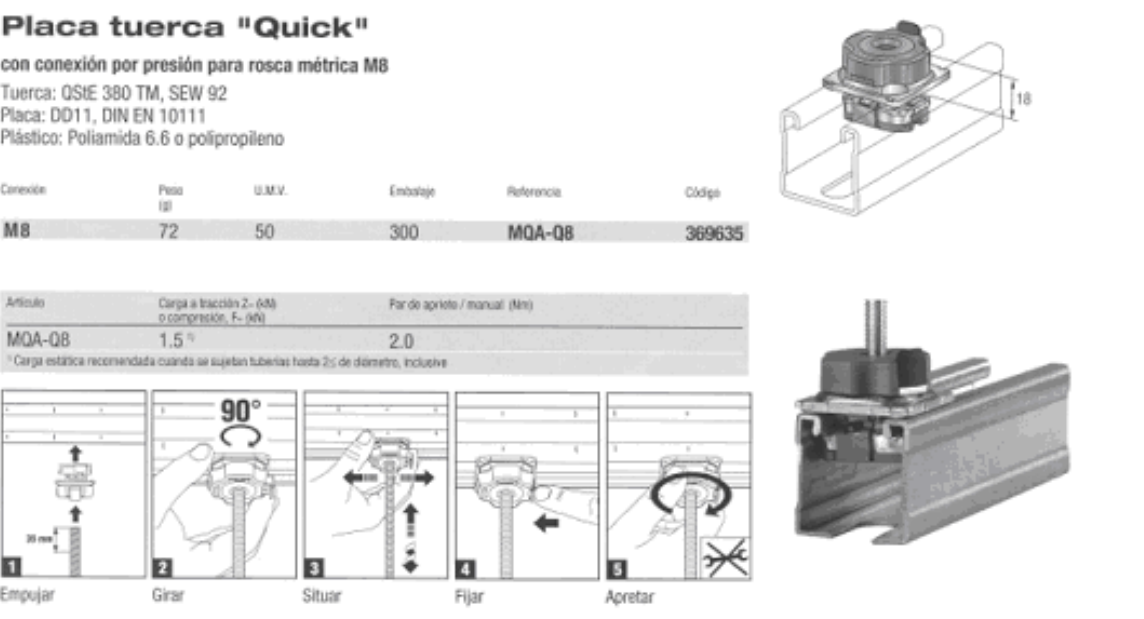
con conexión por presión para rosca métrica M8

Tuerca: OSIE 380 TM, SEW 92  
Placa: DD11, DIN EN 10111  
Plástico: Poliamida 6.6 o polipropileno

Conexión	Peso (g)	U.M.V.	Embalaje	Referencia	Código
M8	72	50	300	MQA-Q8	369635

Artículo	Carga a tracción 2 - (M8) o compresión, F - (N)	Par de apriete / manual (Nm)
MQA-Q8	1.5 <sup>7</sup>	2.0

Carga estática recomendada cuando se sujetan tuberías hasta 25 de diámetro, inclusive

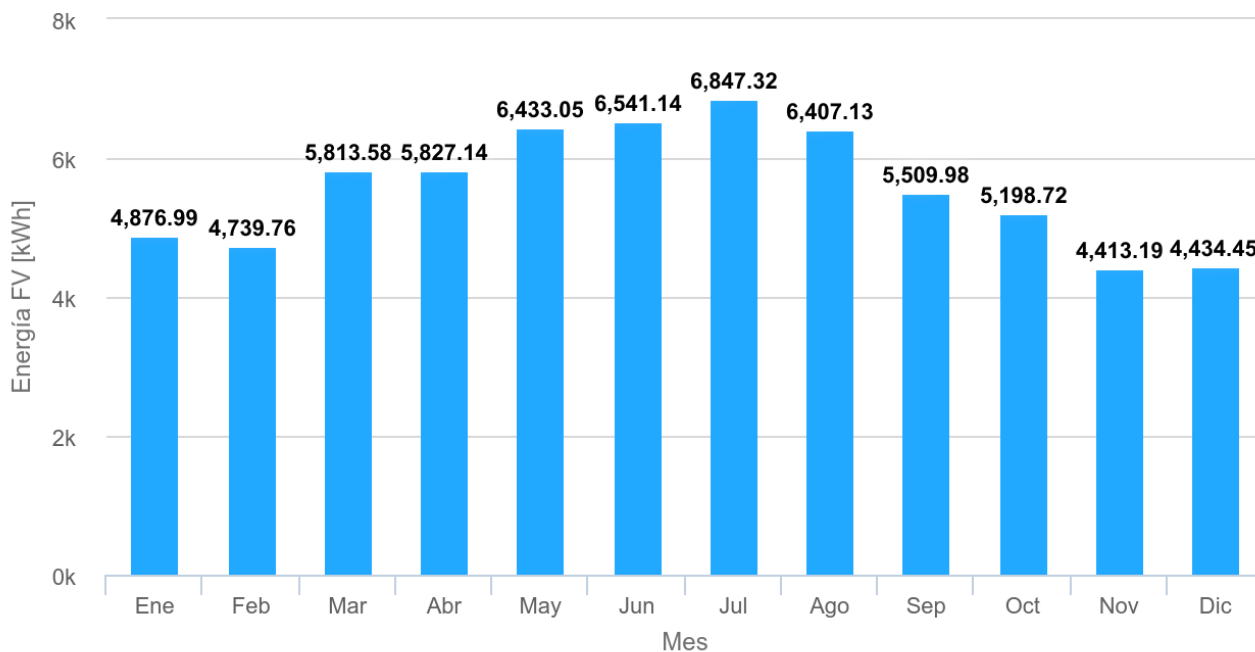


En la parte de la instalación que se construye sobre la cubierta plana no transitable, la robustez y solidez de la fijación de la estructura se garantiza mediante el uso de elementos de carga o lastre de hormigón armado, los cuales sujetan firmemente cada uno de los conjuntos de módulos y estructura por la acción de su propio peso.

A continuación, se muestra una gráfica con la salida de energía al mes:

### Producción de energía mensual del sistema FV fijo

(C) PVGIS, 2024



## 1.15.- MONITORIZACIÓN

Se dispondrá de un sistema de monitorización y control, que gestionará información de todos los elementos controlables en la instalación.

El sistema nos permitirá conocer cuál es el estado de la central, pero también nos permitirá interactuar con la propia instalación.

Una buena gestión de la instalación con las herramientas adecuadas minimizará las averías, los tiempos de parada por avería, se incrementará el rendimiento de la instalación, y facilitará las labores de operación y mantenimiento reduciendo el coste de explotación durante los 35 años de funcionamiento de la central.

### **Monitorización de los inversores que componen la instalación.**

Los inversores convierten la corriente continua de los módulos FV en corriente alterna para poder entregarla a la red de distribución.

Estos equipos están dotados de un puerto de comunicación cuyas características dependen de la marca y del modelo del mismo y los objetivos básicos para su monitorización pueden ser los siguientes:

- Lectura en tiempo real de todos los parámetros que definen el comportamiento de los inversores.
- Registro en disco de cada una de estas variables para poder analizar su evolución a lo largo del tiempo.
- Registro y gestión de las alarmas producidas en los inversores.
- Registro de los totalizadores de energía, horas de funcionamiento y número de conexiones para poder realizar posteriormente balances energéticos sobre cada una de las plantas.
- Actuación sobre los inversores para limitar la potencia de salida (posibles consignas externas) o modificar parámetros como el valor de consigna del coseno de phi.

Los valores monitorizados de los inversores se visualizarán de forma gráfica y numérica. Por una parte, representaremos los parámetros que definen la energía de entrada en forma de corriente continua y por otra, parte indicaremos todas las magnitudes que determinan la corriente alterna convertida por estos equipos.

### **Visualización de la instalación**

Los inversores se conectarán con la red de internet del centro vía WIFI y se podrá revisar desde un ordenador, tablet o móvil a través de una aplicación.

También se instalará una pantalla en la entrada del centro, en un lugar visible, donde se podrá comprobar la producción y el consumo instantáneo del centro.



## II. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

## 2.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

### 2.1.- INTENSIDAD NOMINAL, TENSIÓN NOMINAL Y CAIDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLES

A efectos del cálculo eléctrico, se hacen las siguientes consideraciones:

- Intensidad nominal de la parte de corriente continua será la intensidad en el punto de máxima potencia de los módulos fotovoltaicos. En la parte de corriente alterna será la intensidad del inversor operando en condiciones nominales.
- Tensión nominal de la parte de corriente continua, será la tensión en el punto de máxima de potencia de los módulos fotovoltaicos. En la parte de corriente alterna será la tensión de salida del inversor operando en condiciones nominales, esto es, 230 V o 400 V, según sea de salida monofásica o trifásica respectivamente.
- Intensidad máxima de la parte de corriente continua será la intensidad de cortocircuito de los módulos fotovoltaicos. En la parte de corriente alterna será la intensidad del inversor operando bajo una sobrecarga del 10% y un factor de potencia de 0,9 en inversores monofásicos y de 0,95 en inversores trifásicos.
- Tensión máxima de la parte de corriente continua, será la tensión de circuito abierto de los módulos fotovoltaicos. En la parte de corriente alterna será la tensión de salida del inversor operando en condiciones nominales, esto es, 230 V o 400 V, según sea de salida monofásica o trifásica respectivamente.

Para el cálculo de la sección de los conductores se ha seguido lo que especifica el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión actualmente en vigor, lo que especifican las Hojas de interpretación del Ministerio y las condiciones particulares que añade el Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones Conectadas a la Red (PCT-C) del IDAE.

El conductor se escoge según la Instrucción ITC-BT-19. No se ha considerado ningún coeficiente corrector por agrupamiento de cables ni por temperatura del entorno.

Los tubos de protección de los conductores se escogerán teniendo en cuenta la sección del conductor, tipo de aislamiento y número de conductores a instalar en el interior del tubo.

Se escoge el criterio más restrictivo entre intensidad máxima admisible y caída de tensión máxima admisible.

Por tanto, para los cálculos se distinguen el tramo en continua y el tramo en alterna. Para el cálculo en la parte de continua se considera: como intensidad máxima del circuito, la intensidad de cada subcampo de módulos fotovoltaico en cortocircuito, que es la máxima posible, y como tensión de funcionamiento máximo, la tensión en circuito abierto por cada grupo de módulos. En la parte de alterna se considerará la intensidad máxima de salida del inversor por cada fase, para el caso de una sobrecarga del 10%.

Las caídas de tensión máximas admisibles y recomendadas serán fijadas atendiendo, tanto al R.E.B.T. como el Pliego de condiciones Técnicas del IDAE (PCT-C):

	Corriente Continua		Corriente Alterna	
	c.d.t. máxima	c.d.t. recomendada	c.d.t. máxima	c.d.t. recomendada
<b>R.E.B.T.</b>	No indica	No indica	1,5	1,5
<b>IDAE</b>	1,5	1,5	2	2

De lo anteriormente expuesto fijaremos como caídas de tensión máximas admisibles las siguientes:

-Líneas de corriente continua 1,5%.

-Líneas de corriente alterna 1,5%.

## 2.2.- FÓRMULAS UTILIZADAS

### 2.2.1.- Intensidad

#### A) EN CORRIENTE CONTINUA.

La intensidad de corriente en líneas de corriente continua se calculará con la siguiente expresión:

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

#### B) EN CORRIENTE ALTERNA MONOFÁSICA.

La intensidad de corriente en líneas de corriente alterna monofásicas se calculará con la siguiente expresión:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi}$$

#### C) EN CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICA.

La intensidad de corriente en líneas de corriente alterna trifásica se calculará con la siguiente expresión:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

Donde:

I : Intensidad de corriente en Amperios ( A ).

P : Potencia a transportar en vatios ( W ).

U : Tensión en voltios ( V ).

Cos  $\varphi$  : Factor de potencia.

### 2.2.2.- Caída de tensión

#### A) EN CORRIENTE CONTINUA.

Las caídas de tensión en líneas eléctricas de corriente continua se calcularán mediante la siguiente expresión:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot I}{K \cdot S}$$

#### B) EN CORRIENTE ALTERNA MONOFÁSICA.

La caída de tensión en líneas de corriente alterna monofásicas se calculará de la forma que sigue:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{K \cdot S}$$

#### C) EN CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICA.

La caída de tensión en líneas de corriente alterna trifásicas se calculará de la forma que sigue:

$$e = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{K \cdot S}$$

Donde:

e : Caída de tensión (c.d.t.), en voltios ( V )

L : Longitud de la línea en metros. (m).

I : Intensidad de corriente que circula por la línea. (A).

K : Conductividad (dependiente del aislamiento y de su temperatura de operación). Según la siguiente tabla:

Material	$\gamma_{20}$	$\gamma_{70}$	$\gamma_{90}$
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura	20°C	70°C	90°C



S : Sección del conductor en milímetros cuadrados. (mm<sup>2</sup>)

Cos φ : Factor de potencia.

Cálculo de la sección de conductores

A) LINEAS DE CORRIENTE CONTINUA

Las secciones de los conductores de las líneas eléctricas de corriente continua se calcularán mediante la siguiente expresión:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{K \cdot e}$$

B) LINEAS DE CORRIENTE ALTERNA MONOFÁSICA.

Las secciones de los conductores de las líneas eléctricas de corriente alterna monofásica se calcularán mediante la siguiente expresión:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{K \cdot e}$$

C) LINEAS DE CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICA.

Las secciones de los conductores de las líneas eléctricas de corriente alterna trifásica se calcularán mediante la siguiente expresión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{K \cdot e}$$

Donde:

e : Caída de tensión (c.d.t.), en voltios ( V )

L : Longitud de la línea en metros. ( m ).

K : Conductividad (dependiente del aislamiento y de su temperatura de operación). Según la siguiente tabla:

Material	γ20	γ70	γ90
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura	20°C	70°C	90°C

S : Sección del conductor en milímetros cuadrados. ( mm<sup>2</sup> )

I : Intensidad de corriente que circula por la línea. ( A ).

$\cos \phi$  : Factor de potencia.

En el cálculo de la sección de los conductores se consideran tres criterios:

1) **Calentamiento del conductor.** La densidad de corriente en el conductor debe ser limitada para disminuir el calentamiento producido al circular la corriente eléctrica. Este criterio fija la máxima intensidad de corriente por el conductor.

2) **Caída de tensión en el conductor.** La caída de tensión (diferencia entre la tensión al principio y al final de la línea), se limita para evitar el efecto que la disminución de la tensión de utilización tiene sobre el funcionamiento de los receptores, los cuales deben estar conectados a la tensión nominal para su correcto funcionamiento.

3) **Capacidad del conductor para soportar la corriente de cortocircuito.** En instalaciones de interiores o receptoras de baja tensión, alejadas del centro de transformación que las alimenta, no se suele tener en cuenta este criterio para el cálculo de sección, porque se considera que la intensidad de corriente y el calentamiento producido no llegan a valores peligrosos antes de que actúen las protecciones contra cortocircuitos.

Se emplea la siguiente fórmula simplificada, tal y como se explica en el anexo 3 de la guía del REBT:

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot U}{R}$$

Donde:

$I_{cc}$ : la intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado.

$U$ : la tensión entre fase y neutro (230 V).

$R$ : la resistencia entre el conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación.

### 2.2.3.- Cálculo de la puesta a tierra

A) RESISTENCIA DE PLACAS ENTERRADAS.

La resistencia que presentan las placas enterradas se calculará mediante la siguiente expresión:

$$R_{placa} = \frac{0,8 \cdot p}{P}$$

B) RESISTENCIA DE PICAS VERTICALES.

La resistencia que presentan las picas enterradas verticalmente se calculará mediante la siguiente expresión:

$$R_{\text{pica}} = \frac{p}{P}$$

C) RESISTENCIA DE n PICAS VERTICALES CONTIGUAS.

La resistencia que presentan las n picas enterradas verticalmente de manera contigua se calculará mediante la siguiente expresión:

$$R_{n\_plicas} = K \frac{R}{n} = K \frac{p}{n \cdot L}$$

D) RESISTENCIA DE CONDUCTOR ENTERRADOS HORIZONTALMENTE.

La resistencia que presenta el conductor enterrado se calculará mediante la siguiente expresión:

$$R_{\text{conductor}} = \frac{2 \cdot p}{L}$$

E) RESISTENCIA TOTAL DE LA PUESTA A TIERRA.

La resistencia total que presenta la puesta a tierra será la siguiente:

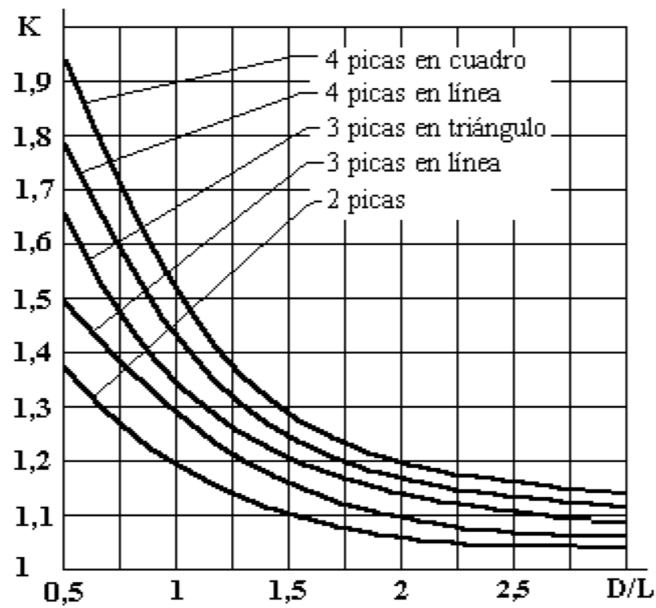
$$R^{-1}_{\text{total}} = \frac{1}{R_{\text{placa}}} + \frac{1}{R_{\text{pica}}} + \frac{1}{R_{\text{conductor}}}$$

Donde:

p: Resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ ) P: Perímetro de la placa (m)

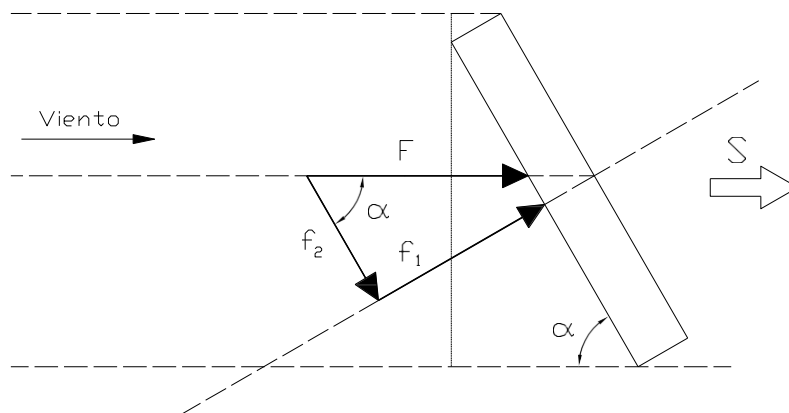
L: Longitud de la pica o del conductor (m)

K: Coeficiente obtenido de la siguiente gráfica que relaciona la separación entre picas y la longitud de cada pica.



#### 2.2.4.- Cálculo de la exposición al viento

Atendiendo a que los módulos F.V. se ubicarán en la cubierta del, habrá que determinar los esfuerzos que deberán soportar los anclajes de las estructuras soporte.



Identificación de la fuerza del viento:

F: Fuerza del viento

$F_1$ : Componente normal a la superficie de la placa. Según:

$$F = p \cdot S \cdot \text{Sen}^2 \alpha$$

Donde:

F : Fuerza ejercida perpendicularmente en la superficie del módulo, en Newtons (N).

S : Superficie del módulo fotovoltaico, en metros cuadrados ( $\text{m}^2$ )

a : Inclinación del módulo fotovoltaico con respecto al plano horizontal.

p : Presión del viento en Newtons dividido por metro cuadrado (N/m<sup>2</sup>). Ver tabla adjunta:

V (m/s)	p (N/m <sup>2</sup> )	V (m/s)	p (N/m <sup>2</sup> )
5	15	15	138
6	22	16	157
7	30	17	177
8	39	18	198
9	50	19	221
10	61	20	245
11	74	21	270
12	88	22	296
13	103	23	323
14	120	24	352

En este caso la inclinación de los módulos es 20º, siguiendo la inclinación de la cubierta del edificio, anclados con tornillos y perfiles metálicos a la propia cubierta. La acción trasera del viento será nula dado que el ángulo entre modulo solar y cubierta será a nulo. Los anclajes serán suficientes y capaces de sujetar correctamente los módulos fotovoltaicos a la cubierta de la nave.

Las dimensiones y peso de cada módulo son las siguientes:

- Largo: 2,187 m
- Ancho: 1,102 m
- Profundo: 0,035 m
- Peso: 26,50 kg

Por tanto, cada módulo distribuye un peso de 26,5 kg en 2,41 m<sup>2</sup>, por lo que tendrá una sobrecarga debido a los paneles de 11 kg/m<sup>2</sup>, si a esto se le suma la sobrecarga de la estructura soporte de los paneles, tendríamos una sobrecarga sobre la cubierta de 14,0 kg/m<sup>2</sup>, la cual es menor de 50 kg/m<sup>2</sup> luego completamente admisible.

### 2.3.- POTENCIAS

Como se ha explicado en apartados anteriores, solamente tendremos la alimentación del sistema fotovoltaico, que tendrá una potencia nominal de 40 kW, limitada por los inversores, con una potencia de 20 kW cada uno.

### 2.4.- CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

No procede.

## 2.5.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Los módulos fotovoltaicos serán de 505 Wp. Estarán conectados como siguen:

Panel Solar	Nº Módulos	Potencia pico CEM	Potencia pico CEM (2 inversores)
TRINA SOLAR Vertex TMS-505-DE18M de	88	44.44 Wp	40.000 Wp

INVERSOR	POTENCIA NOM	POTENCIA PICO	VOLTAJE
SMA SUNNY TRIPOWER 20000TL	20 kW	20.000 Wp	400 V

En la siguiente tabla aparecen otras características eléctricas y constructivas del sistema inversor seleccionado:

### Características de los inversores de conexión a red para autoconsumo SMA SUNNY TRIPOWER 20000TL.

Número de seguidores MPPT	2
Entradas para series de módulos FV del inversor	3+3
Nº de módulos FV conectados en cada serie	11 / 10
Tensión máxima de entrada del inversor	1000 VCC
Tensión máxima de entrada en cada serie de módulos FV	804 / 731 (En circuito abierto)
Protección de las personas y la instalación mediante 2 relés conectados en serie, protección de corriente residual sensible a todas las corrientes, control de la puesta a tierra y protección frente a la inyección de CC	
Protección contra funcionamiento en isla mediante control sobre las ventanas de tensión y frecuencia y corte mediante relé de dos polos de estado sólido.	
Protección temperatura: Reducción de potencia a partir de 75°C internos. Desconexión a 90°C.	

Elementos de seguridad en el lado de CC:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. - Detección de derivación a tierra.</li> <li>2. - Detección de sobrevoltaje.</li> <li>3. - Protección de polaridad.</li> <li>4. - Limitación de corriente.</li> <li>5. - Sobrecarga.</li> <li>6. - Régimen transitorio de entrada controlado por varistores y condensadores.</li> </ol>
Elementos de seguridad en el lado de CA:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. - Limitación de corriente.</li> <li>2. - Alto y bajo voltaje.</li> <li>3. - Alta y baja frecuencia.</li> <li>4. - Cortocircuito (Fusibles cerámicos).</li> <li>5. - Régimen transitorio de salida controlado por varistores.</li> </ol>

Las líneas de cada serie se llevarán a unas cajas de registro con los fusibles de protección las cuales se situarán junto al inversor, según el esquema unifilar para alimentar a los inversores.

Los cálculos de las líneas se reducen a los detallados de la línea más desfavorable de cada configuración en las siguientes tablas:

### Cálculo de sección en líneas de C.C.

#### A) CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN

Tramo	U nom (V dc)	I max (A)	L max (m)	Material	S min (mm <sup>2</sup> )	S comercial (mm <sup>2</sup> )	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)	c.d.t. acumulado (%)
Inversor 1 Serie 1	629	12.35	70	Cu	4.2	6	6.35	1.05	1.05%
Inversor 1 Serie 2	629	12.35	70	Cu	4.2	6	6.35	1.05	1.05%
Inversor 2 Serie 3	629	12.35	70	Cu	4.2	6	6.35	1.05	1.05%
Inversor 1 Serie 4	629	12.35	70	Cu	4.2	6	6.35	1.05	1.05%
Inversor 2 Serie 1	629	12.35	70	Cu	4.2	6	6.35	1.05	1.05%
Inversor 2 Serie 2	629	12.35	70	Cu	4.2	6	6.35	1.05	1.05%
Inversor 2 Serie 3	629	12.35	70	Cu	4.2	6	6.35	1.05	1.05%
Inversor 2 Serie 4	629	12.35	70	Cu	4.2	6	6.35	1.05	1.05%

Consideraciones:

c.d.t. max: 1.5%

c.d.t. max: 9.3 V

K(Cu): 44 (XLPE, 90 °C)

k(Al): 27 (XLPE, 90 °C)

## B) CRITERIO DEL CALENTAMIENTO

Tramo	S comercial (mm <sup>2</sup> )	Material	I max (A)	Iz corregida
Inversor 1 Serie 1	6	Cu	12.35	220
Inversor 1 Serie 2	6	Cu	12.35	220
Inversor 1 Serie 3	6	Cu	12.35	220
Inversor 1 Serie 4	6	Cu	12.35	220
Inversor 2 Serie 1	6	Cu	12.35	220
Inversor 2 Serie 2	6	Cu	12.35	220
Inversor 2 Serie 3	6	Cu	12.35	220
Inversor 2 Serie 4	6	Cu	12.35	220

## Cálculo de sección en líneas de C.A. trifásica

### A) CRITERIO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

Tramo	U nom (V dc)	I max (A)	L max (m)	Material	S min (mm <sup>2</sup> )	S comercial (mm <sup>2</sup> )	c.d.t. (V)	c.d.t. (%)	c.d.t. acumulado (%)
Salida Inversor 2 a cuadro autoconsumo	400	29.00	2	Cu	0.4	6	0.36	0.09%	0.09%
Salida Inversor 1 a cuadro autoconsumo	400	29.00	2	Cu	0.4	6	0.36	0.09%	0.09%
Salida 2 inversores a cuadro existente	564.4	12.35	40	Cu	2.4	6	3.74	0.14%	0.14%

*El cuadro existente y el cuadro autoconsumo es el mismo cuadro*

Consideraciones:

c.d.t. max: 1.5%

c.d.t. max: 6.0 V

K(Cu): 44 (XLPE, 90 °C)





k(AI): 27 (XLPE, 90 °C)

## B) CRITERIO DEL CALENTAMIENTO

Tramo	S comercial (mm <sup>2</sup> )	Material	I max (A)	Iz corregida
Salida Inversor 1 a cuadro autoconsumo	1 x (4x6)	Cu	29.00	36
Salida Inversor 2 a cuadro autoconsumo	1 x (4x6)	Cu	29.00	36
Salida 2 inversores a cuadro existente	1 x (4x6)	Cu	58.00	77

La intensidad máxima admisible, Iz, para este conductor y forma de instalación cumple que:

a) c.d.t. < 1,5%

b)  $I_z > I_{max}$

En lo relativo al cortocircuito, la corriente en dichas condiciones es la corriente máxima, que ya ha sido considerada para el cálculo de la sección del conductor por calentamiento, por lo que, para estos casos, la sección también es válida.

## PROTECCIONES DE LAS LÍNEAS DE CORRIENTE CONTINUA Y ALTERNA

### SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

Habiendo seleccionado la sección de las líneas, podemos seleccionar las protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.

Por su parte, la parte de continua (módulos fotovoltaicos), estará protegida mediante fusibles de 20 A.

Para proteger la instalación de la parte de corriente alterna de la derivación individual, se seleccionará interruptor automático magnetotérmico de 40 A y 10 kA que proteja la Derivación individual de cada inversor, y un interruptor diferencial tetrapolar de 32 A y 300 mA. Además, se instalará un interruptor automático magnetotérmico de 63 A y 10 kA para la derivación a cuadro eléctrico existente.

El poder de corte del magnetotérmico viene dado por los cálculos a cortocircuitos. Por ello se seleccionará un magnetotérmico de las siguientes características, Con todo lo anterior se cumple que:

a)  $I_B \leq I_n \leq I_z$

b)  $I_2 = 1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_z$

### SOBRETENSIONES

El inversor dispone de protecciones frente a sobretensiones, además, según muestra el esquema unifilar se colocará tanto en continua como en alterna dispositivos complementarios para este fin.

Las protecciones de Red están fijadas por ley y básicamente constarán de un aparato específico para aplicaciones fotovoltaicas, que mide la Red en el punto que se hará la conexión, el cual actúa sobre un contactor. Este pequeño dispositivo tiene los siguientes parámetros de funcionamiento:

Rango de Tensión de operación fijada en relé de control	0,85 – 1,1 Un
Rango de Frecuencia de operación fijada en relé de control	49 – 51 Hz
Tiempo fijado de retardo a conexión	3 min

La interconexión a Red sigue básicamente los requerimientos de la compañía de distribución eléctrica, propietaria de la Red a la que se conectará la instalación, que son los siguientes:

- Desconexión automática en caso de fallo de Red.
- Desconexión automática en caso de introducir perturbaciones a la Red.
- Reenganche automático transcurrido un intervalo de funcionamiento correcto.

Además de las protecciones indicadas anteriormente, los inversores, que son integrantes de la instalación fotovoltaica, disponen de las siguientes funciones:

- Fallo en la red eléctrica: En caso de que se interrumpa el suministro de la red eléctrica, el inversor se encuentra en situación de cortocircuito, en este caso, el inversor se desconecta por completo y espera a que se restablezca la tensión en la red para iniciar de nuevo su funcionamiento.

- Tensión fuera de rango: El inversor trabaja en los límites de la mínima y máxima tensión de red admisibles en las tres fases. Al salirse de estos límites ( $U_{min} = 195 \text{ V}$  y  $U_{max} = 253 \text{ V}$ ), el inversor se desconecta y sólo se vuelve a conectar una vez que el valor de tensión se sitúa nuevamente dentro del rango. La desconexión por fallo puede ser activada incluso por una superación muy breve de los límites.

- Frecuencia fuera de límites: Si la frecuencia de red está fuera de los límites de trabajo el inversor se detiene automáticamente, pues esto indicaría que la red es inestable o está en modo isla.

- Temperatura elevada: El inversor dispone de sistema de refrigeración por convección. Esta calculado para un rango de temperaturas similar al que puede haber en el interior de una vivienda. En el caso de que la temperatura ambiente sea extremadamente alta o se obstruya la refrigeración, el equipo seguirá funcionando al 100% de sus posibilidades hasta alcanzar los  $65 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , momento en el que cesará su actividad como medida de autoprotección.

## 2.6.- CÁLCULO DE SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

La puesta a tierra consiste en una unión metálica directa entre determinados elementos de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo. En esta conexión se consigue que no existan diferencias de potencial peligrosas en el conjunto de instalaciones, edificio y superficie próxima al terreno. La puesta a tierra permite el paso a tierra de los corrientes de falta o de descargas de origen atmosférico.

En el caso de la instalación fotovoltaica, la puesta a tierra se realizará de forma que no altere la de la compañía eléctrica distribuidora, con el fin de no transmitir defectos a la misma de acuerdo con el RD 1663/2000.

Asimismo, las masas de cada una de las instalaciones fotovoltaicas estarán conectadas a una única tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento electrotécnico de baja tensión.

