



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Politécnica Superior de Alcoy

Estudio técnico económico de una instalación fotovoltaica para autoconsumo con excedentes ubicada en un edificio municipal destinado a la docencia, sito en la localidad de Villena, provincia de Alicante.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Eléctrica

AUTOR/A: Cabanes Ubeda, Juan Pedro

Tutor/a: Montoya Villena, Rafael

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

Resumen

Se trata de diseñar una instalación fotovoltaica con excedentes conectada a la red, en un edificio público destinado a la docencia, sito en la localidad de Villena.

La instalación consta de un total de 60 kW de generación en BT. La instalación se ubicará en la cubierta número 2 del edificio.

Para la poder realizar el proyecto se llevan a cabo los siguientes puntos.

- Estudio de consumo y perfil horario de la instalación.
- Cálculo de la producción estimada.
- Cálculo de la instalación FV.
- Cálculo de los circuitos de CC y AC.
- Cálculo de protecciones y tierra.
- Estudio económico.

Resum

Es tracta de dissenyar una instal·lació fotovoltaica amb excedents connectada a la xarxa, en un edifici públic destinat a la docència, situat en la localitat de Villena.

La instal·lació consta d'un total de 60 kW de generació en BT. La instal·lació se situarà en la coberta número 2 de l'edifici.

Per a la poder realitzar el projecte es duen a terme els següents punts.

- Estudi de consum i perfil horari de la instal·lació.
- Càlcul de la producció estimada.
- Càlcul de la instal·lació FV.
- Càlcul dels circuits de CC i AC.
- Càlcul de proteccions i terra.
- Estudi econòmic.

Abstract

The aim is to design a photovoltaic installation with surpluses connected to the grid, in a public building for teaching purposes, located in the town of Villena.

The installation consists of a total of 60 kW of LV generation. The installation will be located on roof number 2 of the building.

In order to carry out the project, the following steps have been taken.

- Consumption study and hourly profile of the installation.
- Calculation of the estimated production.
- Calculation of the PV installation.
- Calculation of the DC and AC circuits.
- Calculation of protections and earth.
- Economic study.

Palabras Clave.

Instalación fotovoltaica, Edificio, Inversor, paneles, estudio económico, cubierta, excedente, compensación.

Photovoltaic installation, Building, Inverter, panels, economic study, roof, surplus, compensation.

Índice del proyecto

I. Memoria.

II. Cálculos.

III. Anexo I Presupuesto.

IV. Anexo II Estudio económico.

V. Anexo III Pliego de condiciones.

VI. Anexo IV Estudio básico de seguridad y salud.

VII. Anexo V Información técnica.

VIII. Anexo VI Planos.

ÍNDICE

Resumen.....	1
I. Memoria.....	7
1 Resumen características.....	9
2 Objeto del proyecto.....	10
3 Alcance del proyecto.....	11
4 Antecedentes.....	11
5 Solución propuesta.....	12
6 Emplazamiento de la instalación.....	12
7 Reglamentación y normas técnicas consideradas.....	13
8 Características y necesidades de la instalación.....	16
9 Ubicación de la instalación.....	17
10 Características de la Instalación.....	19
10.1 Paneles fotovoltaicos.....	19
10.2 Inversor.....	19
10.3 Circuito corriente continua CC.....	21
10.4 Circuito corriente alterna AC.....	22
10.5 Instalación de puesta a tierra.....	24
10.6 Estructura y soporte.....	25
11 Descripción de la instalación.....	27
11.1 Estimación de la generación de energía del sistema FV.....	27
11.2 Conexión de las cadenas.....	29
11.3 Ubicación de cuadros e inversores.....	29
12 Conclusiones.....	31
II. Cálculos.....	33
13 Cálculos solares.....	35
13.1 Radiación solar.....	36
13.2 Producción anual estimada en kWp instalados.....	37
13.3 Distancia mínima entre paneles.....	39
13.4 Sombras en la instalación.....	40
14 Cálculos eléctricos.....	42
14.1 Paneles en serie y formación de cadenas.....	42
14.2 Cálculo circuito corriente continua.....	45
14.3 Cálculo circuito corriente alterna.....	47

14.4	Protecciones lado CC.....	50
14.5	Protecciones lado AC.....	51
III.	Anexo I Presupuesto.....	52
IV.	Anexo II Estudio económico	57
15	División de consumo.	59
16	Generación estimada por horas.	61
17	Nueva facturación.	63
18	Amortización de la instalación.	66
V.	Anexo III Pliego de condiciones	67
19	ÁMBITO DE APLICACIÓN.	70
20	DISPOSICIONES GENERALES.	70
20.1	Condiciones facultativas legales.....	70
21	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.	72
21.1	Datos de la obra.	72
21.2	Replanteo de la obra.	73
21.3	Condiciones generales.....	73
21.4	Planificación y coordinación.....	75
21.5	Acopio de materiales.....	75
21.6	Inspección y medidas previas al montaje.....	76
21.7	Planos, catálogos y muestras.	76
21.8	Variaciones de proyecto y cambios de materiales.	76
21.9	Protección.	77
21.10	Limpieza de la obra.....	77
21.11	Energía eléctrica y agua.....	78
21.12	Ruidos y vibraciones.	78
21.13	Accesibilidad.....	78
21.14	Canalizaciones.	79
21.15	Manguitos pasamuros.	79
21.16	Protección de partes en movimiento.	80
21.17	Protección de elementos a temperatura elevada.	80
21.18	Cuadros y líneas eléctricas.	80
21.19	Identificación.	80
21.20	Limpieza interior de redes de distribución.....	81
21.21	Pruebas.....	81

21.22	Pruebas finales.	81
21.23	Recepción provisional.....	82
21.24	Periodos de garantía.....	83
21.25	Recepción definitiva.	83
21.26	Permisos.	83
21.27	Entrenamiento.....	84
21.28	Repuestos, herramientas y útiles específicos.....	84
21.29	Riesgos.....	84
21.30	Rescisión del contrato.	84
21.31	Precios.	85
21.32	Pago de obras.	85
21.33	Abono de materiales acopiados.	86
22	DISPOSICIÓN FINAL.	86
22.1	Criterios ecológicos.	86
22.2	Información de las hojas de datos y placas de características.	87
22.3	Información de la placa de características.	88
22.4	Subsistemas, componentes e interfaces de los sistemas fv de generación.	88
22.5	Ensayos en módulos fotovoltaicos.	93
23	MONTAJE DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.	94
23.1	Ensamblado de los módulos.....	96
23.2	Instalación de la toma de tierra y protecciones.	98
23.3	Montaje del resto de componentes.	98
24	MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	99
24.1	Generalidades.	99
24.2	Programa de mantenimiento.	99
VI.	Anexo IV Estudio básico de seguridad y salud.....	102
25	INTRODUCCIÓN	104
26	Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.	105
27	MEMORIA INFORMATIVA.	107
28	ANÁLISIS DE RIESGOS Y PREVENCIÓNES.	115
VII.	Anexo V Información técnica.....	131
VIII.	Anexo VI Planos.....	141
29	Bibliografía.....	149

I. Memoria

I. Memoria	7
1 Resumen características	9
2 Objeto del proyecto.....	10
3 Alcance del proyecto.	11
4 Antecedentes.	11
5 Solución propuesta.....	12
6 Emplazamiento de la instalación.....	12
7 Reglamentación y normas técnicas consideradas.....	13
8 Características y necesidades de la instalación.....	16
9 Ubicación de la instalación.....	17
10 Características de la Instalación	19
10.1 Paneles fotovoltaicos.....	19
10.2 Inversor.....	19
10.3 Circuito corriente continua CC.	21
10.4 Circuito corriente alterna AC.....	22
10.5 Instalación de puesta a tierra	24
10.6 Estructura y soporte.....	25
11 Descripción de la instalación	27
11.1 Estimación de la generación de energía del sistema FV.....	27
11.2 Conexión de las cadenas	29
11.3 Ubicación de cuadros e inversores.....	29
12 Conclusiones.....	31

1 Resumen características.

Titular de la instalación.	Ayuntamiento de Villena. P0314000A Plaza Santiago, 1 Villena, 03400 Alicante
-----------------------------------	--

Emplazamiento y referencia catastral del inmueble / instalación.	Calle Sax, 1 Villena, 03400 Alicante 5992002XH8759S0001GP
---	--

Promotor y CIF	Ayuntamiento de Villena. P0314000A
-----------------------	---------------------------------------

Tipo de instalación y modalidad.	Instalación solar fotovoltaica para autoconsumo en cubierta no transitable. Autoconsumo <u>con compensación</u> .
---	--

Potencia instalada pico y potencia nominal instalada.	Potencia pico instalada. 62.700 W _p Potencia nominal instalada. 60.000 W
--	--

Tensión simple y compuesta.	Tensión simple. 230V Tensión compuesta. 400V Tensión del punto de suministro. 400V
------------------------------------	--

Suministro asociado.	CUPS ES0021000001647224KF
-----------------------------	------------------------------

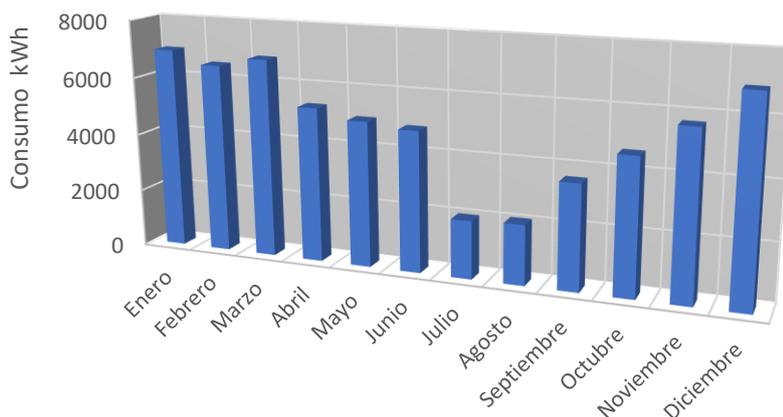
2 Objeto del proyecto.

Título del proyecto

Estudio técnico económico de una instalación fotovoltaica para autoconsumo con excedentes ubicada en un edificio municipal destinado a la docencia, sito en la localidad de Villena, provincia de Alicante.

Objetivo del proyecto

El objeto del proyecto es diseñar una instalación fotovoltaica para autoconsumo con excedentes ubicada en la cubierta plana no transitable de un edificio destinado a la docencia, en este caso de educación primaria. La modalidad de la instalación es de autoconsumo con compensación, ya que el consumo del edificio es irregular a lo largo del año, siendo los meses de inviernos un consumo más elevado, y los meses de verano, al no haber docencia, el edificio no requiere apenas energía, como se muestra en la *Gráfica 1*.



Gráfica 1. Consumo por meses del edificio.

El edificio, tiene un perfil de uso diferente al resto de colegios ubicados en la ciudad. Cuando la docencia ya ha acabado, el complejo alberga distintos clubs deportivos por la tarde los cuales utilizan las pistas deportivas y los vestuarios, y estas mismas instalaciones son utilizadas los fines de semana por la celebración de ligas deportivas locales. De esta manera se puede lograr mayor eficiencia, ya que no todo se dirige a compensación.

La potencia instalada en paneles será de 62.7 kWp, y de 60 kW la potencia nominal dada por los inversores instalados.

El presente estudio se lleva a cabo para conseguir un mayor ahorro en las arcas municipales a medio y largo plazo, ya que el precio de la electricidad los años anteriores subió drásticamente, y esto llevo a una perdida real de las arcas. Por último, la instalación es necesaria para poder contribuir a la reducción de emisiones de carbono.

3 Alcance del proyecto.

El presente proyecto se desarrollará de la siguiente manera:

Memoria. Descripción de todos los elementos de la instalación.

Cálculos. Todos los cálculos necesarios para el desarrollo de la instalación

Presupuesto. Presupuestos comentados de toda la instalación.

Estudio económico. Estudio llevado a cabo para la viabilidad de la instalación.

Pliego de condiciones. Prescripciones de los materiales a utilizar durante la ejecución de la obra y las unidades de obra.

Estudio de seguridad y salud. Medidas para la prevención de riesgos laborales.

Hojas de características. Información útil de todos los equipos y materiales principales de la instalación.

Planos. Detalles de todos los planos de la instalación.

4 Antecedentes.

Actualmente el gasto del ayuntamiento en el suministro de luz en la totalidad de los edificios públicos suma más de un millón de euros al año, convirtiendo este, en un gasto importante.

Con el presente proyecto se quiere estimar el ahorro energético que supondría la instalación de parques fotovoltaicos en los tejados de los edificios públicos, y como edificio de estudio, se ha seleccionado el edificio de la Calle Sax nº1 de Villena. Destinado a educación. Se plantea una instalación de autoconsumo con excedentes.

El edificio objeto fue construido para un uso educativo, situándose al noreste de la ciudad de Villena. Actualmente es el complejo educativo referente a educación primaria y de uso público que más alumnos tiene en Villena, por lo que su consumo energético es importante.

5 Solución propuesta.

Se plantea un parque fotovoltaico en una de las cubiertas del edificio sito en la Calle Sax nº 1 de Villena. La cual cumpliría con la generación de la totalidad de su consumo. Como problemas existentes se hace hincapié en que el perfil de uso de la instalación se centra entre de lunes a viernes y los meses de docencia, por lo que la eficiencia de la instalación se vería reducida en gran cantidad.

Debido a este problema, y como posible solución a otro de los problemas del ayuntamiento, se realiza el presente proyecto. Hay que añadir que la energía excedente sería compensada el pago de la compañía y así conseguir una instalación más eficiente.

6 Emplazamiento de la instalación

La instalación fotovoltaica se desea instalar en la cubierta plana no transitable de un edificio municipal destinado a la docencia, ubicado en la calle Sax número 1 en la localidad de Villena, provincia de Alicante.

El edificio se construyó en el año 1.960, la parcela cuenta con una superficie de 20.754 m² de los cuales construidos 6.698 m². Su referencia catastral es 5992002XH8759S0001GP. Tiene una altura total de 4 plantas en diferentes alturas. Las coordenadas geográficas del edificio serán:

Huso: 30 ETRS89 X = 685,814 Y = 4,279,003

El edificio cuenta con diversos accesos desde la vía pública, en uno de ellos está el nicho destinado al equipo de media de la compañía de baja tensión, del cual sale una línea trifásica hasta el cuadro general de mando y protección. De este partirá una línea trifásica hasta el cuadro de corriente alterna de la instalación fotovoltaica, ubicada en una habitación ventilada sita en la segunda planta.



Figura 1. Ubicación del edificio en Villena.

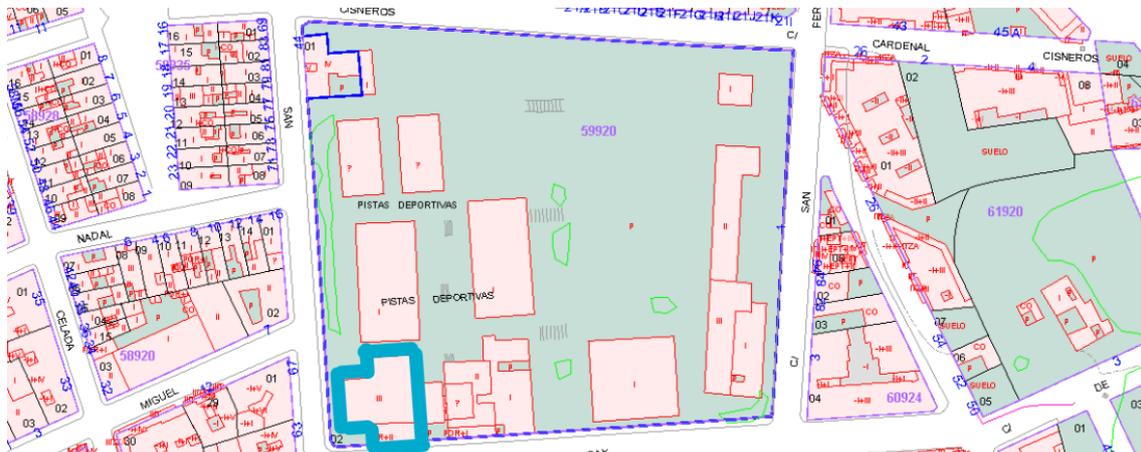


Figura 2. Ubicación de la futura instalación solar fotovoltaica.

7 Reglamentación y normas técnicas consideradas.

El presente proyecto se redacta ateniéndose en todas sus partes a lo establecido en la normativa que se relaciona seguidamente.

Normativa estatal

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para la baja tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.

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.

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

Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

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

Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

Real Decreto 1699/2011, 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 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía en régimen especial.

Guía técnica de aplicación GUÍA BT-40, Instalaciones generadoras de baja tensión.

Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

Real Decreto 1580/2006, de 22 de diciembre, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.

Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

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

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 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las 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.

Normas particulares de la empresa eléctrica suministradora de energía, Iberdrola, S.A.

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. [2020/6812].

Resolución de 20 de junio de 2.003, de la Dirección General de Industria y Energía, por la que se modifica los anexos de las órdenes de 17 de Julio de 1.989 de la Consellería de Industria, Comercio y Turismo, y de 12 de febrero de 2.001 de la Consellería de Industria y Comercio, sobre contenido mínimo de los proyectos de industrias e instalaciones industriales (2003/X10038). Modifica los anexos correspondientes a los contenidos mínimos introduciendo los documentos técnicos relativos a las instalaciones eléctricas en baja tensión. De igual modo y, en el mismo sentido, las resoluciones de 12 de julio de 2.005, de la Dirección General de Seguridad Industrial y Consumo, 28 de febrero de 2.007, de la Dirección General de Seguridad Industrial y Consumo y, 17 de abril de 2.007, de la Dirección General de Seguridad Industrial y Consumo.

Orden de 12 de febrero de 2001, de la Consellería de Industria y Comercio, por la que se modifica la de 13 de marzo de 2000, sobre contenido mínimo en proyectos de industrias e instalaciones industriales.

Orden de 13 de marzo de 2000, de la Consellería de Industria y Comercio, por la que se modifican los anexos de la Orden de 17 de julio de 1989 de la Consellería de Industria, Comercio y Turismo, por la que se establece un contenido mínimo en proyectos de industrias e instalaciones industriales.

Orden de 17 de julio de 1989, de la Consellería de Industria, Comercio y Turismo, por la que se establece un contenido mínimo en proyectos de industrias e instalaciones industriales.

8 Características y necesidades de la instalación.

Características del punto de suministro.

Peaje de acceso a la red	Acceso 3.0TD
Empresa distribuidora	I-DE Iberdrola
Potencia contratada	
P1, P2, P3, P4 y P5	53 kW
P6	40 kW
CUPS	ES0021000001647224KF

Necesidades de la instalación, energía consumida del suministro.

Sabiendo que el mayor consumo de la instalación es entre las 8:00 h y las 22:00 h. Y contando también con una orientación al sur. El edificio se va a ver beneficiada al completo de las horas de producción de la futura instalación Fotovoltaica. En la *Tabla 1*, se observa los distintos periodos de facturación eléctrica, se puede observar que el mayor consumo siempre coincide con los periodos más caros.

La energía consumida en el último año de la instalación suma un total de **60.374,35 kWh**. De los cuales los meses de invierno comprenden el 45,06 % de la energía consumida, frente a los meses de verano con un 20,71 %. Con estos datos se plantea que la generación demandada cubra casi en su totalidad los meses de invierno. De esta manera la instalación estará sobredimensionada para el resto del año, por lo que la instalación se realizará con compensación y pudiéndose aprovechar de la energía sobrante para cualquier otro punto de suministro a nombre de la entidad titular.

Hora	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Sabados, Domingos y festivos
0:00 - 1:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
1:00 - 2:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
2:00 - 3:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
3:00 - 4:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
4:00 - 5:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
5:00 - 6:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
6:00 - 7:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
7:00 - 8:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
8:00 - 9:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
9:00 - 10:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
10:00 - 11:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
11:00 - 12:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
12:00 - 13:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
13:00 - 14:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
14:00 - 15:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
15:00 - 16:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
16:00 - 17:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
17:00 - 18:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
18:00 - 19:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
19:00 - 20:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
20:00 - 21:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
21:00 - 22:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
22:00 - 23:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
23:00 - 00:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6

Tabla 1. Tabla periodos Tarifa eléctrica

Tras realizarse un estudio de las facturas del último año, aportadas por el titular del suministro se plantea la *Tabla 2*, en la que se muestran los resultados de consumos en cada periodo y por meses.

	P1 (kWh)	P2 (kWh)	P3 (kWh)	P4 (kWh)	P5 (kWh)	P6 (kWh)	Total (kWh)
Enero	3.347,86	2.089,40				1.510,70	6.947,96
Febrero	2.990,33	1.978,70				1.549,30	6.518,33
Marzo		3.372,66	1.871,00			1.586,66	6.830,32
Abril				2.611,73	1.232,00	1.477,24	5.320,97
Mayo				2.285,27	1.408,00	1.313,10	5.006,37
Junio			2.132,00	1.193,00		1.516,00	4.841,00
Julio	556,00	360,00				1.078,00	1.994,00
Agosto			537,00	401,00		1.120,00	2.058,00
Septiembre			1.647,00	863,00		1.098,00	3.608,00
Octubre				2.052,00	1.107,00	1.488,00	4.647,00
Noviembre		3.007,00	1.348,00			1.341,00	5.696,00
Diciembre	3.228,80	2.020,40				1.657,20	6.906,40

Tabla 2. Consumo por meses y periodos del edificio municipal.

9 Ubicación de la instalación

El sistema de generación fotovoltaica se ubicará en la **cubierta dos** del edificio. El edificio cuenta con 4 cubiertas. Cubierta 1, es la que a mayor cota esta y tiene una superficie de 154,67 m². Cubierta 2, es la cubierta más grande y la segunda en cota, con una superficie de 669,83 m², cubierta 3, esta solo 0,30 m por debajo de la cubierta 2 y tiene una superficie de 289,24 m², Por último, la cubierta 4, es la que a menos cota esta, ya que es la cubierta de la plata baja, esta cuenta con una superficie de 407,41 m². En la *Figura 3*. Se observa la división de las cubiertas.



Cubierta 1 Cubierta 2 Cubierta 3 Cubierta 4

Figura 3. Disposición de las fachadas.

La instalación fotovoltaica se llevará a cabo en la cubierta 2. Esta contará con 114 módulos fotovoltaicos modelo EM550-PH de la marca Tensite. Con una potencia cada uno de 550 Wp. Obteniendo un total de 62.700,00 Wp. La posición de los paneles será horizontal, para minimizar las sombras y ahorrar en espacio. Tomando estas características la distribución de la instalación sería la mostrada en la Figura 4.



Figura 4. Distribución de los paneles en la cubierta.

Se instalarán 3 inversores de 20 kW cada uno, modelo SUN2000 -20KTL-M5 de la marca HUAWEI. Cuenta con dos entradas de seguimiento MPPT. Cada inversor recibirá dos cadenas.