Por tanto, se instalará un nuevo embarrado de tierras en el cuadro de protecciones exclusivo para el cableado de protección de la estructura y paneles, el del inversor y el del descargador de tensión del mismo.

Los cálculos de toma de tierra siguen la ITC-BT-18 y la ITC-BT-19 del RBT 842/2002; pueden verse en el plano del esquema unifilar y las secciones de cable de tierra correspondientes a los diferentes tramos de la instalación son los siguientes:

- Cableado tierra entre módulos: 6 mm<sup>2</sup>.
- Cableado paneles a embarrado de cuadro FV: 16 mm<sup>2</sup> (unificación de paneles y elementos estructurales de cubierta y conductores).
- Cableado de Inversores a embarrado de cuadro FV: 6 mm<sup>2</sup>.
- Cableado de Inversores carcasa: 10 mm<sup>2</sup>.
- Cableado de sobretensión AC a embarrado de cuadro FV: 10 mm<sup>2</sup>.
- Cableado de embarrado FV a tierra edificio existente: 16 mm<sup>2</sup>.

## 2.7.- CÁLCULOS DE PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

En este caso los paneles fotovoltaicos van a ir orientados desviados unos 45° respecto al sur, para poder estar superpuestos a la cubierta sobre la que se ubican.

Sabiendo que la inclinación de la cubierta es de 20° y que los módulos se han instalado de forma coplanar a esta, sabemos que los módulos tienen una inclinación aproximada de 20°. Podemos saber las pérdidas que se producirán debido a la inclinación del generador, para ello debemos de tener en cuenta la siguiente figura y las fórmulas que se muestran a continuación. Debido a que es una instalación general según el DB-HE5 se admiten unas pérdidas de hasta un 15% por estar inclinado (caso general).

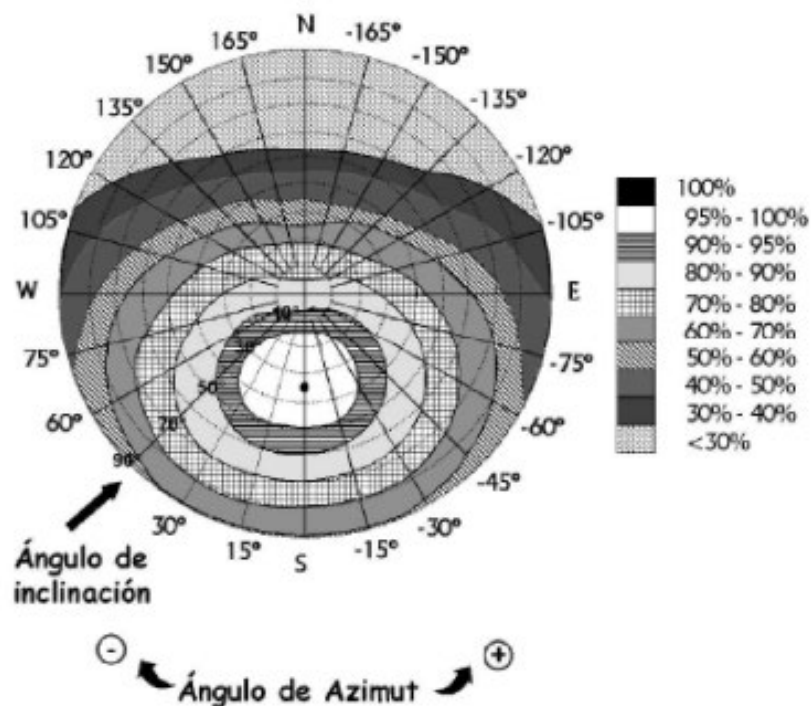


Fig. 4.- Perdas por orientació e inclinació del generador

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \varphi + 10)^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot a^2] \quad \text{para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \varphi + 10)^2] \quad \text{para } \beta < 15^\circ$$

Por tanto, ya que la latitud de la instalación es de  $38^\circ 21'$  y la inclinación de la instalación es de  $20^\circ$  se utilizaría la segunda fórmula, la cual da unas pérdidas por orientación e inclinación menores del 10%.

## 2.8.- CÁLCULOS DE PÉRDIDAS POR SOMBRAS

Las pérdidas de radiación solar por sombras se expresan como el porcentaje de radiación solar global que incidiría sobre una superficie de no existir sombra alguna. Las sombras se pueden dividir en:

- Sombras temporales
- Sombras debidas a la situación
- Sombras debidas al entorno.

En nuestro caso, al estar los paneles superpuestos a la estructura donde se ubican no se produce ninguna sombra entre ellos. Además, no existe ninguna construcción ni elemento en el entorno que produzca sombra sobre la estructura donde se ubican los paneles, por lo que se puede concluir que las pérdidas por sombras serán mínimas en la instalación.

## 2.9.- CÁLCULOS DE PRODUCCIÓN

Los cálculos de la producción estimada en la instalación se han realizado mediante el programa informático PVGIS.

Según el RD 244/2019 están reguladas legalmente las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red en régimen de autoconsumo.

La energía solar fotovoltaica ya es competitiva y rentable, sin ayudas, momento en que a los consumidores les resulta más barato adquirir paneles, instalarlos y autoabastecerse de electricidad, que comprar la energía a la red de distribución.

El alcance de la paridad con la red conlleva numerosas ventajas, tanto para los consumidores, que experimentarán un importante ahorro al amortizar la inversión inicial, como para la balanza y dependencia energética del país, ya que disminuirá notablemente el volumen de nuestras importaciones, como para el medio ambiente por las emisiones evitadas o para el propio sistema eléctrico, puesto que bajará la intensidad de la punta de demanda del verano.

Adicionalmente, la aplicación del 'ahorro neto' (una de las piezas clave de un modelo energético sostenible) abre un mercado gigantesco para los sistemas fotovoltaicos.

Ahora tenemos la posibilidad de aportar energía al sistema eléctrico para disminuir o anular nuestras facturas de electricidad de forma limpia.

La instalación solar fotovoltaica se caracteriza por su simplicidad, su silencio, su larga duración, el poco mantenimiento que requiere, su elevada fiabilidad y la ausencia de daños producidos al medio ambiente.

Por tanto, esta generación eléctrica sin movimiento o emisión de humos o gases, manteniendo la seguridad del suministro, pero sabiendo que cada kW que produzca la instalación es uno menos que generarán las centrales contaminantes, mejoran aún más sus condiciones de eficiencia energética.

Los cálculos del programa PVGIS nos da los siguientes resultados:

# Rendimiento de un sistema FV conectado a red

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

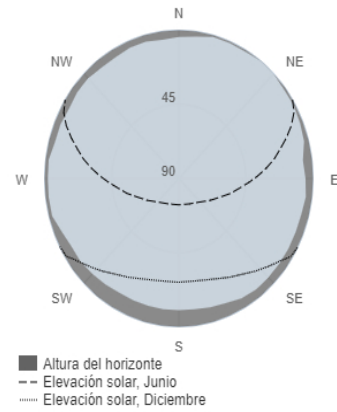
## Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 38.685,-0.475  
 Horizonte: Calculado  
 Base de datos: PVGIS-SARAH2  
 Tecnología FV: Silicio cristalino  
 FV instalado: 44.44 kWp  
 Pérdidas sistema: 14 %

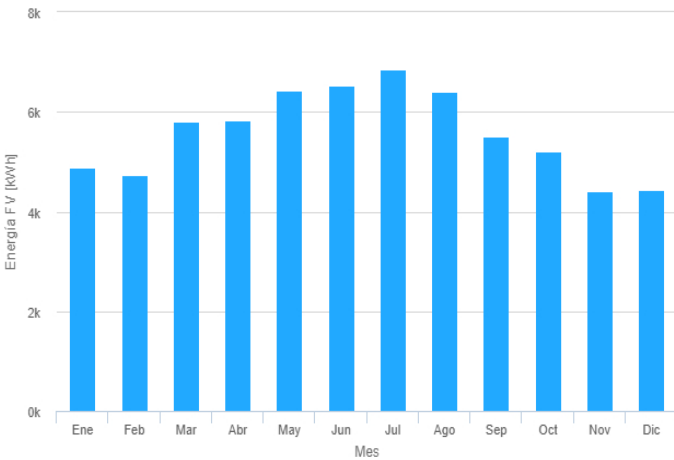
## Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 35 (opt) °  
 Ángulo de azimut: -6 (opt) °  
 Producción anual FV: 67042.45 kWh  
 Irradiación anual: 2018.46 kWh/m<sup>2</sup>  
 Variación interanual: 2494.33 kWh  
 Cambios en la producción debido a:  
 Ángulo de incidencia: -2.68 %  
 Efectos espectrales: 0.67 %  
 Temperatura y baja irradiancia: -11.29 %  
 Pérdidas totales: -25.26 %

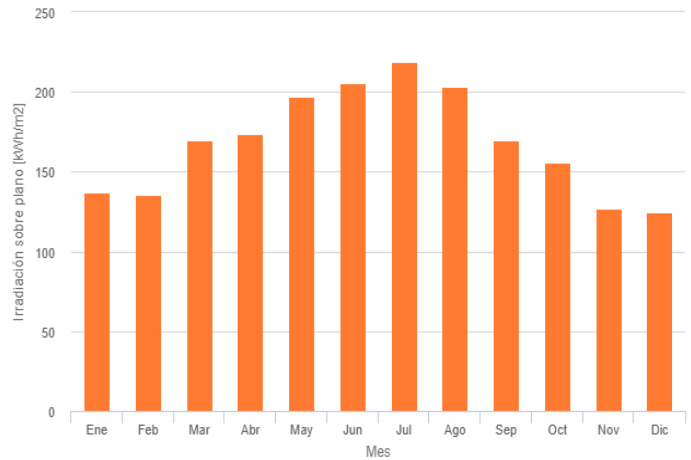
## Perfil del horizonte en la localización seleccionada



## Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



## Irradiación mensual sobre plano fijo:



## Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	4877.0	137.4	687.7
Febrero	4739.8	135.3	687.5
Marzo	5813.6	170.0	646.9
Abril	5827.1	173.8	586.8
Mayo	6433.1	197.1	540.6
Junio	6541.1	205.7	323.8
Julio	6847.3	219.0	274.2
Agosto	6407.1	203.1	272.4
Septiembre	5510.0	169.4	475.4
Octubre	5198.7	155.7	647.3
Noviembre	4413.2	127.0	554.1
Diciembre	4434.4	124.9	439.6

E\_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].

H(i)\_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].

SD\_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

La producción total prevista será de **67042.45 kWh / año**.

### **2.10.- CÁLCULOS MECÁNICOS**

No procede.

### **2.11.- CÁLCULO DEL AFORO DEL LOCAL**

No procede.

### **2.12.- CONCLUSIÓN**

En conclusión, el estudio técnico-económico realizado sobre la instalación eléctrica en baja tensión fotovoltaica para autoconsumo con compensación de excedentes en la cubierta de TechNova Solutions S.L. demuestra la viabilidad y beneficios de este tipo de sistema. La evaluación detallada del consumo de energía, la disponibilidad de la cubierta y la normativa vigente ha permitido diseñar una solución óptima que maximiza la producción de energía solar y asegura la eficiencia energética de la empresa.

La instalación propuesta incluye la implementación de paneles fotovoltaicos de alta eficiencia y sistemas de inversores adecuados que garantizan una conversión efectiva de la energía generada. Además, la instalación de sistemas de monitorización avanzada permite un control continuo del rendimiento, facilitando el mantenimiento y la operación a largo plazo.

Los cálculos de producción, realizados mediante el programa PVGIS, indican una producción anual estimada de 64,870.06 kWh, lo que representa un ahorro significativo en las facturas de electricidad y una contribución importante a la sostenibilidad ambiental al reducir la dependencia de fuentes de energía no renovables.

Al estudiar la viabilidad económica de la instalación, se concluye que el proyecto es recomendable. La relación costo-beneficio resulta favorable, considerando el ahorro en los costos de electricidad y la amortización de la inversión inicial a medio y largo plazo. La reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y la promoción de fuentes de energía renovable también aportan valor añadido a la empresa y a la comunidad.

Por último, se destaca la alineación del proyecto con las normativas locales y nacionales, asegurando el cumplimiento de los requisitos técnicos y legales necesarios para la legalización y operación del sistema de autoconsumo fotovoltaico. En resumen, la instalación de este sistema no solo es económicamente rentable sino también beneficiosa para el medio ambiente y para la autonomía energética de TechNova Solutions S.L.



# III. ESTUDIO ECONÓMICO

### 3.- ESTUDIO ECONÓMICO

#### 3.1.- DATOS ECONÓMICOS

El mercado eléctrico actual es muy volátil y difícil de adivinar qué pasará durante un periodo de tiempo tan largo (25 años). Para ello se prevé unos datos económicos de partida, como son coste de la instalación, coste del leasing, aportación del promotor, IPC para la energía, IPC para el precio de la energía compensada, seguros, mantenimiento, posible cambio de los inversores a mitad de ciclo, y un largo etc. Que se muestra en la siguiente tabla, donde las celdas amarillas son los supuestos, con el fin de determinar la viabilidad de la instalación si toda la energía se vendiese:

1	DATOS DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA	ENTRADA DE DATOS
1	Año de la compra.	2025
2	Potencia de la instalación (Wp instalados)	44.440
3	Precio unitario de la instalación (Euros/Wp)	0,98 €
4	Pagado por medios propios (Nota : Porcentaje de todo financiado - Poner al menos 0,0001)	20,00%
5	Comisión estudio y apertura credito.	1,00%
6	Gastos de constitución credito (fijos como escritura)	1.500,00
7	Si el credito es concedido el año anterior a la puesta en marcha 0, si es el año de la puesta en marcha 1	1
8	Años de carencia del credito.	-
9	Años de credito (Sólo considera uno de carencia si existe año 0)	10
10	Tipo de interes de salida (Suele ser Euribor 1 año + diferencial - Pronosticar una media a 25 años)	4,00%
11	Perdidas de producción estimadas (Nota : 1% resulta en 90% producción a 10 años y 80% en 20 años)	1,00%
12	Precio de la tarifa regulada (Aquel que se encuentre en vigor en cada momento en Euros / kWh)	0,050000
13	Gastos variables sobre producción (Porcentaje sobre ingresos que cubra gastos de mantenimiento, etc.)	5,00%
14	Años sin los gastos variables anteriores por encontrarse la instalación en periodo de garantía.	2
15	Alquiler de terrenos, seguro, IBI, mantenimiento y otros gastos fijos.	1.000 €
16	Gastos de representación según Real Decreto 413/2014 (máx. 5 euros/Mwh).	3,00 €
17	I.P.C. estimado como media de 25 años válido para ingresos.	0,50%
18	I.P.C. estimado como media de 25 años válido para gastos.	2,00%
19	Tasa de descuento (Tipo de productos a largo plazo como "Bonos del Estado" a un plazo similar a 25 años)	2,50%
20	Impuestos, I.R.P.F. Ó I.S. (Cifra que se considere que se va a pagar)	25,00%
21	Impuesto sobre el Valor de la Energía Eléctrica (IVPEE). Ley 15/2012	0,00%
22	Peaje de acceso a la red (€/MWh)	0,05
23	Años de amortización de la instalación.	5

1º La amortización se puede elegir de 5 a 25 años.

2º El crédito presenta una comisión de apertura en %.

3º El crédito presenta unos gastos de escritura fijos.

4º Existe un año cero o uno, según la contratación del crédito, si se contrata el año antes de la puesta en marcha poner 0, si se contrata el año de la puesta en marcha 1.

5º Existen años de carencia según el número que se exprese hasta un máximo de 5. En el caso que exista año 0 ese año no amortiza capital.

6º En la base imponible de impuestos, se deducen las bases negativas de años anteriores, así la desgravación será real, al no pagar impuestos mientras no se compensen las cuotas negativas.

7º La cuota líquida de impuestos, en los casos que sea negativa será 0, para no distorsionar los números de los resultados.



### 3.2.- DATOS ESPERADOS DE LA INVERSIÓN

2	DATOS ESPERADOS DE LA INVERSION		AUTOMATICO
1	Coste total de la instalación sin I.V.A.		43.551 €
2	I.V.A. de la instalación que pagaría el banco en caso de leasing.		5.575 €
3	I.V.A. de la instalación correspondiente al comprador por la parte de contado.		1.394 €
4	Coste total de la instalación (I.V.A. incluido).		50.519 €
5	Pagado por medios propios.	20,00%	8.710 €
6	Total a financiar.	80,00%	34.841 €
7	Cuota anual intereses más amortización.		4.296 €
8	Cuota mensual amortización incluida.		358 €
9	Intereses pagados durante la vida del crédito.		8.115 €
10	Gastos medios anuales.		2.191 €
11	Gastos medios mensuales.		183 €
13	Producción total prevista anual en kWh x año.		73.939
14	Ingresos por producción media anual antes de impuestos.		6.806 €
15	Ingresos por producción media mensual antes de impuestos.		567 €
16	Rentabilidad media sobre inversión total antes de impuestos.		6,60%
17	Rentabilidad media sobre inversión de medios propios antes de impuestos.		32,99%
18	Porcentaje que queda libre despues de pagar impuestos.		75,00%
19	Valor Actual Neto (V.A.N.).		26.595 €
20	Años de retorno de la inversión.		11
21	Tasa de descuento. (media ponderada)		3,70%
22	Tasa Interna de Retorno (T.I.R.).		15,30%

En este supuesto se espera que la empresa financie el 20% y el banco el 80%.

### 3.3.- GASTOS DE EXPLOTACIÓN

3	GASTOS DE EXPLOTACIÓN											TOTAL GASTOS €
	MOMENTO	AÑO	LEASING €	PRINCIPAL LEASING €	INTERESES €	GASTOS APERTURA CREDITO €	ESCRITURA CREDITO €	GASTOS VARIABLES S/PRODUCCION €	GASTOS VARIABLES €	GASTOS DE REPRESENTACION €	GASTOS DE PEAJE DE ACCESO ARED €	
	Unidad		€	€	€	€	€	€	€	€	€	€
1	2025	34.841	0	0	0	0	0	0	1.000	222	0,00	0
1	2026	34.841	2.902	1.394	348	1.500	0	1.000	1.020	220	3,70	4.468
2	2027	31.939	3.018	1.278			0	1.040	1.061	217	3,66	2.521
3	2028	28.921	3.139	1.157			343	1.082	1.104	215	3,62	2.761
4	2029	25.782	3.264	1.031			342	1.126	1.149	213	3,59	2.654
5	2030	22.518	3.395	901			342	1.104	1.172	211	3,55	2.542
6	2031	19.123	3.531	765			342	1.126	1.195	209	3,51	2.425
7	2032	15.592	3.672	624			342	1.149	1.219	206	3,48	2.304
8	2033	11.921	3.819	477			342	1.172	1.243	204	3,44	2.177
9	2034	8.102	3.972	324			341	1.195	1.268	202	3,40	2.045
10	2035	4.130	4.130	165			341	1.219	1.294	200	3,36	1.907
11	2036	0	0	0			341	1.243	1.319	197	3,33	1.763
12	2037	0	0	0			341	1.268	1.346	195	3,29	1.785
13	2038	0	0	0			340	1.294	1.373	193	3,25	1.807
14	2039	0	0	0			340	1.319	1.400	191	3,22	1.830
15	2040	0	0	0			340	1.346	1.428	189	3,18	1.853
16	2041	0	0	0			339	1.373	1.457	188	3,14	1.877
17	2042	0	0	0			339	1.400	1.486	186	3,11	1.902
18	2043	0	0	0			339	1.428	1.516	184	3,07	1.927
19	2044	0	0	0			338	1.457	1.546	182	3,03	1.952
20	2045	0	0	0			338	1.486	1.577	180	2,99	1.978
21	2046	0	0	0			338	1.516	1.608	177	2,96	2.004
22	2047	0	0	0			337	1.546	1.639	175	2,92	2.032
23	2048	0	0	0			337	1.577	1.670	173	2,88	2.059
24	2049	0	0	0			337	1.608	1.701	171	2,85	2.087
25	2050	0	0	0			336	1.639	1.732	169	2,81	2.116

### 3.4.- INGRESOS ESPERADOS

<b>INGRESOS PREVISTOS DE LA INSTALACION</b>										
4	MOMENTO	AÑO	PERDIDA ESTIMADA %	PERDIDA ACUMULADA %	PRODUCCION ESTIMADA Kwh.	IPC ENERGIA %	PRECIO kWh. €	AHORRO POR CONSUMO PROPIO	INGRESOS €	Unidad
0		2025					0,050000		0	
1		2026			73.939	0,50%	0,050250	3.147	6.862	
2		2027	1,00%	-1,00%	73.199	0,50%	0,050501	3.163	6.859	
3		2028	1,00%	-2,00%	72.460	0,50%	0,050754	3.178	6.856	
4		2029	1,00%	-3,00%	71.721	0,50%	0,051008	3.194	6.853	
5		2030	1,00%	-4,00%	70.981	0,50%	0,051263	3.210	6.849	
6		2031	1,00%	-5,00%	70.242	0,50%	0,051519	3.226	6.845	
7		2032	1,00%	-6,00%	69.502	0,50%	0,051776	3.242	6.841	
8		2033	1,00%	-7,00%	68.763	0,50%	0,052035	3.259	6.837	
9		2034	1,00%	-8,00%	68.024	0,50%	0,052296	3.275	6.832	
10		2035	1,00%	-9,00%	67.284	0,50%	0,052557	3.291	6.828	
11		2036	1,00%	-10,00%	66.545	0,50%	0,052820	3.308	6.823	
12		2037	1,00%	-11,00%	65.806	0,50%	0,053084	3.324	6.817	
13		2038	1,00%	-12,00%	65.066	0,50%	0,053349	3.341	6.812	
14		2039	1,00%	-13,00%	64.327	0,50%	0,053616	3.358	6.807	
15		2040	1,00%	-14,00%	63.587	0,50%	0,053884	3.374	6.801	
16		2041	1,00%	-15,00%	62.848	0,50%	0,054154	3.391	6.795	
17		2042	1,00%	-16,00%	62.109	0,50%	0,054424	3.408	6.788	
18		2043	1,00%	-17,00%	61.369	0,50%	0,054696	3.425	6.782	
19		2044	1,00%	-18,00%	60.630	0,50%	0,054970	3.442	6.775	
20		2045	1,00%	-19,00%	59.890	0,50%	0,055245	3.460	6.768	
21		2046	1,00%	-20,00%	59.151	0,50%	0,055521	3.477	6.761	
22		2047	1,00%	-21,00%	58.412	0,50%	0,055799	3.494	6.754	
23		2048	1,00%	-22,00%	57.672	0,50%	0,056078	3.512	6.746	
24		2049	1,00%	-23,00%	56.933	0,50%	0,056358	3.529	6.738	
25		2050	1,00%	-24,00%	56.194	0,50%	0,056640	3.547	6.730	
				<b>TOTALES</b>	<b>1.626.654</b>				<b>170.158</b>	



### 3.5.- CUENTA DE RESULTADOS

MOMENTO	AÑO	CUENTA DE RESULTADOS										RENTABILIDAD FINANCIERA
		AMORTIZACIÓN	GASTOS DE EXPLOTACIÓN	TOTAL GASTOS	TOTAL INGRESOS	BENEFICIO	BASE IMPONIBLE IMPUESTOS	RENTABILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	IMPUESTOS VALOR ENERGÍA	CUOTA LIQUIDA IMPUESTOS	BENEFICIO DESPUES DE IMPUESTOS	
Unidad		€	€	€	€	€	€	%	€	€	€	%
0	2025	-	-	-	-	-	-	0,00%	-	-	-	0,00%
1	2026	8.710	4.468	13.178	6.862	6.316	6.316	-14,50%	-	-	0	-72,51%
2	2027	8.710	2.521	11.231	6.859	4.372	10.687	-10,04%	-	-	6.316	-50,19%
3	2028	8.710	2.761	11.471	6.856	4.615	15.303	-10,60%	-	-	4.372	-52,99%
4	2029	8.710	2.654	11.364	6.853	4.512	19.814	-10,36%	-	-	4.615	-51,80%
5	2030	8.710	2.542	11.252	6.849	4.403	24.218	-10,11%	-	-	4.512	-50,55%
6	2031	-	2.425	2.425	6.845	4.420	19.798	10,15%	-	-	4.403	50,74%
7	2032	-	2.304	2.304	6.841	4.537	15.261	10,42%	-	-	4.420	52,09%
8	2033	-	2.177	2.177	6.837	4.660	10.601	10,70%	-	-	4.537	53,50%
9	2034	-	2.045	2.045	6.832	4.787	5.814	10,99%	-	-	4.660	54,96%
10	2035	-	1.907	1.907	6.828	4.921	893	11,30%	-	-	4.787	56,49%
11	2036	-	1.763	1.763	6.823	5.060	4.166	11,62%	0	1.042	4.921	58,09%
12	2037	-	1.785	1.785	6.817	5.033	5.033	11,56%	0	1.258	3.774	57,78%
13	2038	-	1.807	1.807	6.812	5.005	5.005	11,49%	0	1.251	3.754	57,46%
14	2039	-	1.830	1.830	6.807	4.976	4.976	11,43%	0	1.244	3.732	57,13%
15	2040	-	1.853	1.853	6.801	4.947	4.947	11,36%	0	1.237	3.710	56,80%
16	2041	-	1.877	1.877	6.795	4.917	4.917	11,29%	0	1.229	3.688	56,46%
17	2042	-	1.902	1.902	6.788	4.887	4.887	11,22%	0	1.222	3.665	56,10%
18	2043	-	1.927	1.927	6.782	4.855	4.855	11,15%	0	1.214	3.642	55,74%
19	2044	-	1.952	1.952	6.775	4.823	4.823	11,07%	0	1.206	3.617	55,37%
20	2045	-	1.978	1.978	6.768	4.790	4.790	11,00%	0	1.198	3.593	55,00%
21	2046	-	2.004	2.004	6.761	4.757	4.757	10,92%	0	1.189	3.567	54,61%
22	2047	-	2.032	2.032	6.754	4.722	4.722	10,84%	0	1.181	3.542	54,21%
23	2048	-	2.059	2.059	6.746	4.687	4.687	10,76%	0	1.172	3.515	53,81%
24	2049	-	2.087	2.087	6.738	4.650	4.650	10,68%	0	1.163	3.488	53,39%
25	2050	-	2.116	2.116	6.730	4.613	4.613	10,59%	0	1.153	3.460	52,97%
<b>TOTALES</b>		<b>43.551</b>	<b>54.777</b>	<b>98.328</b>	<b>170.158</b>	<b>71.830</b>		<b>6,60%</b>	<b>1</b>	<b>17.957</b>	<b>53.872</b>	<b>32,99%</b>

### 3.6.- TESORERÍA

6	TESORERIA											T.I.R. hasta el año 'x'
	MOMENTO	AÑO	PRICIPAL LEASING	INTERESES	GASTOS EXPLOTACION	IMPUESTOS	TOTAL SALIDAS	TOTAL ENTRADAS	CASH FLOW TESORERIA	CASH FLOW ACTUALIZADO	PAYBACK RETORNO INVERSION	
	Unidad	€	€	€	€	€	€	€	€	€	€	%
0	2025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.710
1	2026	2.902	1.394	3.074	-	7.369	6.862	507	489	-	9.199	63.87%
2	2027	3.018	1.278	1.243	-	5.939	6.859	1.320	1.228	-	7.972	-43.91%
3	2028	3.139	1.157	1.604	-	5.900	6.856	956	857	-	7.114	-30.15%
4	2029	3.264	1.031	1.623	-	5.918	6.853	934	808	-	6.306	-20.85%
5	2030	3.395	901	1.641	-	5.937	6.849	912	760	-	5.546	-14.38%
6	2031	3.531	765	1.661	-	5.956	6.845	889	715	-	4.831	-9.75%
7	2032	3.672	624	1.680	-	5.976	6.841	865	671	-	4.160	-6.34%
8	2033	3.819	477	1.700	-	5.996	6.837	841	629	-	3.531	-3.76%
9	2034	3.972	324	1.721	-	6.016	6.832	816	588	-	2.943	-1.78%
10	2035	4.130	165	1.742	-	6.037	6.828	790	550	-	2.393	4.18%
11	2036	-	-	1.763	1.042	2.805	6.823	4.018	2.694	301	2.742	7.25%
12	2037	-	-	1.785	1.258	3.043	6.817	3.774	2.441	2.742	5.082	9.27%
13	2038	-	-	1.807	1.251	3.059	6.812	3.754	2.341	2.742	7.327	10.71%
14	2039	-	-	1.830	1.244	3.074	6.807	3.732	2.244	2.742	9.478	11.77%
15	2040	-	-	1.853	1.237	3.090	6.801	3.710	2.152	2.062	11.540	12.58%
16	2041	-	-	1.877	1.229	3.107	6.795	3.688	2.062	1.976	13.517	13.20%
17	2042	-	-	1.902	1.222	3.123	6.788	3.665	1.976	1.894	15.410	13.69%
18	2043	-	-	1.927	1.214	3.140	6.782	3.642	1.894	1.814	17.224	14.09%
19	2044	-	-	1.952	1.206	3.158	6.775	3.617	1.814	1.737	18.961	14.40%
20	2045	-	-	1.978	1.198	3.175	6.768	3.593	1.737	1.663	20.625	14.66%
21	2046	-	-	2.004	1.189	3.194	6.761	3.567	1.663	1.592	22.217	14.87%
22	2047	-	-	2.032	1.181	3.212	6.754	3.542	1.592	1.524	23.741	15.04%
23	2048	-	-	2.059	1.172	3.231	6.746	3.515	1.524	1.458	25.200	15.18%
24	2049	-	-	2.087	1.163	3.250	6.738	3.488	1.458	1.395	26.595	15.30%
25	2050	-	-	2.116	1.153	3.270	6.730	3.460	1.395	26.595	26.595 €	15.30%
TOTALES		34.841	8.115	46.662	17.957	107.575	170.158	53.872	26.595			11
								V.A.N.				
								T.I.R. (a 25 años)				
								RETORNO (En años)				

Donde se puede apreciar que la Tasa de retorno serían unos 11 años. Es evidente que esto es muy variable y dependerá de la empresa que capital aporta, a qué interés, años de carencia que consiga, precio de seguros y mantenimiento, etc. No obstante, los números son bastante aproximados a la realidad actual.

### 3.7.- AJUSTES AL PRESENTE CASO

El precio de venta es menor que el precio que la empresa está pagando en horarios punta y valle. Ello nos lleva a concluir que la instalación se amortizará antes y la empresa cada día ahorrará más hasta que se amortice.

Así pues, si toda la producción se pagase como la media del precio de los periodos de punta y llano, que son los más caros y los que coinciden con la producción solar (cabe indicar que no se tienen en cuenta los fines de semana, festivos y vacaciones), se tendría la siguiente tabla:

TOTAL GASTOS	TOTAL INGRESOS	BENEFICIO
€	€	€
15.237	-	- 15.237
27.679	18.004	- 9.675
25.765	17.944	- 7.820
26.565	17.884	- 8.681
26.464	17.823	- 8.641
26.358	17.760	- 8.598
18.151	17.697	- 455
18.036	17.632	- 404
17.917	17.566	- 351
17.792	17.500	- 293
17.662	17.432	- 231
17.527	17.363	- 164
17.546	17.293	- 253
17.565	17.221	- 343
17.584	17.149	- 435
17.604	17.075	- 529
17.625	17.001	- 624
17.645	16.925	- 721
17.667	16.848	- 819
17.689	16.769	- 919
17.711	16.690	- 1.021
17.734	16.609	- 1.125
17.757	16.527	- 1.230
17.781	16.444	- 1.337
17.805	16.360	- 1.446
17.830	16.274	- 1.557
<b>502.696</b>	<b>429.787</b>	<b>- 72.909</b>

Donde se puede apreciar que la empresa durante 25 años debería haber pagado por gastos energéticos y planta fotovoltaica 502.696 euros, pero ha ingresado 429.787, con lo que solo ha pagado 72.909.