10 Características de la Instalación

10.1 Paneles fotovoltaicos.

El modelo para utilizar es EM550-PH de la marca Tensite, con una Célula de silicio monocristalino bifacial, y una potencia por unidad de 550 Wp. Tienen un peso de 27,2 Kg y unas dimensiones de 2279x1134x35 mm. Dispone de tecnología PERC (Passivated Emitter Rear Cell), que consta en añadir una capa adicional en la parte trasera de la placa, de esta manera hace reflejar los fotones que hayan conseguido pasar la célula, de esta manera son orientados de nuevo hacia la célula. Gracias a esta tecnología y al resto de características, hace que la eficiencia del módulo sea de 21,3%. La ficha técnica del panel fotovoltaico se adjunta en el Anexo V. Los datos que se tendrán en cuenta para los cálculos y el diseño de la instalación son:

Potencia nominal	550 W
Tensión Voc	49,8 V
Tensión Vmppt	41,95 V
Corriente Imppt	13,12 A
Coeficiente α Voc	-0,270 %

La conexión de los paneles será en serie, de esta manera se compondrán diversas cadenas, las cuales se conectarán al inversor.

10.2 Inversor.

El modelo que se utilizara como inversor es SUN2000 -20KTL-M5 de la marca HUAWEI de 20 kW. Se instalarán 3 inversores para alcanzar la potencia necesaria para el autoconsumo de la instalación. Obteniendo una potencia total de 60 kW.

El inversor es el encargado de transformar la corriente continua que recibe de las cadenas de los paneles, en corriente alterna, y así poder ser apta para alimentar las cargas de la instalación. El inversor cuenta con dos entradas MPPT, estos tienen dos estradas cada uno.

Como características, contiene seguridad activa, la que actúa contra arcos eléctricos. También tiene un mayor rendimiento, de hasta un 30% más de energía con el optimizador y por último tiene una comunicación compatible con WLAN, Fast Ethernet y 4G.

Los datos que se tendrán en cuenta para los cálculos y el diseño de la instalación son:

Tensión máxima CC	1100 V
Potencia inversor	20 kW
Rango de tensión CC (MPPT)	480 a 800 V
Número de entradas CC	4
I continua max por entrada	20 A

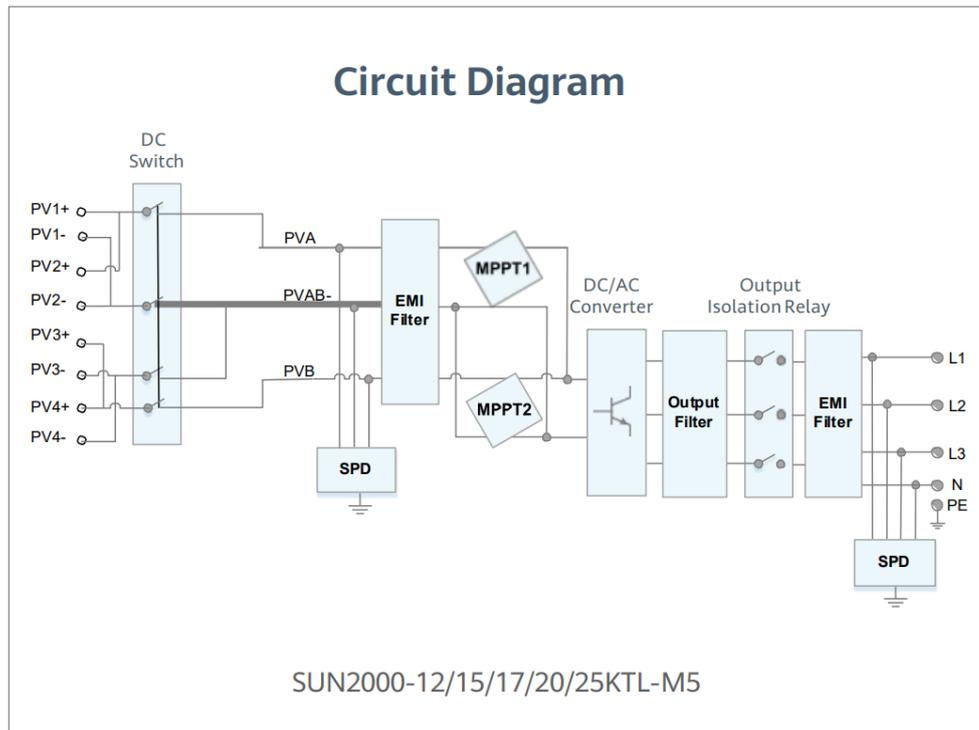


Figura 5. diagrama del circuito del Inversor.

Se dividirá la instalación en seis cadenas, de esta manera se obtienen dos cadenas para cada inversor, con una composición como queda a continuación.

Inversor 1	Cadena 1	19 paneles serie
	Cadena 2	19 paneles serie
Inversor 2	Cadena 3	19 paneles serie
	Cadena 4	19 paneles serie
Inversor 3	Cadena 5	19 paneles serie
	Cadena 6	19 paneles serie

Las cadenas estarán protegidas con fusibles para evitar posibles corrientes inversas elevadas. De esta protección se conectarán a las entradas de los inversores terminado así la parte de la instalación en corriente continua "CC".

Para la parte de corriente alterna "AC". Se unificarán las salidas de los inversores en un cuadro de distribución, el cual albergará las protecciones ante sobrecargas, derivaciones de corriente y cortocircuito. Este cuadro estará ubicado en la segunda planta del edificio, en la habitación destinada para los inversores, como muestra el Anexo VI planos. Las salidas del cuadro de distribución van conectadas al cuadro principal existente del edificio.

10.3 Circuito corriente continua CC.

Este circuito comprenderá, los paneles fotovoltaicos, líneas de las cadenas, cuadro de protección de CC y líneas a inversor.

Cableado

La parte que comprende la instalación de corriente continua está instalada en el exterior, por lo que su instalación se clasifica como le dé locales mojados, esta debe cumplir del Reglamento Electrotécnico de Baja tensión la instrucción técnica complementaria de la ITC BT-30.

El cable para utilizar será el modelo PV H1Z2Z2-Kde la marca OPSOLAR. Con una sección de 4mm². La línea ira bajo canal de PVC en montaje superficial.

-Características térmicas:

Temp. máxima del conductor: 120°C (durante 20.000h).

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

Temp. mínima de servicio: -40°C

-Características eléctricas:

Baja tensión 1,5/1,5 kV· (1,8) kV. 1,0/1,0 kV· (U0/U).

-Características frente al fuego:

No propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2 / IEC 60332-1- 2.

No propagador del incendio según EN 50399.

Libre de halógenos según UNE-EN 60754-1 / IEC 60754-1

Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 / IEC 61034

-Conductor

Cobre electrolítico recocido y estañado, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC-6

-Aislamiento

Goma reticulada de baja emisión de humos y libre de halógenos según tabla B1, Anexo B de norma EN 50618 e IEC 62930.

-Cubierta

Goma flexible de baja emisión de humos y libre de halógeno según tabla B1, Anexo B de norma EN 50618 e IEC 62930. Color rojo o negro. 0228.

Protecciones

Su ubicación será en el cuadro de corriente continua (CC), justo antes a la entrada de los inversores. Este protegerá la instalación mediante fusible. También se instalará en el cuadro de corriente continua (CC) una protección contra sobretensiones transitorias, como recomienda la ITC-BT-23.

-12 fusibles cilíndricos de 20 A, 900 Vdc, gPV.

-6 Juegos de descargador de sobretensiones transitorias tipo 2, 500Vdc de 15 kA a 40 kA.

10.4 Circuito corriente alterna AC.

Esta parte comprende desde la salida del inversor hasta la entrada del cuadro general de protección y mando del edificio. Este circuito tendrá un cuadro de corriente alterna (AC) y el cableado.

Los cables de conexión serán dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador, y para la caída de tensión de la línea que no supere el 1,5%, de acuerdo con la ITC-BT 40.

El cable será unipolar de cobre tipo RZ1-K(AS), este se albergará bajo canal de PVC desde el tramo del cuadro de corriente alterna (AC) hasta el CGMP del edificio.

El cable a utilizar será el modelo Afumex Easy (AS) de la marca Prysmian. Con una sección para el primer tramo desde la salida de los inversores hasta la entrada del cuadro de 10 m² y para el segundo tramo desde la salida del Cuadro de corriente alterna hasta la CGPM del edificio será de 50 m².

-Características eléctricas:

Tensión asignada: 0,6/1 kV

Norma diseño: UNE 21123-4

Designación genérica: RZ1-K (AS)

-Características térmicas:

Temperatura de servicio: -25 °C, +90 °C. (Cable termoestable).

Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 3500 V.

-Características frente al fuego:

No propagador de la llama UNE-EN 60332-1-2 e IEC 60332-1-2.

No propagación de incendio UNE-EN 50399, UNE-EN 60332-3-24 e IEC 60332-3-24.

Baja emisión de gases tóxicos UNE-EN 60754-2 NFC 20454. It= 1 DEF-STAN 02-713.

Baja emisión de humos UNE-EN 50399

-Conductor

Metal: cobre recocido.

Flexibilidad: flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

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

-Aislamiento

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

Colores: marrón, negro, gris, azul, amarillo/verde según UNE 21089-1. Unipolares color natural. cortocircuito.

-Cubierta

Material: mezcla especial libre de halógenos tipo AFUMEX UNE 21123-4.

Color: verde.

Protecciones

Cuadro de Corriente alterna (AC).

Su ubicación será en el cuadro de corriente alterna (AC), justo a la salida de los inversores. Se instalará en un armario. El cuadro también contará con una protección contra sobretensiones transitorias, como recomienda la ITC-BT-23.

-3 Interruptores automáticos magnetotérmicos 4x40 A / 400 V.

-3 Interruptores Diferenciales de 4x40 A / 30mA (Clase A).

-1 Descargador de sobretensiones transitorias tipo 2. De 20 a 40 kA tetrapolar.

Cuadro general de protección y mando.

Para la entrada de la instalación de FV al cuadro general de protección y mando se añadirán las siguientes protecciones.

-1 Interruptores automáticos magnetotérmicos 4x125 A / 400 V.

-1 Interruptores Diferenciales de 4x125 A / 30mA (Clase A).

10.5 Instalación de puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra toda masa de la instalación FV estará conectada a la tierra del edificio. De esta manera se protege de la red y de la del neutro de la empresa de distribución. De esta manera no se alteran las condiciones de puesta a tierra de la red.

Para la elección de conductoras se realizará con forme a la ITC-BT-18, en la que establece en su apartado 3.4 los conductores de protección.

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

Tabla 3. Relación entre los conductores de protección y los de fase.

Siguiendo la normativa, la sección de conductores para los tramos de los paneles a los inversores en todas sus series, de los inversores al cuadro general de corriente alterna y desde este al cuadro general de protección y mando serán las siguientes.

Sección de los conductores de puesta a tierra	
Paneles a inversores.	16 mm^2
Inversores a CGCA	16 mm^2
CGCA a CGMP	25 mm^2

Siendo la parte de corriente alterna una instalación tipo IT según la ITC-BT-24. Ya que la estructura del soporte de los paneles fotovoltaicos es metálica y este esta apoyado sobre las guías metálicas también. Se conectarán entra si, y conectado a tierra para así protegerse también contra descargas atmosféricas.

10.6 Estructura y soporte.

La instalación de los paneles se hará con una inclinación de 30° y estos dispuestos de forma vertical. De esta manera se consigue una mayor optimización del espacio de la terraza. Para la instalación de los paneles se utilizará la estructura de dos piezas en triángulo lastrado para paneles horizontales como muestra la *Figura 6* Esta estructura ahorra en material, se adapta a la necesidad de ángulo del proyecto y se adapta a diferentes tipos de paneles en el mercado.



Figura 6. Modelo estructura soporte del panel.

Los elementos de la instalación son los que se muestran en la *Tabla 4*.

Nº	Referencia	Definición	Dimensiones	Material	Imagen
1	TR2P()G	TRIÁNGULO 2 PIEZAS	A MEDIDA	ALUMINIO	
2	74X25	CARRIL ALUMINIO	74X25x7000	ALUMINIO	
3	PBORDILLO	PLETINA BORDILLO	150x80	ALUMINIO	
4	BORDILLO <small>INCLUIDOS BAJO DEMANDA</small>	LASTRE BORDILLO	Dependiendo del proyecto	HORMIGÓN	
5	FIN()	PINZA FINAL	30/35/40/45/50	ALUMINIO	
7	9128X()A2	TORNILLO ALLEN	M8x20/30/50	ACERO INOXIDABLE	
8	9338X20A2	TUERCA HEXAGONAL	M8	ACERO INOXIDABLE	
9	9021M8A2	ARANDELA	M8	ACERO INOXIDABLE	
10	TCM838	TUERCA CARRIL	M8	ALUMINIO	

Tabla 4. Desgloses materiales del soporte.

Fases de montaje.

Paso 1:

Se atornilla tanto el triángulo conformado, como la chapa de soporte de los bordillos al perfil de 38/25 con los tornillos y las tuercas inclinadas.

Paso 2:

Una vez situado el triángulo en su posición exacta en la cubierta, mediante sellador elástico (tipo sikaflex) se pegarán los bordillos a la chapa, para que no haya problemas de deslizamiento.

Paso 3:

Una vez ubicados los triángulos exactamente en su posición, se empezarán a colocar los paneles fotovoltaicos, fijándolos a los triángulos con nuestras pinzas. Las pinzas finales se pondrán en los extremos de cada una de las mesas que tenga la cubierta, presionando el panel contra el triángulo mediante una tuerca hexagonal que irá por bajo del triángulo, estas pinzas variarán en altura, dependiendo de la altura del panel. Las pinzas intermedias sujetarán 2 módulos, presionarán el panel contra el triángulo del mismo modo que las pinzas finales. Toda la tornillería es de acero inoxidable y las pinzas de aluminio.

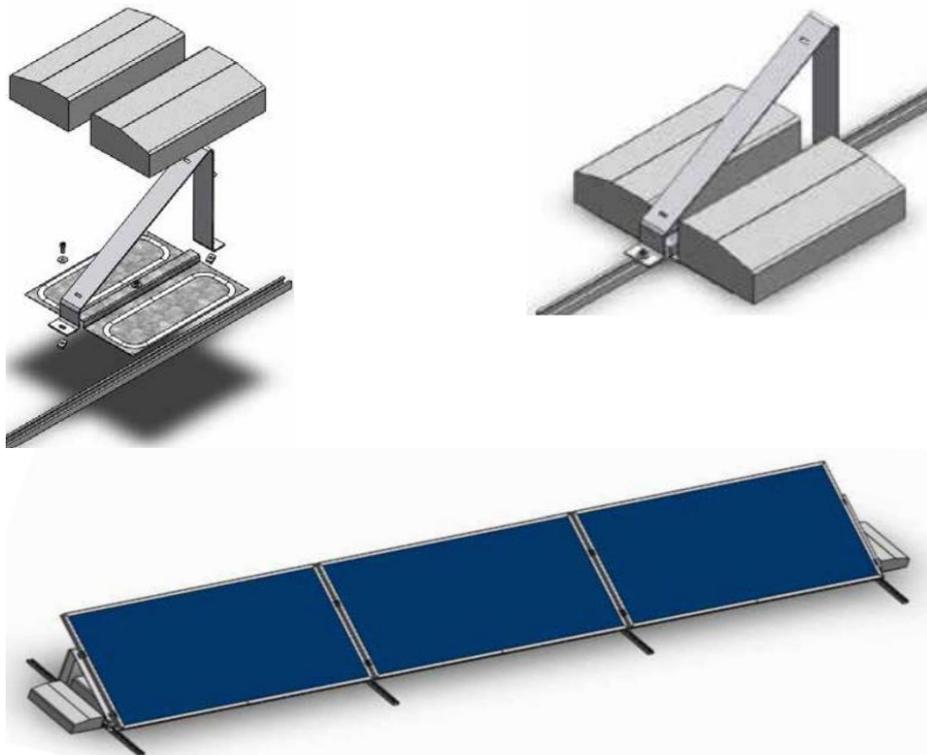


Figura 7. Montaje del soporte.

11 Descripción de la instalación

11.1 Estimación de la generación de energía del sistema FV

Conociendo la ubicación de la instalación, la potencia que se va a instalar, el número de paneles y la inclinación de estos. Se realiza el estudio para estimar la generación del parque fotovoltaico. Para ello se ha utilizado la herramienta PVGIS que es un sistema de información geográfica fotovoltaica, que proporciona la comisión europea.

Esta herramienta dándole a conocer los parámetros mencionados anteriormente, proporciona unos valores de irradiación mensual en el plano para ángulo fijo y la producción mensual de energía fotovoltaica de ángulo fijo. Se obtiene como resultado que la instalación podría dar una producción anual de 98.644,49 [kWh]. Con una irradiancia anual de 2.110,47 [kWh/m²].

La instalación en la actualidad ha tenido consumos anuales de 60.374,35 [kWh]. Por lo que la generación anual es mayor que la demanda. Pero esto es irregular, ya que los meses que menos se genera son los que más consumo hay y los meses que más se genera los de menos consumo, por lo que la explicación correcta y detallada de esto, se dará en el anexo de estudio económico.

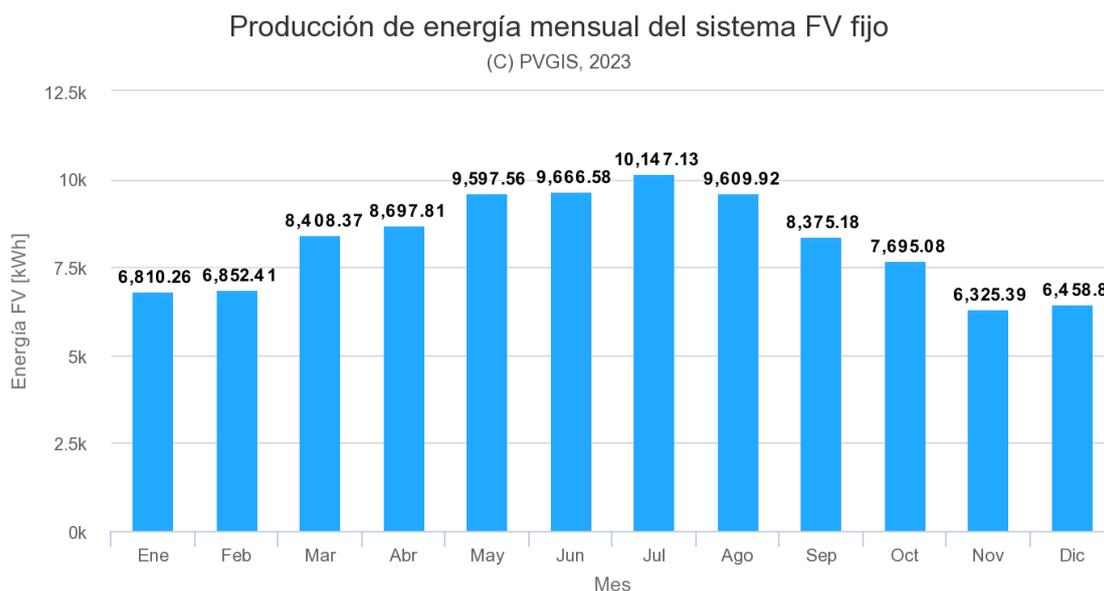


Figura 8. Producción mensual de energía del sistema fotovoltaico de ángulo fijo.

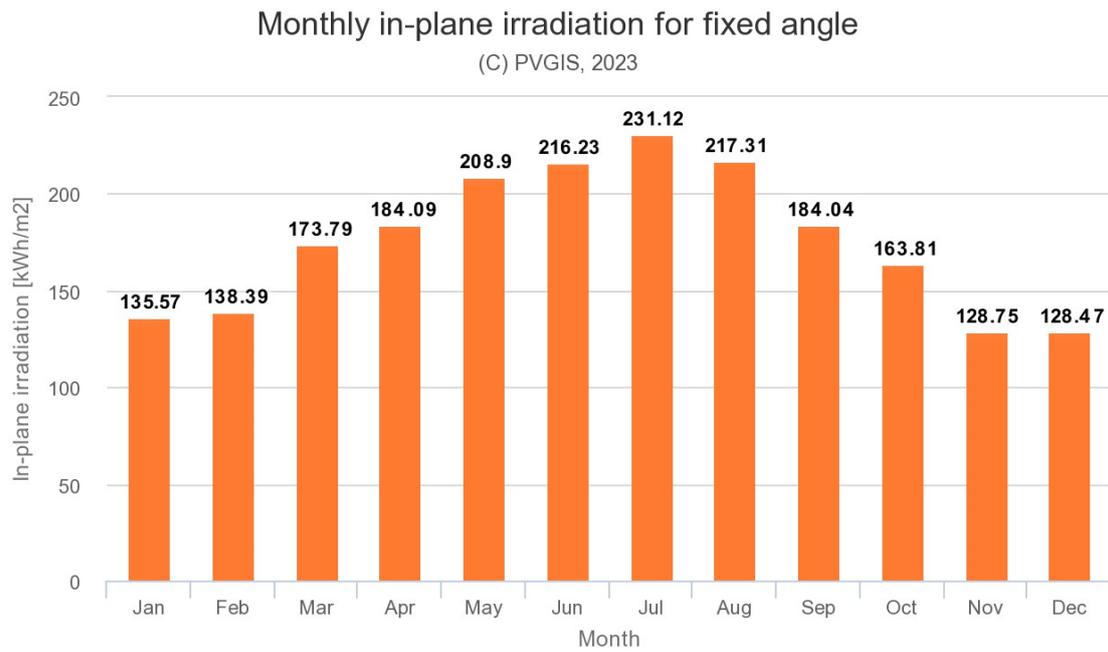


Figura 9. Irradiación mensual en el plano para ángulo fijo.

11.2 Conexión de las cadenas

Como se comentó en el punto 10.2. La instalación va a contar con 6 cadenas, con 19 paneles cada una. A cada inversor irán conectadas dos cadenas. Quedando la instalación como se muestra en la *Figura 10*.

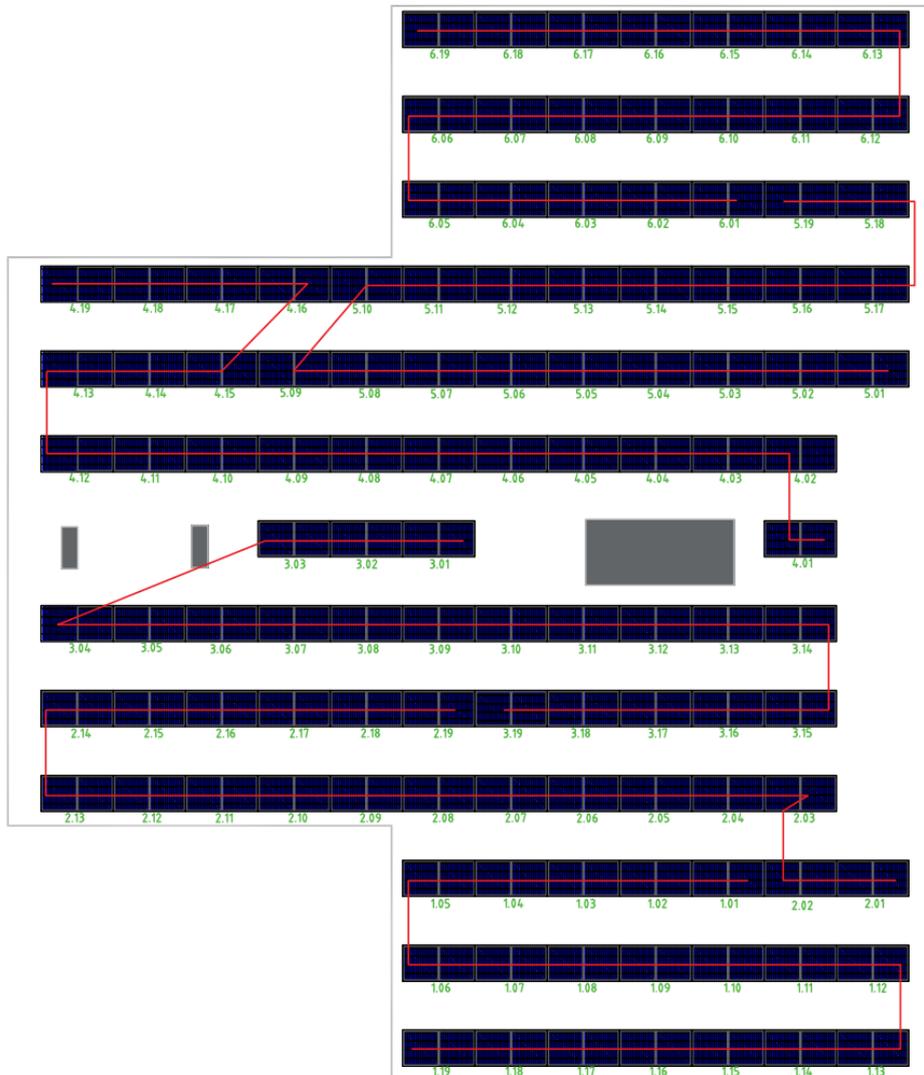
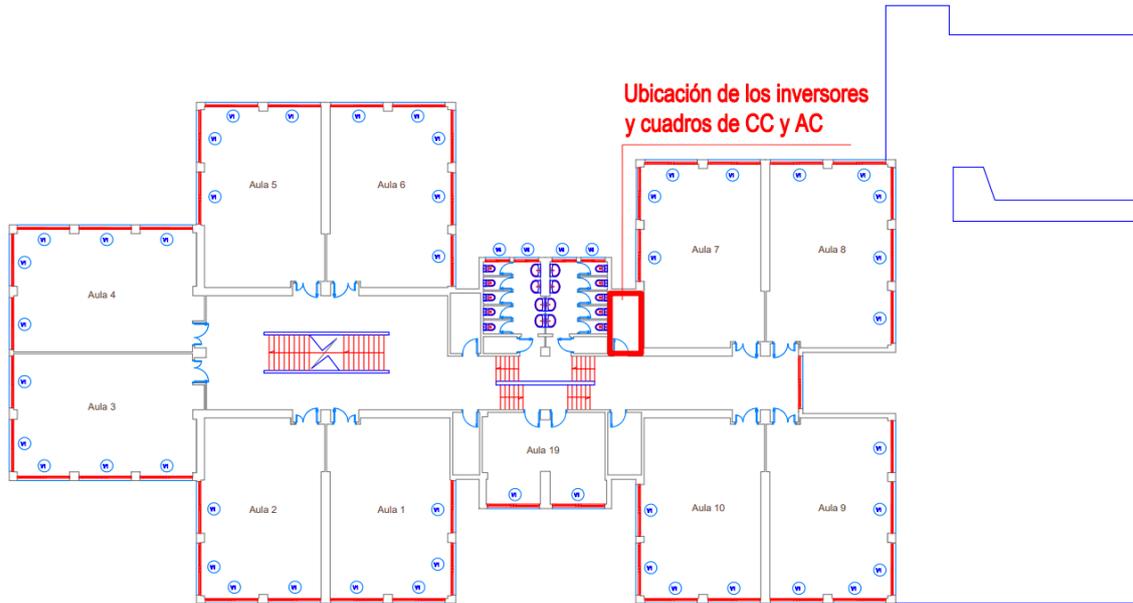


Figura 10. Conexión de las cadenas.

11.3 Ubicación de cuadros e inversores

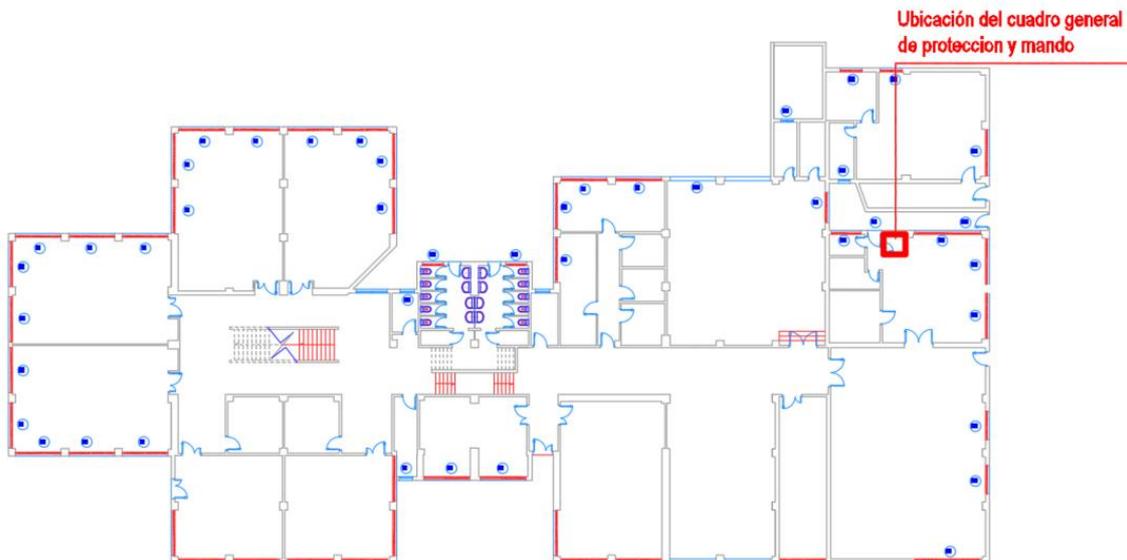
La ubicación del inversor y de los cuadros de corriente continua (CC) y de Corriente alterna (AC), estarán ubicados en la primera planta del edificio, en una habitación ventilada con una ventana la cual se va a sustituir por rejilla y con acceso solo por personal autorizado. En la *Figura 11* se muestra la ubicación de esta sala en el edificio.



PLANTA PRIMERA

Figura 11. Ubicación de los inversores y cuadros de CC y AC.

El cuadro general de protección y mando se encuentra en la planta baja, con salida a un pequeño patio interior, el cual solo tiene acceso personal de mantenimiento del edificio. En la *Figura 12*, se muestra el lugar exacto del cuadro.



PLANTA BAJA

Figura 12. Ubicación del cuadro general de protección y mando.

12 Conclusiones

El proyecto cumple con la demanda de autoabastecer la mayoría del consumo del edificio. Ya que con la instalación FV se consigue un ahorro de un 80% en la facturación, consiguiendo que esta se amortice en poco más de 5 años.

Como posibles mejoras si tiene en cuenta dos posibles soluciones, las cuales son compatibles.

Solución 1.

Como en la actualidad existe un gran excedente de producción, sobre todo los fines de semana y los meses de verano. Se propone realizar un estudio de facturación y económico de otro punto de suministro del mismo titular, y así compensar el excedente en esa instalación, ya que el excedente vertido a red se vende muy barato, por lo que la eficiencia de la instalación es peor.

Para poder realizar esta solución el edificio debe tener una serie de características, como sería la de estar a menos de 2 km de la instalación, y que complemente en horario al del edificio del presente proyecto. En este caso se escogería el edificio denominado Espacio Joven, el cual está a 716,38 m de distancia. Por otro lado, este edificio sí que se utiliza toda la semana durante todo el año, pero centrando su mayor consumo los fines de semana y los veranos, por lo que le convierte en edificio perfecto para poder hacer esta compensación.

Solución 2

Existe la posibilidad de aumentar la capacidad de generación, ya que el edificio cuenta con más terrazas. Llegando así a una instalación de un total de 223 paneles, llegando a un total de 122,65 kWp. De esta manera se podrían abastecer de la instalación más de un edificio, del mismo titular. Y conseguir que, desde un único punto, se genere la energía de diversos edificios públicos, reduciendo así su coste en electricidad. Esta instalación se necesitaría de un nuevo proyecto para la ampliación y un proyecto para un transformados, ya que superaría los 100 kW.

En la siguiente imagen se muestra cómo podría ser esa posible ampliación.

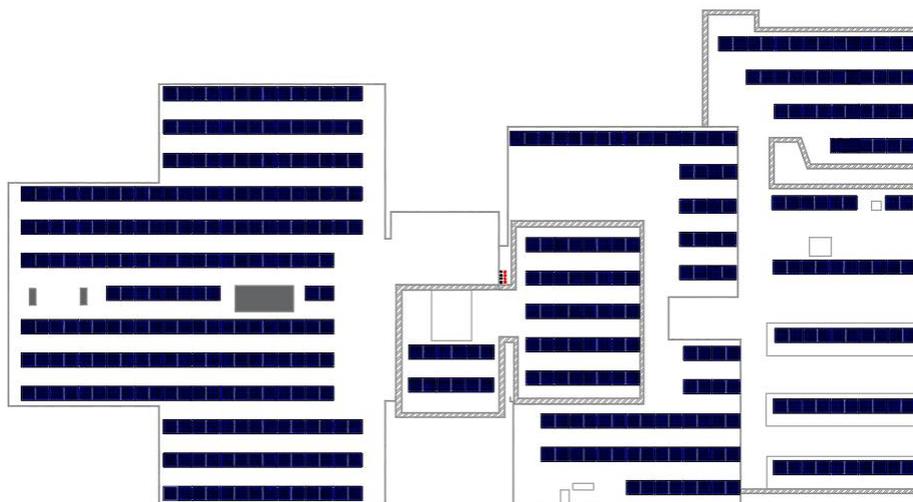


Ilustración 1. Posible ampliación de la instalación.

Villena, 7 de Julio de 2.023

Fdo.: Juan Pedro Cabanes Úbeda
Graduado en Ingeniería Eléctrica.

II. Cálculos

II. Cálculos	33
13 Cálculos solares	35
13.1 Radiación solar	36
13.2 Producción anual estimada en kWp instalados.....	37
13.3 Distancia mínima entre paneles.....	39
13.4 Sombras en la instalación.....	40
14 Cálculos eléctricos.....	42
14.1 Paneles en serie y formación de cadenas.	42
14.2 Cálculo circuito corriente continua.	45
14.3 Cálculo circuito corriente alterna.	47
14.4 Protecciones lado CC.....	50
14.5 Protecciones lado AC.....	51

13 Cálculos solares.

En el presente punto se detalla el cálculo de la producción solar estimada, tanto en radiación, como en producción instalada. Para ello se siguen las indicaciones de IDEA, de su pliego de condiciones. Ya que este nos indica la estimación de la energía inyectada, la cual representa la ecuación 13.1.

Se detalla la configuración de la estructura de los paneles, así como las sombras que pueden surgir y otros problemas a mencionar.

$$Ep_{(kWh/día)} = (G_{dm} (\alpha, \beta) * P_{MP} * PR) / G_{CEM} \quad (13.1)$$

Donde:

P_{mp}	Potencia pico del generador.
G_{CEM}	1kW/m ²
PR	Rendimiento energético de la instalación, en trabajo real. (Performance ratio)
G_{dm}	Media de los valores mensuales y anuales de la irradiación diaria sobre plano del generador. Dada en kWh/(m ² día).
α	Azimunt de los paneles.
β	Inclinación de los paneles.

Performance ratio

Es el rendimiento energético de la instalación en condiciones reales de trabajo. Por lo que hay que tener en cuenta distintas perdidas que surgen desde por toda la instalación. Ya que la potencia entregada a la instalación de BT, al contador, o a la red, no es la misma que la que recibe el panel FV. Las perdidas pueden ser provocadas por:

-Factores solares, como podría ser la orientación, las sombras de otros elementos, etc.

-Factores eléctricos, como son los cables, en el lado de CC y en el CA y también las pérdidas derivadas del inversor.

Por todos estos factores, se estima unas pérdidas del sistema de **14%**. Por lo que la performance ratio, **PR**, será igual a **86%**.

13.1 Radiación solar

Para el cálculo de este parámetro, radiación solar. Se utiliza la herramienta PVGIS, esta facilita el estudio de los recursos solares y el potencial fotovoltaico. PVGIS, aporta una gran base de datos de toda Europa.

Para este estudio, la configuración de datos quedaría de la siguiente manera:

Localización	38.640, -0.866
Altitud sobre nivel del mar	524 m
Base de datos de radiación solar	PVGIS-SARAH2
Tecnología FV	Silicio cristalino
Posición de montaje	Sobre tejado
Inclinación	30°
Azimut	0°
Perdidas del sistema	14 %
Potencia FVp instalada	1 kWp

La grafica resultado de este estudio es la *Figura 9*. En esta se especifica mes a mes la irradiación sobre plano fijo. Un total anual de 2.110,47 kWh/m² por 1 kWp de potencia instalado. También se observa que los meses de verano lógicamente, alcanza casi el doble de irradiación que los meses de invierno. El mes con más Irradiación sería Julio, con 231,12 kWh/m² y el mes que menos irradiación se obtendría sería noviembre con un total de 128,75 kWh/m². En la *Tabla 5* se encuentra el desglose mensual.

<i>Enero</i>	135,57 [kWh/m ²]
<i>Febrero</i>	138,39 [kWh/m ²]
<i>Marzo</i>	173,79 [kWh/m ²]
<i>Abril</i>	184,09 [kWh/m ²]
<i>Mayo</i>	208,90 [kWh/m ²]
<i>Junio</i>	216,23 [kWh/m ²]
<i>Julio</i>	231,12 [kWh/m ²]
<i>Agosto</i>	217,31 [kWh/m ²]
<i>Septiembre</i>	184,04 [kWh/m ²]
<i>Octubre</i>	163,81 [kWh/m ²]
<i>Noviembre</i>	128,75 [kWh/m ²]
<i>Diciembre</i>	128,47 [kWh/m ²]
Anual	2.110,47 [kWh/m²]

Tabla 5. Irradiación mensual sobre plano fijo

13.2 Producción anual estimada en kWp instalados.

La producción anual también se realiza a través de PVGIS, y con la misma configuración de datos que en el apartado anterior, se consigue un total de 1.573,28 kWh anuales. Como sucedía con la radiación, los meses de verano son los que más producción genera, frente al resto de meses. El mes que más producción estimada tiene es julio con un total de 161,84 kWh. Y el mes más con la estimación más desfavorable sería noviembre, con un total de 100,88 kWh. En la *Figura 13* se observa el periodo más detalladamente, como también se puede observar el detalle por mes en la *Tabla 6*.

<i>Enero</i>	108,62 [kWh]
<i>Febrero</i>	109,29 [kWh]
<i>Marzo</i>	134,10 [kWh]
<i>Abril</i>	138,72 [kWh]
<i>Mayo</i>	153,07 [kWh]
<i>Junio</i>	154,17 [kWh]
<i>Julio</i>	161,84 [kWh]
<i>Agosto</i>	153,27 [kWh]
<i>Septiembre</i>	133,58 [kWh]
<i>Octubre</i>	122,73 [kWh]
<i>Noviembre</i>	100,88 [kWh]
<i>Diciembre</i>	103,01 [kWh]
Anual	1.573,28 [kWh]

Tabla 6. Producción de energía mensual del sistema FV con 1 kWp.

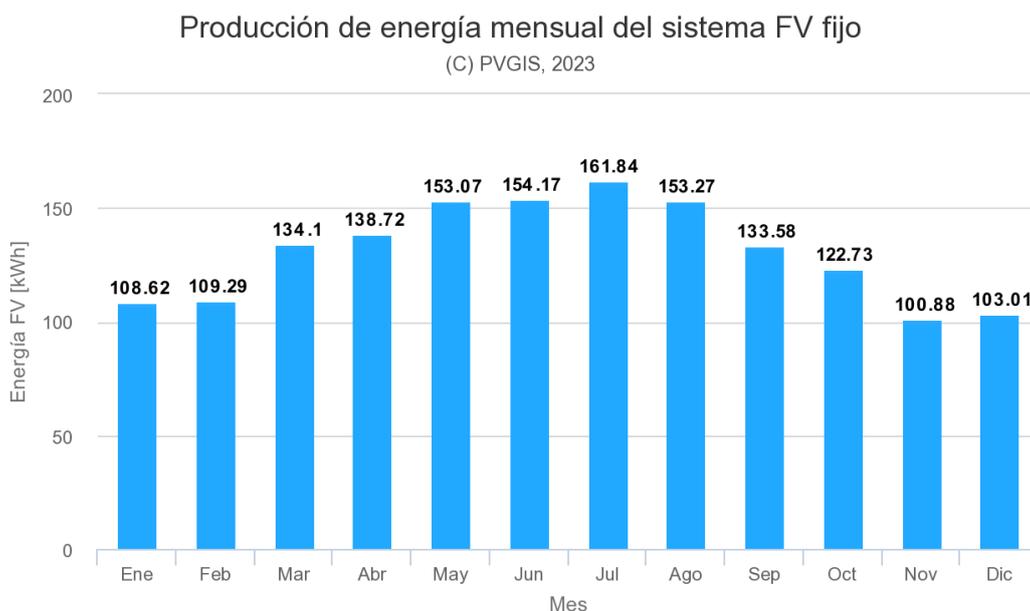


Figura 13. Producción mensual de energía del sistema fotovoltaico de ángulo fijo a 1kWp.

En la instalación se ha optado por instalar un total de 114 paneles de 550 Wp cada uno por lo que la instalación contara con 62.7 kWp. Transportamos este dato a PVGIS y volvemos a calcular la producción anual estimada. En la *Figura 8*, se puede observar el grafico, pero para más detalle se añade la *Tabla 7*. En la que se muestra el desglose por meses, y con el total anual de producción que asciende hasta 98.644,49 kWh.

<i>Enero</i>	6.810,26 [kWh]
<i>Febrero</i>	6.852,41 [kWh]
<i>Marzo</i>	8.408,37 [kWh]
<i>Abril</i>	8.697,81 [kWh]
<i>Mayo</i>	9.597,56 [kWh]
<i>Junio</i>	9.666,58 [kWh]
<i>Julio</i>	10.147,13 [kWh]
<i>Agosto</i>	9.609,92 [kWh]
<i>Septiembre</i>	9.375,18 [kWh]
<i>Octubre</i>	7.695,08 [kWh]
<i>Noviembre</i>	6.325,39 [kWh]
<i>Diciembre</i>	6.458,80 [kWh]
Anual	98.644,49 [kWh]

Tabla 7. Producción de energía mensual del sistema FV

13.3 Distancia mínima entre paneles.

La inclinación que se ha escogido para los paneles es de 30° y un azimut 0° , ya que la instalación se encuentra orientada al sur. Con estos datos, con la superficie de la terraza y las dimensiones de los paneles. Se obtiene los datos de distancia mínima entre paneles para evitar sombras.

El cálculo se realiza con la ecuación (13.3.1), en la que d será la distancia total desde el inicio del panel, hasta el inicio del siguiente. Para más detalle, en la Figura 14, se puede observar de forma gráfica los datos necesarios.

$$d = d_1 + d_2 = L \cdot \cos(\beta - \varphi) + L \cdot \left(\frac{\text{sen}(\beta - \varphi)}{\text{tg}(90 + \delta - \theta)} \right) \quad (13.3.1)$$

Donde:

- d Distancia total.
- d_1 Distancia de sombra del panel en horizontal.
- d_2 Distancia mínima entre paneles.
- L Longitud del panel.
- β Inclinación de los paneles.
- φ Angulo de inclinación de la cubierta
- δ Declinación solar.
- θ Latitud de la ubicación.

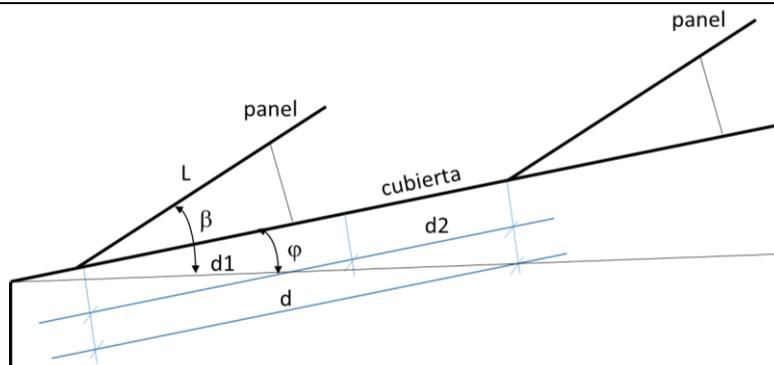


Figura 14. Datos calculo, distancia mínima entre paneles.

En este caso, el ángulo de inclinación de la cubierta será 0° , ya que es una cubierta plana. Por otro lado, la declinación solar, se establece la fijada por el IDEA que es de -29° para así asegurarse una franja de mínimo 4 horas de sol directo sobre los paneles. Con estos datos, la distancia mínima entre paneles [d_2] será de 1,34 m, y un total del panel desde principio de este hasta el inicio del siguiente de [d] 2,33 m.

Latitud J	38	Inclinación $\varphi =$	0
Inclinación paneles, β	30,00	d_1 (m)=	0,99
Longitud del panel, L (m)	1,14	d_2 (m)=	1,34
d_2 (m) =		1,34	
d (m) =		2,33	

13.4 Sombras en la instalación.

En primer lugar, se comenta las sombras que se solucionan antes de la instalación, como es el caso de un árbol recién podado y una protección para unas claraboyas en la cubierta.

En las imágenes tomadas desde el satélite, mostradas de la cubierta en el presente proyecto, se puede observar que en la parte izquierda de la cubierta hay un árbol el cual produce sombras. A la fecha que se realiza el presente estudio el árbol ha sido talado por seguridad ya que estaba enfermo y justo al lateral se encuentra el patio de preescolar. Así que, por motivos de seguridad, no se toma en cuenta las sombras que genera el árbol. Se adjunta en el proyecto para que así conste la

Figura 15.



Figura 15. Hueco del árbol que producía sombra.

La siguiente sombra por tratar ha sido la que producía un protector instalado en la cubierta para las claraboyas. Este se instaló porque las claraboyas estaban dañadas y generaban goteras los días de lluvia. Con la futura instalación fotovoltaica se va a realizar el cambio de las claraboyas, por lo que el protector no será necesario y se eliminará la sombra producida. Como las nuevas claraboyas tienen una altura total de 0,50 m, esta es inferior a la calculada en el punto anterior, distancia mínima entre paneles, ya que la altura de las placas es mayor a esta. En la *Figura 16*, se muestra el protector con las claraboyas, como esta en la actualidad.



Figura 16. Estado actual del protector y claraboyas.