Esto podría ser indicativo de que se podría ampliar la planta, o esperar unos pocos años a verificar los cálculos con datos reales.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Estudio técnico económico de la instalación eléctrica en BT fotovoltaica  
para autoconsumo con compensación de excedentes sobre cubierta.

# IV. PLIEGO DE CONDICIONES

## 4.- PLIEGO DE CONDICIONES

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto cumplimentar lo ya prescrito en la Memoria precedente, señalar los criterios que se han tenido en cuenta al redactar el Proyecto y la ejecución de la instalación eléctrica.

### 4.1.- CONDICIONES PREVIAS AL INICIO DE LAS OBRAS

La redacción por parte del Ingeniero Técnico Industrial, autor del presente proyecto, no implica que la obligación asumida formalmente de llevar a cabo la dirección técnica, se produzca de forma automática, o sea, que para que la ejecución material del trabajo se verifique bajo la supervisión y dirección efectiva del técnico autor del proyecto es necesario que se cumplan por parte del promotor los siguientes requisitos:

- a) Que el promotor notifique por escrito al técnico autor del proyecto que ha obtenido la correspondiente licencia administrativa que ampara la licitud del inicio de las obras proyectadas.
- b) Que el promotor notifique por escrito al técnico la fecha de inicio de las obras
- c) Que se levante la correspondiente acta de inicio firmada por el promotor y el técnico que asume la efectiva dirección de las obras.

En caso de no cumplirse los requisitos antes indicados, el técnico autor del presente proyecto declina cualquier tipo de responsabilidad administrativa, urbanística, civil o penal que se pueda derivar como consecuencia del inicio o ejecución de las obras sin su conocimiento e intervención efectiva.

### 4.2.- CONDICIONES DE LOS MATERIALES.

Todos los materiales serán de primera calidad, de marcas conocidas en el mercado nacional, de tipos y modelos homologados y que cumplan lo establecido en las Normas UNE y IEC. Todo material eléctrico dispondrá del marcado CE.

#### 4.2.1.- Conductores

Todos los conductores de la instalación interior serán de cobre con aislamiento PRC-PVC (RV), o (VV), de tensión aislante 0,6/1 KV, también podrán ser utilizados conductores con aislamiento 750 V., del tipo D/C, en cada caso se especificará suficientemente en la memoria correspondiente. Los colores a utilizar serán negro, marrón y gris para las fases activas, azul para el conductor neutro y verde-amarillo para el conductor de protección, pudiéndose utilizar el color azul para fase cuando no exista neutro.

#### 4.2.2.- Tubos

Los tubos para canalizaciones de conductores, serán aislantes en material plástico incombustible y no propagador de llamas, de tipos y marcas homologados. En instalación empotrada, se utilizarán tubos flexibles corrugados grado de protección 5, y en instalaciones de superficie tubos rígidos, normalmente curvables en caliente, PVC del tipo Resard o similar calidad.

En instalación estanca los tubos aislantes rígidos normalmente curvables en caliente (PVC), o acero, en cuartos de instalaciones como sala de calderas, cuartos de agua etc., con uniones roscadas. Los tubos que se monten por falsos techos serán de tipo flexible grado de protección 7, anclado al techo con grapa de plástico o yeso.



#### **4.2.3.- Cajas**

Las cajas de derivación serán adecuadas a los tubos empleados tanto en dimensiones, como en material y tipo de instalación (empotrada o superficie), las cajas vistas se abrirán mediante garras. En instalaciones estancas, las uniones con los tubos serán roscadas con prensaestopas o mecanismos adecuados.

En el interior de las cajas para la conexión de los conductores, se dispondrán fichas o bornes de conexión conformes al número de conductores y sección de los mismos.

Todos los empalmes y derivaciones se realizarán en cajas destinadas a tal efecto. Las dimensiones de las cajas serán tales que permitan el holgado alojamiento de los conductores, fichas y conexiones. En todo caso nunca serán inferiores a la denominación comercial de 100 x 100.

En cualquier caso, las tapas irán provistas de garras para su fácil manipulación.

#### **4.2.4.- Interruptores, bases de enchufe y cortacircuitos fusibles.**

Los interruptores para alumbrado serán al menos de 10 a 250 V, e irán protegidos con sus correspondientes cortacircuitos fusibles.

Los interruptores para fuerza serán de intensidad adecuada a sus receptores, pero como mínimo de 16 A/300 V, e irán protegidos con cortacircuitos fusibles.

Las bases de enchufe para alumbrado serán de 10 A 250 V con protección a tierra. Las bases de enchufe para fuerza serán al menos de 16 A 400 V, con protección de tierra. Las bases de enchufe previstas para ordenador irán convenientemente rotuladas para distinguirlas del resto.

Todos los mecanismos de interruptores, enchufes y cortacircuitos serán de material aislante, incombustible y no propagadores de las llamas.

Todos los interruptores serán de corte unipolar debiendo resistir 10.000 maniobras de apertura y cierre con su carga nominal y a la tensión de trabajo, sin presentar desgaste excesivo o avería.

En fuerza las secciones e interruptores o enchufes, serán adecuadas a la potencia de los receptores correspondientes, pero como mínimo, tendrán 1,5 mm<sup>2</sup> en cobre.

Todas las bases irán empotradas en cajas previstas al efecto y adecuadas al mecanismo que alojan.

#### **4.2.5.- Puesta a tierra de la instalación**

Por toda la instalación y junto con los conductores activos, se llevarán un conductor de tierra de iguales características de aislamiento y tensión nominal que aquellos, pero con color de identificación amarillo-verde. Se conectarán a tierra todos los enchufes, aparatos de alumbrado y partes metálicas de la instalación no sometidas a tensión (cuadros de maniobra, masas de receptores etc.).

Las secciones del conductor de tierra, en líneas generales y derivaciones, se indican en los correspondientes planos y corresponden a las normas que se especifican en el punto TOMA DE TIERRA.

Se realizarán las siguientes instalaciones:

- Ud. instalación de toma de tierra mediante picas o placas para la instalación general del edificio garantizando una resistencia inferior a 7 ohmios.

- Ud. instalación de toma de tierra idem, a la anterior para uso único y exclusivo de grupo electrógeno garantizando una resistencia inferior a 7 ohmios.

Todos los elementos metálicos estarán conectados a la red general de toma de tierra del edificio.

#### **4.2.6.- Interruptores de control de potencia y protección diferencial.**

Los interruptores de control de potencia serán del tipo magneto térmico, con CURVA de retardo de corte unipolar, de los calibres adecuados a las potencias a contratar y que se expresen en la memoria y planos.

Los interruptores diferenciales, serán de corte unipolar, de alta sensibilidad (30 mA), para alumbrado y circuitos de fuerza accesibles al público de sensibilidad media (300 mA), para el resto.

Tanto los interruptores magnetotérmicos como los diferenciales serán de marcas y tipos homologados por el Ministerio de Industria y Energía y por la Compañía Suministradora de energía.

#### **4.2.7.- Cuadros de montaje.**

Los interruptores de control de potencia y diferenciales de circuitos secundarios, se alojarán en armarios destinados a tal fin, de dimensiones suficientes para alojar los mecanismos indicados en los esquemas unifilares, dejando previstos una fila libre para alojar futuras ampliaciones, siendo el cableado mediante conductor instalado en canal de PVC.

El cuadro general con cerradura con llave, siendo su cableado mediante pletina de cobre y uniones a los ICP mediante terminales.

Todos los cuadros dispondrán de letreros de indicación de circuitos, los cuales serán de tipo serigrafiado, y pegado al armario con material consistente.

### **4.3.- NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

La instalación será realizada por personal competente, utilizando los medios técnicos actuales para este tipo de trabajo, procurando la mejor ejecución, en cuanto a calidad y estética se refieren.

Los diámetros de los tubos y radios de sus curvas, así como la situación de las cajas, serán tales que permitirán introducir y retirar fácilmente los conductores sin perjudicar su aislamiento, no permitiendo la colocación de los tubos con los conductores ya introducidos, el hilo o cable guía para pasar los conductores, se introducirá cuando los tubos y cajas estén ya colocados.

El pelado de los conductores se hará de forma que no se dañe la superficie de estos.

Los empalmes y conexiones de conductores se realizarán cuidadosamente y con buena unión mecánica, para evitar que la elevación de la temperatura en los mismos no sea superior a la que se pueda originar en los conductores cuando estén en servicio.

Se procurará repartir la carga entre las distintas fases y circuitos, de forma que no se originen desequilibrios en la red. Los receptores que se instalen, deberán presentar un factor de potencia superior a 0,85 en funcionamiento nominal para evitar sobredimensionamientos y calentamientos en la instalación.

Se evitará en los posibles, todo cruce de conducciones con cañerías de agua, gas, vapor, teléfono etc.

Si fuese necesario efectuar alguno de estos cruces, se dispondrá un aislamiento supletorio. Esta absolutamente prohibido utilizar cañerías de agua como neutro o tierra de la instalación.

Los conductores y enchufes, no deberán producir arcos eléctricos en conexión o desconexión. Los corta circuitos fusibles serán tales que, permitan sustituir los cartuchos sin riesgo alguno y estos deberán proyectar material al fundirse.

Todos los c.c. estarán perfectamente localizados y accesibles, y nunca en el interior de cajas de derivación o bajo elementos decorativos.

En la ejecución de la toma de tierra, se evitará codos o aristas pronunciadas, debiendo ser los cambios de dirección de conductores, lo menos bruscos posibles.

#### **4.4.- PRUEBAS REGLAMENTARIAS**

El director técnico de la instalación, podrá establecer cuantas pruebas y ensayos crea convenientes con los materiales utilizados, al objeto de comprobar su calidad, debiendo ser sustituidos los que a su juicio no reúnan las condiciones del proyecto, por mala calidad de los materiales o de ejecución de la instalación.

A la finalización de la instalación, se procurará a las siguientes comprobaciones:

##### **4.4.1.- Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica**

La instalación presentará una resistencia de aislamiento por lo menos igual a  $1.000 \times U$  ohmios., siendo U la tensión máxima de servicio, expresada en voltios, con un mínimo de 250.000 ohmios, esto se refiere a una instalación de la que el conjunto de canalizaciones y para cualquier número de conductores, no exceda de 1.000 m.

En el caso de superar esta longitud, si es posible se irá seccionando por desconexión a retirar de fusibles, en módulos de 100 m o fracción. Cuando no sea posible el fraccionamiento de la instalación, se admite que el valor de la resistencia de aislamiento de toda la instalación sea, con relación al mínimo que le corresponda, inversamente proporcional a la longitud total de las canalizaciones.

El aislamiento se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador, que proporcione un vacío, una tensión comprendida entre 500 y 1.000 V y como mínimo 250 V, con una carga externa de 100.000 ohmios.

Durante la medida, los conductores, incluyendo el neutro, estarán aislados de tierra, así como la red de suministro de energía. Si las masas de los receptores están unidas al neutro, se suprimirán estas conexiones durante la medida, restableciéndose una vez terminada esta.

La medida de aislamiento con relación a tierra, se efectuará uniendo a esta el polo positivo del generador y dejando, en principio, todos los aparatos de utilización conectados, asegurándose que no existe falta de continuidad eléctrica en la parte de la instalación que se verifica, los aparatos de interrupción, se pondrán en posición de cerrado y los cortacircuitos instalados como un servicio normal.

Todos los conductores se conectarán entre sí, incluyendo el neutro, en el origen de la instalación y a este punto se conectará el polo negativo del generador.

Cuando la resistencia de aislamiento obtenida, resultará inferior al valor mínimo que le corresponda, se admitirá que la instalación es, no obstante, correcta, si se cumplen las siguientes condiciones:

- Cada aparato de utilización, presentará una resistencia de aislamiento por lo menos igual al valor señalado por la Norma UNE que le concierne o en su defecto 0,5 Ohmios.
- Desconectados los aparatos de utilización, la instalación presenta la resistencia que le corresponde. La medida de aislamiento entre conductores se efectuará después de haber desconectado todos los aparatos de utilización, quedando los interruptores y cortacircuitos en la misma posición que la señalada anteriormente para la medida de aislamiento con relación a tierra.

Las medidas de aislamiento se efectuarán sucesivamente entre los conductores tomados dos a dos, comprendiendo el conductor neutro.

Por lo que respecta a la rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal que, desconectados los aparatos de utilización, resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2 U + 1.000$  V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V. Este ensayo se

realizará para cada uno de los conductores, incluyendo el neutro, con relación a tierra y entre conductores. Durante este ensayo los aparatos de interrupción se pondrán en la posición de cerrado y los cortacircuitos instalados como en servicio normal.

Este ensayo no se realizará en instalaciones correspondientes a locales que presenten riesgo de incendio o explosión.

#### **4.5.- UNIDADES NO ESPECIFICADAS**

En todo lo no especificado en la Memoria o Pliego de Condiciones, se estará de acuerdo a lo que se especifica a juicio del Director Técnico de la Instalación.

#### **4.6.- CONCLUSIÓN**

Con la descripción de la instalación eléctrica expuesta y los planos que se acompañan esperamos haber dado una idea exacta de la misma, y obtener las oportunas autorizaciones de la Administración.



# V. PRESUPUESTO



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Estudio técnico económico de la instalación eléctrica en BT fotovoltaica  
para autoconsumo con compensación de excedentes sobre cubierta.

## 5.- PRESUPUESTO

V Presupuesto: Cuadro de mano de obra

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 44 KW

Proyecto: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 44 KW  
Promotor:  
Situación:

V Presupuesto: Cuadro de mano de obra

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad (Horas)	Total (Euros)
1	Especialista electricidad.	17,100	0,150 h	2,57
2	Oficial 1a electricista	19,280	150,653 h	2.909,65
3	Oficial 1a instalador de captadores solares.	20,480	17,600 h	360,80
4	Ayudante electricista	16,370	210,453 h	3.439,87
5	Ayudante instalador de captadores solares.	18,880	17,600 h	332,64
6	Ayudante electricista.	16,370	3,200 h	52,38
			<b>Importe total:</b>	<b>7.097,91</b>



V Presupuesto: Cuadro de materiales

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 44 KW

Proyecto: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 44 KW  
 Promotor:  
 Situación:

## V Cuadro de materiales

1	Electrodo de pica de acero de 1.5 m de longitud y 18.3 mm de diámetro, con recubrimiento cobre de espesor medio de 300 micras, según UNE 21056.	21,070	1,000 u	21,07
2	Armario monobloc de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de 500x600x230 mm, color gris RAL 7035, con grados de protección IP66 e IK10.	94,000	1,000 Ud	94,00
3	Envolvente para cuadro general de protección, equipada con bornes de conexión, formada por una envolvente aislando, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica a UNEEN 60439-3, con grados de protección IP43 segundos UNE 20324 e iK08 segundos UNE-EN 50102.	555,530	1,000 Ud	555,53
4	Interruptor diferencial tetrapolar (4P), intensidad nominal 160. <sup>a</sup> , sensibilidad 300mA, montado sobre carril DIN, con conexión mediante bornes de caja para cables de cobre	310,290	1,000 Ud	310,29
5	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 6 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4.	1,570	8,000 m	12,56
6	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4.	25,690	30,000 m	770,70

- 7 Cable de 4mm<sup>2</sup> ZZ-F/H1Z2Z2-K o similar, esta diseñado expresamente para instalaciones solares fotovoltaicas, especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, y desde los paneles al inversor de corriente continua a alterna. Gracias al diseño de sus materiales, puede ser instalado a la intemperie en plenas garantías y cuenta con las certificaciones TÜV, CE, ROHS y EN.

Características térmicas:

Temp. máxima del conductor: 120°C.

Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).

Temp. mínima de servicio: -40°C

Características frente al fuego

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.

Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754

Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034.

Transmitancia luminosa > 60%.

Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2

Vida útil

Vida útil 30 años: Según UNE-EN 60216-2

Condiciones de instalación

Al aire/Enterrado.

Características mecánicas

Radio de curvatura: 3 x diámetro exterior.

Resistencia a los impactos: AG2 Medio.

Incluye: Tendido del cable. Conexionado.

Comprobación del funcionamiento correcto.

Criterio de medida de proyecto: Longitud mesurada según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según las especificaciones de Proyecto.

1,390

682,500 m

949,00

8	<p>Cable de 4mm<sup>2</sup> ZZ-F/H1Z2Z2-K o similar, esta diseñado expresamente para instalaciones solares fotovoltaicas, especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, y desde los paneles al inversor de corriente continua a alterna. Gracias al diseño de sus materiales, puede ser instalado a la intemperie en plenas garantías y cuenta con las certificaciones TÜV, CE, ROHS y EN.</p> <p>Características térmicas:          Temp. máxima del conductor: 120°C.          Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).          Temp. mínima de servicio: -40°C</p> <p>Características frente al fuego          No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.          Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754          Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034.          Transmitancia luminosa &gt; 60%.          Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2</p> <p>Vida útil          Vida útil 30 años: Según UNE-EN 60216-2</p> <p>Condiciones de instalación          Al aire/Enterrado.</p> <p>Características mecánicas          Radio de curvatura: 3 x diámetro exterior.          Resistencia a los impactos: AG2 Medio.          Incluye: Tendido del cable. Conexionado.          Comprobación del funcionamiento correcto.          Criterio de medida de proyecto: Longitud mesurada según documentación gráfica de Proyecto.          Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según las especificaciones de Proyecto.</p>	1,210	682,500 m	825,50
9	<p>Interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 6 kA, curva C, bipolar (2P), intensidad nominal 63 A, MUN263A "HAGER", montaje sobre carril DIN, según UNE-EN 60898-1.</p>	144,120	1,000 Ud	144,12
10	<p>Interruptor automático magnetotérmico, poder de corte 6 kA, curva C, bipolar (2P), intensidad nominal 32 A, MUN232A "HAGER", montaje sobre carril DIN, según UNE-EN 60898-1.</p>	58,430	2,000 Ud	116,86

Proyecto: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 44 KW  
 Promotor:  
 Situación:

## V Cuadro de materiales

11	<p>Inversor trifásico SMA SUNNY TRIPOWER 20000TL o similar, potencia máxima de entrada 36 kW, voltaje de entrada máximo 1000 Vcc, rango de voltaje d'entrada de 320 a 800 Vcc, potencia nominal de salida 20 kW, potencia máxima de salida 20 kVA, eficiencia máxima 98,4%, dimensiones 661x682x264 mm, peso 61 kg, indicador del estado de funcionamiento con led, comunicación vía Wi-Fi para control remoto desde un smartphone, tableta o PC, dos puertos Ethernet, y protocolo de comunicación Modbus. Incluso accesorios necesarios para la correcta instalación.          Incluye: Montaje, fijación y nivelación. Conexionado y comprobación del funcionamiento correcto.          Criterio de medición del proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.          Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según las especificaciones de Proyecto.</p>	2.400,000	2,000 Ud	4.800,00
12	<p>Interruptor diferencial instantáneo, clase AC, tetrapolar (3P+N), intensidad nominal 40 A, sensibilidad 300 mA, 5SM3644-0 "SIEMENS", montaje sobre carril DIN, según UNE-EN 61008-1.</p>	300,550	2,000 Ud	601,10
13	<p>Modulo solar fotovoltaico TRINA SOLAR Vertex TMS-505-DE18M o similar de celulas de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 505 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 43,0 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 11,75 A, tensión en circuito abierto (Voc) 51,9 V, intensidad de cortocircuito 12,35 A, eficiencia 21,2%, 150 células de 6 x 11 x 2 mm, vidrio templado bajo en hierro de 3,2 mm de espesura, temperatura de trabajo -40 °C hasta 85 °C, dimensiones 2187x1102x35 mm, resistencia a la carga del viento 245 kg/ m², resistencia a la carga de la nieve 551 kg/m², peso 26.5 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexión eléctrico.          Criterio de valoración económica: El precio no incluye lo estructura apoyo.          Incluye: Colocación y fijación. Conexionado y comprobación del funcionamiento correcto.          Criterio de medición del proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.          Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según las especificaciones de Proyecto</p>	156,970	88,000 Ud	13.813,36
14	<p>Soporte coplanar sunfer 01.1V o similar, para anclaje a correas metálicas. Tornillo autotaladrante, sin necesidad de pretaladro. Válido para atornillar a correas metálicas. La fijación incluye junta de estanqueidad. Disposición de los módulos: Vertical. Válido para espesores de módulos de 28 hasta 40 mm. Kits disponible de 1 a 6 módulos. En nuestro caso, se instalarán 8 estructuras de 5 paneles y 8 estructuras de 6 paneles.</p>	125,000	16,000 Ud	2.000,00
15	<p>Conductor de cobre desnudo, de 25 mm².</p>	1,300	150,000 m	195,00

Proyecto: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 44 KW  
Promotor:  
Situación:

## V Cuadro de materiales

16	Bandeja perforada de PVC, color gris RAL 7035, de 60x300 mm, resistencia al impacto 20 julios, propiedades eléctricas: aislando, no propagador de la llama, estable ante los rayos UV y con buen comportamiento a la intemperie y ante la acción de los agentes químicos, según UNE-EN 61537, suministrada en tramos de 3 m de longitud, para apoyo y conducción de cables eléctricos.	15,000	157,500 m	2.362,50
17	Tapa de PVC, color gris RAL 7035, de 60x300 mm, suministrada en tramos de 3 m de longitud, para colocar a presión.	16,530	150,000 m	2.479,50
18	Pieza d' unión entre tramos de bandeja, de PVC, color gris RAL 7035, de 60 mm d' levantada, incluso caracoles con rosca de PVC.	3,630	150,000 Ud	544,50
19	Apoyo horizontal, de PVC, color gris RAL 7035, incluso caracoles con rosca de PVC.	12,690	150,000 Ud	1.903,50
20	Fusible cilindrico cerámico de calibre 16A, trifásico y de poder de corte 20kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento	0,720	8,000 Ud	5,76
21	Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.	1,150	15,000 Ud	18,00
			Importe total:	32.522,85

V Presupuesto: Cuadro de precios nº 1

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 44 KW

Proyecto: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 44 KW  
 Promotor:  
 Situación:

V Presupuesto: Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
	<b>1 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA</b>		
	<b>1.1 PANELES FOTOVOLTAICOS</b>		
1.1.1	Ud Modulo solar fotovoltaico	173,19 €	CIENTO SETENTA Y TRES EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS
	<b>1.2 INVERSOR</b>		
1.2.1	Ud Inversor fotovoltaico	2.528,93 €	DOS MIL QUINIENTOS VEINTIOCHO EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS
	<b>1.3 ESTRUCTURA</b>		
1.3.1	Ud Estructura panel	168,78 €	CIENTO SESENTA Y OCHO EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS
	<b>1.4 LINEAS</b>		
1.4.1	m Cable 4mm2 PV Rojo ZZ-F / H1Z2Z2-K o similar	4,81 €	CUATRO EUROS CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS
1.4.2	m Cable 4mm2 PV Negro ZZ-F / H1Z2Z2-K o similar	4,61 €	CUATRO EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS
1.4.3	m Cable eléctrico de 0,6/1 kV de tensión nominal.	3,14 €	TRES EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS
1.4.4	m Cable eléctrico de 0,6/1 kV de tensión nominal.	31,30 €	TREINTA Y UN EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS
	<b>1.5 CANALIZACIÓN</b>		
1.5.1	m Bandeja para apoyo y conducción de cables eléctricos.	59,56 €	CINCuenta Y NUEVE EUROS CON CINCuenta Y SEIS CÉNTIMOS
	<b>1.6 CUADRO PROTECCIONES</b>		
1.6.1	Ud Cuadro de Protecciones	1.941,23 €	MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y UN EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS
1.6.2	Ud Armario de conexiones	107,48 €	CIENTO SIETE EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS
1.6.3	u Piqueta PT ø18.3mm lg 1.5m	24,83 €	VEINTICUATRO EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS
1.6.4	m Conductor de tierra.	3,52 €	TRES EUROS CON CINCuenta Y DOS CÉNTIMOS
	<b>1.7 LEGALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN</b>		
1.7.1	u Legalización de la instalación	2.000,00 €	DOS MIL EUROS



Proyecto: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 44 KW  
Promotor:  
Situación:

V Presupuesto: Cuadro de precios nº 1

---

V Presupuesto: Cuadro de precios nº 2

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 44 KW

Proyecto: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 44 KW  
 Promotor:  
 Situación:

V Presupuesto: Cuadro de precios nº 2

1	EIEP.1ab	u	Piqueta PT ø18.3mm lg 1.5m	
			Mano de obra	2,57 €
			Materiales	21,07 €
			Medios auxiliares	0,47 €
			3 % Costes indirectos	0,72 €
			Total por u.....:	24,83 €
			Son VEINTICUATRO EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS por u	
2	IEC020	Ud	Cuadro de Protecciones	
			Mano de obra	114,08 €
			Materiales	1.733,66 €
			Medios auxiliares	36,95 €
			3 % Costes indirectos	56,54 €
			Total por Ud.....:	1.941,23 €
			Son MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y UN EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS por Ud	
3	IEF001	Ud	Modulo solar fotovoltaico	
			Mano de obra	7,88 €
			Materiales	156,97 €
			Medios auxiliares	3,30 €
			3 % Costes indirectos	5,04 €
			Total por Ud.....:	173,19 €
			Son CIENTO SETENTA Y TRES EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS por Ud	
4	IEF001b	Ud	Estructura panel	
			Mano de obra	35,65 €
			Materiales	125,00 €
			Medios auxiliares	3,21 €
			3 % Costes indirectos	4,92 €
			Total por Ud.....:	168,78 €
			Son CIENTO SESENTA Y OCHO EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS por Ud	
5	IEF020	Ud	Inversor fotovoltaico	
			Mano de obra	7,13 €
			Materiales	2.400,00 €
			Medios auxiliares	48,14 €
			3 % Costes indirectos	73,66 €
			Total por Ud.....:	2.528,93 €
			Son DOS MIL QUINIENTOS VEINTIOCHO EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS por Ud	
6	IEF050	Ud	Armario de conexiones	
			Mano de obra	8,30 €
			Materiales	94,00 €
			Medios auxiliares	2,05 €
			3 % Costes indirectos	3,13 €
			Total por Ud.....:	107,48 €
			Son CIENTO SIETE EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS por Ud	

Proyecto: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 44 KW  
 Promotor:  
 Situación:

V Presupuesto: Cuadro de precios nº 2

7	IEH012	m	Cable 4mm2 PV Rojo ZZ-F / H1Z2Z2-K o similar	
			Mano de obra	3,12 €
			Materiales	1,46 €
			Medios auxiliares	0,09 €
			3 % Costes indirectos	0,14 €
			Total por m.....:	4,81 €
			Son CUATRO EUROS CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS por m	
8	IEH012b	m	Cable 4mm2 PV Negro ZZ-F / H1Z2Z2-K o similar	
			Mano de obra	3,12 €
			Materiales	1,27 €
			Medios auxiliares	0,09 €
			3 % Costes indirectos	0,13 €
			Total por m.....:	4,61 €
			Son CUATRO EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS por m	
9	IEH012c	m	Cable eléctrico de 0,6/1 kV de tensión nominal.	
			Mano de obra	1,42 €
			Materiales	1,57 €
			Medios auxiliares	0,06 €
			3 % Costes indirectos	0,09 €
			Total por m.....:	3,14 €
			Son TRES EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS por m	
10	IEH012d	m	Cable eléctrico de 0,6/1 kV de tensión nominal.	
			Mano de obra	4,10 €
			Materiales	25,69 €
			Medios auxiliares	0,60 €
			3 % Costes indirectos	0,91 €
			Total por m.....:	31,30 €
			Son TREINTA Y UN EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS por m	
11	IEO040	m	Bandeja para apoyo y conducción de cables eléctricos.	
			Mano de obra	8,10 €
			Materiales	48,60 €
			Medios auxiliares	1,13 €
			3 % Costes indirectos	1,73 €
			Total por m.....:	59,56 €
			Son CINCUENTA Y NUEVE EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS por m	
12	IEP025	m	Conductor de tierra.	
			Mano de obra	1,93 €
			Materiales	1,42 €
			Medios auxiliares	0,07 €
			3 % Costes indirectos	0,10 €
			Total por m.....:	3,52 €
			Son TRES EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS por m	

Proyecto: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 44 KW  
Promotor:  
Situación:

V Presupuesto: Cuadro de precios nº 2

---

13	LEGALIZAC102	u	Legalización de la instalación		
			Sin descomposición		1.941,75 €
			3 % Costes indirectos		58,25 €
				Total por u.....:	2.000,00 €
			Son DOS MIL EUROS por u		

D.