Por último, se muestran las sombras producidas por el edificio que tiene frente a su fachada sur, y las sombras producidas por la parte de la cubierta 1 del mismo edificio. La simulación se ha realizado en PVSYST. En la *Figura 17* se observa el modelado del edificio de la instalación y también el edificio frente a su fachada sur. La simulación se ha realizado para el día 1 de diciembre, y se comprueba con la *Figura 18*. Da un porcentaje en pérdida de luz lineal de un 1,4%, el cual surge a primera hora y a última del día.

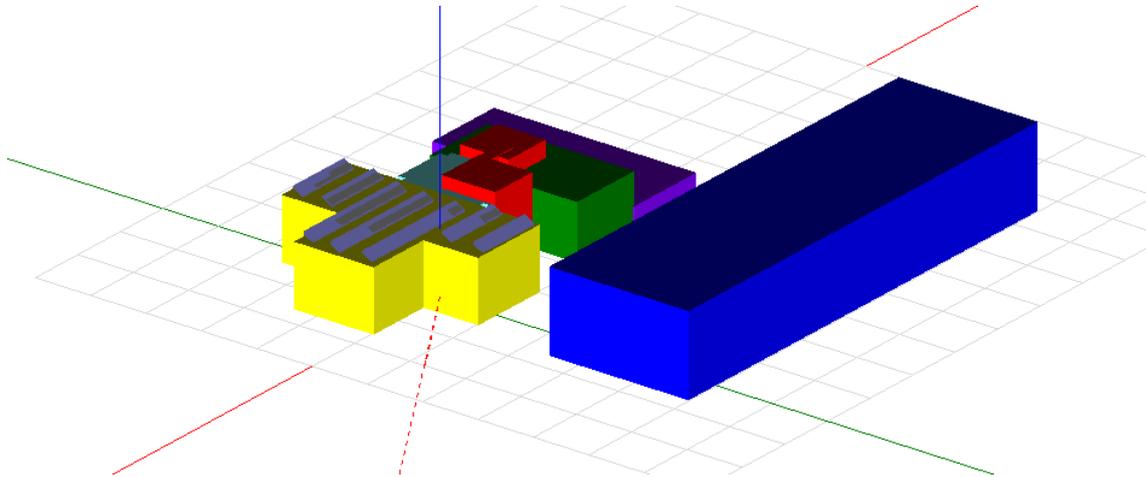


Figura 17. Modelado del edificio en PVSYST.

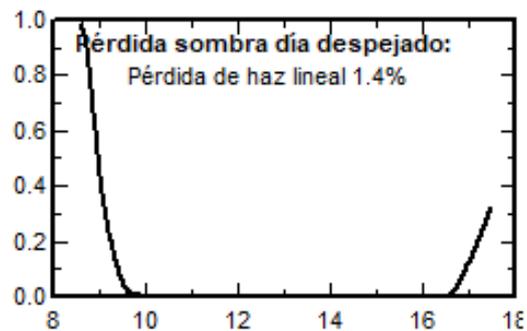


Figura 18. Pérdidas por sombra el día 21 de diciembre.

14 Cálculos eléctricos.

En el presente apartado se muestran los cálculos relacionados con el inversor, y el número de paneles en serie por cada cadena, así como el cálculo de los circuitos de corriente continua y corriente alterna y sus protecciones.

Todo esto siguiendo la ITC-BT 30 de locales especiales al estar a la intemperie, como la ITC-BT 40 de instalaciones generadoras, del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

14.1 Paneles en serie y formación de cadenas.

Para poder calcular los paneles en serie de cada cadena, es necesario conocer las características eléctricas tanto del panel fotovoltaico como del inversor.

Características eléctricas del panel EM550-PH

Potencia nominal =	550 W
Tensión Voc =	49,8 V
Tensión Vmppt =	41,95 V
Corriente Imppt =	13,12 A
Coeficiente α_{Voc} =	-0,270 %

Características eléctricas del SUN2000 -20KTL-M5 de la marca HUAWEI

Tensión máxima CC =	1100 V
Potencia inversor =	20 kW
Rango de tensión CC (MPPT) =	480 a 800 V
Número de entradas CC =	4
I continua max por entrada =	20 A

Para saber el número máximo de paneles a conectar, primero se calcula la tensión máxima a circuito abierto con una temperatura de funcionamiento de $[-10^{\circ}\text{C}]$. Como también se calcula la tensión mínima de funcionamiento a una temperatura de $[-70^{\circ}\text{C}]$, para conocer el número mínimo de paneles a conectar. Para la tensión máxima de funcionamiento $V_{oc,max}$, se necesitará la fórmula (14.1.1) y para la tensión mínima V_{min} la fórmula (14.1.2).

$$V_{OCmax} = V_{OC} + (T_{C-10^{\circ}\text{C}} - 25) \cdot \left(\frac{\alpha_{Voc}}{100} \cdot V_{OC} \right) \quad (14.1.1)$$

$$V_{min} = V_{mppt} + (T_{C70^{\circ}\text{C}} - 25) \cdot \left(\frac{\alpha_{Voc}}{100} \cdot V_{OC} \right) \quad (14.1.2)$$

Donde:

Voc	Tensión del panel en circuito abierto
$T_{C-10^{\circ}\text{C}}$	Temperatura mínima.
$T_{C70^{\circ}\text{C}}$	Temperatura máxima.
Vmppt	Tensión para el punto máximo de potencia.
α_{Voc}	Coeficiente de temperatura Voc

Con el cálculo, se obtiene estos datos por panel.

$V_{OCmax} =$	54,51 V
$V_{min} =$	35,90 V

Con los datos obtenidos y las características técnicas obtenidas del inversor se calcula el número máximo y mínimo de los paneles en serie.

Nº Máximo paneles =	20
Nº Mínimo paneles =	13

La configuración de los inversores y las cadenas quedaría de la siguiente manera:

Inversor 1

Se usa una entrada por cada MPPT, por lo que el inversor tendrá dos cadenas, cada una con 19 paneles. Quedando el cálculo de la siguiente manera.

$V_{oc\ max} =$	1035,62 V
$V_{max} =$	797,05 V
$V_{min} =$	682,09 V
$I_{mppt} =$	13,12 A
Potencia serie =	10450 Wp
Número de series =	2
Número de paneles =	76
Pot. Total inversor =	20900 Wp
MPPT Series 1 =	1
MPPT Series 2 =	1
Total series =	2
Total paneles =	38 Paneles
Pot. Entrada 1 =	10450 Wp
Pot. Entrada 2 =	10450 Wp
POT. Total pico =	20900 Wp

Inversor 2

Se usa una entrada por cada MPPT, por lo que el inversor tendrá dos cadenas, cada una con 19 paneles. Quedando el cálculo de la siguiente manera.

Voc max =	1035,62 V
Vmax =	797,05 V
V min =	682,09 V
Imppt =	13,12 A
Potencia serie =	10450 Wp
Número de series =	2
Número de paneles =	76
Pot. Total inversor =	20900 Wp
MPPT Series 1 =	1
MPPT Series 2 =	1
Total series =	2
Total paneles =	38 Paneles
Pot. Entrada 1 =	10450 Wp
Pot. Entrada 2 =	10450 Wp
POT. Total pico =	20900 Wp

Inversor 3

Se usa una entrada por cada MPPT, por lo que el inversor tendrá dos cadenas, cada una con 19 paneles. Quedando el cálculo de la siguiente manera.

Voc max =	1035,62 V
Vmax =	797,05 V
V min =	682,09 V
Imppt =	13,12 A
Potencia serie =	10450 Wp
Número de series =	2
Número de paneles =	76
Pot. Total inversor =	20900 Wp
MPPT Series 1 =	1
MPPT Series 2 =	1
Total series =	2
Total paneles =	38 Paneles
Pot. Entrada 1 =	10450 Wp
Pot. Entrada 2 =	10450 Wp
POT. Total pico =	20900 Wp

Configuración final.

La configuración final consta de una potencia pico de 62.700 Wp, la cual está constituida por 114 paneles distribuidos en 6 series, de 10.450 Wp cada una. A cada inversor le llegarán 2 cadenas, por lo que cada inversor recibe 20.900 Wp.

Inversor 1 MPPT Serie 1 =	1
Inversor 1 MPPT Serie 2 =	1
Inversor 2 MPPT Serie 1 =	1
Inversor 2 MPPT Serie 2 =	1
Inversor 3 MPPT Serie 1 =	1
Inversor 3 MPPT Serie 2 =	1
Total series =	6
Total paneles =	114 Paneles

Inversor 1 Pot. Entrada 1 =	10450 Wp
Inversor 1 Pot. Entrada 2 =	10450 Wp
Inversor 2 Pot. Entrada 1 =	10450 Wp
Inversor 2 Pot. Entrada 2 =	10450 Wp
Inversor 3 Pot. Entrada 1 =	10450 Wp
Inversor 3 Pot. Entrada 2 =	10450 Wp
POT. Total pico instalada =	62700 Wp

14.2 Cálculo circuito corriente continua.

La instalación de corriente continua discurre desde los paneles hasta la entrada del inversor, durante todo el recorrido estos están cubiertos por tubos, por lo que hay 6 tubos en horizontal. Siguiendo el factor de reducción para cables en el interior de tubos en contacto en posición horizontal, instalados al aire, formando una o varias capas, se establece que los cálculos se comen con un factor de corrección de 0,84.

El cable seleccionado será de material XLPE y cobre. Por lo tanto, para seleccionar la sección de este se utilizará la tabla C.52.1 bis de la normativa UNE 20460-50-523. Seleccionando el método de instalación como B1.

Se calcula primero la I_B , que es la intensidad calculada. Siendo esta la intensidad de la línea multiplicada por un factor de protección de 1,25. Para el cálculo es necesario la fórmula (14.2.1).

$$I_B \leq I_Z \quad (14.2.1)$$

Donde:

- I_B Intensidad calculada
- I_Z Intensidad que soporta el cable con las condiciones de la instalación.

Con estos datos y con ayuda de la *Tabla 8*. Se obtienen los siguientes datos por línea.

Tramo	Sección Calculada (mm ²)	Sección (mm ²)	Factor de corrección	I tabla (A)	I _Z (A)	I _B (A)	I _{sc} (A)
Serie 1	1,79	4	0,86	38,00	32,68	17,475	13,98
Serie 2	1,67	4	0,86	38,00	32,68	17,475	13,98
Serie 3	1,85	4	0,86	38,00	32,68	17,475	13,98
Serie 4	1,56	4	0,86	38,00	32,68	17,475	13,98
Serie 5	1,52	4	0,86	38,00	32,68	17,475	13,98
Serie 6	1,74	4	0,86	38,00	32,68	17,475	13,98

TABLA C.52.1 bis
Intensidades admisibles en amperios al aire (40 °C)

MÉTODO DE INSTALACIÓN TIPO SEGÚN TABLA 52-B2	TIPO DE AISLAMIENTO TÉRMICO (XLPE o PVC) + NÚMERO DE CONDUCTORES CARGADOS (2 o 3) (TEMPERATURA MÁXIMA DE LOS CONDUCTORES EN RÉGIMEN PERMANENTE → 70°C TIPO PVC Y 90°C TIPO XLPE)																		
	PVC3 (70 °C)		PVC2 (70 °C)		XLPE3 (90 °C)		XLPE2 (90 °C)		PVC3 (70 °C)		PVC2 (70 °C)		XLPE3 (90 °C)						
A1	VER SIGUIENTE TABLA																		
A2	VER SIGUIENTE TABLA																		
B1	VER SIGUIENTE TABLA																		
B2	VER SIGUIENTE TABLA																		
C	VER SIGUIENTE TABLA																		
D1/D2*	VER SIGUIENTE TABLA																		
E	VER SIGUIENTE TABLA																		
F	VER SIGUIENTE TABLA																		
Cobre	mm ²	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
	1,5	11	11,5	12,5	12,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	20	21	22	25
	2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	28	28	30	32	34
	4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	40	44	46	
	6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	
	10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	
	16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	
	25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	
	35	72	77	86	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	
	50	86	94	103	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	
	70	109	118	130	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	
	95	131	143	156	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	326	
	120	150	164	179	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	397	
	150	171	188	196	224	236	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	458	
	185	194	213	222	255	268	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	523	
240	227	249	258	299	315	330	345	368	385	401	419	435	455	468	499	545	617		
300	259	285	295	343	360	398	395	432	414	461	468	516	524	547	549	630	674		

Tabla 8. Selección cable CC.

La sección del conductor seleccionado es de 4 mm².

Se comprueba la caída de tensión en todas las líneas, para ello se utiliza la formula (14.2.2).

$$u\% = \frac{200 \cdot \Sigma(P \cdot L)}{C \cdot S \cdot V^2} \quad (14.2.2)$$

Donde:

- P Potencia del circuito.
- L Longitud de cada circuito.
- C Conductividad del conductor elegido a la temperatura de trabajo.
- S Seccione del conductor elegido.
- V Tensión de trabajo de la línea.
- u% Caída de tensión.

Teniendo en cuenta todo lo relacionado con la formula se obtiene como resultado:

Tramo	Sección Calculada (mm ²)	Sección (mm ²)	Longitud (m)	Potencia (w)	Tensión (V)	IB (A)	u%
Serie 1	1,79	4	68,86	10450	1035,62	17,475	0,67
Serie 2	1,67	4	64,43	10450	1035,62	17,475	0,63
Serie 3	1,85	4	71,16	10450	1035,62	17,475	0,69
Serie 4	1,56	4	59,92	10450	1035,62	17,475	0,58
Serie 5	1,52	4	58,51	10450	1035,62	17,475	0,57
Serie 6	1,74	4	66,96	10450	1035,62	17,475	0,65

Siendo el tramo más desfavorable el tramo de la sección 3 con una caída de tensión de 0,69% pero siendo inferior al establecido por el IDEA de un 1,5%.

Tramo	Sección (mm ²)	Longitud (m)	Potencia (w)	Tensión (V)	Corriente (A)	u%
Serie 3	4	71,16	10450	1035,6159	17,475	0,69

14.3 Cálculo circuito corriente alterna.

La instalación de corriente alterna discurre desde la salida del inversor hasta la entrada del cuadro general de protección y mando del edificio. Durante todo el recorrido estos están cubiertos por tubos dentro de la envolvente del edificio.

El cable seleccionado será de material XLPE y cobre. Por lo tanto, para seleccionar la sección de este se utilizará la tabla C.52.1 bis de la normativa UNE 20460-50-523. Seleccionando el método de instalación como B2.

El primer paso es calcular la intensidad, con la formula (14.3.1).

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi}; \quad (14.3.1)$$

Donde:

- P Potencia del circuito.
- V Tensión de trabajo de la línea.
- $\cos\varphi$ Factor de potencia.

Con esta formula y con la *Tabla 9*, se obtiene las intensidades y las secciones de la parte de corriente alterna.

Inversor	Sección Calculada (mm ²)	Sección (mm ²)	Factor de corrección	I tabla (A)	IZ (A)	IB (A)
Inversor 1 a CGCA	0,67	10	1	54,00	54,00	36,08
Inversor 2 a CGCA	0,83	10	1	54,00	54,00	36,08
Inversor 3 a CGCA	1,00	10	1	54,00	54,00	36,08
CGCA a CGMP	20,00	50	1	139,00	139,00	108,25

TABLA C.52.1 bis
Intensidades admisibles en amperios al aire (40 °C)

MÉTODO DE INSTALACIÓN TIPO SEGÚN TABLA 52-82	TIPO DE AISLAMIENTO TÉRMICO (XLPE o PVC) + NÚMERO DE CONDUCTORES CARGADOS (2 o 3) (TEMPERATURA MÁXIMA DE LOS CONDUCTORES EN RÉGIMEN PERMANENTE → 70°C TIPO PVC Y 90°C TIPO XLPE)																		
	PVC3 (70 °C)		PVC2 (70 °C)		XLPE3 (90 °C)		XLPE2 (90 °C)		XLPE3 (90 °C)		XLPE2 (90 °C)		XLPE3 (90 °C)						
A1																			
A2																			
B1																			
B2																			
C																			
D1/D2*	VER SIGUIENTE TABLA																		
E																			
F																			
Cobre	mm ²	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
	1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	18	20	20	20	21	22	25
	2,5	15	15,5	17	18	19	20	21	22	23	24	26	27	28	28	30	32	34	34
	4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	46
	6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	59
	10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	82
	16	45	49	53	57	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	110
	25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146
	35	72	77	86	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182
	50	86	94	103	116	121	122	128	133	138	145	151	155	162	167	174	188	204	220
	70	109	118	130	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282
	95	131	143	156	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	348
	120	150	164	179	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397
150	171	188	196	224	236	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458	
185	194	213	222	256	268	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523	
240	227	249	258	299	315	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617	
300	259	285	295	343	360	398	396	432	414	461	468	516	524	547	549	630	674	713	

Tabla 9. Selección cable AC.

La sección de los cables seleccionada será de 10 mm² y de 50 mm²

Se comprueba la caída de tensión en todas las líneas, para ello se utiliza la formula (14.3.2).

$$u\% = \frac{100 \cdot \Sigma(P \cdot L)}{C \cdot S \cdot V^2} \quad (14.3.2)$$

Donde:

- P Potencia del circuito.
- L Longitud de cada circuito.
- C Conductividad del conductor elegido a la temperatura de trabajo.
- S Sección del conductor elegido.
- V Tensión de trabajo de la línea.
- u% Caída de tensión.

Teniendo en cuenta todo lo relacionado con la formula se obtiene como resultado:

Inversor	Sección Calculada (mm ²)	Sección (mm ²)	Longitud (m)	Potencia (w)	Tensión (V)	IB (A)	u%
Inversor 1 a CGCA	0,67	10	4	20000	400	36,08	0,10
Inversor 2 a CGCA	0,83	10	5	20000	400	36,08	0,13
Inversor 3 a CGCA	1,00	10	6	20000	400	36,08	0,15
CGCA a CGMP	20,00	50	40	60000	400	108,25	0,60

Siendo el tramo más desfavorable el tramo el de CGCA a CGMP con una caída de tensión de 0,60% pero siendo inferior al 1,5% establecido por la ITC-BT 40 en su punto 5 del REBT.

Tramo	Sección (mm ²)	Longitud (m)	Potencia (w)	Tensión (V)	Corriente (A)	u%
Serie 3	4	71,16	10450	1035,6159	17,475	0,69

14.4 Protecciones lado CC.

Para el cálculo de las protecciones en la parte de corriente continua se establece que cada cadena dispondrá de dos fusibles, uno para el positivo y otro para el negativo, como también un juego de descarga de sobretensiones transitorias.

Para el cálculo de los fusibles se necesita conocer I_B e I_Z y se deben de cumplir las siguientes condiciones.

Condición 1.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (14.4.1)$$

Donde:

- I_B Intensidad calculada del circuito en (A).
- I_Z Tensión máxima admisible del conductor en (A).
- I_N Intensidad nominal para calibre de fusible, en (A).

Por lo tanto:

$$17,47 \leq 20 \leq 32,68$$

Condición 2.

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_Z \quad (14.4.2)$$

Donde:

- I_f Intensidad que garantiza el funcionamiento efectivo de la protección. Es $I_n \cdot 1,35$ en (A).
- I_Z Tensión máxima admisible del conductor en (A).

Por lo tanto:

$$20 \cdot 1,35 \leq 1,45 \cdot 32,68$$

$$27 \leq 47,39$$

14.5 Protecciones lado AC.

Estas estarán divididas en dos cuadros, el cuadro general de corriente alterna, CGCA a la salida de los inversores y luego las protecciones que se instalarán en el cuadro general de protección y mando CGPM.

Protecciones CGCA

Con las fórmulas, (14.4.1) y (14.4.2). se realizan las comprobaciones.

Condición 1.

$$36,08 \leq 40 \leq 54$$

Condición 2.

$$40 * 1,35 \leq 1,45 \cdot 54$$

$$54 \leq 72,9$$

Protecciones CGPM

Con las fórmulas, (14.4.1) y (14.4.2). se realizan las comprobaciones.

Condición 1.

$$108,25 \leq 125 \leq 139$$

Condición 2.

$$125 * 1,35 \leq 1,45 \cdot 139$$

$$146,14 \leq 201,55$$

Villena, 7 de Julio de 2.023

Fdo.: Juan Pedro Cabanes Úbeda

Graduado en Ingeniería Eléctrica.

III. Anexo I Presupuesto

Capítulo 1	Descripción	Cantidad	€/ Ud.	Importe (€)
Sistema FV	MÓDULO FOTOVOLTAICO			
	Panel modelo EM550-PH de 550W monocristalino o similar	114	126,50	14.421,00
	INVERSRO			
	Inversor Huawei Trifásico SUN2000 20KTL-M2 20KW	3	1.968,00	5.904,00
	TOTAL			20.325,00

Capítulo 2	Descripción	Cantidad	€/ Ud.	Importe (€)
Cuadros	Cuadro corriente continua			
	Suministro del cuadro CC el cual incluye: Envoltente, pletinas, cable, tornillería, fusibles y descargador sobre tensión como indica el proyecto y esquema unifilar.	1	980,00	980,00
	Cuadro Corriente continua			
	Suministro del cuadro AC el cual incluye: Envoltente, pletinas, cable, tornillería, Diferenciales, magnetotérmicos y descargador sobre tensión como indica el proyecto y esquema unifilar.	1	1.200,00	1.200,00
	Modificación cuadro protección y mando			
Añadir diferencial y magnetotérmico como muestra el esquema unifilar.	1	400,00	400,00	
	TOTAL			2.580,00

Capítulo 3	Descripción	Cantidad	€/ Ud.	Importe (€)
Material eléctrico	Conductor CU 1X4mm2 negro			
	Cable TOPSOLAR® PV H1Z2Z2-K, 1,5 (1,8) kV DC. 1,0/1,0 kV AC o similar. Incluye bridas, punteras y etiquetado.	390	1,07	417,30
	Conductor CU 1X4mm2 rojo			
	Cable TOPSOLAR® PV H1Z2Z2-K, 1,5 (1,8) kV DC. 1,0/1,0 kV AC o similar. Incluye bridas, punteras y etiquetado.	390	1,07	417,30
	Cable CU 4X10 mm2			
	AFUMEX CLASS 1000 V (AS) - RZ1-K (AS) marrón, negro, gris, azul, amarillo/verde según UNE 21089-1. polietileno reticulado (XLPE)	15	5,80	87,00
	Cable CU 50X10 mm2			
	AFUMEX CLASS 1000 V (AS) - RZ1-K (AS) marrón, negro, gris, azul, amarillo/verde según UNE 21089-1. polietileno reticulado (XLPE) o similar	50	23,76	1.188,00
Tubo rígido 10mm2				
Tubo rígido de 10mm2 exterior PVC, no propagador de la llama.	150	5,00	750,00	
Otros posibles materiales.				
Fichas, cintas, bridas	100	1,50	150,00	
			Total	3.009,60

Capítulo 4	Descripción	Cantidad	€/ Ud.	Importe (€)
Estructura	Estructura			
	Incluye perfiles en triangulo, guías, tornillería, arandelas, tuercas y lastre, como se dice en el proyecto.	114	55,28	6.302,20
				Total

Capítulo 5	Descripción	Cantidad	€/ Ud.	Importe (€)
Mano de obra	Mano de obra			
	Mano de obra de técnicos, para la realización de:			
	Montaje estructura.			
	Montaje cuadros.			
	Montaje circuitos.			
	Montaje paneles.			
	Montajes inversores.			
Puesta en marcha.	1	10.763,00	10.763,00	
	Total			10.763,00

Capítulo 6	Descripción	Cantidad	€/ Ud.	Importe (€)
Proyecto	Estudio y ejecución del proyecto.			
	Estudio de radiación.			
	Estudio de consumo.			
	Estudio de generación.			
	Estudio de sombras.			
	Calculo proyecto.	1	3.069,00	3.069,00
	Legalización			
Tramitación burocracia para la legalización de la instalación fotovoltaica.	1	370,00	370,00	
Dirección de obra				
Revisión de la ejecución de la obra en sus distintas fases.	1	370,00	370,00	
	TOTAL			3.809,00

Presupuesto	Capítulo 1		
		Sistema FV	20.325,00 €
	Capítulo 2		
		Cuadros	2.580,00 €
	Capítulo 3		
		Material eléctrico	3.009,60 €
	Capítulo 4		
		Estructura	6.302,20 €
	Capítulo 5		
		Mano de obra	10.763,00 €
Capítulo 6			
	Proyecto	3.809,00 €	
	Total	46.788,80 €	
	IVA	9.825,65 €	
	Total, presupuesto	56.614,45 €	

Villena, 7 de Julio de 2.023

Fdo.: Juan Pedro Cabanes Úbeda

Graduado en Ingeniería Eléctrica.

IV. Anexo II Estudio económico

IV. Anexo II Estudio económico	57
15 División de consumo.	59
16 Generación estimada por horas.	61
17 Nueva facturación.	63
18 Amortización de la instalación.	66

El presente punto trata sobre la viabilidad económica de la instalación, donde se analiza el consumo a cada hora durante 365 días, dividido a su vez en sus respectivos periodos de consumo. Por otra parte, se ha estimado la generación de energía de la instalación con PVGIS y posteriormente analizado para sacar un consume estimado por horas de los 365 días correspondientes de las facturas analizadas. De esta manera se realiza un estudio económico más eficiente y real, por lo que la viabilidad será lo más aproximada a la realidad.

Para calcular la viabilidad económica se tendrán en cuenta otros factores, como el mantenimiento de la instalación, presupuesto, la compensación por excedente de producción y posibles ayudas.

Mantenimiento

La instalación fotovoltaica necesita mantenimiento para su correcto funcionamiento, ya que estas pierden su eficacia al cubrirse de polvo, o por efectos atmosféricos que puedan dejar residuos en ellas. Como también hay que tener en cuenta posibles problemas eléctricos.

Por lo que se destina una cantidad estimada la cual es de **500 €/año**. Para así poder cubrir esta demanda.

Presupuesto

Como se ha podido ver en el anexo I el total de la inversión inicial del proyecto sumo un total de **56.614,45 €**.

Compensación por excedentes de producción

El presente proyecto, debido a sus características desiguales en su perfil de uso, en diversos meses se genera un gran excedente en la producción, más a delante se entrará en profundidad en este punto, pero se cuenta que la compensación por kWh es de 0,05 €.

Ayudas

Como principal ayuda se establece la concedida a lo largo del 2023 por la generalidad valenciana, para la instalación de producción de generación producidas por energías renovables. Y la cuantía asciende hasta 750 €/kWh. Por lo que es una ayuda fundamental.

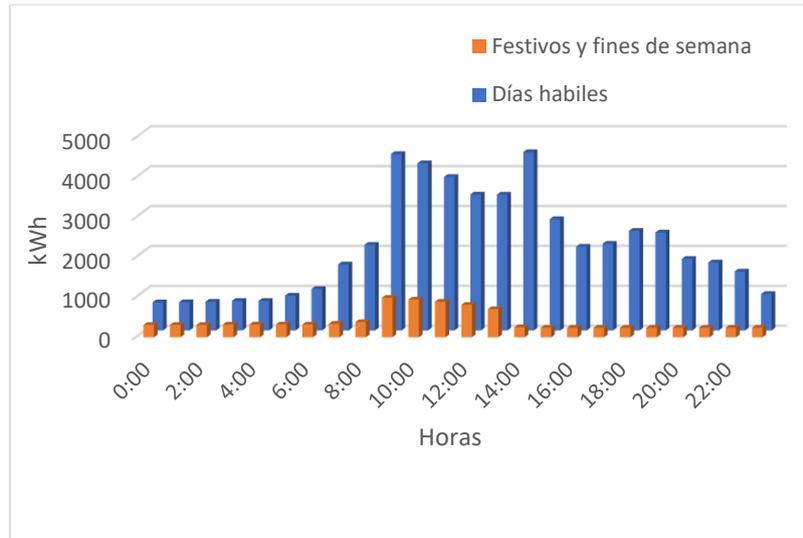
15 División de consumo.

Para el presente punto se dividirá el consumo para facilitar la realización del estudio, ya que los periodos son diferente los fines de semana y los festivos, que los días hábiles. Por lo que se divide en estos dos consumos.

-Consumo días hábiles.

-Consumo festivos y fines de semana.

Quedando el consumo por horas como muestra la *Gráfica 2* Y para mayor detalle se añade la *Tabla 10* donde está la media anual de cada hora, al igual que en la gráfica.



Gráfica 2. Media consumo por horas.

Hora	Consumo días hábiles (kWh)	Consumo fines de semana y festivos (kWh)
0:00	704,00	309,00
1:00	707,00	309,00
2:00	721,00	309,00
3:00	741,00	320,00
4:00	741,00	320,00
5:00	873,54	319,00
6:00	1.040,99	320,00
7:00	1.655,65	340,00
8:00	2.147,51	380,00
9:00	4.422,32	989,00
10:00	4.189,69	943,70
11:00	3.848,05	891,00
12:00	3.407,94	814,00
13:00	3.404,02	706,00
14:00	4.469,26	250,52
15:00	2.789,41	239,00
16:00	2.100,60	238,80
17:00	2.174,67	238,00
18:00	2.497,84	238,00
19:00	2.454,15	238,00
20:00	1.794,04	238,00
21:00	1.703,80	238,00
22:00	1.477,82	238,00
23:00	914,43	238,00
Total	50.979,73	9.664,02

Tabla 10. Media consumo por horas.

16 Generación estimada por horas.

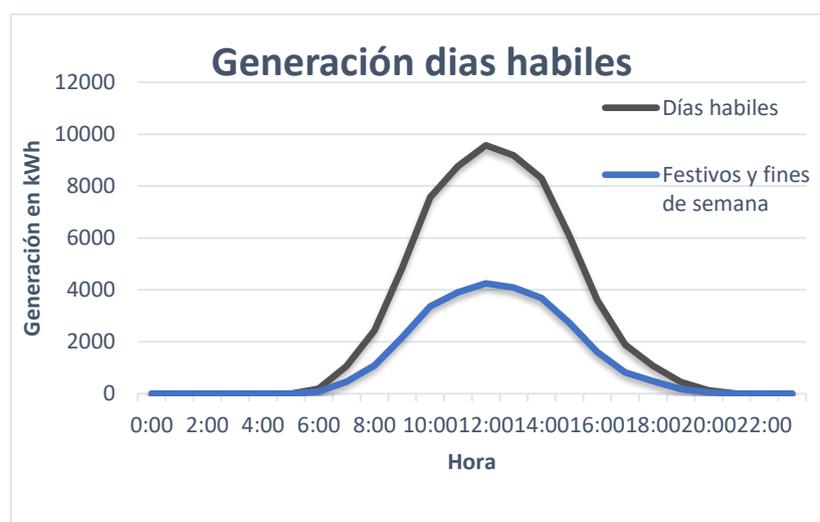
Como en el punto anterior la generación se va a dividir en días hábiles y en festivos y fines de semana, ya que a la hora de contabilizar los periodos será mas fácil.

Para empezar, se muestra los datos separados en los dos periodos decididos, los datos obtenidos es la media anual de las horas de producción. En este caso la producción varía por mes, pero en la media aparece desde las 8:00 h a 20:00 h.

En la *Tabla 11* se muestra los datos obtenidos haciendo la media anual de todas las horas.

Hora	Generación días hábiles (kWh)	Generación fines de semana y festivos (kWh)
6:00	196,61	81,86
7:00	1.062,18	459,34
8:00	2.437,28	1.089,30
9:00	4.855,41	2.166,41
10:00	7.577,52	3.360,69
11:00	8.760,04	3.904,49
12:00	9.570,20	4.249,74
13:00	9.187,74	4.089,67
14:00	8.296,46	3.689,93
15:00	6.069,22	2.731,27
16:00	3.608,76	1.606,17
17:00	1.891,82	814,69
18:00	1.074,49	485,99
19:00	451,66	184,24
20:00	130,99	54,30
Total	65.170,38	28.968,10

Tabla 11. Generación media anual por horas.

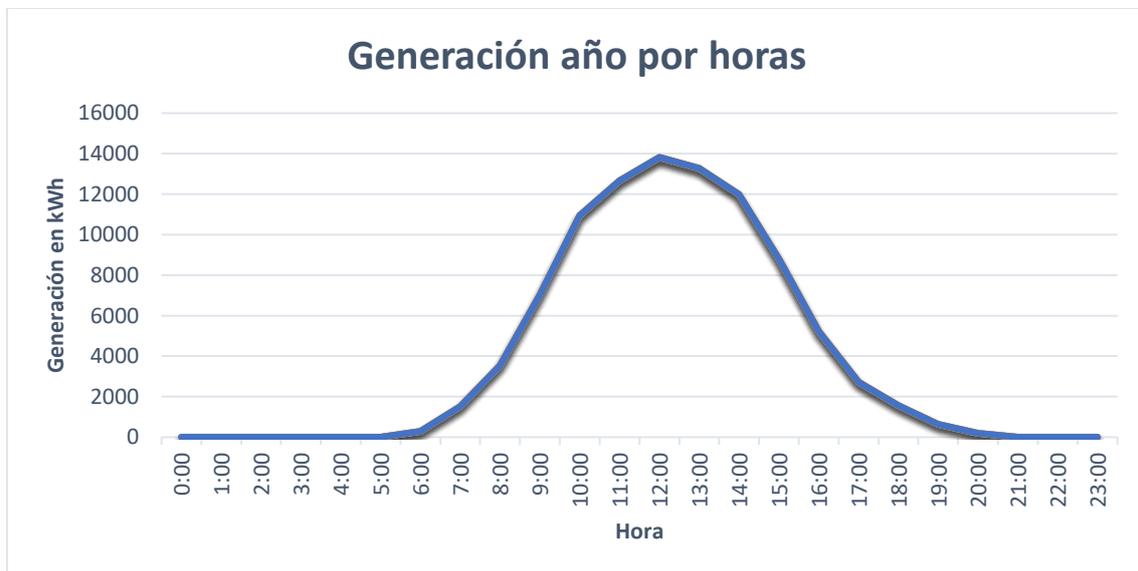


Gráfica 3. Generación media anual por horas.

Por último se muestra la generación anual total por horas en la *Tabla 12* y *Gráfica 4*.

Hora	Generación anual por horas (kWh)
6:00	278,48
7:00	1.521,53
8:00	3.526,58
9:00	7.021,82
10:00	10.938,22
11:00	12.664,54
12:00	13.819,94
13:00	13.277,41
14:00	11.986,39
15:00	8.800,49
16:00	5.214,93
17:00	2.706,51
18:00	1.560,47
19:00	635,90
20:00	185,29
Total	94.138,48

Tabla 12. Generación total por horas.



Gráfica 4. Generación total por horas

17 Nueva facturación.

Con los datos obtenidos en los puntos anteriores se hacen los cálculos necesarios para confirmar la nueva facturación con la instalación fotovoltaica. En este caso sin compensación. Se muestra dividida en los periodos de consumo reales.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	TOTAL
Enero	1.381,03	1.002,20				1.041,09	3.424,33
Febrero	809,33	493,56				1.108,30	2.411,19
Marzo		605,22	975,19			1.121,20	2.701,60
Abril				183,88	707,29	742,01	1.633,19
Mayo				176,00	464,43	630,14	1.270,57
Junio			176,00	397,36		588,53	1.161,89
Julio	154,00	72,12				436,34	662,46
Agosto			154,00	44,72		488,00	686,72
Septiembre			140,00	404,04		800,14	1.344,18
Octubre				169,52	605,77	867,14	1.642,43
Noviembre		348,61	1.321,49			952,40	2.622,50
Diciembre	1.014,73	1087,67				1.268,35	3.370,75

Tabla 13. Consumo nueva facturación.

Por lo que el coste trasladado a euros y conociendo el precio de cada periodo. Se obtiene la Tabla 14.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
€/kWh	0,2617	0,2378	0,1968	0,1769	0,1537	0,1715

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Enero	361,42	238,32				178,55
Febrero	211,80	117,37				190,07
Marzo		143,92	191,92			192,29
Abril				32,53	108,71	127,25
Mayo				31,13	71,38	108,07
Junio			34,64	70,29		100,93
Julio	40,30	17,15				74,83
Agosto			30,31	7,91		83,69
Septiembre			27,55	71,47		137,22
Octubre				29,99	93,11	148,71
Noviembre		82,90	260,07			163,34
Diciembre	265,56	258,65				217,52

Tabla 14. Coste nueva facturación.

Por lo que si se compara con el coste de facturación anterior a la instalación quedaría de la siguiente manera.

	Coste facturación con FV (€)	Coste facturación sin FV (€)	Ahorro en la facturación (€)
Enero	778,29	1.632,08	853,79
Febrero	519,24	1.518,81	999,57
Marzo	528,12	1.442,34	914,22
Abril	268,49	904,72	636,23
Mayo	210,59	845,87	635,28
Junio	205,86	890,61	684,75
Julio	132,28	415,99	283,71
Agosto	121,91	368,70	246,79
Septiembre	236,25	665,10	428,85
Octubre	271,81	788,34	516,53
Noviembre	506,30	1.210,33	704,03
Diciembre	741,72	1.609,64	867,91
	4.520,88	12.292,53	7.771,65

Tabla 15. Ahorro en la facturación sin compensación.

Se realiza ahora los mismos pasos, pero con compensación, ya que la en la instalación y al realizar el estudio por horas, se sabe que se tiene una gran parte de excedentes. Por lo que se muestra en la *Tabla 16* los kWh que hay como excedente en la instalación por periodos.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Enero	-258,04	-900,61				-1.842,52
Febrero	-60,67	-957,47				-1.432,71
Marzo		-644,49	-1.602,17			-1.709,56
Abril				-743,89	-1.416,04	-2.474,29
Mayo				-788,92	-2.351,38	-2.309,90
Junio			-952,78	-2.598,88		-1.722,78
Julio	-2.088,74	-3.527,71				-2.753,01
Agosto			-3.212,63	-2.446,15		-2.151,94
Septiembre			-834,78	-3.018,88		-1.898,52
Octubre				-748,65	-1.617,32	-1.991,46
Noviembre		-399,08	-1.153,81			-1.427,60
Diciembre	-107,87	-566,22				-1.708,05

Tabla 16. Excedentes de la instalación.

Se trasladan los datos obtenidos a euros, en este caso la compensación es a 0,05 €/kWh.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Enero	12,90	45,03				92,13
Febrero	3,03	47,87				71,64
Marzo		32,22	80,11			85,48
Abril				37,19	70,80	123,71
Mayo				39,45	117,57	115,49
Junio			47,64	129,94		86,14
Julio	104,44	176,39				137,65
Agosto			160,63	122,31		107,60
Septiembre			41,74	150,94		94,93
Octubre				37,43	80,87	99,57
Noviembre		19,95	57,69			71,38
Diciembre	5,39	28,31				85,40

Tabla 17. Aporte por compensación.

Con todos los datos obtenidos se obtiene la *Tabla 18* en la cual se desglosa el coste de la instalación antes de la instalación, después de la instalación, el aporte por compensación, la facturación final y el ahorro con respecto a la factura inicial.

	Coste facturación sin FV (€)	Coste facturación con FV (€)	Aporte compensación (€)	Nueva facturación (€)	Ahorro en la facturación. (€)
Enero	1.632,08	778,29	150,06	628,23	1.003,85
Febrero	1.518,81	519,24	122,54	396,70	1.122,11
Marzo	1.442,34	528,12	197,81	330,31	1.112,03
Abril	904,72	268,49	231,71	36,78	867,94
Mayo	845,87	210,59	272,51	0,00	845,87
Junio	890,61	205,86	263,72	0,00	890,61
Julio	415,99	132,28	418,47	0,00	415,99
Agosto	368,70	121,91	390,54	0,00	368,70
Septiembre	665,10	236,25	287,61	0,00	665,10
Octubre	788,34	271,81	217,87	53,94	734,40
Noviembre	1.210,33	506,30	149,02	357,28	853,05
Diciembre	1.609,64	741,72	119,11	622,62	987,02
	12.292,53	4.520,88	2.820,98	2.425,86	9.866,67

Tabla 18. Ahorro estimado en la facturación.

Por lo que se obtendría un ahorro en la facturación anual del **80%**. Se comprueba también que los meses de mayo a septiembre la facturación es 0, ya que el excedente es mayor que la demanda, por lo que se buscarían otras formas en una posible mejora, de evitar esto.

18 Amortización de la instalación.

Para la amortización de la instalación, se tiene en cuenta diversos datos dados anteriormente. Como es el coste de la inversión inicial, el coste de explotación como puede ser el de mantenimiento. Y, por el contrario, el ahorro obtenido y las posibles ayudas. Para la realización de la amortización se necesitará la ecuación (18.1).

$$A = \frac{\sum I}{\sum B} \quad (18.1)$$

Donde:

- A Amortización.
- I Sumatorio de inversiones.
- B Sumatorio de beneficios estimados.

Como Inversiones se contará:

- Inversión inicial (Presupuesto). **56.614,45 €**
- Inversión explotación (Mantenimiento). **500 €/año**

Como Beneficios estimados anuales.

- Ahorro por instalación FV. **9866,67 €**
- Subvención (Generalitat). **750 €/kWh**

Amortización sin subvención.

$$A = \frac{56.614,45 + 500}{9.866,67}$$

$$A = 5,8 \text{ Años}$$

Amortización con subvención.

$$A = \frac{56.614,45 + 500}{9.866,67 + (750 * 60)}$$

$$A = 1,04 \text{ Años}$$

La instalación sin subvenciones se amortizaría en 5,8 años, y con subvención en poco más de un año. Se muestran las dos ya que la subvención está sujeta a unos requisitos los cuales habría que cumplimentarlos al 100 %.

Villena, 7 de Julio de 2.023

Fdo.: Juan Pedro Cabanes Úbeda

Graduado en Ingeniería Eléctrica.

V. Anexo III Pliego de condiciones

V. Anexo III Pliego de condiciones	67
19 ÁMBITO DE APLICACIÓN.	70
20 DISPOSICIONES GENERALES.	70
20.1 Condiciones facultativas legales.	70
21 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.	72
21.1 Datos de la obra.	72
21.2 Replanteo de la obra.	73
21.3 Condiciones generales.	73
21.4 Planificación y coordinación.	75
21.5 Acopio de materiales.	75
21.6 Inspección y medidas previas al montaje.	76
21.7 Planos, catálogos y muestras.	76
21.8 Variaciones de proyecto y cambios de materiales.	76
21.9 Protección.	77
21.10 Limpieza de la obra.	77
21.11 Energía eléctrica y agua.	78
21.12 Ruidos y vibraciones.	78
21.13 Accesibilidad.	78
21.14 Canalizaciones.	79
21.15 Manguitos pasamuros.	79
21.16 Protección de partes en movimiento.	80
21.17 Protección de elementos a temperatura elevada.	80
21.18 Cuadros y líneas eléctricas.	80
21.19 Identificación.	80
21.20 Limpieza interior de redes de distribución.	81
21.21 Pruebas.	81
21.22 Pruebas finales.	81
21.23 Recepción provisional.	82
21.24 Periodos de garantía.	83
21.25 Recepción definitiva.	83
21.26 Permisos.	83
21.27 Entrenamiento.	84
21.28 Repuestos, herramientas y útiles específicos.	84
21.29 Riesgos.	84

21.30	Rescisión del contrato.	84
21.31	Precios.	85
21.32	Pago de obras.	85
21.33	Abono de materiales acopiados.	86
22	DISPOSICIÓN FINAL.	86
22.1	Criterios ecológicos.	86
22.2	Información de las hojas de datos y placas de características.	87
22.3	Información de la placa de características.	88
22.4	Subsistemas, componentes e interfaces de los sistemas fv de generación.	88
22.5	Ensayos en módulos fotovoltaicos.	93
23	MONTAJE DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.	94
23.1	Ensamblado de los módulos.	96
23.2	Instalación de la toma de tierra y protecciones.	98
23.3	Montaje del resto de componentes.	98
24	MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.	99
24.1	Generalidades.	99
24.2	Programa de mantenimiento.	99

CONDICIONES GENERALES.

19 ÁMBITO DE APLICACIÓN.

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones de energías renovables, cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente proyecto.

20 DISPOSICIONES GENERALES.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

20.1 Condiciones facultativas legales.

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para la baja tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

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

Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

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

Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

Real Decreto 1699/2011, 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 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía en régimen especial.

Guía técnica de aplicación GUÍA BT-40, Instalaciones generadoras de baja tensión.

Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

Real Decreto 1580/2006, de 22 de diciembre, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.

Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

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

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 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las 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.

Normas particulares de la empresa eléctrica suministradora de energía, Iberdrola, S.A.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE 5 "Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica".

Norma UNE 206001 EX sobre Módulos fotovoltaicos. Criterios ecológicos.

Norma UNE-EN 50380 sobre Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.

Norma UNE EN 60891 sobre Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.

Norma UNE EN 60904 sobre Dispositivos fotovoltaicos. Requisitos para los módulos solares de referencia.

Norma UNE EN 61173 sobre Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV) productores de energía - Guía.

Norma UNE EN 61194 sobre Parámetros característicos de sistemas fotovoltaicos (FV) autónomos.

Norma UNE 61215 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.

Norma UNE EN 61277 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.

Norma UNE EN 61453 sobre Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV).

Norma UNE EN 61646:1997 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.

Norma UNE EN 61683 sobre Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.

Norma UNE EN 61701 sobre Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV).

Norma UNE EN 61721 sobre Susceptibilidad de un módulo fotovoltaico (FV) al daño por impacto accidental (resistencia al ensayo de impacto).

Norma UNE EN 61724 sobre Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis.

Norma UNE EN 61725 sobre Expresión analítica para los perfiles solares diarios.

Norma UNE EN 61727 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.

Norma UNE EN 61829 sobre Campos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino. Medida en el sitio de características I-V.

21 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

21.1 Datos de la obra.

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

21.2 Replanteo de la obra.

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

21.3 Condiciones generales.

El montaje de las instalaciones deberá ser efectuado por una empresa instaladora registrada de acuerdo a lo desarrollado en la instrucción técnica IT 2.

El Contratista deberá suministrar todos los equipos y materiales indicados en los Planos, de acuerdo al número, características, tipos y dimensiones definidos en las Mediciones y, eventualmente, en los cuadros de características de los Planos.