## IV - V Mediciones y Presupuesto

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 44 KW

Proyecto: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 44 KW  
Promotor:  
Situación:

## IV - V Mediciones y Presupuesto

### Capítulo nº 1 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

#### 1.1.- PANELES FOTOVOLTAICOS

1.1.1	IEF001	Ud Modulo solar fotovoltaico TRINA SOLAR Vertex TMS-505-DE18M o similar de celulas de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 505 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 43,0 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 11,75 A, tensión en circuito abierto (Voc ) 51,9 V, intensidad de cortocircuito 12,35 A, eficiencia 21,2%, 150 células de 6 x 11 x 2 mm, vidrio templado bajo en hierro de 3,2 mm de espesura, temperatura de trabajo -40 °C hasta 85 °C, dimensiones 2187x1102x35 mm, resistencia a la carga del viento 245 kg/ m <sup>2</sup> , resistencia a la carga de la nieve 551 kg/m <sup>2</sup> , peso 26.5 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexión eléctrico. Criterio de valoración económica: El precio no incluye lo estructura apoyo. Incluye: Colocación y fijación. Conexionado y comprobación del funcionamiento correcto. Criterio de medición del proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según las especificaciones de Proyecto			
-------	--------	---	--	--	--

**Total Ud :** **88,000** **173,19 €** **15.240,72 €**

#### 1.2.- INVERSOR

1.2.1	IEF020	Ud Inversor trifásico SMA SUNNY TRIPOWER 20000TL o similar, potencia máxima de entrada 36 kW, voltaje de entrada máximo 1000 Vcc, rango de voltaje d'entrada de 320 a 800 Vcc, potencia nominal de salida 20 kW, potencia máxima de salida 20 kVA, eficiencia máxima 98,4%, dimensiones 661x682x264 mm, peso 61 kg, indicador del estado de funcionamiento con led, comunicación vía Wi-Fi para control remoto desde un smartphone, tableta o PC, dos puertos Ethernet, y protocolo de comunicación Modbus. Incluso accesorios necesarios para la correcta instalación. Incluye: Montaje, fijación y nivelación. Conexionado y comprobación del funcionamiento correcto. Criterio de medición del proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según las especificaciones de Proyecto.			
-------	--------	--	--	--	--

**Total Ud :** **2,000** **2.528,93 €** **5.057,86 €**

#### 1.3.- ESTRUCTURA

1.3.1	IEF001b	Ud Soporte coplanar sunfer 01.1V o similar, para anclaje a correas metálicas. Tornillo autotaladrante, sin necesidad de pretaladro. Válido para atornillar a correas metálicas. La fijación incluye junta de estanqueidad. Disposición de los módulos: Vertical. Válido para espesores de módulos de 28 hasta 40 mm. Kits disponible de 1 a 6 módulos. En nuestro caso, se instalarán 20 estructuras de 4 paneles y dos estructuras de tres paneles.			
-------	---------	--	--	--	--

**Total Ud :** **16,000** **168,78 €** **2.700,48 €**

#### 1.4.- LINEAS

Proyecto: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 44 KW  
Promotor:  
Situación:

## Capítulo nº 1 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
1.4.1	IEH012	M	Cable de 4mm2 ZZ-F/H1Z2Z2-K o similar, esta diseñado expresamente para instalaciones solares fotovoltaicas, especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, y desde los paneles al inversor de corriente continua a alterna. Gracias al diseño de sus materiales, puede ser instalado a la intemperie en plenas garantías y cuenta con las certificaciones TÜV, CE, ROHS y EN.  Características térmicas: Temp. máxima del conductor: 120°C. Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s). Temp. mínima de servicio: -40°C  Características frente al fuego No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1. Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754 Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%. Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2  Vida útil Vida útil 30 años: Según UNE-EN 60216-2  Condiciones de instalación Al aire/Enterrado.  Características mecánicas Radio de curvatura: 3 x diámetro exterior. Resistencia a los impactos: AG2 Medio. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación del funcionamiento correcto. Criterio de medida de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según las especificaciones de Proyecto.			
<b>Total m :</b>			<b>650,000</b>	<b>4,81 €</b>	<b>3.126,50 €</b>	



Proyecto: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 44 KW  
 Promotor:  
 Situación:

## Capítulo nº 1 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
1.4.2	IEH012b	M Cable de 4mm2 ZZ-F/H1Z2Z2-K o similar, esta diseñado expresamente para instalaciones solares fotovoltaicas, especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, y desde los paneles al inversor de corriente continua a alterna. Gracias al diseño de sus materiales, puede ser instalado a la intemperie en plenas garantías y cuenta con las certificaciones TÜV, CE, ROHS y EN.  Características térmicas: Temp. máxima del conductor: 120°C. Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s). Temp. mínima de servicio: -40°C  Características frente al fuego No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1. Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754 Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%. Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2  Vida útil Vida útil 30 años: Según UNE-EN 60216-2  Condiciones de instalación Al aire/Enterrado.  Características mecánicas Radio de curvatura: 3 x diámetro exterior. Resistencia a los impactos: AG2 Medio. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación del funcionamiento correcto. Criterio de medida de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según las especificaciones de Proyecto.				
			<b>Total m :</b>	<b>650,000</b>	<b>4,61 €</b>	<b>2.996,50 €</b>
1.4.3	IEH012c	M Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 6 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.				
			<b>Total m :</b>	<b>8,000</b>	<b>3,14 €</b>	<b>25,12 €</b>
1.4.4	IEH012d	M Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.				
			<b>Total m :</b>	<b>30,000</b>	<b>31,30 €</b>	<b>939,00 €</b>

### 1.5.- CANALIZACIÓN

Proyecto: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 44 KW  
 Promotor:  
 Situación:

## Capítulo nº 1 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.5.1	IEO040	M Bandeja perforada de PVC, color gris RAL 7035, de 60x300 mm, resistencia al impacto 20 julios, propiedades eléctricas: aislando, no propagador de la llama, establo ante los rayos UV y con buen comportamiento a la intemperie y ante la acción de los agentes químicos, con 1 compartimento y tapa de PVC, color gris RAL 7035, con apoyo horizontal, de PVC, color gris RAL 7035. Incluye: Replanteo. Fijación del apoyo. Colocación y fijación de la bandeja. Criterio de medida de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según las especificaciones de Proyecto.			
<b>Total m :</b>			<b>150,000</b>	<b>59,56 €</b>	<b>8.934,00 €</b>
<b>1.6.- CUADRO PROTECCIONES</b>					
1.6.1	IEC020	Ud Cuadro de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 400 A, esquema 7. Incluye: Replanteo de la situación de los conductos y anclajes de la caja. Fijación del marco. Colocación de la puerta. Colocación de tubos y piezas especiales. Conexión. Criterio de medición del proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según las especificaciones de Proyecto.			
<b>Total Ud :</b>			<b>1,000</b>	<b>1.941,23 €</b>	<b>1.941,23 €</b>
1.6.2	IEF050	Ud Armario monobloque de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de 500x600x230 mm, color gris RAL 7035, con grados de protección IP66 e IK10. Instalación en superficie. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación. Criterio de medición del proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según las especificaciones de Proyecto.			
<b>Total Ud :</b>			<b>1,000</b>	<b>107,48 €</b>	<b>107,48 €</b>
1.6.3	EIEP.1ab	U Suministro e hincado de piqueta de puesta de tierra formada por electrodo de acero de 1.5 m de longitud y 18.3 mm de diámetro, con recubrimiento cobre de espesor medio de 300 micras, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
<b>Total u :</b>			<b>1,000</b>	<b>24,83 €</b>	<b>24,83 €</b>
1.6.4	IEP025	M Conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 25 mm <sup>2</sup> de sección. Incluso uniones realizadas con soldadura aluminotérmica, grapas y bornes de unión. Totalmente montado, conexionado y probado.			
<b>Total m :</b>			<b>150,000</b>	<b>3,52 €</b>	<b>528,00 €</b>

## 1.7.- LEGALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN

1.7.1	LEGALIZA...	U Incluye: Revisión de la instalación, certificación OCA, trámites en industria, toda la documentación necesaria e incluso modificado de proyecto.			
-------	-------------	--	--	--	--

Proyecto: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 44 KW  
Promotor:  
Situación:

IV - V Mediciones y Presupuesto

## Capítulo nº 1 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
			<b>Total u :</b>	<b>1,000</b>	<b>2.000,00 €</b>
					<hr/>
					<b>Parcial nº 1 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA :</b>
					<b>43.621,72 €</b>

Proyecto: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 44 KW  
Promotor:  
Situación:

IV - V Mediciones y Presupuesto

## Presupuesto de ejecución material

1 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	43.621,72 €
1.1.- PANELES FOTOVOLTAICOS	15.240,72 €
1.2.- INVERSOR	5.057,86 €
1.3.- ESTRUCTURA	2.700,48 €
1.4.- LINEAS	7.087,12 €
1.5.- CANALIZACIÓN	8.934,00 €
1.6.- CUADRO PROTECCIONES	2.601,54 €
1.7.- LEGALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN	2.000,00 €
Total .....	43.621,72 €

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CUARENTA Y TRES MIL SEISCIENTOS VEINTIUN EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS.

V Presupuesto: Resumen

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 44 KW

Proyecto: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 44 KW  
Promotor:  
Situación:

V Presupuesto: Resumen del presupuesto

1 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	
1.1 PANELES FOTOVOLTAICOS .....	15.240,72
1.2 INVERSOR .....	5.057,86
1.3 ESTRUCTURA .....	2.700,48
1.4 LINEAS .....	7.087,12
1.5 CANALIZACIÓN .....	8.934,00
1.6 CUADRO PROTECCIONES .....	2.601,54
1.7 LEGALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	2.000,00
<b>Total 1 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA .....</b>	<b>43.621,72</b>
Presupuesto de ejecución material (PEM)	43.621,72
13% de gastos generales	5.670,82
6% de beneficio industrial	2.617,30
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>51.909,84</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CINCUENTA Y UN MIL NOVECIENTOS NUEVE EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

# VI. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

## 6.- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

### 6.1.- ANTECEDENTES, OBJETO Y JUSTIFICACIÓN

El Autor del Estudio de Seguridad y Salud declara que es su voluntad la de Identificar los riesgos y evaluar la eficacia de las protecciones previstas sobre el proyecto y en su consecuencia, diseñar cuantos mecanismos preventivos se puedan idear a su buen saber y entender técnico, entro de las posibilidades que el mercado de la construcción y los límites económicos permiten.

Es obligación del Contratista disponer los recursos materiales, económicos, humanos y de formación necesarios para conseguir que el proceso de producción de construcción de esta obra sea seguro.

Este estudio de seguridad y salud es un trabajo de ayuda al Contratista para cumplir con la prevención de los riesgos laborales y con ello influir de manera decisiva en la consecución del objetivo principal en esta obra: lograr ejecutarla sin accidente laborales ni enfermedades profesionales.

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se redacta para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio de Seguridad y Salud. Los supuestos previstos son los siguientes:

- El presupuesto de Ejecución por Contrata es superior a 450.760 € (75 millones de pesetas).
- La duración estimada de la obra es superior a 30 días o se emplea a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada es superior a 500 trabajadores/día
- Es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Al no darse ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997 se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

El citado Decreto establece mecanismos específicos para la aplicación de la Ley 31/1995 de prevención de Riesgos Laborales la Directiva 92/57/92 y del RD 39/97 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Así mismo mediante el RD 1627/97 se procede a la transposición al Derecho español de la Directiva 95/57/CEE por la que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporales o móviles.

El Estudio Básico va dirigido a la eliminación de los riesgos laborales que pueden ser evitados y a la reducción y control de los que no pueden eliminarse totalmente con el fin de garantizar las mejores condiciones posibles de seguridad y salud para todo el personal que participe en la ejecución de las obras proyectadas.

De acuerdo con el artículo 3 del R.D. 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

De acuerdo con el artículo 7 del citado R.D., el objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el que



se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Este Estudio Básico de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este Estudio Básico de Seguridad y al artículo 7 del R.D. 1627/1997, cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en función de su propio sistema de ejecución de la obra y en el que se tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

## **6.2.- OBLIGACIONES**

Durante la ejecución de obras se deberán cumplir una serie de normas para facilitar la coordinación en materia de seguridad y definir las medidas propias de seguridad a adoptar, las cuales se enumeran a continuación:

El contratista deberá tener a todo su personal dado de alta en la Seguridad Social y deberá presentar los documentos que lo justifiquen para que el trabajador pueda acceder a la obra.

Todo el personal de la obra deberá llevar una identificación personal donde figurará su nombre y el nombre de la empresa a la que está directamente adscrito. Esta identificación será facilitada por el constructor y deberá llevarse en lugar visible.

La empresa constructora presentará un acta de la reunión de seguridad a la que haya asistido el trabajador, con la firma de éste.

Se fijará una reunión semanal como mínimo entre los responsables de seguridad de todos y cada uno de los contratistas.

Todas las empresas dispondrán en la obra de una copia de su Plan de Seguridad y Salud, aprobado por la Coordinación de Seguridad, y de todos sus documentos anexos, como Manuales o Normas específicas de cada empresa.

Se dispondrá del Plan de Emergencia con el contenido mínimo indicado en el Pliego de Condiciones de este Estudio de Seguridad.

Todos los contratistas elaborarán una lista exhaustiva de todas sus empresas subcontratadas, actualizándola oportunamente.

El presupuesto de seguridad y salud incluido en este Estudio de Seguridad es orientativo y corresponde al global de la obra. El coste de las medidas de seguridad y salud de cada contratista está repercutido en las partidas de obra, y así constará en la petición de oferta cursada.

El Comité de Previsión del promotor velará por la aplicación eficaz del sistema de seguridad y salud de la obra: Coordinación, Contratistas y personal del promotor. El cumplimiento, por parte del personal del promotor, de las medidas de seguridad acordadas será vigilado directamente por el Comité de Prevención del promotor.

## **6.3.- DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN**

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Ley 31/ 1995 de 8 de noviembre, Seguridad e Higiene en el trabajo de Prevención de Riesgos Laborales.

- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994).
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados).
- Directivas 89/391/CEE, 92/85/CEE, 94/33/CEE y 91/383/CEE, relativas a la aplicación de las medidas para promover la mejora de la seguridad y salud de los trabajadores.
- Convenio 155 de la O.I.T., sobre seguridad y salud de los trabajadores.
- Ordenanzas municipales sobre el uso del suelo y edificación.
- Normas técnicas reglamentarias sobre homologación de medios de Protección personal del Ministerio de Trabajo.
- Cascos de seguridad no metálico B.O.E. 30-12-74.
- Protecciones auditivas B.O.E. 1-9-75.
- Guantes aislantes de la electricidad B.O.E. 3-9-75.
- Calzado de seguridad contra riesgos mecánicos B.O.E. 12-2-80.
- Adaptadores faciales B.O.E. 6-9-75.
- Cinturón de sujeción 2-9-77.
- Gafas de montura universal para protección contra impactos. B.O.E. 7-2-79.
- Cinturones de suspensión B.O.E. 17-3-81.
- Plantillas de protección frente a riesgos de perforación B.O.E. 13-10-81.
- Aislamiento de seguridad de las herramientas manuales, en trabajos eléctricos de B.T. B.O.E. 10-10-81.
- Bota impermeable al agua y a la humedad B.O.E. 22-12-81.
- Dispositivos anticaídas B.O.E. 14-12-81.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión B.O.E. 9-10-73 e instrucciones técnicas complementarias.
- Estatuto de los trabajadores B.O.E. 114-03-80.
- Reglamento de los Servicios Médicos de Empresa B.O.E. 27-11-59.
- Reglamento de Régimen Interno de la Empresa Instaladora.

- Plan Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo B.O.E. 11-3-71.
- Obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad e Higiene en los proyectos de edificación y obras públicas. R.D. 555/86 de 21-2-86, B.O.E. 21-3-86.
- Orden de 20 de septiembre de 1.986 (B.O.E. 13-10-86), por el que se establece el Libro de Incidencias en las obras en que es obligatorio el estudio de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Ley 8/1.988 de 7 de abril sobre Infracción y Sanciones de Orden Social.
- Real Decreto 1495/1.986 de 26 de mayo sobre Reglamento de Seguridad en las Máquinas.

#### **6.4.- CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA**

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se refiere al Proyecto de " PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO CON COMPENSACIÓN DE EXCEDENTES DE 44 KWN SOBRE CUBIERTA DE TECHNOVA SOLUTIONS S.L. ubicado según se indica en el proyecto.

El Plazo de ejecución de las obras una vez iniciadas será el que se estipule en el "pliego de oferta" del contratista.

Se redacta el estudio básico de seguridad y salud al no estar incluidas las obras correspondientes a la actividad indicada, en el artículo 4 del R.D. por:

- El presupuesto de Ejecución por Contrata es superior a 450.760 € (75 millones de pesetas).
- La duración estimada de la obra es superior a 30 días o se emplea a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada es superior a 500 trabajadores/día
- Es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

##### **6.4.1.- Descripción de la obra**

Se realizará la Instalación de una planta solar sobre la cubierta de la empresa que constará de:

- Colocación de elementos estructurales auxiliares, soldaduras, utilización de martillo eléctrico rotopercusor, elevación y colocación de elementos de peso.
- Instalación de paneles solares, elevación mediante grúa, instalación de inversores de potencia, instalación de armarios eléctricos sobre zapatas en suelo, instalación de caseta, instalación de líneas de baja tensión enterradas o adosadas a la edificación interconectando los distintos elementos de la instalación
- Instalación de la puesta a tierra, instalación de elementos de telemedida y realización de pruebas de funcionamiento y rendimiento.

##### **6.4.2.- Situación de la obra**

La instalación se realizará en la ubicación indicada en la memoria.

##### **6.4.3.- Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra**

El Presupuesto de Ejecución Material de las obras proyectadas se estima en la cantidad de (ver apartado presupuesto).

Se estima una duración de las obras de 1 semana.

Se prevé una carga máxima de 4 trabajadores simultáneamente durante el plazo de ejecución.

#### **6.4.4.- Interferencias y servicios afectados**

Antes del inicio de cualquier trabajo en la zona de la obra será necesario, por parte de la Empresa Adjudicataria, contrastar la veracidad de la información mostrada en los planos con el fin de conocer y detectar los servicios afectados por la obra y que no se indican en los planos de proyecto (agua, gas, oxígeno, AT y BT, telefonía, alcantarillado, ... etc.), para estar prevenidos ante cualquier eventualidad.

#### **6.4.5.- Suministro de energía eléctrica.**

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la empresa constructora, proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

#### **6.4.6.- Suministro de agua potable.**

El suministro de agua potable será a través de las conducciones habituales de suministro en la región, zona, etc....En el caso de que esto no sea posible, se dispondrán de los medios necesarios que garanticen su existencia regular desde el comienzo de la obra.

#### **6.4.7.- Servicios higiénicos.**

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si fuera posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado, en caso contrario, se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agregue al medio ambiente.

#### **6.4.8.- Servidumbre y condicionantes.**

No se prevén interferencias en los trabajos, puesto que, si la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, de acuerdo con el artículo 3 de R.D. 1627/1997, si interviene más de una empresa en la ejecución del proyecto, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación debería ser objeto de un contrato expreso.

#### **6.4.9.- Unidades constructivas que componen la obra**

Las unidades constructivas que componen la obra son las siguientes:

Obra Civil:

- Excavaciones y movimientos de tierras
- Canalizaciones
- Estructuras

Montaje de equipos:

- Movimiento de cargas
- Instalaciones mecánicas: equipos y canalizaciones
- Instalación eléctrica

#### **6.4.10.- Condiciones ambientales**

Los trabajos se realizarán tanto en el interior como en la cubierta del edificio objeto del proyecto, y que se describe en la memoria del proyecto.

#### **6.5.- TIPOLOGIA Y CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS A UTILIZAR.**

Quedan especificados en la memoria y pliegos de condiciones del Proyecto de Instalación Eléctrica en Baja Tensión al que se adjunta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Servicios afectados: No se afecta ningún servicio público

#### **6.6.- PROCESO CONSTRUCTIVO Y ORDEN DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

El proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos se llevará a cabo conforme a las especificaciones y condiciones técnicas que al respecto establece el Proyecto al que se adjunta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud; dichas prescripciones quedarán complementadas, o en su caso modificadas, por las instrucciones que determine el Ingeniero Director de Obra que, en cualquier caso, deberán contar obligatoriamente con la aprobación y autorización expresa del Coordinador de Seguridad y Salud de la obra.

#### **6.7.- DEFINICIÓN DE LOS RIESGOS: MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN**

##### **6.7.1.- Obra civil**

##### **6.7.1.1.- Descripción de los trabajos**

Estos trabajos comprenden las siguientes actividades:

- Se incluye el relleno con hormigón y tierra para asentar las instalaciones

##### **6.7.1.2.- Riesgos más frecuentes**

Durante la realización de excavaciones y relleno se corren los siguientes riesgos:

- Atropellos y colisiones originadas por la maquinaria.
- Vuelcos y deslizamientos de las máquinas.
- Erosiones, contusiones en manipulación de tubos, chapas, placas, armaduras, escombros y otros materiales de desecho.
- Caídas en zanjas y pozos.
- Golpes contra objetos.
- Generación de polvo, ruido.
- Heridas y cortes.
- Quemaduras.
- Desprendimiento de cargas suspendidas.
- Caídas al vacío.
- Atrapamientos por objetos pesados.

- Partículas en los ojos.
- Explosiones de botellas de gases licuados.
- Electrocuciiones, interferencia con redes eléctricas.
- Interferencia con redes de tuberías enterradas.
- Manipulación de pintura y aditivos.

#### **6.7.1.3.- Normas básicas de seguridad**

Durante los trabajos de obra civil deberán tenerse en cuenta las siguientes normas de seguridad:

- Uso obligatorio de elementos de protección personal.
- Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por persona distinta al conductor
- Se comprobará el estado general de las herramientas manuales para evitar golpes y cortes.
- Las paredes de la excavación se controlarán cuidadosamente después de lluvias, heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo más de un día, por cualquier circunstancia.
- Los pozos de cimentación estarán correctamente señalizados y protegidos, para evitar caídas del personal a su interior.
- Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
- Al realizar trabajos en zanjas, la distancia mínima entre los trabajadores será de 1,00 metro, permaneciendo un operario vigilante para trabajos a profundidad mayor de 1,80 m.
- Todas las excavaciones con más de 2,00 m de profundidad deben quedar balizadas por la noche, para evitar riesgo de caída en ellas.

#### **6.7.1.4.- Protecciones personales**

Los trabajadores deberán ir protegidos con:

- Casco de seguridad homologado.
- Mascarillas respiración antipolvo.
- Guantes y botas de seguridad con suela antideslizante.
- Mono de trabajo y en su caso trajes de agua y botas.
- Empleo del cinturón de seguridad, por parte del conductor de la maquinaria, si ésta va dotada de cabina antivuelco.
- El operario que trabaje en perforación por pilotes o en demolición de hormigón, estará provisto de cascos auriculares, gafas antipolvo y antiimpactos y del cinturón antivibratorio debidamente homologados.
- Empleo de cinturón de seguridad para trabajos en altura o sobre fosos, siempre que las medidas de protección colectiva no supriman el riesgo.
- Manoplas, mandil, polainas, yelmo, pantalla o gafas de soldador antiproyecciones.

### **6.7.1.5.- Protecciones colectivas**

- Correcta conservación de la barandilla situada sobre fosos, zanjas y pozos y en el borde de plataformas elevadas.
- Acceso a pozos de excavación mediante escaleras de mano.
- Recipientes que contengan productos tóxicos o inflamables, herméticamente cerrados.
- No apilar materiales en zonas de tránsito, retirando los objetos que impidan el paso.
- Colocación de bombas de agotamiento, fuera del perímetro cercano a la excavación.
- Señalización y ordenación del tráfico de máquinas de forma visible y sencilla.
- Correcta ordenación del almacenamiento de materias y limpieza de obra.

### **6.7.2.- Montaje de Estructura Metálica**

#### **6.7.2.1.- Descripción de los trabajos**

Se realizará el montaje de una estructura metálica auxiliar soldada o anclada mediante placas a la cubierta del edificio existente, se deberá restablecer la impermeabilización en caso de deterioro como causa del montaje.

#### **6.7.2.2.- Riesgos más frecuentes**

- Vuelco de las pilas de acopio de perfilería.
- Desprendimiento de cargas suspendidas.
- Derrumbamiento por golpes con las cargas suspendidas de elementos punteados.
- Atrapamientos por objetos pesados.
- Golpes y/o cortes en manos y piernas por objetos y/o herramientas.
- Quemaduras.
- Radiaciones por soldadura con arco.
- Caídas de personas o de objetos a niveles inferiores.
- Partículas en los ojos.
- Contacto con la corriente eléctrica.
- Explosión de botellas de gases licuados.
- Quemaduras (sellados, impermeabilizaciones en caliente)
- Lesiones en los ojos por los rayos ultravioletas emitidos por el arco.
- Contactos eléctricos por falta de protección y aislamiento
- Inhalación de humos nocivos producidos en la soldadura
- Incendio.

### 6.7.2.3.- Normas básicas de seguridad

- Se habilitarán espacios determinados para el acopio de la perfilería.
- Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior a 1,50 m.
- Los perfiles se apilarán clasificados en función de sus dimensiones.
- Las maniobras de ubicación "in situ" de pilares y vigas (montaje de la estructura), serán gobernadas por tres operarios. Dos de ellos guiarán el perfil mediante sogas sujetas a sus extremos, siguiendo las directrices del tercero.
- Los perfiles se izarán cortados a la medida requerida por el montaje. Se evitará el oxicorte en altura, en la intención de evitar riesgos innecesarios.
- Se prohíbe dejar la pinza y el electrodo directamente en el suelo conectado al grupo.
- Se exige el uso de recoge pinzas.
- Se prohíbe tender las mangueras o cables eléctricos de forma desordenada. Siempre que sea posible se colgará de los "pies derechos", pilares o paramentos verticales.
- Las botellas de gases en uso en la obra permanecerán siempre en el interior del carro portabotellas correspondiente.
- Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.
- Para soldar sobre tajos de otros operarios se tenderán "tejadillos", viseras, protectores en chapa.
- El ascenso o descenso a/de un nivel superior se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue o inmovilidad, dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m de altura de desembarco.
- Las operaciones de soldadura de jácenas se realizarán desde andamios metálicos tubulares provistos de plataformas de trabajo de 60 cm de anchura, y de barandilla perimetral de 90 cm compuesta de pasamanos, barra intermedia y rodapié.
- El riesgo de caída al vacío por fachadas se cubrirá mediante la utilización de redes de horca.
- Se paralizarán los trabajos sobre la cubierta bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h., (lluvia, heladas y nieve).
- Todos los huecos de la cubierta permanecerán tapados.

### 6.7.2.4.- Protecciones personales

- Casco de seguridad.
- Cinturón de seguridad.
- Botas de seguridad con suela aislante.
- Guantes de cuero impermeabilizados.
- Botas de goma o de P.V.C. de seguridad.
- Ropa de trabajo.



- Manoplas de soldador.
- Mandil de soldador.
- Polainas de soldador.
- Yelmo de soldador.
- Pantalla de mano para soldadura.
- Gafas de soldador.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Trajes para tiempo lluvioso.

#### **6.7.2.5.- Protecciones colectivas**

- Protecciones para trabajos eléctricos.
- Protecciones para trabajos en altura.
- Protecciones mecánicas.
- Extintor de polvo polivalente.
- Señal normalizada de punto de extintor.
- Formación e información de los trabajos.
- Personal especializado

#### **6.7.3.- Montaje de equipos**

##### **6.7.3.1.- Descripción de los trabajos**

El montaje de la Planta Fotovoltaica comprende la colocación e instalación de los siguientes equipamientos:

- Estructura de Soporte
- Instalación de Paneles Solares
- Montaje de equipos y aparatación eléctrica

##### **6.7.3.2.- Movimiento de cargas**

Será suficiente la utilización de medios mecánicos menores y solo se prevé la utilización de medios grúa para movimientos de material de peso medio.

##### **Riesgos más frecuentes**

- Golpes y atrapamientos con la carga y las eslingas.
- Caída de la carga sobre personas.
- Caída de personas.

### **Normas básicas de seguridad**

- Usar guantes de cuero y lona (usuales).
- Utilizar eslingas adecuadas al peso de la carga, eventualmente cables.
- Sujetar por dos puntos las cargas, para evitar que balanceen y puedan golpear a alguien. Guiarlo con una cuerda si es necesario.
- Situar el gancho y los cables centrados sobre la carga.
- No levantar cargas con las eslingas enredadas o con nudos o sobre aristas lisas y cortantes.
- Apartar las manos para que no sean atrapadas entre las eslingas y alejarse a un lugar seguro donde no pueda ser golpeado por la carga o lanzado al vacío (no situarse en el borde de cubierta o forjado).
- No permanecer bajo cargas suspendidas.

### **Protecciones personales**

- Guantes de cuero y lona.
- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad homologado.
- Calzado homologado.

### **Protecciones colectivas**

- Señalización de la zona de trabajo.

## **6.7.3.3.- Instalaciones mecánicas: Equipos y Canalizaciones**

### **Descripción de los trabajos**

La obra comprende trabajos de montaje de los equipos descritos anteriormente.

### **Riesgos más frecuentes**

Los riesgos más frecuentes son:

- Desprendimientos de cargas suspendidas.
- Caídas de personal que intervienen en los trabajos, al no usar los medios de protección y amarre adecuados.
- Golpes y heridas con objetos metálicos.
- Caídas de materiales
- Caídas al vacío.
- Atrapamientos por objetos.
- Caídas al mismo nivel.
- Partículas en los ojos.
- Contactos con la corriente eléctrica.
- Electrocuciiones, interferencia con redes eléctricas.

### **Normas básicas de seguridad**

- Se habilitarán espacios para el acopio de equipos.
- Los equipos se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera.
- Las maniobras de ubicación "in situ" de piezas pesadas, si fuera el caso, serán gobernados por tres operarios, dos de ellos guiarán mediante sogas atadas a sus extremos y la tercera dirigirá la maniobra.
- Durante el montaje de cada pieza la empresa encargada del montaje señalará la zona de trabajo impidiendo el tránsito y la estancia de personas ajenas al montaje.
- Se prohíbe tender las mangueras o cables eléctricos de forma desordenada, se colgarán de pie derechos, pilares o paramentos verticales.
- Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.
- Las escaleras estarán provistas de mecanismo antideslizante en su pie y ganchos de sujeción en su parte superior.
- El contratista de obra civil será el responsable de acondicionar los caminos por los que vayan a circular los medios auxiliares de elevación de las distintas piezas a montar.

### **Protecciones personales**

- Guantes de seguridad.
- Casco de seguridad homologado.
- Cinturones de seguridad y arneses homologados del tipo de sujeción, empleándose éstos solamente en el caso excepcional de que los medios de protección colectiva no sean posibles, estando anclados a elementos resistentes.
- Calzado homologado provisto de suelas antideslizantes.
- Mono de trabajo con perneras y mangas perfectamente ajustadas.

### **Protecciones colectivas**

- Puntos fijos de amarre para cuerdas auxiliares y cinturones de seguridad.
- Las escaleras y/o plataformas usados en la instalación, estarán en perfectas condiciones teniendo barandillas resistentes y rodapiés.
- Zona de trabajo limpia y ordenada, e iluminada adecuadamente.
- Escaleras de tijera provistas de tirantes para así delimitar su apertura.
- Escaleras manuales con tacos antideslizantes.
- Señalización adecuada de las zonas donde se esté trabajando.
- Señalización adecuada de cuadros eléctricos.
- Protecciones para cubrir las caídas desde altura en situaciones de montaje de maquinaria y equipos, empleando barandillas metálicas desmontables por su fácil colocación y adaptación a diferentes tipos de huecos, constando éstas de dos pies derechos metálicos anclados al suelo con barandillas de 90 cm de altura, provistas de rodapié de 15 cm.

#### 6.7.3.4.- Instalación Eléctrica

##### Descripción de los trabajos

Los trabajos consistirán en el montaje de equipos eléctricos, cableado y pruebas de funcionamiento.

Cuando los trabajos se realicen en altura, se adoptarán las mismas protecciones individuales y colectivas que para trabajos mecánicos en altura.

##### Riesgos más frecuentes

- Caídas y golpes contra objetos.
- Cortes o heridas por manejo de herramientas manuales.
- Caídas de personal que intervienen en los trabajos, al no usar los medios de protección y amarre adecuados.
- Golpes y heridas con objetos metálicos o punzantes.
- Caídas de materiales
- Quemaduras.
- Electrocuciiones.
- Los derivados de instalación eléctrica por sobrecarga (abuso o incorrecto cálculo de la instalación).
- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección eléctrica.
- Mal comportamiento de las tomas de tierra (incorrecta instalación, picas que anulan los sistemas de protección del cuadro general).

##### Normas básicas de seguridad

- El montaje de aparatos eléctricos (magnetotérmicos, seccionadores, disyuntores, etc.) será ejecutado siempre por personal cualificado.
- Se comprobará el estado general de las herramientas manuales para evitar golpes y cortes.
- Las conexiones se realizarán siempre sin tensión. Cualquier parte de la instalación se considerará bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados al efecto.
- Las pruebas que se tengan que realizar con tensión se harán después de comprobar el acabado de la instalación eléctrica.
- La instalación de la iluminación en los tajos no será inferior a los 100 lux, medidos a 2 m del suelo.
- Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra sin el empleo de clavijas macho hembra.
- Los cables estarán en buenas condiciones sin grietas, cortes o raspaduras. Serán homologados para obras (tipo antihumedad).
- No se permiten conexiones o derivaciones sin clavija (con los cables pelados). Utilizar clavijas antihumedad (homologadas).
- Para desenchufar una instalación tirar de la clavija, nunca del cable.

- Montar un cuadro auxiliar con diferencial de 30 mA e interruptores magnetotérmicos, para instalación de máquinas, en la cubierta o piso de trabajo, lo más cerca posible de los equipos. Evitar los cables excesivamente largos.
- Instalar el cuadro auxiliar en posición vertical, a ser posible, y sobre madera. Comprobar el funcionamiento del botón de TEST del interruptor de seguridad diariamente.
- No se permite manipular en el interior de los cuadros eléctricos o armarios de conexiones en tensión, ni alterar los dispositivos de protección.
- No “bricolear” las instalaciones eléctricas estropeadas si no se tienen los conocimientos y el material preciso.
- No utilizar aparatos eléctricos sin protección especial, que estén mojados o cuando se tengan las manos o los pies en zona muy húmeda.
- No utilizar una herramienta que haya sufrido un fuerte golpe, desprenda humo o vibre excesivamente, aparezcan chispas, provoque hormigueo, se caliente excesivamente, tenga la carcasa rota, no funcione bien el interruptor, tenga los cables estropeados o falle en su funcionamiento, etc.
- En todos los cuadros eléctricos y en las tapas de los motores o cuadros de mando, existirá una señal de riesgo eléctrico.
- Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera fijados a los parámetros verticales.
- Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.
- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas.
- La tensión siempre estará en la clavija “hembra”, nunca en la “macho”, para evitar los contactos eléctricos directos.
- Los interruptores automáticos se instalarán en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución y de alimentación a todas las máquinas, aparatos y máquinas-herramienta de funcionamiento eléctrico.
- Los circuitos generales estarán también protegidos con interruptores.
- Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente, y en especial, en el momento en el que se detecte un fallo, momento en el que se la declarará “fuera de servicio” mediante desconexión eléctrica y el cuelgue del rótulo correspondiente en el cuadro de gobierno.
- La maquinaria eléctrica será revisada por el personal especializado en cada tipo de máquina.
- No se permite la utilización de fusibles rudimentarios (trozos de cableado, hilos, etc.). Hay que utilizar “piezas fusibles normalizadas” adecuadas a cada caso.
- Se conectarán a tierra las carcasas de los motores o máquinas (si no están dotados de doble aislamiento), o aislantes por propio material constitutivo.
- Los conductores, si van por el suelo, no serán pisados ni se colocarán materiales sobre ellos; al atravesar zonas de paso estarán protegidos y adecuadamente señalados.
- Compruebe periódicamente el buen estado de los disyuntores diferenciales, durante la jornada, accionando el botón de test.



- Los aparatos portátiles que sea necesario emplear, serán estancos al agua y estarán convenientemente aislados.
- Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales de presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada.
- Estas derivaciones, al ser portátiles, no estarán sometidas a tracción mecánica que origine su rotura.
- Las lámparas para alumbrado general y sus accesorios se situarán a una distancia mínima de 2,50 m del piso o suelo; las que pueden alcanzarse con facilidad estarán protegidas con una cubierta resistente.
- Existirá una señalización sencilla y clara a la vez, prohibiendo la entrada a personas no autorizadas a los locales donde esté instalado el equipo eléctrico, así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.

#### **Protecciones personales**

- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad homologado.
- Botas aislantes de la electricidad o calzado de seguridad.
- Gafas y ropa adecuada.
- Guantes de goma aislante homologados
- Empleo de herramientas con aislamiento.

#### **Protecciones colectivas**

- Las escaleras y plataformas usadas en la instalación estarán en perfectas condiciones teniendo barandillas resistentes y rodapiés.
- La zona de trabajo estará siempre limpia y ordenada, e iluminada adecuadamente.
- Escaleras de tijera provistas de tirantes para así delimitar su apertura. Escaleras manuales con tacos antideslizantes.
- Señalización adecuada de las zonas donde se esté trabajando.
- Señalización adecuada de cuadros eléctricos.

### **6.7.4.- Escaleras de mano**

#### **6.7.4.1.- Descripción**

Serán de dos tipos: metálicas y/o de madera, para trabajos en pequeñas alturas y de poco tiempo, o bien para acceder a algún lugar elevado sobre el nivel del suelo.

#### **6.7.4.2.- Riesgos más frecuentes**

- Caídas a niveles inferiores, debida a la mala colocación de las mismas, rotura de alguno de los peldaños, deslizamiento de la base por excesiva inclinación o estar el suelo mojado.
- Golpes con la escalera al manejarla de forma incorrecta.

#### **6.7.4.3.- Normas básicas de seguridad**

- Se colocarán apartadas de elementos móviles que puedan derribarlas.
- Estarán fuera de las zonas de paso.
- Los largueros serán de una sola pieza, con los peldaños ensamblados.
- El apoyo inferior se realizará sobre superficies planas, llevando en el pie elementos que impidan el desplazamiento.
- El apoyo superior se hará sobre elementos resistentes y planos.
- Los ascensos y descensos se harán siempre de frente a ellas.
- Se prohíbe manejar en las escaleras pesos superiores a 25 Kg.
- Nunca se efectuarán trabajos sobre las escaleras que obliguen al uso de las dos manos.
- Las escaleras dobles o de tijera estarán provistas de cadenas o cables que impidan que éstas se abran al utilizarlas.
- La inclinación de las escaleras será aproximadamente 75°, que equivale a estar separada de la vertical la cuarta parte de su longitud entre los apoyos.

#### **6.7.4.4.- Protecciones personales individuales**

- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad
- Zapatos con suela antideslizante.

#### **6.7.4.5.- Protecciones colectivas**

- Se delimitará la zona de trabajo en los andamios colgados, evitando el paso del personal por debajo de éstos, así como que éste coincida con zonas de acopio de materiales.
- Se colocarán viseras o marquesinas de protección debajo de las zonas de trabajo, principalmente cuando se está trabajando con los andamios en los cerramientos de fachada.
- Se balizará la zona de influencia mientras duran las operaciones de montaje y desmontaje de los andamios.

### **6.8.- CLASIFICACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD ADOPTADAS.**

#### **6.8.1.- Riesgos laborales evitables completamente**

La tabla siguiente contiene la relación de riesgos laborales que pudiendo presentarse en la obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas que también se incluyen.



RIESGOS EVITABLES MEDIDAS TECNICAS ADOPTADAS	RIESGOS EVITABLES MEDIDAS TECNICAS ADOPTADAS
Trabajos con presencia de tensión (media y baja tensión)	Corte del fluido, apantallamiento de protección, puesta a tierra y cortocircuito de los cables
Derivados de la rotura de instalaciones existentes	Neutralización de las instalaciones existentes

### 6.8.2.- Riesgos laborales no eliminables completamente

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera tabla se refiere a aspectos generales que afectan a la totalidad de la obra, y las restantes a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse.

#### RIESGOS

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel
- Caídas de objetos sobre operarios
- Caídas de objetos sobre terceros
- Choques o golpes contra objetos
- Trabajos en condiciones de humedad
- Contactos eléctricos directos e indirectos
- Cuerpos extraños en los ojos
- Sobreesfuerzos

#### MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCION COLECTIVAS

- Orden y limpieza en los lugares de trabajos
- Recubrimiento o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas B.T.
- Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)
- No permanecer en el radio de acción de las máquinas
- Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento
- Señalización de la obra (señales y carteles)
- Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia
- Extintor de polvo seco, de eficacia 21A – 113B





- Evacuación de escombros
- Escaleras auxiliares
- Información específica
- Cursos y charlas de formación
- Barandillas y redes tenis
- Cables de sujeción
- Anclajes de cables
- Redes horizontales

#### **EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIs)**

- Cascos de seguridad
- Calzado protector
- Ropa de trabajo
- Ropa impermeable o de protección
- Gafas de seguridad
- Cinturones de protección del tronco
- Guantes para trabajos en tensión
- Elementos aislantes (Banqueta aislante, pértigas, etc)
- Arnes

#### **6.9.- RIESGOS LABORALES ESPECIALES**

Los trabajos necesarios para el desarrollo de las obras definidas en el Proyecto de referencia implican riesgos eléctricos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, y están por ello incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/97.

En la siguiente relación no exhaustiva se tienen aquellos trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, estando incluidos en el Anexo II del R.D.1627/97.

- Graves caídas de altura
- En proximidad de líneas eléctricas de alta y media tensión, se debe señalar y respetar la distancia de seguridad (5 m) y llevar el calzado de seguridad.
- Montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados.

También se indican a continuación las medidas específicas que deben adoptarse para controlar y reducir los riesgos derivados de este tipo de trabajos.

## 6.10.- MEDIDAS GENERALES PARA LA ELIMINACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS

**Estabilidad y solidez.** Los puestos de trabajo móviles o fijos situados por encima o por debajo del nivel del suelo serán sólidos y estables teniendo en cuenta el número de trabajadores que los ocupen, las cargas máximas y su distribución y los factores externos que pudieran afectarles. Si los elementos no aseguran su estabilidad propia deberán adoptarse fijaciones apropiadas y seguras con el fin de evitar cualquier desplazamiento inesperado o involuntario.

**Caída de objetos.** Se establece como obligatorio el uso del casco para todos los trabajadores y personal de la obra, así como para toda aquella persona que visite la misma. Los materiales, equipos y herramientas deberán colocarse o almacenarse de forma que se evite su caída, desplome o vuelco.

### Caídas de altura:

-Vallas autónomas de limitación y protección.

Tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas basándose en tubos metálicos.

-Barandillas.

La protección del riesgo de caída al vacío por el borde perimetral se hará mediante la utilización de barandillas.

Deberán tener la suficiente resistencia para garantizar la retención de personas, tanto por su propia estructura como por su sistema de sujeción al forjado.

Cables de sujeción de cinturones de seguridad y sus anclajes.

Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos, de acuerdo con su función protectora.

Plataformas de trabajo.

Tendrán como mínimo 60 cm. de ancho y las situadas a más de 2,00 m del suelo estarán dotadas de barandillas de 90 cm. de altura, listón intermedio y rodapié.

Escalera de mano.

Deberán ir previstas de zapatas antideslizantes.

**Factores atmosféricos:** Al objeto de proteger a los trabajadores se suspenderán los trabajos cuando las inclemencias atmosféricas sean tales que puedan comprometer su seguridad y su salud.

**Aparatos elevadores y accesorios de izado.** Estarán a lo dispuesto en su normativa específica. No obstante, deberán ser de buen diseño y construcción y tener una resistencia suficiente para el uso al que están destinados, instalarse y utilizarse correctamente, mantenerse en buen estado de funcionamiento y ser anejados por trabajadores cualificados que hayan recibido una formación adecuada. Deberá colocarse en los propios aparatos y de manera visible la indicación de la carga máxima que admiten. Los aparatos elevadores y sus accesorios no podrán utilizarse para fines distintos de aquéllos a los que están destinados.

**Vehículos y maquinaria para manipulación de materiales.** Deberán ajustarse a su normativa específica si bien deberán estar diseñados y contruidos, en la medida de lo posible, en función de los principios de la ergonomía. Así mismo deberán mantenerse en buen estado de funcionamiento y utilizarse correctamente por personal adecuadamente capacitado. Con el fin de evitar que caigan en las excavaciones o en el agua se dispondrán en el perímetro de éstas las correspondientes balizas, topes y señalizaciones. Los vehículos irán equipados con estructuras concebidas para proteger al conductor contra el aplastamiento en caso de vuelco y contra la caída de objetos.

**Instalaciones de distribución de energía.** Deberán mantenerse y verificarse con regularidad. Las existentes antes del comienzo de la obra deben localizarse, verificarse y señalizarse claramente. No se llevarán a cabo trabajos dentro del radio de 5 metros de cualquier tendido eléctrico aéreo; en su caso deberá procederse a dejar el tendido sin tensión. Se colocarán avisos o barreras para mantener a las personas y vehículos alejados de los tendidos eléctricos. En caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo un tendido eléctrico que no pueda dejarse sin tensión se utilizará señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura de modo que se garantice en todo momento el alejamiento adecuado.

**Instalación eléctrica.** Se estará a lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico e Instrucciones MIE BT complementarias. Se adoptarán las protecciones pertinentes contra contactos directos e indirectos mediante las correspondientes protecciones diferenciales y de tierras. Así mismo se adoptarán las protecciones contra riesgo de incendio y explosión. Los dispositivos de protección deben ser acordes a las condiciones de suministro, potencia instalada y competencia de las personas que han de tener acceso a la instalación.

**Ataguías.** No se prevén en la obra.

**Vías y salidas de emergencia.** Deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad. En caso de peligro, todos los lugares de trabajo podrán evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores. Las vías de salida específicas de emergencia quedarán señalizadas conforme al RD 485/97; la señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente para asegurar su duración durante toda la duración de la obra. Las vías de salida de emergencia, así como sus accesos y puertas no deben quedar obstruidas en ningún momento por objeto alguno de forma que deben poder utilizarse sin trabas en cualquier momento. En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia deberán quedar equipadas con alumbrado de emergencia autónoma.

**Ventilación.** Las condiciones particulares de la obra hacen que no se requieran medidas concretas en relación con la ventilación; las disponibilidades de aire limpio en cantidad suficiente para los trabajadores quedan asegurada en cualquier caso sin necesidad de adoptar ninguna medida específica.

**Ruido.** No se requieren medidas de protección colectiva dadas las condiciones particulares de la obra. Se emplearán cascos de protección acústica para los trabajos de utilización de herramientas manuales, como radiales, taladros y compresores neumáticos.

**Polvo, gases y vapores.** No se requieren medidas de protección colectiva dadas las condiciones particulares de la obra. Para casos específicos se facilitarán a los trabajadores mascarillas para protección contra polvo; no se prevé que en la obra se produzcan riesgos de inhalación de gases ni vapores ni presencia en atmósferas peligrosos.

**Iluminación.** Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra tendrán, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener iluminación artificial adecuada y suficiente; se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoques. El color de la luz artificial no alterará ni influirá en la percepción de las señales o paneles de señalización. Los puntos de luz estarán colocados de forma que no suponga riesgo alguno para los trabajadores. Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

**Temperatura.** Será la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias los permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y de las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

**Puertas y portones.** Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que impida salirse de los raíles y caerse. Las que se abran hacia arriba deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida volver a bajarse. Las situadas en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizadas de modo adecuado. En las inmediaciones de los portones destinados a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de peatones, salvo en caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento. Las puertas mecánicas deberán funcionar sin riesgo de accidente para los trabajadores; deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso y también deberán poder abrirse manualmente excepto si en caso de producirse una avería en el sistema de energía se abren automáticamente.

**Vías de circulación y zonas peligrosas.** No se prevé que en la obra existan zonas de acceso limitado. Las vías de circulación destinadas a vehículos se situarán a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, corredores y escaleras.

**Muelles y rampas de carga.** Adecuadas a las cargas transportadas. Los muelles deben tener al menos una salida y las rampas deberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

**Espacio de trabajo.** Las dimensiones del puesto de trabajo permitirán que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

**Primeros auxilios.** Las condiciones de la obra hacen que no sea exigible la existencia de local específico de primeros auxilios. No obstante, se adoptarán las medidas pertinentes para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina. Así mismo se dispondrá en la propia obra de un botiquín adecuadamente dotado con los productos al uso (algodón, gasas, agua oxigenada, alcohol, yodo, mercurio-cromo, "tiritas", etc.). Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento. Se deberá disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

**Servicios higiénicos.** Los trabajadores deberán disponer en la propia obra de vestuarios, lavabos y retretes; los vestuarios contarán con taquillas y bancos. Serán utilizados por separado por hombres y mujeres.

**Locales de descanso.** Los trabajadores deberán poder disponer en la propia obra de un local con al menos una mesa y asientos con respaldo con capacidad para acoger a todos los trabajadores que simultáneamente estén presentes en el trabajo.

**Mujeres embarazadas y madres lactantes.** Deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

**Trabajadores minusválidos.** Los lugares de trabajo deberán estar acondicionados teniendo en cuenta, en su caso, a los trabajadores minusválidos.

**Acceso a la obra y perímetro de la misma.** Estarán señalizados claramente visibles e identificables.

**Agua potable y bebidas.** Los trabajadores deberán disponer en la obra de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo. Se analizará el agua destinada al consumo de los trabajadores para garantizar su potabilidad, si no proviene de la red de abastecimiento de la población

**Comidas.** Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

**Extintores.** Serán de polvo polivalente, revisándose periódicamente.

## **6.11.- SERVICIOS DE PREVENCIÓN**

### **6.11.1.- Servicio técnico de seguridad e higiene**

La empresa constructora(s) deberá disponer de asesoramiento en seguridad y salud.

### **6.11.2.- Servicios médicos. Reconocimientos**

La empresa constructora dispondrá de un Servicio Médico de Empresa propio o mancomunado.

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento previo al trabajo.

### **6.11.3.- Botiquín**

Se dispondrá de un botiquín conteniendo como mínimo el material especificado en el R.D. 486/97 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud de los lugares de trabajo.

El botiquín se revisará periódicamente y se repondrá inmediatamente lo consumido.

## **6.12.- NORMAS DE SEGURIDAD PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS**

Todas las obras de construcción están sujetas al riesgo de incendio, por lo que se establecen las siguientes normas de obligado cumplimiento como medidas preventivas:

- Mantener el estado de orden y limpieza general de la zona de trabajo.
- Queda prohibido la realización de hogueras, la utilización de mecheros, realización de soldaduras y asimilables en presencia de materiales inflamables, si antes no se dispone del extintor idóneo para la extinción del posible incendio.
- Almacenar en la obra la cantidad mínima de disolventes, pinturas, desencofrantes y gasoil, siempre por separado en lugar ventilado y a cubierto del sol y humedad intensa disponiendo un extintor cerca de la zona de almacenaje
- Se instalarán extintores de incendio en los siguientes puntos de la obra: Los extintores a montar en la obra serán nuevos, a estrenar, de 6 kg. de peso, de polvo ABC. Serán revisados y retimbrados según el mantenimiento exigido legal mente mediante concierto con una empresa autorizada.
- Avisar inmediatamente al Jefe de Obra y a los bomberos, desalojar la zona del incendio.
- Impedir que otros accedan a la zona a buscar herramientas u objetos personales.
- No fumar durante el abastecimiento de combustible a las máquinas ni cuando se preparen pinturas con disolventes.

Normas de seguridad para la instalación y uso de los extintores de incendios:

- Se instalarán sobre patillas de cuelgue o sobre carro.
- En cualquier caso, sobre la vertical del lugar donde se ubique el extintor en tamaño grande, se instalará una señal normalizada con el oportuno pictograma y la palabra EXTINTOR.

- Al lado de cada extintor, existirá un rótulo grande formado por caracteres negros sobre fondo amarillo, que recogerá la siguiente leyenda:

#### **NORMAS PARA EL USO DEL EXTINTOR:**

**En caso de incendio, descuelgue el extintor. Retire el pasador de la cabeza que inmoviliza el mando de accionamiento. Póngase a sotavento; evite que las llamas o el humo vayan hacia usted. Accione el extintor dirigiendo el chorro a la base de las llamas, hasta apagarlo o agotar el contenido. Si observa que no puede dominar el incendio, pida que alguien avise al Servicio Municipal de Bomberos lo más rápidamente posible.**

#### **6.13.- ASISTENCIA DE ACCIDENTADOS. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD**

El contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad y Salud, valorando riesgos y adaptando este Estudio a sus medios y métodos de ejecución.

Se adjuntarán las Normas Generales de Obligado Cumplimiento para todo personal de contrata dentro del recinto, comprometiéndose ésta a cumplirlas e informar de ellas y hacerlas cumplir a todo su personal, así como al personal de los posibles gremios o empresas subcontratados por ella, disponiendo en las oficinas de obra de una copia de estos documentos.

Antes del inicio de las obras, la contrata(s) comunicará por escrito a la Dirección Facultativa el nombre de la persona responsable del personal que esté habitualmente en obra, quien tendrá en su poder una copia del Plan de Seguridad y Salud que se elabore.

En el Plan de Seguridad presentado a la Dirección facultativa de la obra, debe de incluir un Plan de emergencia, compuesto por un folio se especifiquen las actuaciones que se deben realizar en caso de un accidente o incendio, en el que deberá de constar como mínimo:

- Nombre y número de teléfono de la entidad que cubre las contingencias de accidentes y enfermedades profesionales.
- Nombre, teléfono y dirección donde deben ir normalmente los accidentes.
- Teléfono de paradas de taxis próximas.
- Teléfono de cuerpos de bomberos próximos.
- Teléfono de ambulancias próximas.

Cuando ocurra algún accidente que precise asistencia facultativa, por leve que sea, y la asistencia médica se reduzca a una primera cura, el Jefe de obra de la contrata principal realizará una investigación del mismo y realizará los trámites oficialmente establecidos, pasando un informe a la Dirección facultativa de la obra, en el que se especificará:

- Nombre del accidentado.
- Hora, día y lugar del accidente.
- Descripción del mismo.
- Causas del accidente.
- Medidas preventivas para evitar su repetición.
- Fechas topes de realización de las medidas preventivas.

Este informe se facilitará a la Dirección facultativa en un plazo máximo de un día después del accidente. La Dirección facultativa de la obra podrá aprobar el informe o exigir la adopción de medidas complementarias no indicadas en el informe.

Para cualquier modificación del Plan de Seguridad y Salud que fuera preciso realizar, será preciso recabar previamente la aprobación de la Dirección facultativa.

El responsable en obra de la contrata deberá dar una relación nominal de los operarios que han de trabajar en el recinto, contando cada operario con el oportuno permiso de entrada, que serán recogidos al finalizar la obra; para mantener actualizadas las listas del personal de la contrata, comunicando las altas y bajas inmediatamente de producirse.

Antes de comenzar el trabajo la contrata enviará a la Dirección facultativa fotocopia de los abonos de la Seguridad Social conjuntamente con los siguientes documentos:

- Relación sencilla de trabajadores, mandos intermedios, jefes de equipo y empleados del contratista, que incluyan: nombre y dos apellidos, oficio, categoría, domicilio de los interesados, número de la Seguridad Social y número del D.N.I. - Alta individual en la Seguridad Social, documento A2, para quienes aún no figuren en el último TC2 cotizado y abonado.

- Relación nominal y mensual de cotización en seguros sociales, documento TC2, último abono, en la que figuren los nombres de los trabajadores que hayan de prestar servicios activos.

El jefe de obra suministrará las normas específicas de trabajo a cada operario de los distintos gremios, asegurándose de su comprensión y entendimiento.

El reconocimiento médico periódico del personal deberá estar vigente y apto para los trabajos a ejercer, en cuanto al personal de nuevo ingreso en la contrata(s), aunque sea

#### **6.14.- PREVISIONES PARA TRABAJOS POSTERIORES**

El apartado 3 del artículo 6 del R.D. 1627/1997, establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

En el Proyecto se han especificado una serie de elementos que han sido previstos para facilitar. Las futuras labores de mantenimiento y reparación del edificio en condiciones de seguridad y salud, y que una vez colocados, también servirán para la seguridad durante el desarrollo de las obras. Los elementos que se detallan a continuación son los previstos a tal fin:

- Ganchos de servicio.
- Elementos de acceso a cubierta (puertas, trampillas)
- Barandilla en cubiertas planas.
- Grúas desplazables para limpieza.
- Ganchos de ménsula (pescantes)
- Pasarelas de limpieza.

#### **6.15.- CONDICIONES GENERALES**

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra será el técnico competente que al efecto designe el promotor. Sus responsabilidades serán las que establece el artículo 8 del RD 1627/97.

Las obligaciones de los contratistas y subcontratistas son las que señala el artículo 11 del RD 1627/97 siendo las de los trabajadores autónomos las indicadas en el artículo 12.

Se llevará el libro de incidencias conforme al artículo 13 del RD 1627/97. La información a los trabajadores se llevará a cabo conforme al artículo 15.

Se llevará a cabo el aviso previo por parte del promotor a la autoridad laboral competente antes del inicio de los trabajos conforme a lo señalado en el artículo 18 del RD 1627/97 y con el contenido indicado en el anexo III de dicha norma.

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

#### **6.16.- RECOMENDACIONES FINALES**

Dadas las especiales características que presenta la planta fotovoltaica sobre cubierta se instalará una escalera fija protegida que facilite el acceso a la cubierta de forma permanente, tanto durante el proceso de montaje como para las labores futuras de mantenimiento.

En todo caso, durante la fase de montaje se habilitarán andamios firmemente sujetos y/o barreras perimetrales en las cubiertas y/o puntos de anclaje para los arneses de seguridad y línea de vida, de tal forma que se garantice en todo momento la seguridad de los trabajos a realizar en altura.

Se deberá disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia





# VII. GESTIÓN DE RESIDUOS

## 7.- ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

### 7.1.- Objeto

El objeto del presente anejo es determinar el procedimiento a seguir para la gestión de residuos generados en las obras correspondientes al presente proyecto.

### 7.2.- Normativa y legislación aplicable

Para la elaboración del presente estudio se ha tenido en cuenta, entre otras, la normativa siguiente:

- Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos, (BOE núm. 96, 22/4/98).
- Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) 2008-2015, aprobado por Acuerdo de Consejo de Ministros, de 26 de diciembre de 2008, (BOE núm. 49, 26/2/09).
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, (BOE núm. 275, 16/11/07).
- Real Decreto 1481/2001, eliminación de Residuos mediante depósito.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, (BOE núm. 38, 13/2/98).
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, (BOE núm. 43, 19/2/02).
- Ley 10/2000, de 12 de diciembre, de Residuos de la Comunidad Valenciana de Presidencia de la Generalitat, (DOGV núm. 3898, 15/12/00).
- Orden de 29 de diciembre de 2004, del conceller de Territorio y Vivienda, por el que se aprueba el Plan Zonal de Residuos de la Zona XIV. (DOGV núm. 4.926 de 18/1/2005)

Los residuos producidos en la actuación quedan enmarcados en el ámbito del Real Decreto 105/2008, según lo indicado en el artículo 2 del mismo:

“a) Residuo de construcción y demolición: cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de «Residuo» incluida en el artículo 3.a) de la Ley 10/1998, de 21 de abril, se genere en una obra de construcción o demolición.”

Según el artículo 2.2. del Real Decreto 105/2008, a los residuos que se generen en obras de construcción o demolición y estén regulados por legislación específica sobre residuos, cuando estén mezclados con otros residuos de construcción y demolición, les será de aplicación el Real Decreto 105/2008, en aquellos aspectos no contemplados en aquella legislación.

También le es de aplicación el art. 3.1., de la Ley 10/2000, que establece: “De conformidad con lo dispuesto con carácter básico por la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos, la presente ley será de aplicación a todo tipo de residuos que se originen o gestionen en el ámbito territorial de la Comunidad Valenciana.”

Y según el art. 4.a), de la Ley 10/2000,

“a) Residuo: cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención o la obligación de desprenderse, perteneciente a alguna de las categorías que se incluyen en el anexo 1 de la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos. En todo caso tendrán esta consideración los que figuren en el Catálogo Europeo de Residuos (CER), así como en el Catálogo Valenciano de Residuos.”

En la Comunidad Valenciana se estará a lo dispuesto por Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda, en su Área de Calidad Ambiental y Cambio Climático. Las funciones quedan reguladas en el capítulo II del título I de la ley 10/2000.

Tal y como determina el art. 22., de la Ley 10/2000, en la Comunidad Valenciana las actividades tanto públicas como privadas de gestión de residuos se ejecutarán conforme a los planes de residuos aprobados por las administraciones públicas competentes. Los planes de residuos aplicables son: Plan Integral de Residuos, Planes Zonales de Residuos, Planes Locales de Residuos. Castalla, donde se ubica la obra, está incluido en el Plan Zonal de Residuos de la Zona XIV.

El presente estudio de gestión de residuos de construcción y demolición, se redacta en cumplimiento del 4.1. a), del Real Decreto 105/2008, sobre las “Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición”, que dice:

“1. Además de los requisitos exigidos por la legislación sobre residuos, el productor de residuos de construcción y demolición deberá cumplir con las siguientes obligaciones:

Incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición, .....

El contenido de estudio atenderá los requerimientos del Real Decreto 105/2008.

### **7.3.- Identificación de agentes intervinientes**

Los agentes participantes en la gestión de los residuos de construcción y demolición, en las obras del presente proyecto son:

#### **7.3.1.- Productor de residuos de construcción y demolición (promotor)**

El promotor es el productor de residuos de construcción y demolición, por ser la persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en la obra de construcción o demolición; además de ser la persona física o jurídica titular del bien objeto de la obra de construcción o demolición.

También por ser la persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.

Está obligado a disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en su obra, han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el Real decreto 105/2008 y, en particular, en el estudio de gestión de residuos de la obra o en sus modificaciones.

La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

En aplicación del art. 46., de la Ley 10/2000, y sin perjuicio de los registros ya existentes en materia de producción de residuos peligrosos, se crea el Registro de Productores de Residuos de la Comunidad Valenciana. El registro se compone de dos secciones: la sección primera, en la que se inscribirán todas aquellas personas físicas o jurídicas autorizadas para la producción de los residuos peligrosos, y la sección segunda, en la que se inscribirán todas aquellas personas o entidades autorizadas para la producción de los residuos no peligrosos que planteen excepcionales dificultades para su gestión.

### **7.3.2.- Poseedor de residuos de construcción y demolición (constructor)**

El contratista principal es el poseedor de residuos de construcción y demolición, por ser la persona física o jurídica que tiene en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostenta la condición de gestor de residuos. Tienen la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecuta la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. No tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.

Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en el presente estudio.

El plan, una vez aprobado por la Dirección de Obra y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Cuando el gestor, al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos.

En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se registrará por lo establecido en el artículo 33 de la Ley 10/1998, de 21 de abril.

El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma en que se ubique la obra, en este caso, la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda, en su Área de Calidad Ambiental y Cambio Climático., de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos a que se hace referencia en el apartado 3, del R. D. 105/2008, la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

Los planes sobre residuos de construcción y demolición o las revisiones de los existentes que, de acuerdo con los apartados 4 y 5 del artículo 5 de la Ley 10/1998, de 21 de abril, aprueben las comunidades autónomas o las entidades locales, contendrán como mínimo:

- La previsión de la cantidad de residuos de construcción y demolición que se producirán durante el período de vigencia del plan, desglosando las cantidades de residuos peligrosos y de residuos no peligrosos, y codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya.
- Los objetivos específicos de prevención, reutilización, reciclado, otras formas de valorización y eliminación, así como los plazos para alcanzarlos.
- Las medidas a adoptar para conseguir dichos objetivos, incluidas las medidas de carácter económico.
- Los lugares e instalaciones apropiados para la eliminación de los residuos.
- La estimación de los costes de las operaciones de prevención, valorización y eliminación.
- Los medios de financiación.
- El procedimiento de revisión.

Los productores y poseedores de residuos urbanos o municipales estarán obligados a entregarlos a las entidades locales o, previa autorización de la entidad local, a un gestor autorizado o registrado conforme a las condiciones y requisitos establecidos en las normas reglamentarias de la Generalitat Valenciana y en las correspondientes ordenanzas municipales, y, en su caso, a proceder a su clasificación antes de la entrega para cumplir las exigencias previstas por estas disposiciones.

Las entidades locales adquirirán la propiedad de los residuos urbanos desde su entrega y los poseedores quedarán exentos de responsabilidad por los daños que puedan causar tales residuos, siempre que en su entrega se hayan observado las correspondientes ordenanzas y demás normativa aplicable.

Las entidades locales, en el ámbito de sus competencias, estarán obligadas a cumplir los objetivos de valorización fijados en los correspondientes planes locales y autonómicos de residuos, fomentando el reciclaje y la reutilización de los residuos municipales originados en su ámbito territorial.

Las entidades locales competentes podrán obligar a los productores y poseedores de residuos urbanos distintos a los generados en los domicilios particulares, y en especial a los productores de residuos de origen industrial no peligroso, a gestionarlos por sí mismos o a entregarlos a gestores autorizados.

### **7.3.3.- Gestor de residuos de construcción y demolición.**

El gestor será la persona o entidad, pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones y la de los vertederos, después de su cierre, así como su restauración ambiental (gestión) de los residuos, sea o no el productor de los mismos.

Además de las recogidas en la legislación sobre residuos, el gestor de residuos de construcción y demolición cumplirá con las siguientes obligaciones:



-En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.

-Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro mencionado en el apartado anterior. La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

-Extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, en los términos recogidos en este real decreto, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia. Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.

-En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el productor, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

En aplicación del art. 52 de la Ley 10/2000, existe el Registro General de Gestores Autorizados de Residuos de la Comunidad Valenciana, adscrito a la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda. En el registro constan, como mínimo, los siguientes datos: Datos acreditativos de la identidad del gestor y de su domicilio social. Actividad de gestión y tipo de residuo gestionado. Fecha y plazo de duración de la autorización, así como en su caso de las correspondientes prórrogas.

Las actividades de gestión de residuos peligrosos quedarán sujetas a la correspondiente autorización de la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda, y se registrarán por la normativa básica estatal y por lo establecido en esta ley y normas de desarrollo.

Además de las actividades de valorización y eliminación de residuos sometidas al régimen de autorización regulado en el artículo 50 de la Ley 10/2000, quedarán sometidas al régimen de autorización de la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda, las actividades de gestión de residuos peligrosos consistentes en la recogida y el almacenamiento de este tipo de residuos, así como su transporte cuando se realice asumiendo el transportista la titularidad del residuo. En todo caso, estas autorizaciones quedarán sujetas al régimen de garantías establecido en el artículo 49 de la citada Ley.

Cuando el transportista de residuos peligrosos sea un mero intermediario que realice esta actividad por cuenta de terceros, deberá notificarlo a Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda, quedando debidamente registrada en la forma que reglamentariamente se determine.

Los gestores que realicen actividades de recogida, almacenamiento y transporte quedarán sujetos a las obligaciones que, para la valorización y eliminación, se establecen en el artículo 50.4 de la Ley 10/2000, con las especificaciones que para este tipo de residuos establezca la normativa estatal.

#### **7.4.- Medidas para la prevención de residuos en la obra**

En el presente apartado se justifican las medidas tendentes a la prevención en la generación de residuos de construcción y demolición.

Durante la fase de redacción del proyecto, se han tenido en cuenta las alternativas planteadas, con el fin de que aquella que generen menos residuos en la fase de construcción y de explotación, cuente con más posibilidades de ser la alternativa elegida.

Los residuos de construcción y demolición (en adelante RCDs), correspondientes a la familia de “tierras y pétreos de la excavación”, se ajustarán a las dimensiones específicas del proyecto, cuanto a los planos y siguiendo las pautas del Estudio Geotécnico, del suelo donde se va a proceder a la ejecución de la obra.

Respecto de los RCDs de “naturaleza no pétreo”, se atenderán a las características cualitativas y cuantitativas, así como las funcionales de los mismos.

Los elementos metálicos, incluidas sus aleaciones, se pedirán los mínimos y necesarios a fin de proceder a la ejecución de los trabajos donde se deban de utilizarse. El cobre, bronce y latón se aportará a la obra en las condiciones prevista en su envasado, con el número escueto según la dimensión determinada en proyecto y siguiendo antes de su colocación la planificación correspondiente a fin de evitar el máximo número de recortes y elementos sobrantes.

El zinc, estaño y metales mezclados se aportará, también a la obra en las condiciones prevista en su envasado, con el número escueto según la dimensión determinada en proyecto y siguiendo antes de su colocación la planificación correspondiente a fin de evitar el máximo número de recortes y elementos sobrantes.

Los materiales derivados de los envasados como el papel o plástico, se solicitará de los suministradores el aporte en obra con el menor número de embalaje, renunciando al superfluo o decorativo.

En cuanto a los RCDs de naturaleza pétreo, se evitará la generación de los mismos como sobrantes de producción en el proceso de fabricación, devolviendo en lo posible al proveedor las partes del material que no se fuesen a utilizar. Los residuos de grava y rocas trituradas, así como los residuos de arena y arcilla, se procurará reducir en la medida de lo posible, a fin de economizar su eliminación.

En cuanto al hormigón, se intentará utilizar la mayor parte procedente de fabricación en central. El fabricado “in situ” deberá justificarse a la Dirección de Obra, quien controlará las capacidades de fabricación. Los pedidos a central se realizarán siempre con “defecto” antes que con “exceso”. Si existiera en algún momento sobrantes, estos deberán utilizarse en alguna parte de la obra previamente seleccionada para estos menesteres.

Los restos de ladrillos, tejas y materiales cerámicos, deberán limpiarse de las partes de aglomerantes y estos restos se reutilizarán para su reciclado, se aportarán, también a la obra en las condiciones previstas en su envasado, con el número escueto según la dimensión determinada en proyecto y siguiendo antes de su colocación la planificación correspondiente, para evitar el máximo número de cortes y elementos sobrantes.

## 7.5.- Identificación y estimación de la cantidad de los residuos que se generarán en la obra

### CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS RESIDUOS

Se identifican dos categorías dentro de los Residuos de Construcción y Demolición (RCDs):

#### -RCDs de Nivel I.

Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

#### -RCDs de Nivel II.

Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios. Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliares sometidas a licencia municipal o no.

Los residuos generados serán tan solo los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002. No se considerarán incluidos en el cómputo general los materiales que no superen 1 m<sup>3</sup> de aporte y no sean considerados peligrosos y requieran por tanto un tratamiento especial.

#### Estimación de la cantidad de los residuos

Para la estimación de la cantidad de cada tipo de residuo que se generará en la obra, (t y/o m<sup>3</sup>), en función de las categorías determinadas en las tablas anteriores, para la obra nueva y en ausencia de datos más contrastados, se adopta el siguiente criterio. Se utilizan parámetros estimativos con fines estadísticos de 10,00 cm de altura de mezcla de residuos por m<sup>2</sup> construido según usos con una densidad tipo del orden de 1,50 t/m<sup>3</sup> a 0,50 t/m<sup>3</sup>.

#### GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD)

Estimación de residuos en obra nueva

-Superficie construida total	208 m <sup>2</sup>
-Volumen de residuos (S x 0,6)	2,08 m <sup>3</sup>
-Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5 t/m <sup>3</sup> )	1,0 t/m <sup>3</sup>
-Toneladas de residuos	2,08 t

Una vez se obtiene el dato global de toneladas de RCDs por m<sup>2</sup> construido, se procede a continuación a estimar el peso por tipología de residuos utilizando en ausencia de datos en la Comunidad Valenciana, los estudios realizados por la Comunidad de Madrid de la composición en peso de los RCDs que van a sus vertederos (Plan Nacional de RCDs 2001-2006).



### 7.6.- Medidas para la separación de los residuos en obra

Los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón	80,00 t
Ladrillos, tejas, cerámicos	40,00 t
Metales	2,00 t
Madera	1,00 t
Vidrio	1,00 t
Plásticos	0,50 t
Papel y cartón	0,50 t

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan.

Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra.

En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma en que se ubique la obra, en este caso, la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda, en su Área de Calidad Ambiental y Cambio Climático, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

Respecto a las medidas de separación o segregación "in situ" previstas dentro de los conceptos de la clasificación propia de los RCDs de la obra como su selección, se adjunta en la tabla adjunta las operaciones que se tendrán que llevar a cabo en la obra.

Eliminación previa de elementos desmontables y/o peligrosos
Derribo separativo / segregación en obra nueva (ej.: pétreos, madera, metales, plásticos + cartón + envases, orgánicos, peligrosos...). Solo en caso de superar las fracciones establecidas en el artículo 5.5 del RD 105/2008
Derribo integral o recogida de escombros en obra nueva "todo mezclado", y posterior tratamiento en planta

### **7.7.- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generen en obra**

El desarrollo de actividades de valorización de residuos de construcción y demolición requerirá autorización previa de la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda, en los términos establecidos por la Ley 10/1998, de 21 de abril.

La autorización podrá ser otorgada para una o varias de las operaciones que se vayan a realizar, y sin perjuicio de las autorizaciones o licencias exigidas por cualquier otra normativa aplicable a la actividad. Se otorgará por un plazo de tiempo determinado, y podrá ser renovada por períodos sucesivos.

La autorización sólo se concederá previa inspección de las instalaciones en las que vaya a desarrollarse la actividad y comprobación de la calificación de los técnicos responsables de su dirección y de que está prevista la adecuada formación profesional del personal encargado de su explotación.

Los áridos reciclados obtenidos como producto de una operación de valorización de residuos de construcción y demolición deberán cumplir los requisitos técnicos y legales para el uso a que se destinen.

La legislación de las comunidades autónomas podrá eximir de la autorización administrativa regulada en los apartados 1 a 3 del artículo 8, del Real Decreto 105/2008, a los poseedores que se ocupen de la valorización de los residuos no peligrosos de construcción y demolición en la misma obra en que se han producido, fijando los tipos y cantidades de residuos y las condiciones en las que la actividad puede quedar dispensada de la autorización.

Las actividades de valorización de residuos reguladas se ajustarán a lo establecido en el proyecto de obra. En particular, la Dirección de Obra deberá aprobar los medios previstos para dicha valorización in situ.

En todo caso, estas actividades se llevarán a cabo sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar procedimientos ni métodos que perjudiquen al medio ambiente y, en particular, al agua, al aire, al suelo, a la fauna o a la flora, sin provocar molestias por ruido ni olores y sin dañar el paisaje y los espacios naturales que gocen de algún tipo de protección de acuerdo con la legislación aplicable.

Las actividades a las que sea de aplicación las exenciones definidas anteriormente deberán quedar obligatoriamente registradas en la forma que establezca la Comunidad Valenciana.

La actividad de tratamiento de residuos de construcción y demolición mediante una planta móvil, cuando aquélla se lleve a cabo en un centro fijo de valorización o de eliminación de residuos, deberá preverse en la autorización otorgada a dicho centro fijo, y cumplir con los requisitos establecidos en la misma

Se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.

La anterior prohibición no se aplicará a los residuos inertes cuyo tratamiento sea técnicamente inviable ni a los residuos de construcción y demolición cuyo tratamiento no contribuya a los objetivos establecidos en el artículo 1 del Real Decreto 105/2008., ni a reducir los peligros para la salud humana o el medio ambiente.

La legislación de las comunidades autónomas podrá eximir de la aplicación del apartado anterior a los vertederos de residuos no peligrosos o inertes de construcción o demolición en poblaciones aisladas que cumplan con la definición que para este concepto recoge el artículo 2 del Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero, siempre que el vertedero se destine a la eliminación de residuos generados únicamente en esa población aislada.

Los titulares de actividades en las que se desarrollen operaciones de recogida, transporte y almacenamiento de residuos no peligrosos de construcción y demolición deberán notificarlo a la Conselleria

de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda, quedando debidamente registradas estas actividades en la forma que establezca la legislación vigente.

La utilización de residuos inertes procedentes de actividades de construcción o demolición en la restauración de un espacio ambientalmente degradado, en obras de acondicionamiento o relleno, podrá ser considerada una operación de valorización, y no una operación de eliminación de residuos en vertedero, cuando se cumplan los siguientes requisitos:

-Que la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda, así lo haya declarado antes del inicio de las operaciones de gestión de los residuos.

-Que la operación se realice por un gestor de residuos sometido a autorización administrativa de valorización de residuos. No se exigirá autorización de gestor de residuos para el uso de aquellos materiales obtenidos en una operación de valorización de residuos de construcción y demolición que no posean la calificación jurídica de residuo y cumplan los requisitos técnicos y legales para el uso al que se destinen.

-Que el resultado de la operación sea la sustitución de recursos naturales que, en caso contrario, deberían haberse utilizado para cumplir el fin buscado con la obra de restauración, acondicionamiento o relleno.

Los requisitos establecidos en el apartado 1, del Real Decreto 105/2008, se exigirán sin perjuicio de la aplicación, en su caso, del Real Decreto 2994/1982, de 15 de octubre, sobre restauración de espacios naturales afectados por actividades extractivas.

Las administraciones públicas fomentarán la utilización de materiales y residuos inertes procedentes de actividades de construcción o demolición en la restauración de espacios ambientalmente degradados, obras de acondicionamiento o relleno, cuando se cumplan los requisitos establecidos en el apartado 1., del Real Decreto 105/2008. En particular, promoverán acuerdos voluntarios entre los responsables de la correcta gestión de los residuos y los responsables de la restauración de los espacios ambientalmente degradados, o con los titulares de obras de acondicionamiento o relleno.

La eliminación de los residuos se realizará, en todo caso, mediante sistemas que acrediten la máxima seguridad con la mejor tecnología disponible y se limitará a aquellos residuos o fracciones residuales no susceptibles de valorización de acuerdo con las mejores tecnologías disponibles.

Se procurará que la eliminación de residuos se realice en las instalaciones adecuadas más próximas y su establecimiento deberá permitir, a la Comunidad Valenciana, la autosuficiencia en la gestión de todos los residuos originados en su ámbito territorial.

Todo residuo potencialmente valorizable deberá ser destinado a este fin, evitando su eliminación de acuerdo con el número 1 del artículo 18, de la Ley 10/2000.

De acuerdo con la normativa de la Unión Europea, reglamentariamente se establecerán los criterios técnicos para la construcción y explotación de cada clase de vertedero, así como el procedimiento de admisión de residuos en los mismos. A estos efectos, deberán distinguirse las siguientes clases de vertederos:

-Vertedero para residuos peligrosos.

-Vertedero para residuos no peligrosos.

-Vertedero para residuos inertes.

En la Comunidad Valenciana, las operaciones de gestión de residuos se llevarán a cabo sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar procedimientos ni métodos que puedan perjudicar el medio ambiente y, en particular, sin crear riesgos para el agua, el aire o el suelo, ni para la fauna o flora, sin provocar incomodidades por el ruido o los olores y sin atentar contra los paisajes y lugares de especial interés.

Queda prohibido el abandono, vertido o eliminación incontrolada de residuos en todo el territorio de la Comunidad Valenciana, así como toda mezcla o dilución de los mismos que dificulte su gestión.

Los residuos pueden ser gestionados por los productores o poseedores en los propios centros que se generan o en plantas externas, quedando sometidos al régimen de intervención administrativa establecido en la Ley 10/2000., en función de la categoría del residuo de que se trate.

Asimismo, para las actividades de eliminación de residuos urbanos o municipales o para aquellas operaciones de gestión de residuos no peligrosos que se determinen reglamentariamente, podrá exigirse un seguro de responsabilidad civil o la prestación de cualquier otra garantía financiera que, a juicio de la administración autorizante y con el alcance que reglamentariamente se establezca, sea suficiente para cubrir el riesgo de la reparación de daños y del deterioro del medio ambiente y la correcta ejecución del servicio.

Las operaciones de valorización y eliminación de residuos deberán estar autorizadas por la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda, que la concederá previa comprobación de las instalaciones en las que vaya a desarrollarse la actividad y sin perjuicio de las demás autorizaciones o licencias exigidas por otras disposiciones.

Las operaciones de valorización y eliminación deberán ajustarse a las determinaciones contenidas en los Planes Autonómicos de Residuos y en los requerimientos técnicos que reglamentariamente se desarrollen para cada tipo de instalación teniendo en cuenta las tecnologías menos contaminantes, de conformidad con lo establecido en los artículos 18 y 19 de la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.

Estas autorizaciones, así como sus prórrogas, deberán concederse por tiempo determinado. En los supuestos de los residuos peligrosos, las prórrogas se concederán previa inspección de las instalaciones. En los restantes supuestos, la prórroga se entenderá concedida por anualidades, salvo manifestación expresa de los interesados o la administración.

Los gestores que realicen alguna de las operaciones reguladas en el presente artículo deberán estar inscritos en el Registro General de Gestores de Residuos de la Comunidad Valenciana y llevarán un registro documental en el que se harán constar la cantidad, naturaleza, origen, destino, frecuencia de recogida, método de valorización o eliminación de los residuos gestionados.

Dicho registro estará a disposición de la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda, debiendo remitir resúmenes anuales en la forma y con el contenido que se determine reglamentariamente.

La Generalitat Valenciana establecerá reglamentariamente para cada tipo de actividad las operaciones de valorización y eliminación de residuos no peligrosos realizada por los productores en sus propios centros de producción que podrán quedar exentas de autorización administrativa.

Estas operaciones estarán sujetas a la obligatoria notificación e inscripción en el Registro General de Gestores de Residuos de la Comunidad Valenciana.

Los titulares de actividades en las que se desarrollen operaciones de gestión de residuos no peligrosos distintas a la valorización o eliminación deberán notificarlo a la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda.

Las operaciones de eliminación consistentes en el depósito de residuos en vertederos deberán realizarse de conformidad con lo establecido en la presente ley y sus normas de desarrollo, impidiendo o reduciendo cualquier riesgo para la salud humana, así como los efectos negativos en el medio ambiente y, en particular, la contaminación de las aguas superficiales, las aguas subterráneas, el suelo y el aire, incluido el efecto invernadero.

Las obligaciones establecidas en el apartado anterior serán exigibles durante todo el ciclo de vida del vertedero, alcanzando las actividades de mantenimiento y vigilancia y control hasta al menos 30 años después de su cierre.

Sólo podrán depositarse en un vertedero, independientemente de su clase, aquellos residuos que hayan sido objeto de tratamiento. Esta disposición no se aplicará a los residuos inertes cuyo tratamiento sea técnicamente inviable o a aquellos residuos cuyo tratamiento no contribuya a impedir o reducir los peligros para el medio ambiente o para la salud humana.

Los residuos que se vayan a depositar en un vertedero, independientemente de su clase, deberán cumplir con los criterios de admisión que se desarrollen reglamentariamente.

Los vertederos de residuos peligrosos podrán acoger solamente aquellos residuos peligrosos que cumplan con los requisitos que se fijarán reglamentariamente de conformidad con el anexo II de la Directiva 1999/31/CE, de 26 de abril, del Consejo de la Unión Europea.

Los vertederos de residuos no peligrosos podrán acoger:

-Los residuos urbanos o municipales.

-Los residuos no peligrosos de cualquier otro origen que cumplan los criterios de admisión de residuos en vertederos para residuos no peligrosos establecidos reglamentariamente de conformidad con el anexo II de la Directiva 1999/31/CE, de 26 de abril, del Consejo de la Unión Europea.

-Los residuos no reactivos peligrosos, estables (por ejemplo, solidificados o vitrificados), cuyo comportamiento de lixiviación sea equivalente al de los residuos no peligrosos mencionados en el apartado anterior y que cumplan con los pertinentes criterios de admisión que se establezcan al efecto. Dichos residuos peligrosos no se depositarán en compartimentos destinados a residuos no peligrosos biodegradables. Los vertederos de residuos inertes sólo podrán acoger residuos inertes.

La Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda, elaborará programas para la reducción de los residuos biodegradables destinados a vertederos, de conformidad con las pautas establecidas en la estrategia nacional en cumplimiento con lo dispuesto en la Directiva 1999/31/CE, de 26 de abril, del Consejo de la Unión Europea.

No se admitirán en los vertederos:

-Residuos líquidos.

-Residuos que, en condiciones de vertido, sean explosivos o corrosivos, oxidantes, fácilmente inflamables o inflamables con arreglo a las definiciones de la tabla 5 del anexo 1 del Real Decreto 952/1997, de 20 de junio.

-Residuos de hospitales u otros residuos clínicos procedentes de establecimientos médicos o veterinarios y que sean infecciosos con arreglo a la definición de la tabla 5 del Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, y residuos de la categoría 14 de la parte A de la tabla 3 del anexo 1 del citado Real Decreto 952/1997, de 20 de junio.



-Neumáticos usados enteros, a partir de dos años desde la entrada en vigor de esta ley, con exclusión de los neumáticos utilizados como material de ingeniería y neumáticos usados reducidos a tiras, a partir de cinco años después de la mencionada fecha, con exclusión en ambos casos de los neumáticos de bicicleta y de los neumáticos cuyo diámetro sea superior a 1.400 mm.

-Cualquier otro tipo de residuo que no cumpla los criterios de admisión que se establezcan de conformidad con la normativa vigente.

Queda prohibida la dilución o mezcla de residuos únicamente para cumplir los criterios de admisión de los residuos, ni antes ni durante las operaciones de vertido.

Además de lo previsto en este estudio, las operaciones y actividades en las que los trabajadores estén expuestos o sean susceptibles de estar expuestos a fibras de amianto o de materiales que lo contengan se regirán, en lo que se refiere a prevención de riesgos laborales, por el Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

En cuanto a la previsión de operaciones de reutilización, se adopta el criterio de establecerse “en la misma obra” o por el contrario “en emplazamientos externos”.

Como se ha comentado anteriormente, el municipio donde se encuentran las obras está incluido dentro del Plan Zonal de Residuos de la Zona XVI, siendo la Administración competente el consorcio aprobado (DOGV, de 30 de noviembre de 2001) y constituido el 15 de abril de 2002.

## **7.8.- Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de rcd**

### **7.8.1.- De carácter general.**

Prescripciones a incluir en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición en obra.

### **7.8.2.- Gestión de residuos de construcción y demolición**

Gestión de residuos según Real Decreto 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas mediante contenedores o sacos industriales.

Para algunas de las actividades previstas en el presente estudio, y en ausencia de datos relativos a la Comunidad Valenciana, se toma como referencia los estudios realizados por la Comunidad de Madrid.

### **7.8.3.- Certificación de los medios empleados**

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección de Obra y a la propiedad, los certificados de los contenedores empleados, así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas por la Comunidad Valenciana.

#### **7.8.4.- Limpieza de las obras**

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 buen aspecto.

#### **7.9.- Valoración del coste previsto de la gestión de red**

La valoración del coste previsto de la gestión correcta de los residuos de construcción y demolición, coste que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo aparte, se atenderá a la distinta tipología de los RCDs, definidos anteriormente.

#### **7.10.- Conclusión**

Con todo lo anteriormente expuesto, junto con el presupuesto reflejado, se entiende que queda suficientemente desarrollado el Plan de Gestión de Residuos para el presente proyecto según el RD 105/2008.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Estudio técnico económico de la instalación eléctrica en BT fotovoltaica  
para autoconsumo con compensación de excedentes sobre cubierta.

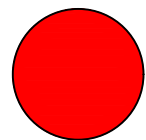
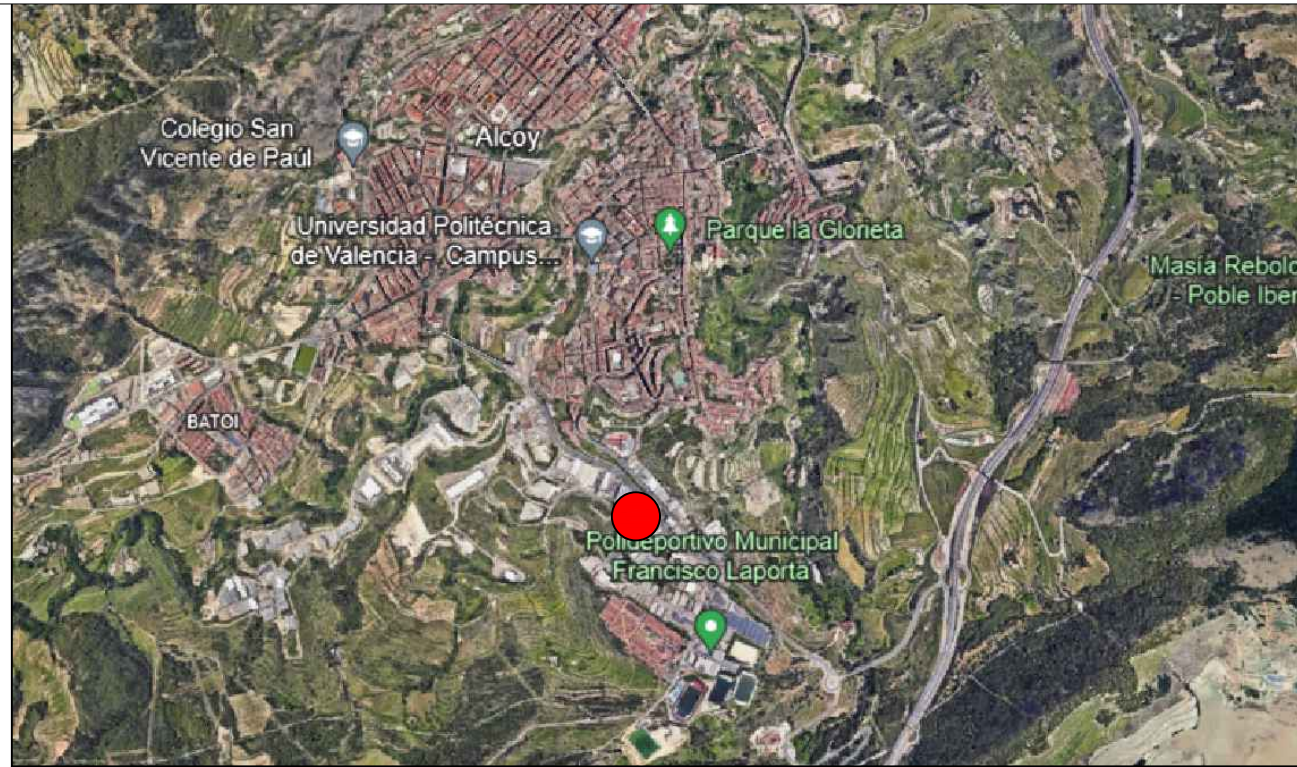
# VIII. PLANOS



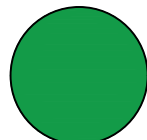
## 8.- PLANOS

- **INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. PLANTA DE SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO: IFV-01**
- **INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. PLANTA DE CUBIERTA: IFV-02**
- **INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. PLANTA DE CUBIERTA: IFV-03**
- **INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. PLANTA DE CUBIERTA: IFV-04**
- **INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. PLANTA DE PLANTA BAJA: IFV-05**
- **INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. PLANTA DE PLANTA BAJA: IFV-06**
- **INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. PLANTA DE CONEXIÓN A TIERRA: IFV-07**
- **INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. PLANTA DE CONEXIÓN A TIERRA: IFV-08**
- **INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. DETALLES: IFV-09**
- **INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. ESQUEMA UNIFILAR: IFV-10**





**SITUACIÓN**

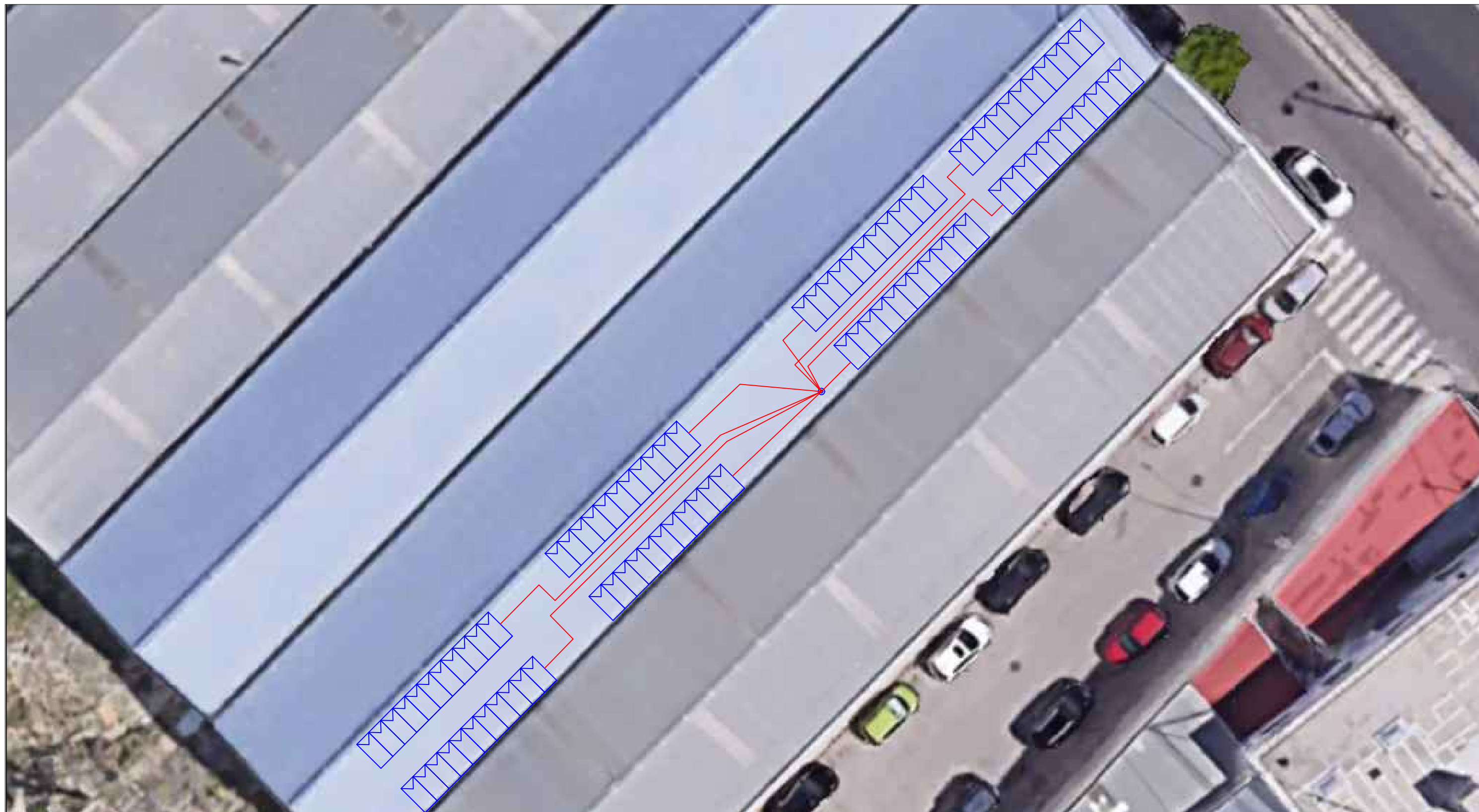


**EMPLAZAMIENTO**

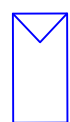
**PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 44 KW**

SITUACIÓN:	CALLE ALICANTE, 72 ALCOY	FECHA:	2024 JULIO
PLANO:	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PLANO DE SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	Nº PLANO:	IFV-01
		ESCALA:	1/100
CONTRATISTA DEL PROYECTO:	TECHNOVA SOLUTIONS S.L.	AUTOR DEL PROYECTO:	Saül Cano Gisbert Ingeniero Eléctrico





## LEYENDA



PANEL FOTOVOLTAICO



BAJANTE



CABLE CORRIENTE CONTINUA  
(CABLE ROJO Y NEGRO)

PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 44 KW

SITUACIÓN:  
CALLE ALICANTE, 72  
ALCOY

FECHA:  
2024  
JULIO

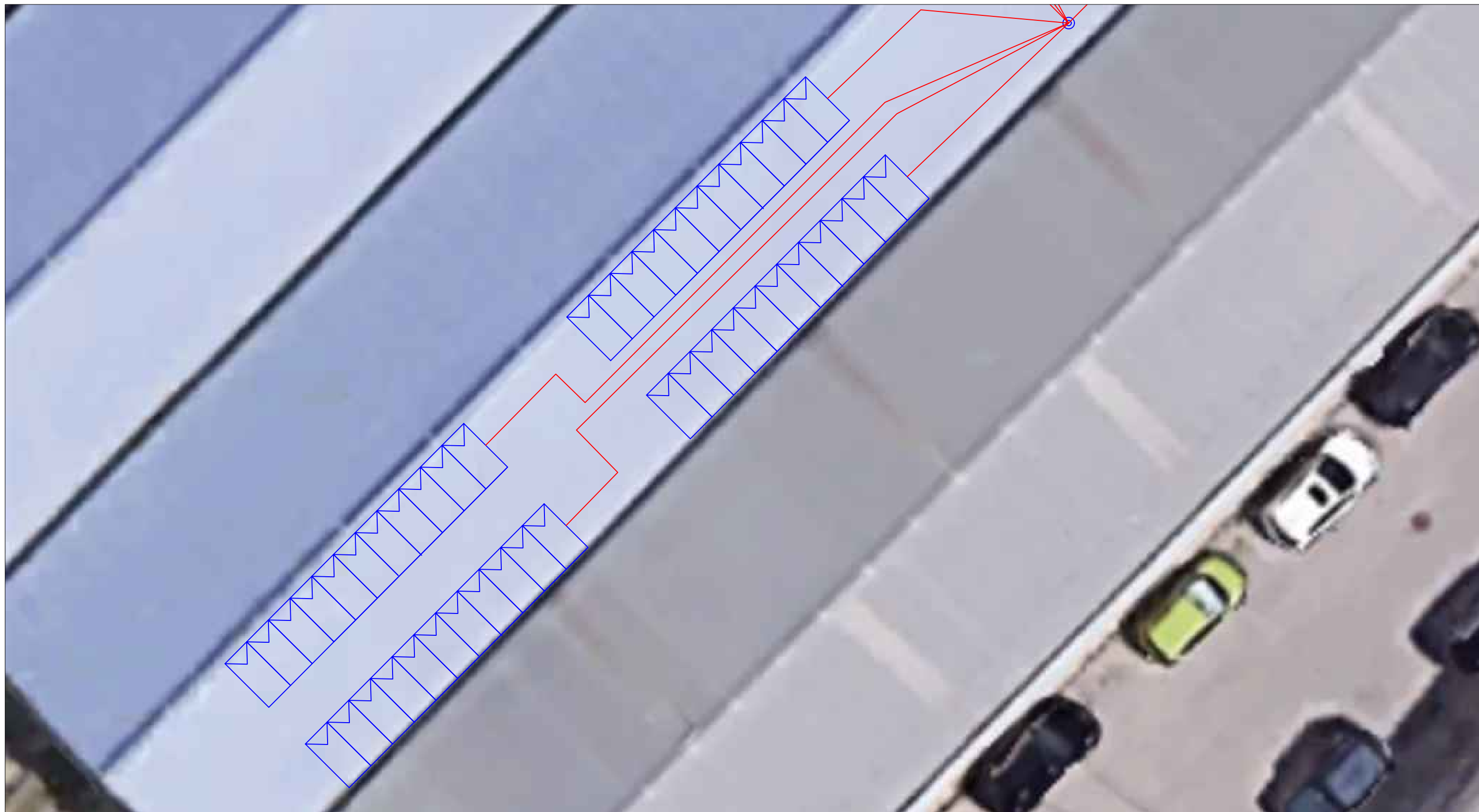
PLANO:  
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
PLANO DE CUBIERTA

Nº PLANO: IFV-02

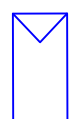
ESCALA: 1/100

CONTRATISTA DEL PROYECTO:  
TECHNOVA SOLUTIONS S.L.