En caso de discrepancias de cantidades entre Planos y Mediciones, prevalecerá lo que esté indicado en los Planos. En caso de discrepancias de calidades, este Documento tendrá preferencia sobre cualquier otro.

En caso de dudas sobre la interpretación técnica de cualquier documento del Proyecto, la DO hará prevalecer su criterio.

Materiales complementarios de la instalación, usualmente omitidos en Planos y Mediciones, pero necesarios para el correcto funcionamiento de la misma, como oxígeno, acetileno, electrodos, minio, pinturas, patillas, estribos, manguitos pasamuros, estopa, cáñamo, lubricantes, bridas, tornillos, tuercas, amianto, toda clase de soportes, etc., deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

Todos los materiales y equipos suministrados por el Contratista deberán ser nuevos y de la calidad exigida por este PCT, salvo cuando en otra parte del Proyecto, p.e. el Pliego de Condiciones Particulares, se especifique la utilización de material usado.

La oferta incluirá el transporte de los materiales a pie de obra, así como la mano de obra para el montaje de materiales y equipos y para las pruebas de recepción, equipada con las debidas herramientas, utensilios e instrumentos de medida.

El Contratista suministrará también los servicios de un Técnico competente que estará a cargo de la instalación y será el responsable ante la Dirección Facultativa o Dirección de Obra, o la persona delegada, de la actuación de los técnicos y operarios que llevarán a cabo la labor de instalar, conectar, ajustar, arrancar y probar cada equipo, sub-sistema y el sistema en su totalidad hasta la recepción.

La DO se reserva el derecho de pedir al Contratista, en cualquier momento, la sustitución del Técnico responsable, sin alegar justificaciones.

El Técnico presenciará todas las reuniones que la DO programe en el transcurso de la obra y tendrá suficiente autoridad como para tomar decisiones en nombre del Contratista.

En cualquier caso, los trabajos objeto del presente Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada y lista para funcionar.

El control de recepción tendrá por objeto comprobar que las características técnicas de los equipos y materiales suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto:

- Control de la documentación de los suministros.
- Control mediante distintivo de calidad.
- Control mediante ensayos y pruebas.

La DO comprobará que los equipos y materiales recibidos:

- Corresponden a los especificados en el PCT del proyecto.
- Disponen de la documentación exigida.
- Cumplen con las propiedades exigidas en el proyecto.
- Han sido sometidos a los ensayos y pruebas exigidos por la normativa en vigor o cuando así se establezca en el pliego de condiciones.

La DO verificará la documentación proporcionada por los suministradores de los equipos y materiales que entregarán los documentos de identificación exigidos por las disposiciones de obligado cumplimiento y por el proyecto. En cualquier caso, esta documentación comprenderá al menos los siguientes documentos:

- a) Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- b) Copia del certificado de garantía del fabricante, de acuerdo con la Ley 23/2003 de 10 de julio, de garantías en la venta de bienes de consumo.
- c) Documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las directivas europeas que afecten a los productos suministrados.

La DO verificará que la documentación proporcionada por los suministradores sobre los distintivos de calidad que ostenten los equipos o materiales suministrados, que aseguren las características técnicas exigidas en el proyecto sea correcta y suficiente para la aceptación de los equipos y materiales amparados por ella.

21.4 Planificación y coordinación.

A los quince días de la adjudicación de la obra y en primera aproximación, el Contratista deberá presentar los plazos de ejecución de al menos las siguientes partidas principales de la obra:

- planos definitivos, acopio de materiales y replanteo.
- montaje de salas de máquinas.
- montaje de cuadros eléctricos y equipos de control.
- ajustes, puestas en marcha y pruebas finales.

Sucesivamente y antes del comienzo de la obra, el Contratista adjudicatario, previo estudio detallado de los plazos de entrega de equipos, aparatos y materiales, colaborará con la DO para asignar fechas exactas a las distintas fases de la obra.

La coordinación con otros contratistas correrá a cargo de la DO, o persona o entidad delegada por la misma.

21.5 Acopio de materiales.

De acuerdo con el plan de obra, el Contratista irá almacenando en lugar preestablecido todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades.

Los materiales quedarán protegidos contra golpes, malos tratos y elementos climatológicos, en la medida que su constitución o valor económico lo exijan.

El Contratista quedará responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional. La vigilancia incluye también las horas nocturnas y los días festivos, si en el Contrato no se estipula lo contrario.

La DO tendrá libre acceso a todos los puntos de trabajo y a los lugares de almacenamiento de los materiales para su reconocimiento previo, pudiendo ser aceptados o rechazados según su calidad y estado, siempre que la calidad no cumpla con los requisitos marcados por este PCT y/o el estado muestre claros signos de deterioro.

Cuando algún equipo, aparato o material ofrezca dudas respecto a su origen, calidad, estado y aptitud para la función, la DO tendrá el derecho de recoger muestras y enviarlas a un laboratorio oficial, para realizar los ensayos pertinentes con gastos a cargo del Contratista. Si el certificado obtenido es negativo, todo el material no idóneo será rechazado y sustituido, a expensas del Contratista, por material de la calidad exigida.

Igualmente, la DO podrá ordenar la apertura de calas cuando sospeche la existencia de vicios ocultos en la instalación, siendo por cuenta del Contratista todos los gastos ocasionados.

21.6 Inspección y medidas previas al montaje.

Antes de comenzar los trabajos de montaje, el Contratista deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación, equipos, aparatos y conducciones.

En caso de discrepancias entre las medidas realizadas en obra y las que aparecen en Planos, que impidan la correcta realización de los trabajos de acuerdo a la Normativa vigente y a las buenas reglas del arte, el Contratista deberá notificar las anomalías a la DO para las oportunas rectificaciones.

21.7 Planos, catálogos y muestras.

Los Planos de Proyecto en ningún caso deben considerarse de carácter ejecutivo, sino solamente indicativo de la disposición general del sistema mecánico y del alcance del trabajo incluido en el Contrato.

Para la exacta situación de aparatos, equipos y conducciones el Contratista deberá examinar atentamente los planos y detalles de los Proyectos arquitectónico y estructural.

El Contratista deberá comprobar que la situación de los equipos y el trazado de las conducciones no interfiera con los elementos de otros contratistas. En caso de conflicto, la decisión de la DO será inapelable.

El Contratista deberá someter a la DO, para su aprobación, dibujos detallados, a escala no inferior a 1:20, de equipos, aparatos, etc, que indiquen claramente dimensiones, espacios libres, situación de conexiones, peso y cuanta otra información sea necesaria para su correcta evaluación.

Los planos de detalle pueden ser sustituidos por folletos o catálogos del fabricante del aparato, siempre que la información sea suficientemente clara.

Ningún equipo o aparato podrá ser entregado en obra sin obtener la aprobación por escrito de la DO.

En algunos casos y a petición de la DO, el Contratista deberá entregar una muestra del material que pretende instalar antes de obtener la correspondiente aprobación.

El Contratista deberá someter los planos de detalle, catálogos y muestras a la aprobación de la DO con suficiente antelación para que no se interrumpa el avance de los trabajos de la propia instalación o de los otros contratistas.

La aprobación por parte de la DO de planos, catálogos y muestras no exime al Contratista de su responsabilidad en cuanto al correcto funcionamiento de la instalación se refiere.

21.8 Variaciones de proyecto y cambios de materiales.

El Contratista podrá proponer, al momento de presentar la oferta, cualquier variante sobre el presente Proyecto que afecte al sistema y/o a los materiales especificados, debidamente justificada.

La aprobación de tales variantes queda a criterio de la DO, que las aprobará solamente si redundan en un beneficio económico de inversión y/o explotación para la Propiedad, sin merma para la calidad de la instalación.

La DO evaluará, para la aprobación de las variantes, todos los gastos adicionales producidos por ellas, debidos a la consideración de la totalidad o parte de los Proyectos arquitectónico, estructural, mecánico y eléctrico y, eventualmente, a la necesidad de mayores cantidades de materiales requeridos por cualquiera de las otras instalaciones.

Variaciones sobre el proyecto pedidas, por cualquier causa, por la DO durante el curso del montaje, que impliquen cambios de cantidades o calidades e, incluso, el desmontaje de una parte de la obra realizada, deberán ser efectuadas por el Contratista después de haber pasado una oferta adicional, que estará basada sobre los precios unitarios de la oferta y, en su caso, nuevos precios a negociar.

21.9 Protección.

El Contratista deberá proteger todos los materiales y equipos de desperfectos y daños durante el almacenamiento en la obra y una vez instaladas.

En particular, deberá evitar que los materiales aislantes puedan mojarse o, incluso, humedecerse.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, el almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión. Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos, etc.

Igualmente, si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, éstas deberán recubrirse con pintura anti-oxidante, que deberá ser eliminada al momento del acoplamiento.

Especial cuidado se tendrá hacia materiales frágiles y delicados, como materiales aislantes, equipos de control, medida, etc, que deberán quedar especialmente protegidos.

El Contratista será responsable de sus materiales y equipos hasta la Recepción Provisional de la obra.

21.10 Limpieza de la obra.

Durante el curso del montaje de sus instalaciones, el Contratista deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de tuberías, conductos y materiales aislantes, embalajes, etc.

Asimismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todos los componentes (módulos fotovoltaicos, etc), equipos de salas de máquinas (baterías, inversores, etc.), instrumentos de medida y control y cuadros eléctricos, dejándolos en perfecto estado.

21.11 Energía eléctrica y agua.

Todos los gastos relativos al consumo de energía eléctrica y agua por parte del Contratista para la realización de los trabajos de montaje y para las pruebas parciales y totales correrán a cuenta de la empresa constructora, salvo cuando en otro Documento se indique lo contrario.

El Contratista dará a conocer sus necesidades de potencia eléctrica a la empresa constructora antes de tomar posesión de la obra.

21.12 Ruidos y vibraciones.

Toda la maquinaria deberá funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que, en opinión de la DO, puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos exigidos por las Ordenanzas Municipales.

Las correcciones que, eventualmente, se introduzcan para reducir ruidos y vibraciones deben ser aprobadas por la DO y conformarse a las recomendaciones del fabricante del equipo (atenuadores de vibraciones, silenciadores acústicos, etc.).

Las conexiones entre canalizaciones y equipos con partes en movimiento deberán realizarse siempre por medio de elementos flexibles, que impidan eficazmente la propagación de las vibraciones.

21.13 Accesibilidad.

El Contratista hará conocer a la DO, con suficiente antelación, las necesidades de espacio y tiempo para la realización del montaje de sus materiales y equipos en patinillos, falsos techos y salas de máquinas.

A este respecto, el Contratista deberá cooperar con la empresa constructora y los otros contratistas, particularmente cuando los trabajos a realizar estén en el mismo emplazamiento.

Los gastos ocasionados por los trabajos de volver a abrir falsos techos, patinillos, etc, debidos a la omisión de dar a conocer a tiempo sus necesidades, correrán a cargo del Contratista.

Los elementos de medida, control, protección y maniobra deberán ser desmontables e instalarse en lugares visibles y accesibles, en particular cuando cumplan funciones de seguridad.

El Contratista deberá situar todos los equipos que necesitan operaciones periódicas de mantenimiento en un emplazamiento que permita la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la Reglamentación vigente y los recomendados por el fabricante.

El Contratista deberá suministrar a la empresa constructora la información necesaria para el exacto emplazamiento de puertas o paneles de acceso a elementos ocultos de la instalación, como válvulas, compuertas, elementos de control, etc.

21.14 Canalizaciones.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de dirección o sección y derivaciones se realizará con los correspondientes accesorios o piezas especiales, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

Para las tuberías, en particular, se tomarán las precauciones necesarias a fin de que conserven, una vez instaladas, su sección de forma circular.

Las tuberías deberán soportarse de tal manera que en ningún caso quede interrumpido el aislamiento térmico.

Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre tuberías y soportes metálicos deberá interponerse un material flexible no metálico.

En cualquier caso, el soporte no podrá impedir la libre dilatación de la tubería, salvo cuando se trate de un punto fijo.

Las tuberías enterradas llevarán la protección adecuada al medio en que están inmersas, que en ningún caso impedirá el libre juego de dilatación.

21.15 Manguitos pasamuros.

El Contratista deberá suministrar y colocar todos los manguitos a instalar en la obra de albañilería o estructural antes de que estas obras estén construidas. El Contratista será responsable de los daños provocados por no expresar a tiempo sus necesidades o indicar una situación incorrecta de los manguitos.

El espacio entre el manguito y la conducción deberá rellenarse con una masilla plástica, aprobada por la DO, que selle completamente el paso y permita la libre dilatación de la conducción. Además, cuando el manguito pase a través de un elemento corta-fuego, la resistencia al fuego del material de relleno deberá ser al menos igual a la del elemento estructural. En algunos casos, se podrá exigir que el material de relleno sea impermeable al paso de vapor de agua.

Los manguitos deberán acabar a ras del elemento de obra; sin embargo, cuando pasen a través de forjados, sobresaldrán 15 mm por la parte superior.

Los manguitos serán construidos con chapa de acero galvanizado de 6/10 mm de espesor o con tubería de acero galvanizado, con dimensiones suficientes para que pueda pasar con holgura la conducción con su aislamiento térmico. De otra parte, la holgura no podrá ser superior a 3 cm a lo largo del perímetro de la conducción.

No podrá existir ninguna unión de tuberías en el interior de manguitos pasamuros.

21.16 Protección de partes en movimiento.

El Contratista deberá suministrar protecciones a todo tipo de maquinaria en movimiento, como transmisiones de potencia, rodetes de ventiladores, etc., con las que pueda tener lugar un contacto accidental. Las protecciones deben ser de tipo desmontable para facilitar las operaciones de mantenimiento.

21.17 Protección de elementos a temperatura elevada.

Toda superficie a temperatura elevada, con la que pueda tener lugar un contacto accidental, deberá protegerse mediante un aislamiento térmico calculado de tal manera que su temperatura superficial no sea superior a 60 grados centígrados.

21.18 Cuadros y líneas eléctricas.

El Contratista suministrará e instalará los cuadros eléctricos de protección, maniobra y control de todos los equipos de la instalación mecánica, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

El Contratista suministrará e instalará también las líneas de potencia entre los cuadros antes mencionados y los motores de la instalación mecánica, completos de tubos de protección, bandejas, cajas de derivación, empalmes, etc., así como el cableado para control, mandos a distancia e interconexiones, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

La instalación eléctrica cumplirá con las exigencias marcadas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La Empresa Instaladora Eléctrica será responsable de la alimentación eléctrica a todos los cuadros arriba mencionados, que estará constituida por 3 fases, neutro y tierra. El conexionado entre estos cables y los cuadros estará a cargo del Contratista.

El Contratista deberá suministrar a la Empresa Instaladora Eléctrica la información necesaria para las acometidas a sus cuadros, como el lugar exacto de emplazamiento, la potencia máxima absorbida y, cuando sea necesario, la corriente máxima absorbida y la caída de tensión admisible en régimen transitorio.

Salvo cuando se exprese lo contrario en la Memoria del Proyecto, las características de la alimentación eléctrica serán las siguientes: tensión trifásica a 400 V entre fases y 230 V entre fases y neutro, frecuencia 50 Hz.

21.19 Identificación.

Al final de la obra, todos los aparatos, equipos y cuadros eléctricos deberán marcarse con una chapa de identificación, sobre la cual se indicarán nombre y número del aparato.

La escritura deberá ser de tipo indeleble, pudiendo sustituirse por un grabado. Los caracteres tendrán una altura no menor de 50 mm.

En los cuadros eléctricos todos los bornes de salida deberán tener un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia.

Todos los equipos y aparatos importantes de la instalación, en particular aquellos que consumen energía, deberán venir equipados de fábrica, en cumplimiento de la normativa vigente, con una placa de identificación, en la que se indicarán sus características principales, así como nombre del fabricante, modelo y tipo. En las especificaciones de cada aparato o equipo se indicarán las características que, como mínimo, deberán figurar en la placa de identificación.

Las placas se fijarán mediante remaches o soldadura o con material adhesivo, de manera que se asegure su inmovilidad, se situarán en un lugar visible y estarán escritas con caracteres claros y en la lengua o lenguas oficiales españolas.

21.20 Limpieza interior de redes de distribución.

Todas las redes de distribución deberán ser internamente limpiadas antes de su funcionamiento, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño.

Durante el montaje se habrá puesto extremo cuidado en evitar la introducción de materias extrañas dentro de tubería y equipos, protegiendo sus aperturas con adecuados tapones. Antes de su instalación, tuberías, accesorios y válvulas deberán ser examinados y limpiados.

21.21 Pruebas.

El Contratista pondrá a disposición todos los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación, efectuadas según se indicará a continuación para las pruebas finales y, para las pruebas parciales, en otros capítulos de este PCT.

Las pruebas parciales estarán precedidas de una comprobación de los materiales al momento de su recepción en obra.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial, que acredite el cumplimiento de la normativa en vigor, nacional o extranjera, su recepción se realizará comprobando, únicamente sus características aparentes.

Cuando el material o equipo esté instalado, se comprobará que el montaje cumple con las exigencias marcadas en la respectiva especificación (conexiones hidráulicas y eléctricas, fijación a la estructura del edificio, accesibilidad, accesorios de seguridad y funcionamiento, etc.).

Sucesivamente, cada material o equipo participará también de las pruebas parciales y totales del conjunto de la instalación (estanchidad, funcionamiento, puesta a tierra, aislamiento, ruidos y vibraciones, etc.).

21.22 Pruebas finales.

Una vez la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y que haya sido ajustada y equilibrada de acuerdo a lo indicado en las normas UNE,

se deberán realizar las pruebas finales del conjunto de la instalación y según indicaciones de la DO cuando así se requiera.

21.23 Recepción provisional.

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

Al momento de la Recepción Provisional, el Contratista deberá entregar a la DO la siguiente documentación:

Una copia reproducible de los planos definitivos, debidamente puestos al día, comprendiendo como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de sala de máquinas y los planos de plantas donde se deberá indicar el recorrido de las conducciones de distribución.

Una Memoria de la instalación, en la que se incluyen las bases de proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.

Una relación de todos los materiales y equipos empleados, indicando fabricante, marca, modelo y características de funcionamiento.

Un esquema de principio de impresión indeleble para su colocación en sala de máquinas, enmarcado bajo cristal.

-El Código de colores, en color, enmarcado bajo cristal.

-El Manual de Instrucciones.

-El certificado de la instalación presentado ante la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma.

-El Libro de Mantenimiento.

-Lista de repuestos recomendados y planos de despiece completo de cada unidad.

La DO entregará los mencionados documentos al Titular de la instalación, junto con las hojas recopilativas de los resultados de las pruebas parciales y finales y el Acta de Recepción, firmada por la DO y el Contratista.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el

Contratista no cumplierse estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

21.24 Periodos de garantía.

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el montaje. Para los módulos fotovoltaicos la garantía será de 8 años.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

Condiciones económicas:

- Incluirá tanto la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, como la mano de obra.

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

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

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

21.25 Recepción definitiva.

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los doce meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

21.26 Permisos.

El Contratista deberá gestionar con todos los Organismos Oficiales competentes (nacionales, autonómico, provinciales y municipales) la obtención de los permisos relativos a las instalaciones objeto del presente proyecto, incluyendo redacción de los documentos necesarios, visado por el Colegio Oficial correspondiente y presencia durante las inspecciones.

21.27 Entrenamiento.

El Contratista deberá adiestrar adecuadamente, tanto en la explotación como en el mantenimiento de las instalaciones, al personal que en número y cualificación designe la Propiedad.

Para ello, por un periodo no inferior a lo que se indique en otro Documento y antes de abandonar la obra, el Contratista asignará específicamente el personal adecuado de su plantilla para llevar a cabo el entrenamiento, de acuerdo con el programa que presente y que deberá ser aprobado por la DO.

21.28 Repuestos, herramientas y útiles específicos.

El Contratista incorporará a los equipos los repuestos recomendados por el fabricante para el periodo de funcionamiento que se indica en otro Documento, de acuerdo con la lista de materiales entregada con la oferta.

21.29 Riesgos.

Las obras se ejecutarán, en cuanto a coste, plazo y arte, a riesgo y ventura del Contratista, sin que esta tenga, por tanto, derecho a indemnización por causa de pérdidas, perjuicios o averías. El Contratista no podrá alegar desconocimiento de situación, comunicaciones, características de la obra, etc.

El Contratista será responsable de los daños causados a instalaciones y materiales en caso de incendio, robo, cualquier clase de catástrofes atmosféricas, etc, debiendo cubrirse de tales riesgos mediante un seguro.

Asimismo, el Contratista deberá disponer también de seguro de responsabilidad civil frente a terceros, por los daños y perjuicios que, directa o indirectamente, por omisión o negligencia, se puedan ocasionar a personas, animales o bienes como consecuencia de los trabajos por ella efectuados o por la actuación del personal de su plantilla o subcontratado.

21.30 Rescisión del contrato.

Serán causas de rescisión del contrato la disolución, suspensión de pagos o quiebra del Contratista, así como embargo de los bienes destinados a la obra o utilizados en la misma.

Serán asimismo causas de rescisión el incumplimiento repetido de las condiciones técnicas, la demora en la entrega de la obra por un plazo superior a tres meses y la manifiesta desobediencia en la ejecución de la obra.

La apreciación de la existencia de las circunstancias enumeradas en los párrafos anteriores corresponderá a la DO.

En los supuestos previstos en los párrafos anteriores, la Propiedad podrá unilateralmente rescindir el contrato sin pago de indemnización alguna y solicitar indemnización por daños y perjuicios, que se fijará en el arbitraje que se practique.

El Contratista tendrá derecho a rescindir el contrato cuando la obra se suspenda totalmente y por un plazo de tiempo superior a tres meses. En este caso, el Contratista tendrá derecho a exigir una indemnización del cinco por ciento del importe de la obra pendiente de realización, aparte del pago íntegro de toda la obra realizada y de los materiales situados a pie de obra.

21.31 Precios.

El Contratista deberá presentar su oferta indicando los precios de cada uno de los Capítulos del documento "Mediciones".

Los precios incluirán todos los conceptos mencionados anteriormente.

Una vez adjudicada la obra, el Contratista elegido para su ejecución presentará, antes de la firma del Contrato, los precios unitarios de cada partida de materiales. Para cada capítulo, la suma de los productos de las cantidades de materiales por los precios unitarios, deberán coincidir con el precio, presentado en fase de oferta, del capítulo.

Cuando se exija en el Contrato, el Contratista deberá presentar, para cada partida de material, precios descompuestos en material, transporte y mano de obra de montaje.

21.32 Pago de obras.

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

21.33 Abono de materiales acopiados.

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

22 DISPOSICIÓN FINAL.

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

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

Se deberá tener particular precaución en la protección de equipos y materiales que pueden estar expuestos a agentes exteriores especialmente agresivos producidos por procesos industriales cercanos.

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

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de c.c. reales, referidas a las condiciones estándar, deberán estar comprendidas en el margen del +- 10 % de los correspondientes valores nominales de catálogo.

22.1 Criterios ecológicos.

El producto llevará el marcado CE de acuerdo con las Directivas 73/23/EC; 93/68/EC y 89/336/CEE según sea aplicable, cumpliendo además los siguientes requisitos:

Criterios ecológicos.