AUTOR DEL PROYECTO:  
Saúl Cano Gisbert  
Ingeniero Eléctrico



## LEYENDA



PANEL FOTOVOLTAICO



BAJANTE



CABLE CORRIENTE CONTINUA  
(CABLE ROJO Y NEGRO)

PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 44 KW

SITUACIÓN:  
CALLE ALICANTE, 72  
ALCOY

FECHA:  
2024  
JULIO

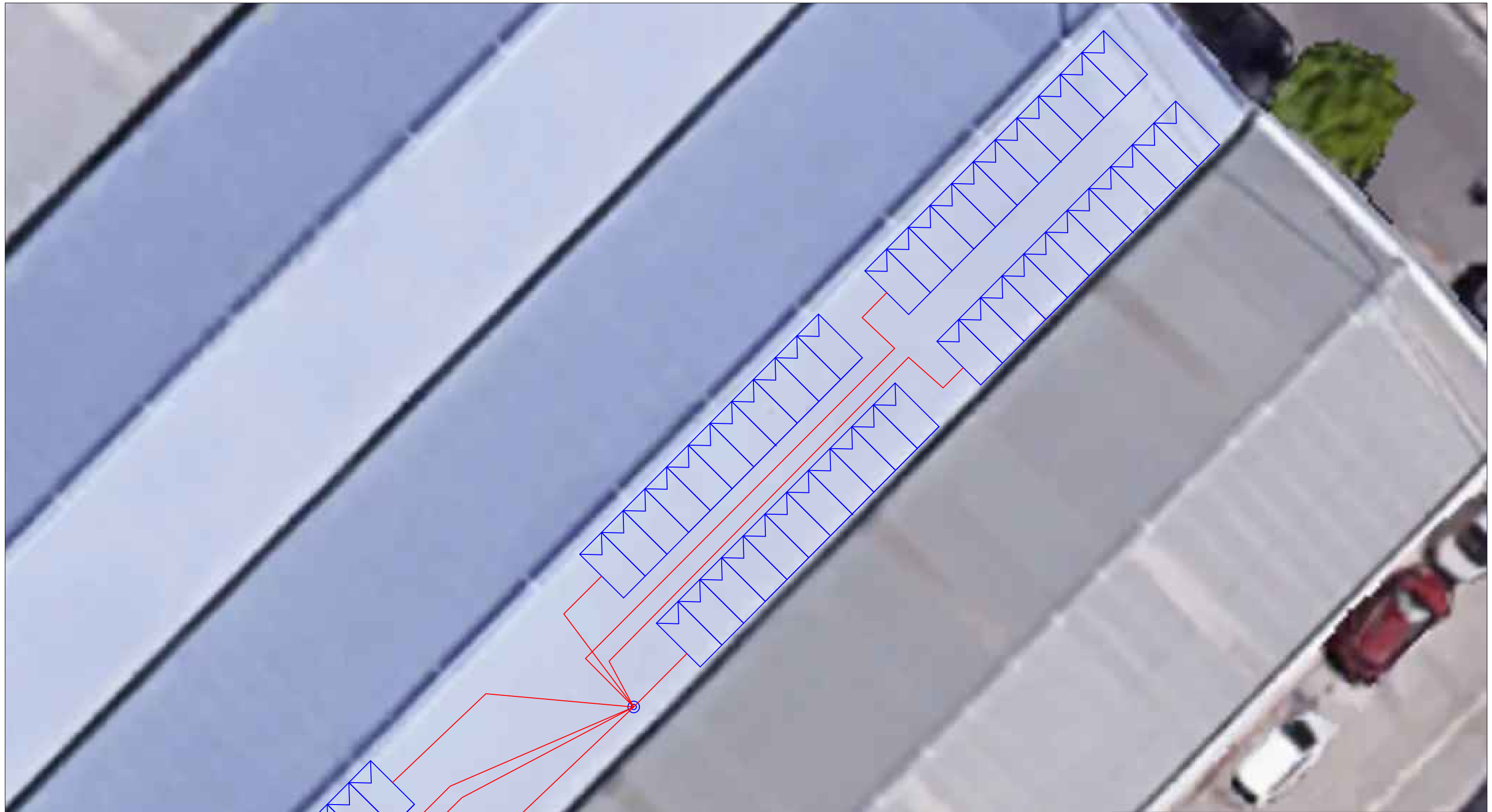
PLANO:  
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
PLANO DE CUBIERTA

Nº PLANO:  
IFV-03

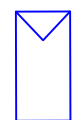
ESCALA:  
1/50

CONTRATISTA DEL PROYECTO:  
TECHNOVA SOLUTIONS S.L.

AUTOR DEL PROYECTO:  
Saül Cano Gisbert  
Ingeniero Eléctrico



## LEYENDA



PANEL FOTOVOLTAICO



BAJANTE



CABLE CORRIENTE CONTINUA  
(CABLE ROJO Y NEGRO)

PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 44 KW

SITUACIÓN: CALLE ALICANTE, 72  
ALCOY  
FECHA: 2024  
JULIO

PLANO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
PLANO DE CUBIERTA  
Nº PLANO: IFV-04  
ESCALA: 1/50

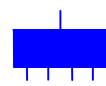
CONTRATISTA DEL PROYECTO: TECHNNOVA SOLUTIONS S.L.  
AUTOR DEL PROYECTO: Saül Cano Gisbert  
Ingeniero Eléctrico



### LEYENDA

INVERSOR

**INVERSOR 20 KW**



**CUADRO GENERAL**



**CABLE CORRIENTE ALTERNA**



**CABLE CORRIENTE CONTINUA**



**BAJANTE**



**CUADRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA**

**PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 44 KW**

SITUACIÓN:  
CALLE ALICANTE, 72  
ALCOY

FECHA:  
2024  
JULIO

PLANO:  
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
PLANO PLANTA BAJA

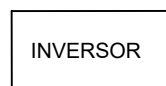
Nº PLANO: **IFV-05**  
ESCALA: **1/25**

CONTRATISTA DEL PROYECTO:  
TECHNOVA SOLUTIONS S.L.

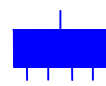
AUTOR DEL PROYECTO:  
Saül Cano Gisbert  
Ingeniero Eléctrico



### LEYENDA



**INVERSOR 20 KW**



**CUADRO GENERAL**



**CABLE CORRIENTE ALTERNA**



**CABLE CORRIENTE CONTINUA**



**BAJANTE**



**CUADRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA**

**PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 44 KW**

SITUACIÓN:  
CALLE ALICANTE, 72  
ALCOY

FECHA:  
2024  
JULIO

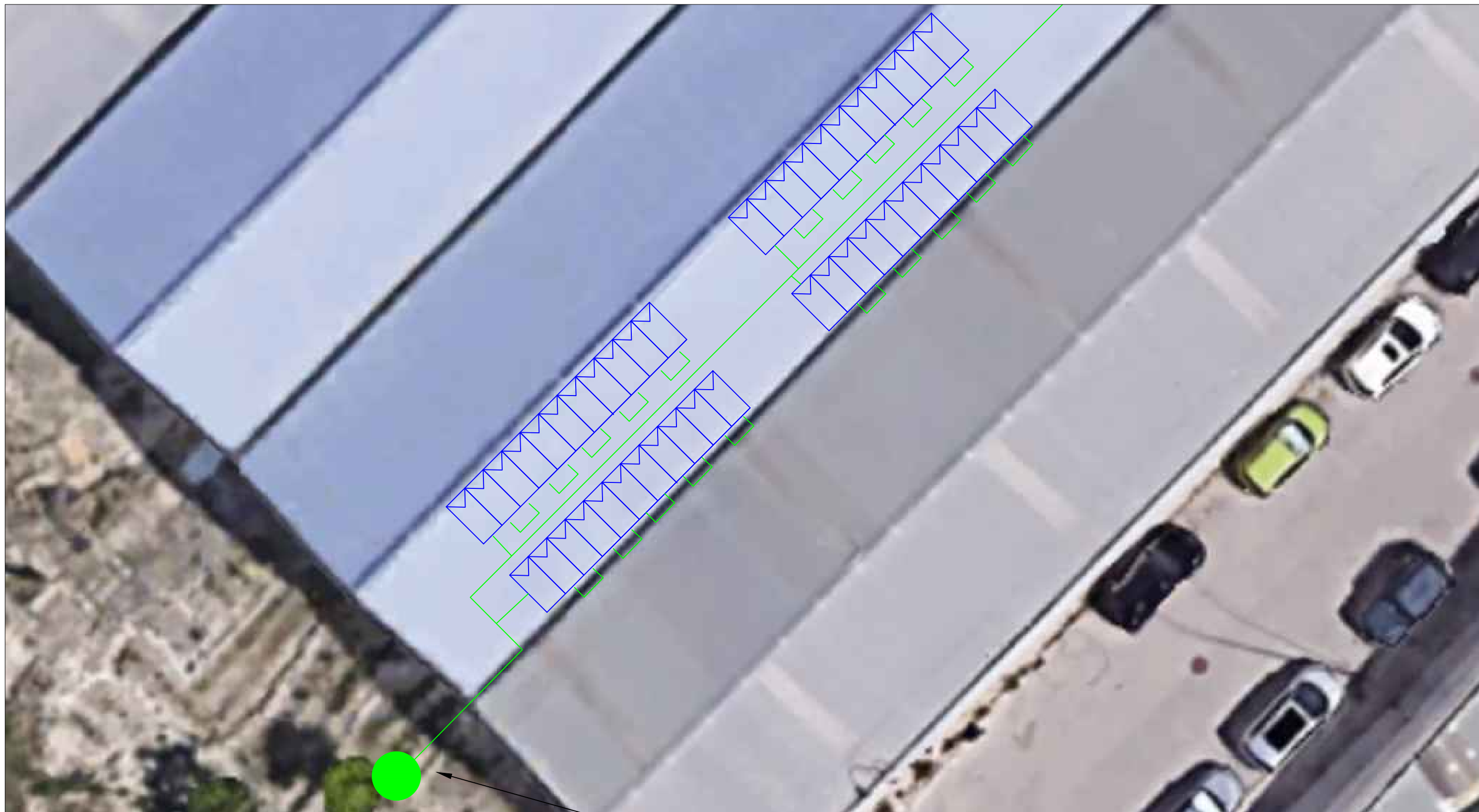
PLANO:  
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
PLANO PLANTA BAJA

Nº PLANO: **IFV-06**  
ESCALA: **1/25**

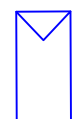
CONTRATISTA DEL PROYECTO:  
TECHNOVA SOLUTIONS S.L.

AUTOR DEL PROYECTO:  
Saül Cano Gisbert  
Ingeniero Eléctrico





## LEYENDA



PANEL FOTOVOLTAICO



PICA DE TIERRA



CABLE PUESTA A TIERRA

CONEXIÓN A PICA DE  
TIERRA (ENTERRADA  
A 0,5 M DEL SUELO)

PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 44 KW

SITUACIÓN:  
CALLE ALICANTE, 72  
ALCOY

FECHA:  
2024  
JULIO

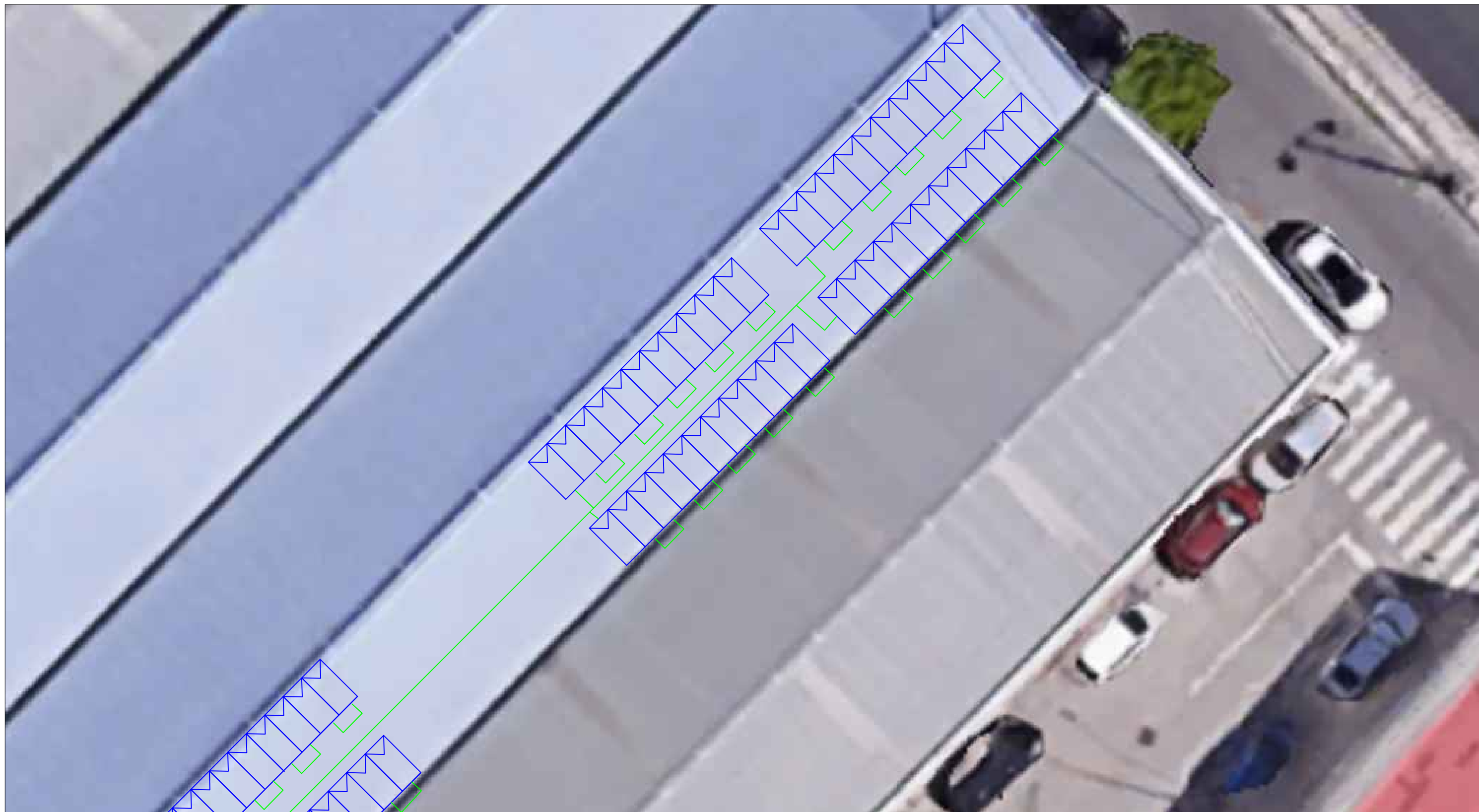
PLANO:  
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
PLANO DE CONEXIÓN A TIERRA

Nº PLANO: **IFV-07**  
ESCALA: **1/50**

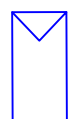
CONTRATISTA DEL PROYECTO:  
TECHNOVA SOLUTIONS S.L.

AUTOR DEL PROYECTO:  
Saül Cano Gisbert  
Ingeniero Eléctrico





## LEYENDA



PANEL FOTOVOLTAICO



PICA DE TIERRA



CABLE PUESTA A TIERRA

PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 44 KW

SITUACIÓN:  
CALLE ALICANTE, 72  
ALCOY

FECHA:  
2024  
JULIO

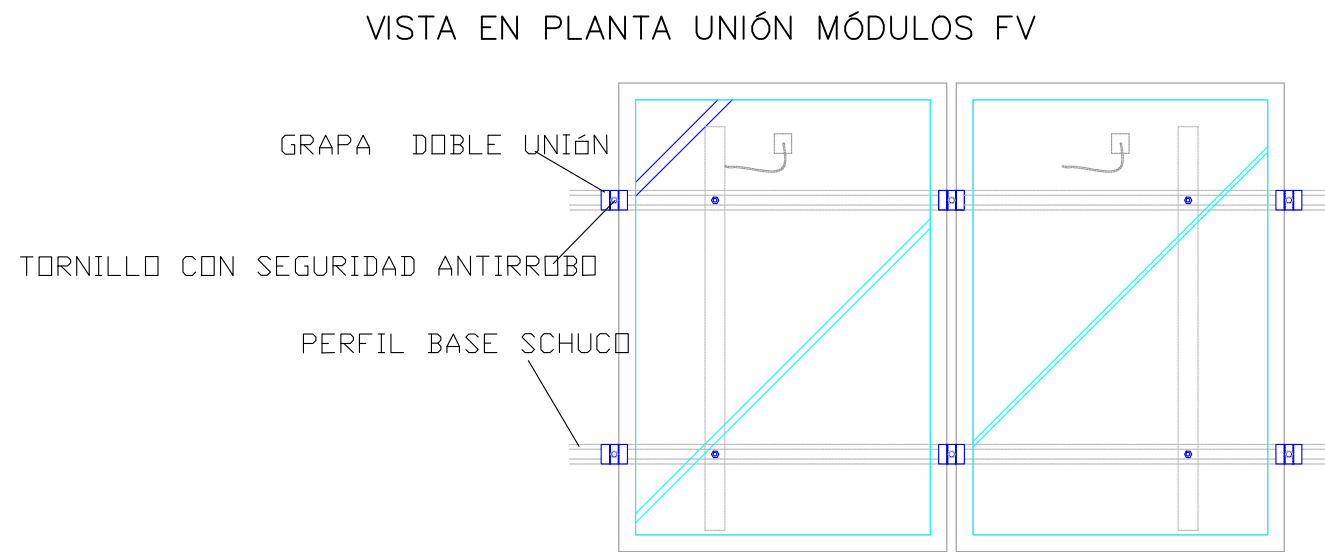
PLANO:  
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
PLANO DE CONEXIÓN A TIERRA

Nº PLANO: **IFV-08**  
ESCALA: **1/50**

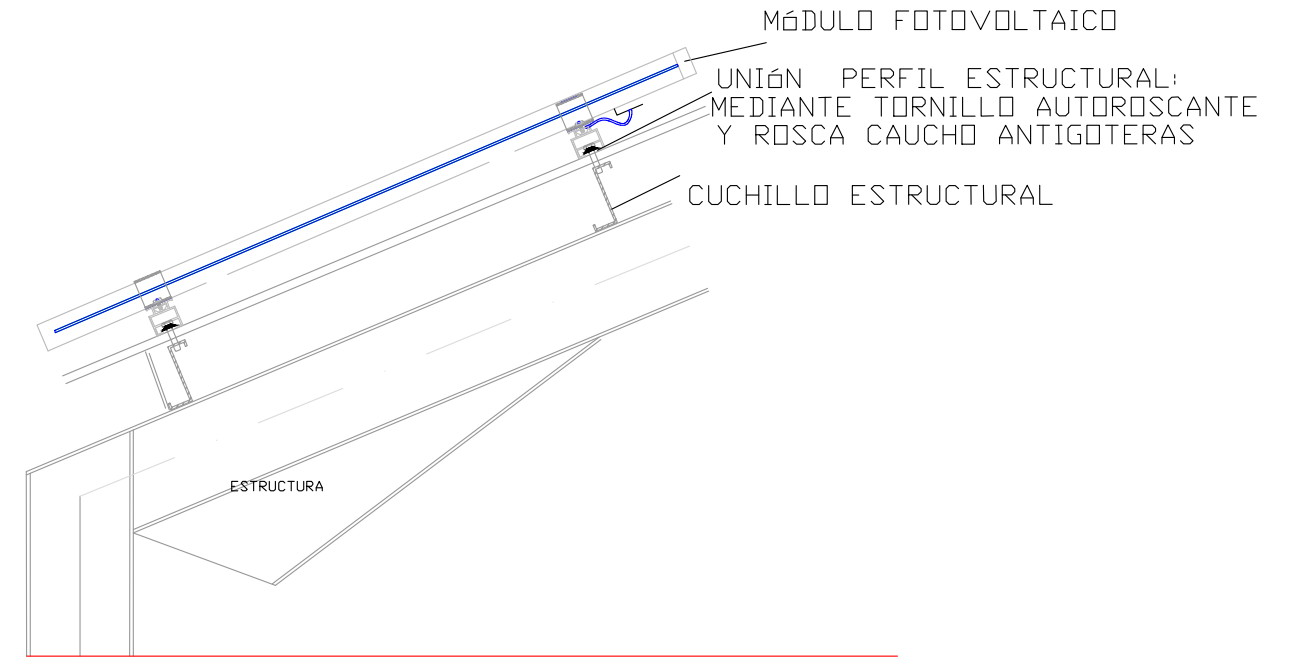
CONTRATISTA DEL PROYECTO:  
TECHNOVA SOLUTIONS S.L.

AUTOR DEL PROYECTO:  
Saúl Cano Gisbert  
Ingeniero Eléctrico

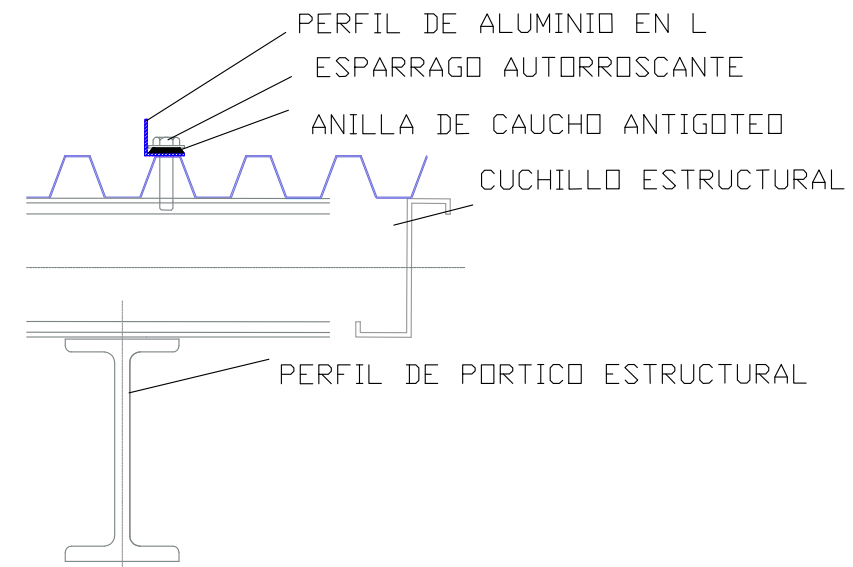
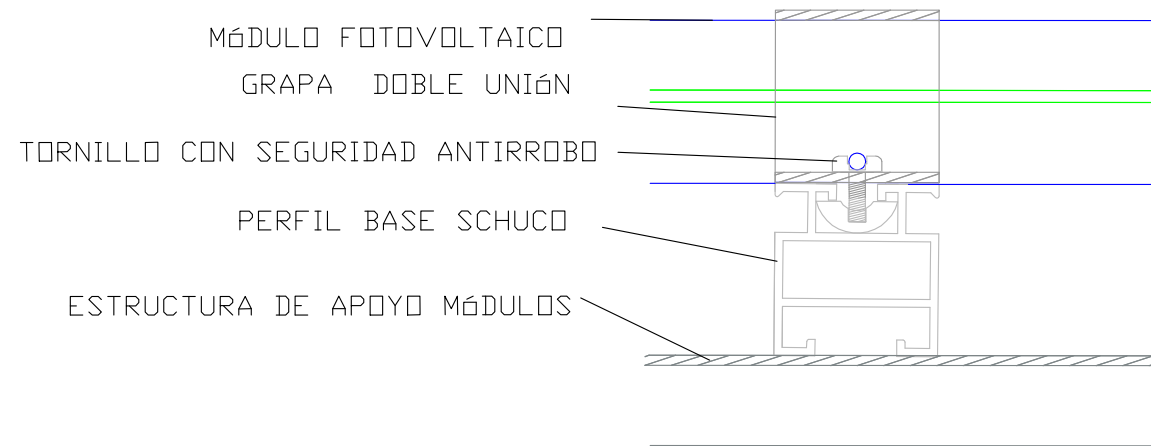
DETALLE UNIÓN PANEL FOTOVOLTAICO



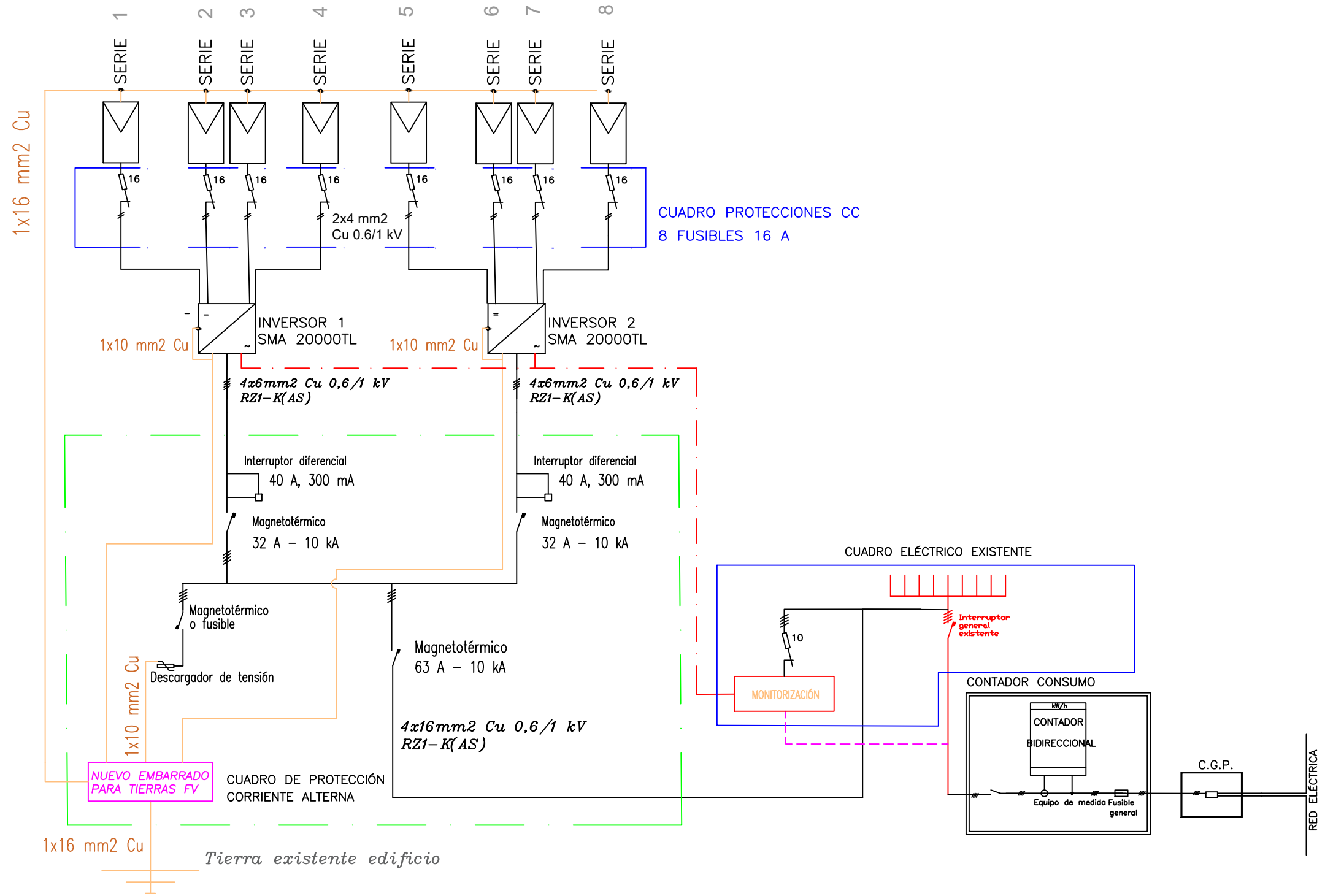
DETALLE UNIÓN MÓDULOS FV –CUBIERTA



DETALLE UNIÓN MÓDULO FV–PERFIL SCHUCO DETALLE UNIÓN PERFIL–ESTRUCTURA PORTICO



<b>PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 44 KW</b>		
SITUACIÓN:	CALLE ALICANTE, 72 ALCOY	FECHA: 2024 JULIO
PLANO:	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PLANO DE DETALLES DE MONTAJE	Nº PLANO: IFV-09 ESCALA: 1/100
CONTRATISTA DEL PROYECTO:	AUTOR DEL PROYECTO:	
TECHNOVA SOLUTIONS S.L.	Saül Cano Gisbert Ingeniero Eléctrico	



<b>PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED DE 44 KW</b>		
SITUACIÓN:	CALLE ALICANTE, 72 ALCOY	FECHA: 2024 JULIO
PLANO:	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PLANO DEL ESQUEMA UNIFILAR	Nº PLANO: <b>IFV-10</b> ESCALA: <b>1/100</b>
CONTRATISTA DEL PROYECTO:	AUTOR DEL PROYECTO:	
TECHNOVA SOLUTIONS S.L.	Saúl Cano Gisbert Ingeniero Eléctrico	

# IX. FICHAS TÉCNICAS



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Estudio técnico económico de la instalación eléctrica en BT fotovoltaica  
para autoconsumo con compensación de excedentes sobre cubierta.