- Fomento del reciclado: Utilización preferente de vidrio y aluminio reciclados
- Control de gases especiales: Control adecuado de las emisiones de F, Cl y COV y de la manipulación de gases especiales.
- Compuestos halogenados: Prohibidos.
- Devolución de los productos en componentes: Aceptación y tratamiento adecuado de

los productos con Marca AENOR usados devueltos.

- Envase: Ley 11/1997.

Requisitos de aptitud para el empleo.

- Marcado CE: Conforme.
- Norma UNE-EN 61215: Conforme.

22.2 Información de las hojas de datos y placas de características.

2.1. Información de la hoja de datos.

Certificados.

Todos los certificados relevantes deberán listarse en la hoja de datos

Material constructivo.

Descripción de los materiales utilizados en la construcción de los siguientes componentes:

- Tipo de célula.
- Marco.
- Cubierta frontal.

Funcionamiento eléctrico.

Se indicarán los valores característicos siguientes en las STC (1000 W/m², 25 ±2 °C, AM 1,5):

- Potencia eléctrica máxima (P_{max}).
- Corriente de cortocircuito (I_{sc}).
- Tensión en circuito abierto (V_{oc}).
- Tensión en el punto de máxima potencia (V_{mpp}).

Características generales.

Se especificará la información sobre la caja de conexiones, tal como dimensiones, grado de protección IP, técnica para el conexionado eléctrico (por ejemplo, mediante conector o mediante cableado):

- Dimensiones externas (longitud, anchura) del módulo fotovoltaico.
- Espesor total del módulo fotovoltaico.
- Peso.

Características térmicas.

Se requiere el valor de la NOCT.

Se requieren los valores de los coeficientes de temperatura.

Valores característicos para la integración de sistemas.

Se requieren:

- Tensión de circuito abierto de diseño, tensión máxima permisible en el sistema y clasificación de protección.
- Corriente inversa límite.

Clasificación de potencia y tolerancias de producción.

Se precisarán las tolerancias de producción superior e inferior para una potencia máxima dada.

22.3 Información de la placa de características.

- Nombre y símbolo de origen del fabricante o suministrador.
- Designación de tipo.
- Clasificación de protección.
- Máxima tensión permitida en el sistema.
- Pmax +- tolerancias de producción, Isc, Voc y Vmpp (todos los valores en las STC).

22.4 Subsistemas, componentes e interfaces de los sistemas fv de generación.

Control principal y monitorización (CPM).

Este subsistema supervisa la operación global del sistema de generación FV y la interacción entre todos los subsistemas. También podrá interactuar con las cargas.

El CPM debería asegurar la operación del sistema en modo automático o manual.

La función de monitorización del subsistema CPM puede incluir detección y adquisición de señales de datos, procesamiento, registro, transmisión y presentación de datos del sistema según se demande. Esta función puede monitorizar:

- Campo fotovoltaico (FV).
- Acondicionador cc.
- Interfaz de carga cc/cc.
- Subsistema de almacenamiento.
- Interfaz ca/ca.
- Carga.
- Inversor.
- Fuentes auxiliares, etc.
- Interfaz a la red.
- Condiciones ambientales.

Las funciones del subsistema de control pueden incluir, pero no están limitadas a:

- Control de almacenamiento.
- Seguimiento solar.
- Arranque del sistema.
- Control de transmisión de potencia cc.
- Arranque y control del inversor de carga (ca).
- Seguridad.
- Protección contra incendios.
- Arranque y control de fuentes auxiliares.
- Control de la interfaz a la red.
- Arranque y control de funciones de apoyo.

En cualquier diseño particular de sistemas de generación FV, alguno de los subsistemas mostrados podría estar ausente y alguno de los componentes de un subsistema podría estar presente de una o varias formas.

Subsistema fotovoltaico (FV).

Consiste en un conjunto de componentes integrados mecánica y eléctricamente que forman una unidad que puede producir potencia en corriente continua (cc) directamente, a partir de la radiación solar.

El subsistema FV puede incluir, pero no está limitado a:

- Módulos.
- Subcampos de módulos.
- Campos fotovoltaicos.
- Interconexiones eléctricas.
- Cimentación.
- Estructuras soporte.
- Dispositivos de protección.
- Puesta a tierra.

Acondicionador corriente continua (CC).

El acondicionador cc suministra protección para los componentes eléctricos de cc y convierte la tensión del subsistema FV en una instalación de cc utilizable. Generalmente incluye todas las funciones auxiliares (tales como fuentes internas de alimentación, amplificadores de error, dispositivos de autoprotección, etc) requeridas para su correcta operación.

El acondicionador cc puede estar formado por uno o más, pero no únicamente, de los elementos siguientes:

- Fusible.
- Interruptor.
- Diodo de bloqueo.
- Equipo de protección (unidad de carga, aislamiento).
- Regulador de tensión.
- Seguidor del punto de máxima potencia.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
 - Tensión e intensidad nominales.
 - Rangos de tensión e intensidad.
 - Variaciones dinámicas.
- Condiciones de salida.
 - Tensión e intensidad.
 - Tolerancia en la tensión de salida.
 - Limitación de intensidad.
 - Características de las cargas.

Otras consideraciones:

- Rendimiento del acondicionador cc.
- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.

- Requisitos de seguridad.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.
- Nivel de ruido acústico.

Interfaz CC/CC.

Incluye las funciones necesarias para adaptar la tensión cc del sistema FV de generación a la carga cc. También puede conectarse a una fuente de potencia auxiliar cc.

La interfaz cc/cc puede incluir, sin excluir otros elementos, uno o más de los siguientes componentes:

- Interruptores automáticos y fusibles.
- Convertidor de tensión cc/cc.
- Conexión de fuente ca auxiliar de potencia.
- Dispositivos de filtrado.
- Dispositivos de protección tales como:
 - Puesta a tierra.
 - Protección contra rayos.
 - Regulador de tensión.
 - Aislamiento eléctrico entrada-salida.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
 - Tensión e intensidad nominales.
 - Rangos de tensión e intensidad.
 - Variaciones dinámicas.
- Condiciones de salida.
 - Tensión e intensidad.
 - Tolerancia en la tensión de salida.
 - Limitación de intensidad.
 - Características de las cargas.
 - Rendimiento de la interfaz.

Otras consideraciones:

- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.
- Nivel de ruido acústico.

Inversor.

El inversor convierte el acondicionador cc y/o salida de la batería de almacenamiento en potencia útil de c.a. (corriente alterna). Puede incluir control de tensión, fuentes de alimentación internas, amplificadores de error, dispositivos de autoprotección, etc.

Equipo de protección:

- Protección de la unidad.
- Protección de la carga.
- Aislamiento entre entrada y salida.
- Protecciones de sobretensión y sobreintensidad.

El inversor puede controlar uno o más, pero no está limitado a, los parámetros siguientes:

- Frecuencia.
- Nivel de tensión.
- Encendido y apagado.
- Sincronización.
- Potencia reactiva.
- Forma de la onda de salida.

Aunque el inversor puede especificarse y ensayarse independientemente del sistema de generación FV, las características técnicas dependen de los requisitos del sistema en el que se instale la unidad. Por ejemplo, los parámetros pueden ser distintos en un sistema autónomo y un sistema conectado a red.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
 - Tensión e intensidad nominales.
 - Rangos de tensión e intensidad.
 - Variaciones dinámicas de tensión de entrada.
- Condiciones de salida.
 - Número de fases.
 - Tensión e intensidad.
 - Distorsión armónica y frecuencia de salida.
 - Tolerancias de tensión y de frecuencia.
 - Limitación de intensidad.
 - Características de las cargas.
 - Factor de potencia.
 - Rendimiento del inversor.

Otras consideraciones:

- Pérdidas sin carga.
- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Condiciones mecánicas generales.
- Condiciones de seguridad.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.
- Generación de ruido acústico.

Interfaz CA/CA.

Incluye las funciones necesarias para convertir la tensión ca del sistema de generación FV a una carga ca. También puede conectarse a una fuente auxiliar de ca.

Un subsistema ca/ca puede incluir uno o más (entre otros) de los elementos siguientes:

- Interruptores automáticos y fusibles.
- Convertidor de tensión ca/ca.
- Conexión de fuente ca auxiliar.
- Dispositivos de filtrado.
- Dispositivos de protección tales como:
 - Puesta a tierra.
 - Dispositivo de protección contra el rayo (pararrayos).
 - Reguladores.
 - Seguridad.
 - Aislamiento entre entrada y salida.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
 - Número de fases.
 - Tensión (es) e intensidad (es) nominal (es).
 - Rangos de tensión e intensidad.
 - Frecuencia.
 - Rango de frecuencia.
 - Factor de potencia.
 - Variaciones dinámicas.
- Condiciones de salida.
 - Número de fases.
 - Rangos de tensión e intensidad.
 - Frecuencia y distorsión armónica.
 - Tolerancia de tensión y frecuencia.
 - Limitación de intensidad.
 - Características de las cargas.
 - Factor de potencia.
 - Equilibrio de fases.

Otras consideraciones:

- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Rendimiento de la interfaz.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.

Interfaz a la red.

Conecta eléctricamente la salida del inversor cc/ca y la red de distribución eléctrica. Posibilita al sistema de generación FV operar en paralelo con la red para así entregar o recibir energía eléctrica a o desde la red.

La interfaz a la red puede consistir, entre otros, de los elementos siguientes:

- Interruptores automáticos y fusibles.

- Convertidores de tensión ca/ca.
 - Dispositivos de filtrado.
 - Dispositivos de protección tales como:
 - Puesta a tierra.
 - Pararrayos.
 - Reguladores de tensión.
 - Relés.
 - Transformador de aislamiento.
 - Sistemas de acoplo y desacoplo.
- Deberán especificarse los siguientes parámetros:
- Condiciones de entrada.
 - Número de fases.
 - Intensidad (es) y tensión (es) nominal (es).
 - Rangos de tensión e intensidad.
 - Frecuencia.
 - Rango de frecuencia.
 - Factor de potencia.
 - Variaciones dinámicas.
 - Condiciones de salida.
 - Número de fases.
 - Rangos de tensión e intensidad.
 - Frecuencia y distorsión armónica.
 - Tolerancia de tensión y frecuencia.
 - Limitación de intensidad.
 - Características de las cargas.
 - Factor de potencia.
 - Equilibrio de fases.

Otras consideraciones:

- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Rendimiento de la interfaz.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.

22.5 Ensayos en módulos fotovoltaicos.

Ensayo ultravioleta.

El ensayo mediante el cual se determina la resistencia del módulo cuando se expone a radiación ultravioleta (UV) se realizará según UNE-EN 61435:1999.

Ese ensayo será útil para evaluar la resistencia a la radiación UV de materiales tales como polímeros y capas protectoras.

El objeto de este ensayo es determinar la capacidad del módulo de resistir la exposición a la

radiación ultravioleta (UV) entre 280 mm y 400 mm. Antes de realizar este ensayo se realizará el ensayo de envejecimiento por luz u otro ensayo de pre-acondicionamiento conforme a CEI 61215 o CEI 61646.

Ensayo de corrosión por niebla salina.

El ensayo mediante el cual se determina la resistencia del módulo FV a la corrosión por niebla salina se realizará según UNE-EN 61701:2000.

Este ensayo será útil para evaluar la compatibilidad de materiales, y la calidad y uniformidad de los recubrimientos protectores.

Resistencia de ensayo al impacto.

La susceptibilidad de un módulo a sufrir daños por un impacto accidental se realizará según UNE-EN 61721:2000.

23 MONTAJE DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

Estudio y planificación previa.

Para llevar a cabo un buen montaje será necesario subdividir esta fase en tres etapas principales:

- Diseño.
- Planificación.
- Realización.

El diseño del montaje es una tarea que deberá abordarse en la propia fase de diseño general de la instalación, no limitándose ésta al cálculo y dimensionado. En esta etapa deberá quedar completamente definido el conjunto de la instalación, contando siempre con el usuario o propietario de la misma, ya que será entonces cuando deberá tener lugar el planteamiento, el debate y toma de decisiones sobre aspectos prácticos como el control, la monitorización y el mantenimiento, los requisitos estéticos, el impacto visual, los riesgos de robo y actos vandálicos, etc.

Se realizará una instalación, en la medida de lo posible, integrada arquitectónicamente con el entorno.

Se tomarán las debidas precauciones y medidas de seguridad con el fin de evitar los actos vandálicos y el robo de los diferentes elementos de la instalación, en especial del sistema de generación. Si no resulta posible ubicar los paneles en lugares inaccesibles o de muy difícil acceso, a veces no quedará más remedio que diseñar el montaje de los mismos de forma que sea prácticamente imposible desmontarlos sin romperlos y, por lo tanto, hacerlos inservibles.

Entre las posibles medidas extremas que se podrán tomar, pueden citarse:

- Rodear los paneles con un marco o perfil angular de acero.
- Pegar los módulos al marco o perfiles de la estructura con una soldadura química (fría).
- Elevar artificialmente la altura de la estructura soporte.
- Efectuar soldaduras en puntos "estratégicos" como, por ejemplo, alrededor de las tuercas de sujeción, haciendo imposible su manipulación con herramientas comunes.

En cualquier caso, el recinto ocupado por la instalación fotovoltaica, cuando ésta no quede integrada en una edificación o dentro de los límites de una propiedad con acceso restringido,

deberá delimitarse por barreras físicas que, aunque no puedan evitar la presencia de personas ajenas, sí la dificulten, y sirvan para demarcar los límites de la propiedad privada (además de los de seguridad).

En cuanto a la planificación del montaje, el propósito principal de esta etapa será minimizar los posibles imprevistos que puedan surgir y asegurar, en la medida de lo posible, el cumplimiento de plazos y presupuestos.

Será muy recomendable definir de antemano el momento, la secuencia y los tiempos previstos de operaciones, la gestión del personal montador, la gestión del material y de los recursos.

El instalador deberá considerar durante la planificación cómo y qué medida afectará el montaje de la instalación fotovoltaica a las personas ajenas a la misma, a su trabajo y a sus actividades. En este sentido, se deberá informar con la suficiente antelación sobre las operaciones que conlleven cortes de luz, ruido, polvo, obstrucción y/o ocupación de vías de paso (acceso de vehículos, pasillos, etc.), utilización de espacios (habitaciones, despachos, etc.), necesidad de presencia del propietario, etc.

Por último, la etapa de realización requerirá la utilización de planos, esquemas, manuales de instalación, instrucciones, etc., que especifiquen y faciliten las tareas de montaje. El objetivo de ello será doble: llevar a cabo las operaciones de forma correcta y eficiente, y evitar disconformidades por parte del propietario.

La estructura soporte.

Aunque en determinadas ocasiones es posible el montaje de paneles fotovoltaicos aprovechando un elemento arquitectónico existente, o incluso sustituyéndolo, en la generalidad de los casos dicha estructura se hará indispensable, ya que cumple un triple cometido:

- Actuar de armazón para conferir rigidez al conjunto de módulos, configurando la disposición y geometría del panel que sean adecuados en cada caso.
- Asegurar la correcta inclinación y orientación de los paneles, que serán en general distintas según el tipo de aplicación y la localización geográfica.
- Servir de elemento intermedio para la unión de los paneles y el suelo o elemento constructivo (tejado, pared, etc.), que deberá soportar el peso y las fuerzas transmitidas por aquéllos, asegurando un anclaje firme y una estabilidad perfecta y permanente.

La estructura soporte de los paneles será un elemento auxiliar, por lo general metálico (acero galvanizado, aluminio o acero inoxidable). Se considerarán en todo caso las exigencias constructivas y estructurales del CTE, con el fin de garantizar la seguridad de la instalación.

Además del peso de los módulos y de la propia estructura, ésta se verá sometida a la sobrecarga producida por el viento, el cual producirá sobre los paneles una presión dinámica que puede ser muy grande. De ahí la importancia de asegurar perfectamente la robustez, no solamente de la propia estructura, sino también y muy especialmente, del anclaje de la misma.

Además de las fuerzas producidas por el viento, habrá que considerar otras posibles cargas como la de la nieve sobre los paneles.

En base a conseguir una minimización de los costes de instalación sin pérdida de calidad, en el diseño de las estructuras se debería tender a:

- Desarrollar kits de montaje universales.
- Minimizar el número total de piezas necesarias.
- Prever un sistema de ensamblaje sencillo para reducir los costes de mano de obra.
- Utilizar, en lo posible, partes pre-ensambladas en taller o fábrica.

- Asegurar la máxima protección a los paneles contra el robo o vandalismo.

Preferentemente se realizarán estructuras de acero galvanizado, debiendo poseer un espesor de galvanizado de 120 micras o más, recomendándose incluso 200 micras. Dicho proceso de galvanizado en caliente consistirá en la inmersión de todos los perfiles y piezas que componen la estructura en un baño de zinc fundido. De esta forma, el zinc recubrirá perfectamente todas las hendiduras, bordes, ángulos, soldaduras, etc, penetrando en los pequeños resquicios y orificios del material que, en caso de usar otro método de recubrimiento superficial, quedarían desprotegidos y se convertirían en focos de corrosión.

Toda la tornillería utilizada será de acero inoxidable. Adicionalmente, y para prever los posibles efectos de los pares galvánicos entre paneles y estructura, sobre todo en ambientes fuertemente salinos, conviene instalar unos inhibidores de corrosión galvánica, para evitar la corrosión por par galvánico.

En el diseño de la estructura se deberá tener en cuenta la posibilidad de dilataciones y constricciones, evitando utilizar perfiles de excesiva longitud o interpuestos de forma que dificulten la libre dilatación, a fin de no crear tensiones mecánicas superficiales.

Montaje sobre cubierta.

Tanto la propia cubierta, bien sea esta plana o inclinada, como el edificio o construcción al cual pertenezca deberán soportar sin problemas las sobrecargas que produzca la estructura de paneles.

Para el caso de cubiertas planas, y si la resistencia de esta lo permite, una técnica apropiada será el anclaje de la estructura sobre una losa de hormigón con un peso suficiente para hacer frente a vientos fuertes (todo ello según CTE). La losa podrá, simplemente, descansar sobre la cubierta, sin necesidad de anclaje con la misma.

La segunda alternativa conlleva la perforación de la cubierta y el anclaje de las barras o perfiles metálicos de sustentación de la estructura a las vigas bajo cubierta. Particular cuidado habrá de ponerse en el sellado e impermeabilización de las zonas por donde se hayan efectuado los taladros.

23.1 Ensamblado de los módulos.

Este apartado comprenderá las tareas de ubicación del campo fotovoltaico, conexionado y ensamblado de los módulos, e izado y fijación de los paneles a la estructura.

Ubicación del campo fotovoltaico.

A la hora de ubicar el campo fotovoltaico se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Elegir un día soleado para la evaluación del emplazamiento.
- En el análisis de la orientación del campo fotovoltaico, manejar una buena brújula (profesional), situarse en un lugar al aire libre y no apoyarla sobre ningún objeto que pueda alterar la indicación de la misma.
- La brújula servirá para precisar, no para determinar. El deberá tener sentido de la orientación, lo que no resultará complicado en un día soleado y conociendo la hora.
- Una vez conocidas las dimensiones de la estructura, será conveniente delimitar y señalar el perímetro de la misma, lo que facilitará su posterior montaje. Si la estructura se va a colocar próxima a un lugar accesible o susceptible de alguna modificación, será

conveniente informar al propietario sobre el espacio que deberá quedar libre de obstáculos que puedan proyectar sombras sobre los paneles.

- Generalmente habrá más de una ubicación posible y adecuada. En estos casos deberá considerarse los aspectos ya mencionados de integración, accesibilidad, etc.

Conexión y ensamblado de los módulos.

Los módulos fotovoltaicos dispondrán de una o dos cajas de conexiones, donde estarán accesibles los terminales positivo y negativo. Estas cajas dispondrán de unos orificios diseñados para admitir tanto prensaestopas (prensa-cables), como tubo protector para cables. Se podrán utilizar kits de conexión, compuestos de tubo no metálico flexible con prensaestopas en ambos extremos y ya listos para adaptarse a las cajas de conexión de sus módulos.

Los prensaestopas tendrán doble finalidad, por un lado, asegurar que se mantiene la estanquidad en el orificio de la caja, y por otro servir como sujeción del cable, evitando así que cualquier posible esfuerzo se transmita directamente sobre las conexiones del interior. En el caso de utilizar tubo protector, este segundo aspecto quedará asegurado.

Los prensaestopas serán adecuados para la sección del cable a utilizar.

Aunque las cajas de conexiones tengan el grado de protección adecuado (aptas para la intemperie), será una buena práctica sellar todas las juntas y orificios con algún tipo de cinta, o sustancia especial para esta función.

Cuando exista una configuración serie-paralelo de cierta complejidad, el montaje de los módulos requerirá el manejo de un plano o esquema donde se refleje dicha configuración, con el fin de no cometer errores y facilitar la tarea de interconexión.

La secuencia de operaciones a seguir durante el montaje de los módulos dependerá en gran medida de las características de la estructura soporte. Cuando se permite con facilidad el acceso a la parte trasera de los módulos, el conexionado de los mismos podrá realizarse una vez fijados éstos a la estructura. En caso contrario, el conexionado será previo a su fijación en la estructura.

Durante el conexionado de los módulos deberá tenerse en cuenta la presencia de tensión en sus terminales cuando incide la radiación solar sobre ellos, por lo tanto, durante su manipulación, se recomienda cubrir completamente los módulos con un material opaco.

Izado y fijación de los paneles a la estructura.

Si no es posible colocar la estructura en su posición definitiva habiendo montado ya previamente en aquella los paneles, éstos se agruparán para ser izados (generalmente mediante medios mecánicos), hasta el lugar donde vayan a ser instalados.

Esta operación puede ser delicada, tanto para los paneles como para las personas, por ello convendrá proteger los paneles para evitar golpes accidentales durante las maniobras y adoptar las medidas de seguridad personal adecuadas.

Para la fijación de los módulos a la estructura, o al bastidor que conforma el panel, se utilizarán únicamente los taladros que ya existan de fábrica en el marco de los mismos. Nunca se deberán hacer nuevos taladros en dicho marco, pues se correría el riesgo de dañar el módulo y el orificio practicado carecería del tratamiento superficial al que el fabricante ha sometido el marco. Si son necesarios, los taladros se efectuarán en una pieza adicional que se interpondrá entre los módulos y el cuerpo principal de la estructura. Toda la tornillería será de acero inoxidable, observando siempre las indicaciones facilitadas por el fabricante.

23.2 Instalación de la toma de tierra y protecciones.

Según UNE-EN 61173:1998 se podrán adoptar cuales quiera de los tres métodos siguientes:

- Puesta a tierra común de todos los equipos de la instalación fotovoltaica (cercos metálicos, cajas, soportes y cubiertas de los equipos, etc.) y del sistema. La puesta a tierra del sistema se consigue conectando un conductor eléctrico en tensión a la tierra del equipo, y puede ser importante porque puede servir para estabilizar la tensión del sistema respecto a tierra durante la operación normal del sistema; también puede mejorar la operación de los dispositivos de protección contra sobre corrientes en caso de fallo.
- Punto central del sistema y equipos electrónicos conectados a una tierra común.