## 9.- FICHAS TÉCNICAS

### 9.1.- INVERSOR

STP 15000TL-30 / STP 20000TL-30 / STP 25000TL-30



**Servicio inteligente con  
SMA Smart Connected**



**SMA ShadeFix**  
STRING LEVEL OPTIMIZATION

#### Rentable

- Rendimiento máximo del 98,4 %
- Aumento del rendimiento sin trabajo de montaje gracias a la gestión de sombras integrada SMA ShadeFix

#### Seguro

- Descargador de sobretensión de CC integrable (DPS tipo II)

#### Flexible

- Tensión de entrada de CC hasta 1000 V
- Diseño de plantas perfecto gracias al concepto de multistring
- Pantalla opcional

#### Innovador

- Innovadoras funciones de gestión de red gracias a Integrated Plant Control
- Suministro de potencia reactiva las 24 horas del día (Q on Demand 24/7)

## SUNNY TRIPOWER 15000TL / 20000TL / 25000TL

El especialista flexible para plantas comerciales y centrales fotovoltaicas de gran tamaño

El Sunny Tripower es el inversor ideal para plantas de gran tamaño en el sector comercial e industrial. Gracias a su rendimiento del 98,4 %, no solo garantiza unas ganancias excepcionalmente elevadas, sino que a través de su concepto de multistring combinado con un amplio rango de tensión de entrada también ofrece una alta flexibilidad de diseño y compatibilidad con muchos módulos fotovoltaicos disponibles.

La integración de nuevas funciones de gestión de energía como, por ejemplo, Integrated Plant Control, que permite regular la potencia reactiva en el punto de conexión a la red tan solo por medio del inversor, es una firme apuesta de futuro. Esto permite prescindir de unidades de control de orden superior y reducir los costes del sistema. El suministro de potencia reactiva las 24 horas del día (Q on Demand 24/7) es otra de las novedades que ofrece.

# SMA SMART CONNECTED

## Servicio técnico integrado para un confort absoluto

SMA Smart Connected\* es la monitorización gratuita del inversor a través de Sunny Portal de SMA. Si se produce un error en un inversor, SMA informa de manera proactiva al operador de la planta y al instalador. Esto ahorrará valiosas horas de trabajo y costes.

Con SMA Smart Connected el instalador se beneficia del diagnóstico rápido de SMA, lo que le permite solucionar los errores con rapidez y ganarse la simpatía del cliente con atractivas prestaciones adicionales.



### ACTIVACIÓN DE SMA SMART CONNECTED

El instalador activa SMA Smart Connected durante el registro de la planta en Sunny Portal y de este modo se beneficia de la monitorización automática de inversores por parte de SMA.



### MONITORIZACIÓN AUTOMÁTICA DE INVERSORES

Con SMA Smart Connected, SMA se hace cargo de la monitorización de los inversores. SMA supervisa cada uno de los inversores de forma automática y permanente para detectar anomalías en el funcionamiento. De este modo, los clientes se benefician de la vasta experiencia de SMA.



### COMUNICACIÓN PROACTIVA EN CASO DE ERRORES

Tras el diagnóstico y el análisis de un error, SMA informa de inmediato al instalador y al cliente final por correo electrónico. Así todas las partes están perfectamente preparadas para corregir el error. Esto minimiza el tiempo de parada y, en consecuencia, ahorra tiempo y dinero. Gracias a los informes regulares sobre el rendimiento se obtienen valiosas conclusiones adicionales acerca del sistema completo.



### SERVICIO DE RECAMBIO

En caso de requerirse un equipo de recambio, SMA suministra automáticamente un nuevo inversor en el plazo de 1 a 3 días tras diagnosticarse el error. El instalador puede dirigirse de forma activa al operador de la planta para la sustitución del inversor.

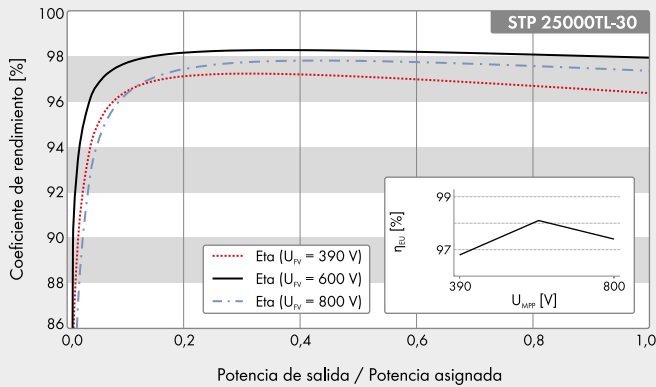


### SERVICIO DE RENDIMIENTO

El operador de la planta puede exigir un pago compensatorio de parte de SMA si el inversor de recambio no se entrega dentro del plazo de 3 días.

\* Para más detalles, véase el documento "Descripción de los servicios: SMA SMART CONNECTED"

## Curva de rendimiento



## Accesorios



Interfaz RS485  
DM-485CB-10



Power Control Module  
PWCMOD-10



Descargador de sobretensión  
de CC tipo II, entradas A y B  
DCSPD KIT3-10



Relé multifunción  
MFR01-10

● De serie ○ Opcional — No disponible  
 Datos en condiciones nominales  
 Actualizado: 02/2021

### Datos técnicos

#### Entrada (CC)

Potencia máx. del generador fotovoltaico
Potencia asignada de CC
Tensión de entrada máx.
Rango de tensión MPP/tensión asignada de entrada
Tensión de entrada mín./de inicio
Corriente máx. de entrada, entradas: A/B
Corriente de cortocircuito máx. por entrada A/B
Número de entradas de MPP independientes/strings por entrada de MPP

#### Salida (CA)

Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)
Potencia máx. aparente de CA
Tensión nominal de CA
Rango de tensión de CA
Frecuencia de red de CA/rango
Frecuencia asignada de red/tensión asignada de red
Corriente máx. de salida/corriente asignada de salida
Factor de potencia a potencia asignada/Factor de desfase ajustable
THD
Fases de inyección/conexión

#### Rendimiento

Rendimiento máx./europeo

#### Dispositivos de protección

Punto de desconexión en el lado de entrada
Monitorización de toma a tierra/de red
Descargador de sobretensión de CC: DPS tipo II
Protección contra polarización inversa de CC/resistencia al cortocircuito de CA/con separación galvánica
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal
Clase de protección (según IEC 62109-1)/categoría de sobretensión (según IEC 62109-1)

#### Datos generales

Dimensiones (ancho/alto/fondo)
Peso
Rango de temperatura de servicio
Emisión sonora, típica
Autoconsumo nocturno
Topología/principio de refrigeración
Tipo de protección (según IEC 60529)
Clase climática (según IEC 60721-3-4)
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)

#### Equipamiento / función / accesorios

Conexión de CC/CA
Pantalla
Interfaz: RS485, Speedwire/Webconnect
Interfaz de datos: SMA Modbus / SunSpec Modbus
Relé multifunción/Power Control Module
Gestión de sombras SMA ShadeFix/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller
Garantía: 5/10/15/20 años
Certificados y autorizaciones (otros a petición)

\* No es válido para todas las ediciones nacionales de la norma EN 50438

	Sunny Tripower 15000TL	Sunny Tripower 20000TL	Sunny Tripower 25000TL	
Potencia máx. del generador fotovoltaico	27000 Wp	36000 Wp	45000 Wp	
Potencia asignada de CC	15330 W	20440 W	25550 W	
Tensión de entrada máx.	1000 V	1000 V	1000 V	
Rango de tensión MPP/tensión asignada de entrada	240 V a 800 V/600 V	320 V a 800 V/600 V	390 V a 800 V/600 V	
Tensión de entrada mín./de inicio	150 V/188 V	150 V/188 V	150 V/188 V	
Corriente máx. de entrada, entradas: A/B	33 A/33 A	33 A/33 A	33 A/33 A	
Corriente de cortocircuito máx. por entrada A/B	43 A/43 A	43 A/43 A	43 A/43 A	
Número de entradas de MPP independientes/strings por entrada de MPP	2/A:3; B:3	2/A:3; B:3	2/A:3; B:3	
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	15000 W	20000 W	25000 W	
Potencia máx. aparente de CA	15000 VA	20000 VA	25000 VA	
Tensión nominal de CA		3 / N / PE; 220 V / 380 V 3 / N / PE; 230 V / 400 V 3 / N / PE; 240 V / 415 V		
Rango de tensión de CA		180 V a 280 V		
Frecuencia de red de CA/rango		50 Hz/44 Hz a 55 Hz 60 Hz/54 Hz a 65 Hz		
Frecuencia asignada de red/tensión asignada de red		50 Hz/230 V		
Corriente máx. de salida/corriente asignada de salida	29 A/21,7 A	29 A/29 A	36,2 A/36,2 A	
Factor de potencia a potencia asignada/Factor de desfase ajustable		1/0 inductivo a 0 capacitivo		
THD		≤ 3%		
Fases de inyección/conexión		3/3		
Rendimiento máx./europeo	98,4%/98,0%	98,4%/98,0%	98,3%/98,1%	
Punto de desconexión en el lado de entrada		●		
Monitorización de toma a tierra/de red		● / ●		
Descargador de sobretensión de CC: DPS tipo II		○		
Protección contra polarización inversa de CC/resistencia al cortocircuito de CA/con separación galvánica		● / ● / -		
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal		●		
Clase de protección (según IEC 62109-1)/categoría de sobretensión (según IEC 62109-1)		I / AC; III; DC: II		
Dimensiones (ancho/alto/fondo)		661/682/264 mm (26,0/26,9/10,4 in)		
Peso		61 kg (134,48 lb)		
Rango de temperatura de servicio		-25 °C a +60 °C (-13 °F a +140 °F)		
Emisión sonora, típica		51 dB(A)		
Autoconsumo nocturno		1 W		
Topología/principio de refrigeración		Sin transformador/OptiCool		
Tipo de protección (según IEC 60529)		IP65		
Clase climática (según IEC 60721-3-4)		4K4H		
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)		100%		
Conexión de CC/CA		SUNCLIX/Borne de conexión por resorte		
Pantalla		○		
Interfaz: RS485, Speedwire/Webconnect		○ / ●		
Interfaz de datos: SMA Modbus / SunSpec Modbus		● / ●		
Relé multifunción/Power Control Module		○ / ○		
Gestión de sombras SMA ShadeFix/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7		● / ● / ●		
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller		● / ●		
Garantía: 5/10/15/20 años		● / ○ / ○ / ○		
Certificados y autorizaciones (otros a petición)		ANRE 30, AS 4777, BDEW 2008, C10/11:2012, CE, CEI 0-16, CEI 0-21, DEWA 2.0, EN 50438:2013*, G59/3, IEC 60068-2-x, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, MEA 2013, NBR 16149, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PEA 2013, PPC, RD 1699/413, RD 661/2007, Res. n°7:2013, RIG compliant, SI4777, TOR D4, TR 3.2.2, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, VFR 2014		
Modelo comercial	STP 15000TL-30	STP 20000TL-30	STP 25000TL-30	

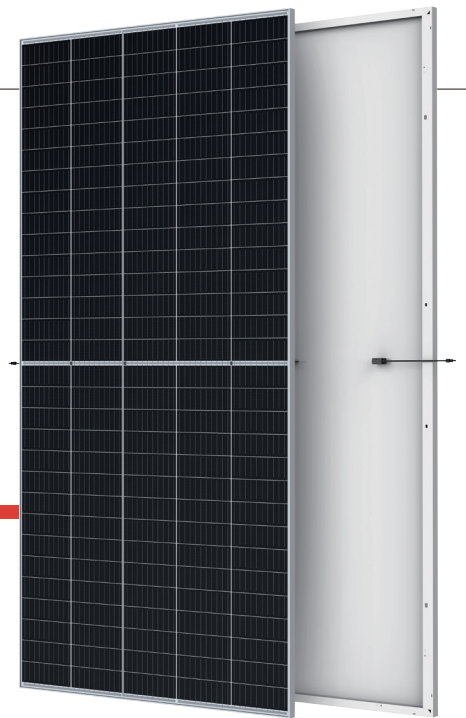




## 9.2.- MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

# THE Vertex

## BACKSHEET MONOCRYSTALLINE MODULE



# 510W

MAXIMUM POWER OUTPUT

# 21.2%

MAXIMUM EFFICIENCY

# 0~+5W

POSITIVE POWER TOLERANCE

Founded in 1997, Trina Solar is the world's leading total solution provider for solar energy. With local presence around the globe, Trina Solar is able to provide exceptional service to each customer in each market and deliver our innovative, reliable products with the backing of Trina as a strong, bankable brand. Trina Solar now distributes its PV products to over 100 countries all over the world. We are committed to building strategic, mutually beneficial collaborations with installers, developers, distributors and other partners in driving smart energy together.

### Comprehensive Products and System Certificates

IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716  
 ISO 9001: Quality Management System  
 ISO 14001: Environmental Management System  
 ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification  
 ISO45001: Occupational Health and Safety Management System



PRODUCTS | POWER RANGE  
**TSM-DE18M(II)** | **485-510W**



### High customer value

- Lower LCOE (Levelized Cost Of Energy), reduced BOS (Balance Of System) cost, shorter payback time
- Lower guaranteed first year and annual degradation
- Designed for compatibility with existing mainstream system components
- Higher return on Investment



### High power up to 510W

- Large area cells based on 210mm silicon wafers and 1/3-cut cell technology
- Up to 21.2% module efficiency with high density interconnect technology
- Multi-busbar technology for better light trapping effect, lower series resistance and improved current collection



### High reliability

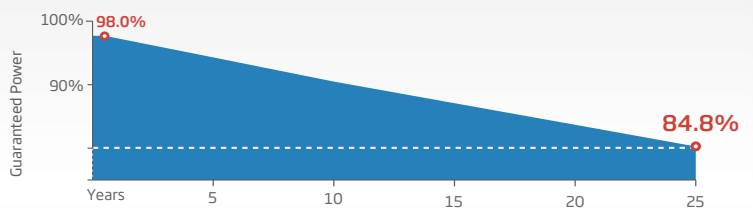
- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to harsh environments such as salt, ammonia, sand, high temperature and high humidity areas
- Mechanical performance up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load



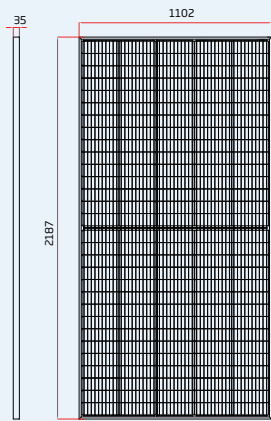
### High energy yield

- Excellent IAM (Incident Angle Modifier) and low irradiation performance, validated by 3rd party certifications
- The unique design provides optimized energy production under inter-row shading conditions

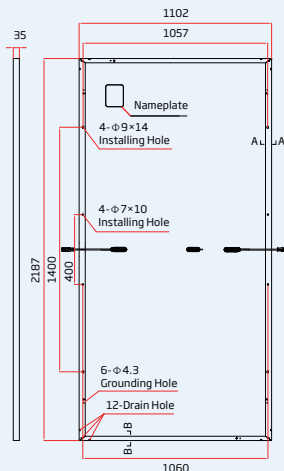
### Trina Solar's Vertex Backsheet Performance Warranty



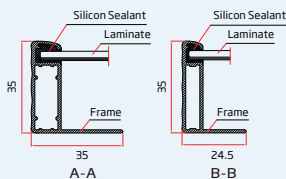
### DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)



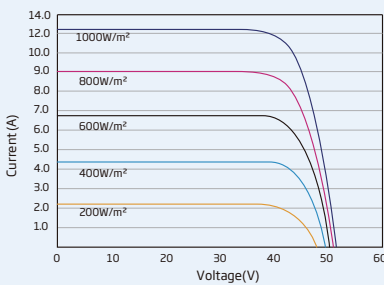
Front View



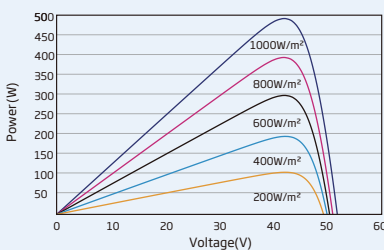
Back View



### I-V CURVES OF PV MODULE(495W)



### P-V CURVES OF PV MODULE(495W)



### ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts- $P_{MAX}$ (Wp)*	485	490	495	500	505	510
Power Tolerance- $P_{MAX}$ (W)	0 ~ +5					
Maximum Power Voltage- $V_{MPP}$ (V)	42.2	42.4	42.6	42.8	43.0	43.2
Maximum Power Current- $I_{MPP}$ (A)	11.49	11.56	11.63	11.69	11.75	11.81
Open Circuit Voltage- $V_{OC}$ (V)	51.1	51.3	51.5	51.7	51.9	52.1
Short Circuit Current- $I_{SC}$ (A)	12.07	12.14	12.21	12.28	12.35	12.42
Module Efficiency $\eta_m$ (%)	20.1	20.3	20.5	20.7	21.0	21.2

STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5.

\*Measuring tolerance: ±3%.

### ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power- $P_{MAX}$ (Wp)	365	369	373	377	381	385
Maximum Power Voltage- $V_{MPP}$ (V)	39.9	40.0	40.2	40.4	40.6	40.5
Maximum Power Current- $I_{MPP}$ (A)	9.17	9.22	9.28	9.33	9.38	9.50
Open Circuit Voltage- $V_{OC}$ (V)	48.1	48.2	48.4	48.6	48.8	49.0
Short Circuit Current- $I_{SC}$ (A)	9.73	9.78	9.84	9.90	9.95	10.01

NOCT: Irradiance at 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

### MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
Cell Orientation	150 cells
Module Dimensions	2187×1102×35 mm (86.10×43.39×1.38 inches)
Weight	26.5 kg (58.4 lb)
Glass	3.2 mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant Material	EVA
Backsheet	White
Frame	35 mm (1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm <sup>2</sup> (0.006 inches <sup>2</sup> ), Portrait: N 280mm/P 280mm(11.02/11.02inches) Landscape: N 1400 mm /P 1400 mm (55.12/55.12 inches)
Connector	MC4 EVO2 / TS4*

\*Please refer to regional datasheet for specified connector.

### TEMPERATURE RATINGS

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of $P_{MAX}$	-0.34%/°C
Temperature Coefficient of $V_{OC}$	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of $I_{SC}$	0.04%/°C

(Do not connect Fuse in Combiner Box with two or more strings in parallel connection)

### MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40~+85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC)
Max Series Fuse Rating	20A

### WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty
25 year Power Warranty
2% first year degradation
0.55% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

### PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box: 31 pieces
Modules per 40' container: 620 pieces



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

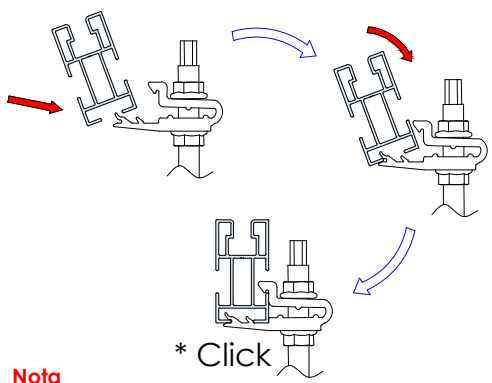
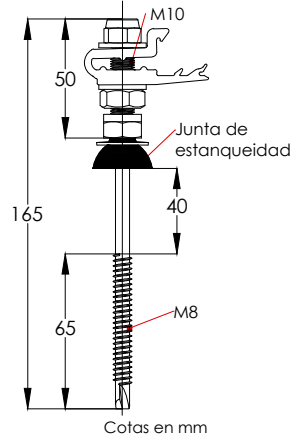
Estudio técnico económico de la instalación eléctrica en BT fotovoltaica  
para autoconsumo con compensación de excedentes sobre cubierta.

### 9.3.- SOPORTE

# Ficha técnica

## Soporte coplanar continuo atornillado a correa metálica

# 01.1V



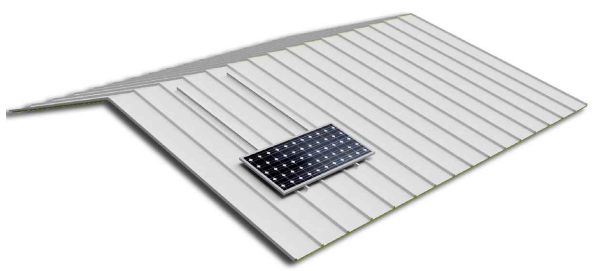
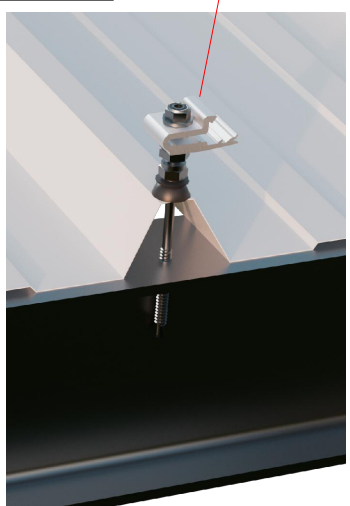
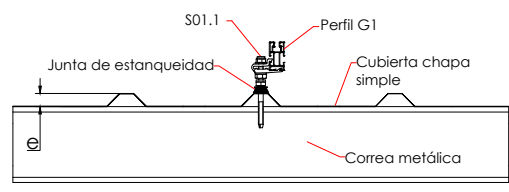
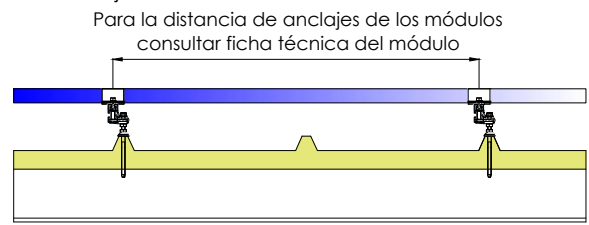
- Soporte coplanar para anclaje a correas metálicas.
- Tornillo autotaladrante, sin necesidad de pretaladro.
- Válido para atornillar a correas metálicas.
- La fijación incluye junta de estanqueidad.
- Disposición de los módulos: Vertical.
- Válido para espesores de módulos de 28 hasta 40 mm.
- Kits disponible de 1 a 6 módulos.

**Viento:** Hasta 150 Km/h (Ver documento de velocidades del viento)  
**Materiales:** Perfilería de aluminio EN AW 6005A T6  
 Tornillería de acero inoxidable A2-70  
 Comprobar el buen estado y la capacidad portante de la cubierta antes de cualquier instalación.  
 Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada.

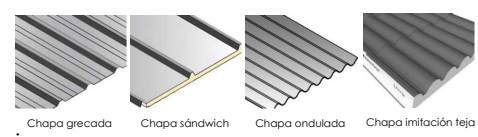
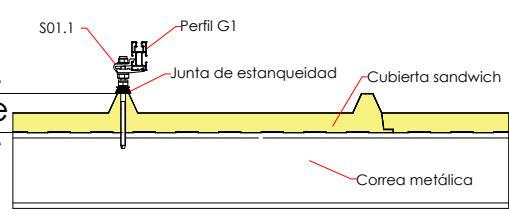
**Nota**  
 La fijación clip no se debe montar hasta haber fijado el anclaje.

Carga de nieve: 40 kg/m<sup>2</sup>

Para módulos de hasta 2279x1150 - Sistema Kit  
 2279x1150 **Kit** (Ver página 2)



Perfiles perpendiculares a la cumbre



**Par de apriete:**

Tornillo Presor	20 Nm
Tornillo M8 Hexagonal	20 Nm
Tornillo M10 Hexagonal	40 Nm
Tornillo M4.2/4.8 Hexagonal	6 Nm

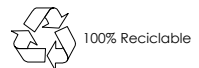
Herramientas necesarias:



Seguridad:



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



Marcado ES19/86524 CE



# Ficha técnica - Sistema KIT

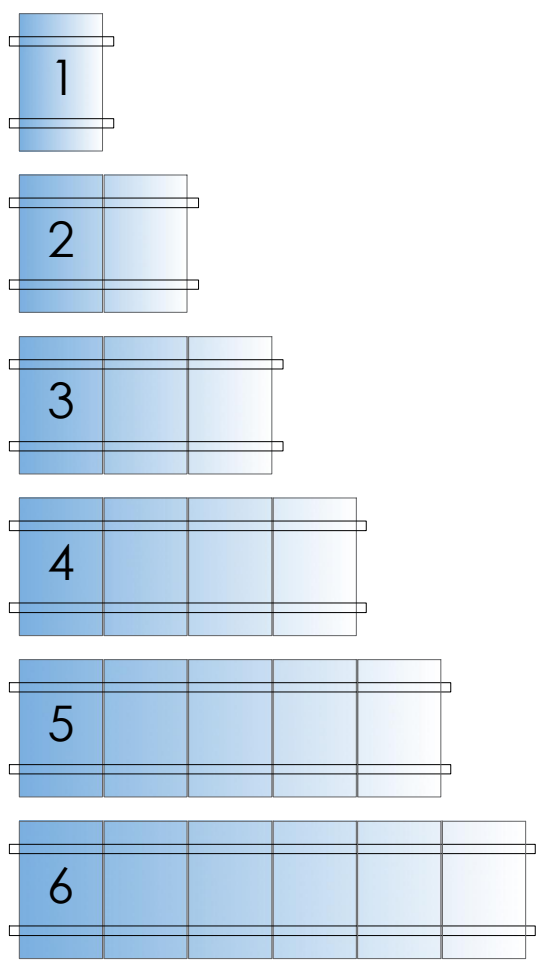
## Para módulos de hasta 1150



Para módulos de hasta 2279x1150 - Sistema KIT

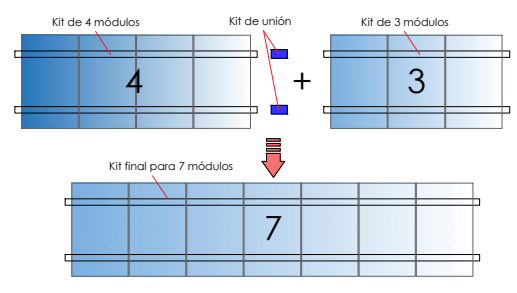
2279x1150 

Kits disponibles:

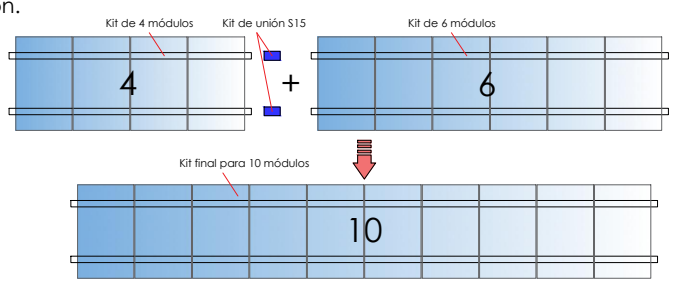


### EJEMPLOS DE CONFIGURACIÓN

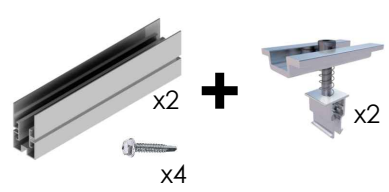
Para realizar una fila de 7 módulos se realizaría con 1 Kit de 4 + 1 Kit de 3 + 1 Kit de unión



Para realizar una fila de 10 módulos se realizaría con 1 kit de 4 + 1 Kit de 6 + 1 Kit de unión.



### S15 Kit de unión



\* Por dilataciones se recomienda no exceder de más de 20 metros por fila

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

# Velocidades de viento

Soporte coplanar continuo atornillado a correa metálica

**01.1V**  
Sistema kit



- **Cargas de viento:** Según túnel del viento en modelo computacional CFD
- **Cálculo estructural:** Modelo computacional comprobado mediante EUROCÓDIGO 9 "PROYECTO ESTRUCTURAS DE ALUMINIO"



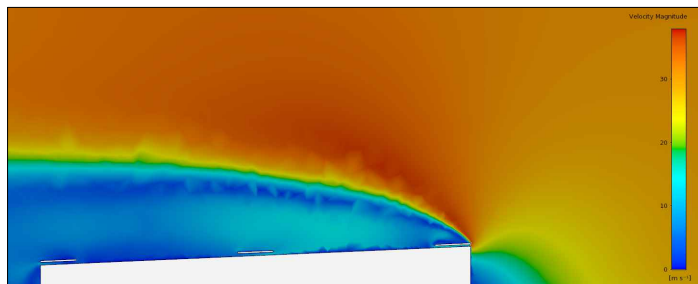
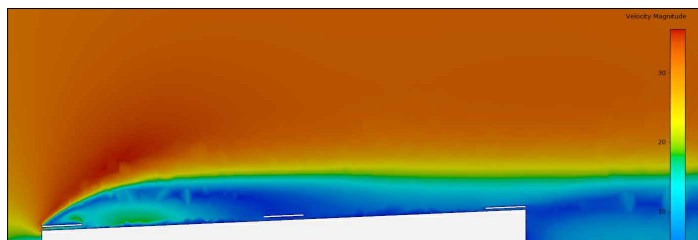
 Cuadro de velocidades máx. admisibles de viento							
Tamaño del módulo 	1	2	3	4	5	6	nº de módulos
2279x1150	150	150	150	150	150	150	Velocidad del viento km/h

Tabla 1 - Velocidades máximas de viento admisibles.

- Para garantizar la resistencia a la velocidad máxima de diseño se deberán utilizar anclajes.



Flujo viento norte - En estructura coplanar.



Flujo viento sur - En estructura coplanar.

Para cumplir con las velocidades máximas admisibles de viento especificadas en la tabla 1, se deberán respetar todas las instrucciones indicadas en los planos de montaje. Se debe comprobar que los puntos de anclaje para los módulos son compatibles con las especificaciones del fabricante.

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



# X. REFERENCIAS



## 10.- REFERENCIAS

### 10.1.- PÁGINAS

IVE: <https://bdc.f-ive.es/BDC23/1>

Autosolar: <https://autosolar.es/>

PVGIS: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/es/](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/)

Catastro: <https://www.sedecatastro.gob.es/>

REBT: [https://www.boe.es/biblioteca\\_juridica/codigos/codigo.php?modo=2&id=326](https://www.boe.es/biblioteca_juridica/codigos/codigo.php?modo=2&id=326) **Reglamento electrotécnico para baja tensión e ITC**

Trina solar: <https://www.trinasolar.com/lac>

SMA: <https://www.sma.de/es/>

Sunfer: <https://sunferenergy.com/>

### 10.2.- PROGRAMAS

Arquímedes (CYPE)

AutoCAD

### 10.3.- NORMATIVA

#### NORMATIVA ESTATAL

**Real Decreto 244/2019**, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

**Ley 24/2013**, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

**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 1109/2007**, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la [Ley 32/2006](#), de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

**Ley 32/2006**, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

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

**Real Decreto 842/2002**, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

**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.

**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.

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

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

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

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

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

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

#### **NORMATIVA AUTONÓMICA**

**Decreto Ley 14/2020**, de 7 de agosto, del Consell, de medidas para acelerar la implantación de instalaciones para el aprovechamiento de las energías renovables por la emergencia climática y la necesidad de la urgente reactivación económica.

**Decreto 88/2005**, de 29 de abril, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen los procedimientos de autorización de instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica que son competencia de la Generalitat.