Si se utiliza el sistema de puesta a tierra, uno de los conductores del sistema bifásico o el neutro en un sistema trifásico deberá sólidamente conectado a tierra de acuerdo a lo siguiente:

- La conexión a tierra del circuito de corriente continua puede hacerse en un punto único cualquiera del circuito de salida del campo FV. Sin embargo, un punto de conexión a tierra tan cerca como sea posible de los módulos FV y antes que cualquier otro elemento, tal como interruptores, fusibles y diodos de protección, protegerá mejor el sistema contra las sobretensiones producidas por rayos.
- La tierra de los sistemas o de los equipos no debería ser interrumpida cuando se desmonte un módulo del campo.
- Es conveniente utilizar el mismo electrodo de tierra para la puesta a tierra del circuito de CC y la puesta a tierra de los equipos. Dos o más electrodos conectados entre sí serán considerados como un único electrodo para este fin. Además, es conveniente que esta puesta a tierra sea conectada al neutro de la red principal, si existe. Todas las tierras de los sistemas de CC y CA deberían ser comunes.

Caso de no utilizar un sistema de puesta a tierra para reducir las sobretensiones, se deberá emplear cualesquiera de los siguientes métodos (según UNE-EN 61173:1998):

- Métodos equipotenciales (cableado).
- Blindaje.
- Interceptación de las ondas de choque.
- Dispositivos de protección.

23.3 Montaje del resto de componentes.

Para el montaje de los componentes específicos como reguladores, inversores, etc, se deberán seguir las instrucciones del fabricante.

Respecto al tendido de líneas, a veces será preciso sacrificar la elección del camino o recorrido ideal del cableado para salvar dificultades u obstáculos que supondrían un riesgo o encarecimiento de la mano de obra de la instalación. Se recomienda el uso de un lubricante en gel para el tendido de cables bajo tubo.

Se deberán identificar adecuadamente todos los elementos de desconexión de la instalación, así como utilizar uniformemente el color de los cables de igual polaridad (incluidos los del campo fotovoltaico). El color rojo se suele reservar para el polo positivo y el negro para el polo negativo.

24 MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

24.1 Generalidades.

Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo), al menos de tres años.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual.

El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá las labores de mantenimiento de todos los elementos de la instalación aconsejados por los fabricantes.

24.2 Programa de mantenimiento.

Se realizarán dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

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

El plan de mantenimiento correctivo engloba todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil. Incluirá:

- La visita a la instalación en los plazos siguientes:
 - Aislada de red: 48 horas si la instalación no funciona o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.
 - Conectada a red: 1 semana ante cualquier incidencia y resolución de la avería en un plazo máximo de 15 días.
- El análisis y presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento deberá realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

En instalaciones aisladas de red, el mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc.
- Comprobación del estado de los módulos y situación respecto al proyecto original,

- limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
- Estructura soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación, etc.
 - Baterías: nivel del electrolito, limpieza y engrasado de terminales, etc.
 - Regulador de carga: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento de indicadores, etc.
 - Inversores: estado de indicadores y alarmas.
 - Caídas de tensión en el cableado de continua.
 - Verificación de los elementos de seguridad y protecciones: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.

En instalaciones con monitorización la empresa instaladora de la misma realizará una revisión cada seis meses, comprobando la calibración y limpieza de los medidores, funcionamiento y calibración del sistema de adquisición de datos, almacenamiento de los datos, etc.

En instalaciones conectadas a red, el mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en instalaciones de potencia inferior a 5 kWp y semestral para el resto, en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos y situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.
- Realización de un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

En ambos casos, se registrarán las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

Villena, 7 de Julio de 2.023

Fdo.: Juan Pedro Cabanes Úbeda

Graduado en Ingeniería Eléctrica

VI. Anexo IV Estudio básico de seguridad y salud

VI. Anexo IV Estudio básico de seguridad y salud	102
25 INTRODUCCIÓN	104
26 Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.	105
27 MEMORIA INFORMATIVA.	107
28 ANALISIS DE RIESGOS Y PREVENIONES.	115

25 INTRODUCCIÓN

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 de dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

Basado en este Estudio Básico de Seguridad y Salud, el Contratista elaborará su Plan de Seguridad y Salud en el que se tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos del contrato.

Justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud

El Real Decreto 1627/1.997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, 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 fase de proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Para ello hay que comprobar que se dan los siguientes supuestos:

1. Que el presupuesto de ejecución sea inferior a 450.000 euros.
El presupuesto de ejecución del presente proyecto es el indicado en el capítulo de presupuesto, siendo en cualquier caso inferior al máximo establecido.
2. La duración estimada de la obra no es superior a 30 días o no se emplea en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
El plazo de ejecución previsto es de 30 días.
El número máximo de trabajadores que trabajen simultáneamente es de 6.
3. El volumen de mano de obra estimado es inferior a 500 trabajadores día.
El número de trabajadores día es de 6.
4. No es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.
La obra consiste en una instalación solar fotovoltaica.

Como no se da ninguno de los supuestos previstos en el Apartado 1 del Artículo 4 del Real Decreto 1627/1.997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud, se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud

Conforme se especifica en el apartado 2 del Artículo 6 del Real Decreto 1627/1.997, el Estudio Básico deberá precisar:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.

- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto.)
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

26 Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.

El artº. 10 del R.D. 1627/1997 establece que se aplicarán los principios de acción preventiva contenidos el artº. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995, de 8 de noviembre) durante la ejecución de la obra y, en particular, en las siguientes actividades:

- a) El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- b) La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- c) La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- d) El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- e) La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- f) La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- g) El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- h) La adaptación, en función de la evolución de la obra, del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- i) La cooperación entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- j) Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

Los principios de la acción preventiva establecidos en el artº. 15 de la Ley 31/95 son los siguientes:

1. El empresario aplicará las medidas que integran el deber general de prevención, con arreglo a los siguientes principios generales:
 - Evitar los riesgos.
 - Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
 - Combatir los riesgos en su origen.
 - Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
 - Tener en cuenta la evolución de la técnica.

- Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
 - Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
 - Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
 - Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
2. El empresario tomará en consideración las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y de salud en el momento de encomendarles las tareas.
 3. El empresario adoptará las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
 4. La efectividad de las medidas preventivas deberá prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador. Para su adopción se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que pudieran implicar determinadas medidas preventivas, las cuales sólo podrán adoptarse cuando la magnitud de dichos riesgos sea sustancialmente inferior a la de los que se pretende controlar y no existan alternativas más seguras.
 5. Podrán concertar operaciones de seguro que tengan como fin garantizar como ámbito de cobertura la previsión de riesgos derivados del trabajo, la empresa respecto de sus trabajadores, los trabajadores autónomos respecto de ellos mismos y las sociedades cooperativas respecto a los socios, cuya actividad consista en la prestación de su trabajo personal.

NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA.

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, 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 1327/1997 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 8/1980, Ley 32/1984, Ley 11/1994).
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 1327/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, de protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, Reglamento Electrotécnico de Baja tensión.

Normas de Iberdrola

- Prescripciones de seguridad para trabajos mecánicos y diversos de AMYS.
- Prescripciones de seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas AMYS.

- MO 9.01.05 "Contratación externa de obras y servicios. Especificación a cumplir por contratistas para trabajos en tensión", en caso de realizar trabajos en tensión.
- MO 12.05.02 "Plan Básico de Prevención de Riesgos para Empresas Contratistas".
- MO 12.05.03 "Procedimiento de descargos para la ejecución de trabajos sin tensión en instalaciones de alta tensión".
- MO 12.05.04 "Procedimientos para la puesta en régimen especial de explotación de instalaciones de alta tensión".
- MO 12.05.05 "Procedimientos para actuaciones en instalaciones que no requieran solicitud de descargo ni puesta en régimen especial de explotación".
- MO 12.05.08 "Acceso a recintos de probable presencia de atmósferas inflamables, asfixiantes y/o tóxicas".
- MO 12.05.09 "Ascenso, descenso, permanencia y desplazamientos horizontales en apoyos de líneas eléctricas".
- MO 12.05.10 "Corporación preventiva de actividades con empresas de gas".
- MO 12.05.11 "Señalización y delimitación de zonas de trabajo para la ejecución de trabajos sin tensión en instalaciones de AT mantenidas por UPLs".
- Otras Normas y Manuales Técnicos de Iberdrola que puedan afectar a las actividades desarrolladas por el Contratista cuya relación se adjuntará a la petición de oferta.

27 MEMORIA INFORMATIVA.

Aspectos generales.

El Contratista acreditará la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal de la obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios, de forma especial, frente a los riesgos eléctricos y los trabajos en altura.

La Dirección Facultativa comprobará que existe un Plan de Emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados.

La dirección y teléfonos de estos servicios deberá ser colocada de forma visible en lugares estratégicos de la obra.

Antes de comenzar la jornada, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan establecido informando a todos los operarios claramente las maniobras a realizar, los posibles riesgos existentes y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta para eliminarlas o minimizarlas, Deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

Características de la obra.

En la tabla siguiente se indican las principales características y condicionantes del emplazamiento donde se realizará la obra:

DATOS DEL EMPLAZAMIENTO	
Accesos a la obra	Desde las calles adyacentes.
Topografía del terreno	Plana e inclinada.
Edificaciones colindantes	Edificación en manzana abierta.
Suministro de energía eléctrica	Sí
Suministro de agua	Sí
Sistema de saneamiento	Sí
Servidumbres y condicionantes	Instalaciones de infraestructura.
OBSERVACIONES: Debido al carácter urbano de las calles, los trabajos de acondicionamiento, provocarán afecciones al tráfico rodado y peatonal, las cuales se tendrán en cuenta colocando los vallados, señalizaciones, vigilancia y desvíos de tráfico.	

3.3 Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria.

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del R.D.1627/97, la obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican en la tabla siguiente

SERVICIOS HIGIÉNICOS
Al tratarse de una obra dentro del casco urbano, existen bares y lugares públicos que los trabajadores pueden utilizar en el momento del bocadillo, ir a los aseos, etc...

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la tabla siguiente, en la que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos:

PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA	
NIVEL DE ASISTENCIA	NOMBRE Y UBICACIÓN
Primeros auxilios	Botiquín portátil
Asistencia Primaria (Urgencias)	Centro Salud Villena II
Asistencia Especializada (Hospital)	Hospital Universitario de Elda.

Medicina preventiva y primeros auxilios. Número de operarios.

La mano de obra tiene una incidencia baja en este tipo de trabajos no obstante dada su envergadura en la fase de mayor coincidencia se estiman en un número aproximado a los 14 operarios entre personal técnico laboral directo y laboral subcontratado.

Los botiquines portátiles (mínimo 2) dispondrán según la reglamentación del siguiente material sanitario:

Agua oxigenada, alcohol de 96 grados, tintura de yodo, mercrominas, amoníaco, gasa estéril, algodón hidrófilo, vendas, esparadrapo, antiespasmódicos, analgésicos y tónicos cardíacos de urgencia, torniquete, bolsas de goma para agua o hielos, guantes esterilizados, jeringuillas, hervidor, agujas para inyectables y termómetro clínico.

Asistencia a accidentados.

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

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

Reconocimiento médico.

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, y que será repetido en el período de un año.

Aplicación de la seguridad y salud a los previsibles trabajos posteriores a la finalización de las obras.

1. Se mantendrán protegidos contra la erosión los bordes ataluzados
2. Se mantendrán limpios los desagües y canaletes que existan procurando una buena y pronta evacuación de aguas de lluvia de la zona excavada.
3. Cerrar o vaciar sectores afectados antes de manipular la red.
4. Evitar modificaciones de la instalación.
5. Evitar humedades perniciosas en revestimientos no impermeables.
6. Evitar roces y punzonamientos.
7. Evitar contactos con productos que deterioren su superficie.

Cuidados:

- Limpieza.
- Comprobar el estado y relleno de juntas, cubrejuntas, rodapiés y cantones.
- Vigilar el estado de los materiales y su fijación al soporte.
- Comprobar las llaves de desagüe.
- Comprobar la estanqueidad de la red.
- Comprobar la estanqueidad de la valvulería de la instalación.
- Verificar el estado de las válvulas de retención.
- Vigilar el estado de los materiales.

Mantenimiento:

- Material de relleno de juntas.
- Productos de limpieza.
- Material de empaquetaduras y lubricación de valvulería.
- Suministro de agua.

Identificación y localización de los trabajos que impliquen un riesgo especial para la seguridad y salud de los trabajadores y medidas preventivas.

Según el "anexo II", que se acompaña, no existe una implicación directa de ninguno de los puntos reseñados, aunque por el tipo de trabajos a realizar, el entorno del lugar de trabajo por la maquinaria móvil que se usa siempre tendrá implicaciones especiales.

1. Trabajos con riesgos especialmente graves por choques de maquinaria pesada.

- Se utilizará señalización acústica en su movimiento de marcha atrás, y se prohibirá la circulación de personas en el área de trabajo.

2. Trabajos en los que el operario de -a pie- que marca y define el tajo pondrá especial cuidado con el movimiento de máquinas y camiones para evitar atropellos.

- Se acotará la zona de trabajo de la maquinaria pesada, y no se deberá acceder a dicha zona hasta la finalización de los tajos, o hasta la parada del motor y movimientos de la maquinaria.
- Se utilizarán vallas de contención en bordes de vaciado.
- Se utilizará cinta de balizamiento, reflectantes y señales indicativas de riesgo de caída a distinto nivel.

Las medidas preventivas serán:

- Prendas de protección personal, Casco de polietileno, Guantes de cuero, Botas de seguridad, Gafas de seguridad antiproyecciones, Ropa de trabajo, Mandil y Máscaras.
- Medidas específicas de protección: Siempre que ocurra un accidente laboral de ésta índole, será necesario el lavado de la zona afectada por parte del trabajador, debiéndose disponer para tal fin de agua corriente, limpia y potable dentro de la obra siendo recomendable que se sitúe lo más cerca del tajo de trabajo donde se realice la actividad por parte del trabajador. Es importante que todo trabajador conozca el recorrido más corto hasta el Centro de Salud más próximo.
- Zonas de localización: Las zonas de riesgo para estos trabajos se disponen en los diferentes tajos y en el momento y situación en la que se encuentre la obra puesto que son trabajos que se realizan escalonadamente, pero con la misma situación en el lugar de las obras.

Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores. (Anexo II del R.D. 1627/1997).

1. Trabajos con riesgos especialmente graves de sepultamiento, hundimiento o caída de altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo.
2. Trabajos en los que la exposición a agentes químicos o biológicos suponga un riesgo de especial gravedad, o para los que la vigilancia específica de la salud de los trabajadores sea legalmente exigible.
3. Trabajos con exposición a radiaciones ionizantes para los que la normativa específica obliga a la delimitación de zonas controladas o vigiladas.
4. Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de alta tensión.
5. Trabajos que expongan a riesgo de ahogamiento por inmersión.
6. Obras de excavación de túneles, pozos y otros trabajos que supongan movimientos de tierra subterráneos.
7. Trabajos realizados en inmersión con equipo subacuático.
8. Trabajos realizados en cajones de aire comprimido.
9. Trabajos que impliquen el uso de explosivos.
10. Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados pesados.

Obligaciones del promotor.

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

La comunicación de apertura del centro de trabajo a la autoridad laboral competente deberá ser previa al comienzo de los trabajos y se presentará únicamente por los empresarios que tengan la consideración de contratistas de acuerdo con lo dispuesto en este real decreto.

La comunicación de apertura incluirá el plan de seguridad y salud al que se refiere el artículo 7 del presente real decreto.

Coordinador en materia de seguridad y salud.

La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

El Ingeniero Técnico asumirá estas funciones cuando no fuera necesario la designación del Coordinador.

Plan de seguridad y salud en el trabajo.

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por el Arquitecta.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición del Ingeniero Técnico.

Obligaciones de contratistas y subcontratistas.

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:

El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.

La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.

La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.

El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.

El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.

La recogida de materiales peligrosos utilizados.

La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.

La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.

Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.

Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.

Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además, responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

La comunicación de apertura del centro de trabajo a la autoridad laboral competente deberá ser previa al comienzo de los trabajos y se presentará únicamente por los empresarios que tengan la consideración de contratistas de acuerdo con lo dispuesto en este real decreto.

La comunicación de apertura incluirá el plan de seguridad y salud al que se refiere el artículo 7 del presente real decreto.

Obligaciones de los trabajadores autónomos.

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales,

participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.

4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/ 1.997.
6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.
7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

Libro de incidencias.

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, el Ingeniero técnico, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

Paralización de los trabajos.

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

Derechos de los trabajadores.

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras.

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

28 ANALISIS DE RIESGOS Y PREVENCIONES.

Sin perjuicio de las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud aplicables a la obra establecidas en el anexo IV de R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, se enumeran a continuación los riesgos particulares de los distintos trabajos de obra, considerando que algunos de ellos pueden darse durante todo el proceso de ejecución de la obra o bien ser aplicables a otros trabajos.

Deberá prestarse especial atención a los riesgos más usuales en las obras, como por ejemplo caídas, cortes, quemaduras, erosiones y golpes, debiéndose adoptar en cada momento la postura más idónea según el trabajo que se realice.

Además, habrá que tener en cuenta las posibles repercusiones en las estructuras de edificación vecinas y procurar minimizar en todo, momento el riesgo de incendio.

Así mismo, los riesgos relacionados deberán tenerse en cuenta en los previsibles trabajos posteriores (reparación, mantenimiento, ...).

Prevención de riesgos de daños a terceros.

Riesgos que no pueden eliminarse:

Riesgos no evitables:

Los riesgos que durante las sucesivas fases de ejecución de la obra puedan afectar a personas o a objetos próximos a la misma, son los siguientes:

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Atropellos.
- Colisión con obstáculos en la acera.
- Caídas de objetos.

Medidas de protección:

Se considerarán las siguientes medidas de protección para cubrir el riesgo de las personas que transiten fuera del recinto de la obra:

- a) Montaje de rejas a base de elementos prefabricados de 2m. de altura, separando el perímetro de la obra de las zonas de tránsito exterior.

- b) Para la protección de personas y vehículos que transiten por las calles limítrofes, se instalará un pasadizo cubierto de estructura tubular con señalización que tendrá que ser visible e iluminada por la noche, para indicar el gálibo de las protecciones al tráfico rodado. Opcionalmente se podrá instalar en el perímetro de la fachada una marquesina volada de material resistente.
- c) Si fuera necesario ocupar la acera durante el apilado de materiales de obra, mientras dure la maniobra de descarga se canalizará el tránsito de viandantes por el interior del pasadizo de viandantes y el de vehículos fuera de las zonas afectadas por la maniobra, con protección a base de rejas metálicas de separación de áreas. Se colocarán luces de gálibo nocturnas y señales de tráfico que avisen a los vehículos de la situación de peligro.

Trabajos preliminares.

Deberá realizarse el vallado del perímetro de las zonas de trabajo y antes del inicio de la obra.

Deberá presentar como mínimo la señalización de:

- Prohibido aparcar en la zona de entrada de vehículos.
- Prohibido el paso de peatones por la entrada de vehículos.
- Obligatoriedad del uso del casco en el recinto de la obra.
- Prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra.
- Cartel de obra.

A. Riesgos más frecuentes.

- Caídas de altura.
- Caídas al mismo nivel por acumulación de materiales.
- Golpes con útiles de trabajo.
- Atropellos por maquinaria.
- Vuelco de pilas de material.
- Golpes con objetos o útiles de trabajo en todo el proceso de la obra.
- Interferencias con instalaciones de suministro público (agua, luz, gas, ...).
- Caídas desde puntos altos y/o desde elementos provisionales de acceso.
- Sobreesfuerzo por posturas incorrectas.
- Riesgos derivados del almacenaje de materiales (temperatura, humedad reacciones químicas).
- Contactos eléctricos.

En los trabajos sobre líneas en alta tensión y en subestaciones es frecuente la proximidad a la distancia de seguridad, de circuitos energizados eléctricamente en alta tensión y debe tenerse en cuenta que puede originarse el paso de corriente al aproximarse, sin llegar a tocar directamente, a la parte de la instalación energizada.

En las maniobras previas al comienzo de los trabajos que puede tener que desarrollar el Agente de Zona de Trabajo, cuando sea requerido para que actúe como Operador Local, puede entrar en contacto eléctrico por un error en la maniobra o por fallo de los elementos que opere.

Cuando se empleen herramientas accionadas eléctricamente y elementos de iluminación portátil puede producirse un contacto eléctrico en baja tensión.

- Arco eléctrico.

Posibilidad de lesiones de daños producidos por quemaduras al cebarse un arco eléctrico.

- Explosiones.
- Incendios.

B. Medidas preventivas.

- Conocimiento por parte de los trabajadores (sobre todo del jefe de obra) del plan de seguridad.
- Entregar normativa de prevención a los usuarios de máquinas y herramientas, y medios auxiliares (normativa vigente y normas del fabricante).
- Conservación de máquinas y medios auxiliares.
- Ordenamiento del tráfico de vehículos y delimitación de zonas de acceso.
- Señalización de la obra de acuerdo a la normativa vigente.
- Entrada de materiales de forma ordenada y coordinada con el resto de la obra.
- Delimitación de tajos y zonas de trabajo.

Por ser la presencia eléctrica un factor muy importante en la ejecución de los trabajos habituales dentro del ámbito de Iberdrola, con carácter general, se incluyen las siguientes medidas de prevención y protección evitar:

a) Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT.

b) Arco eléctrico en AT y BT.

c) Elementos candentes y quemaduras.

- Formación en materia eléctrica de acuerdo con lo referido en el Real Decreto 614/2001. En el anexo C del MO 12.05.02 se recoge la formación para algunos trabajos, pudiendo servir como pauta.
- Utilización de EPIS (equipos de protección individual).
- Coordinar con la Empresa Distribuidora definiendo las maniobras eléctricas a realizar, cuando sea preciso.
- Seguir los procedimientos de descargo de las instalaciones eléctricas, cuando sea preciso.
- Aplicar las 5 Reglas de Oro, siguiendo el Permiso de Trabajo de MO 12.05.03.
- Apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión, teniendo en cuenta las distancias del Real Decreto 614/2001.
- Informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal de la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión más cercanos.

Para los trabajos que se realicen mediante métodos de trabajo en tensión TET, el personal debe tener en la formación exigida por el Real Decreto 614/2001 y la empresa debe estar autorizada por el Comité Técnico de Trabajos en Tensión de Iberdrola.

Otro riesgo que merece especial atención es el de caída por la duración de los trabajos en altura con exposición al mismo y la gravedad de sus consecuencias, debiendo estar el personal formado en el empleo de los distintos dispositivos a utilizar.

En todo riesgo de caída de altura se debe procurar las siguientes medidas, incluyendo el orden establecido:

Impedir la caída.

- Eliminando el riesgo si es posible.
- Empleando un método de trabajo adecuado y las protecciones colectivas necesarias.

Limitar la caída.

- Mediante el empleo de protecciones colectivas (ejemplo: redes de recogida).

Eliminar o reducir sus consecuencias.

- Mediante el empleo de protecciones personales (casco, guantes, botas, etc.,)

Uso de escaleras:

Las escaleras de mano tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización no suponga riesgo de caída, por rotura o desplazamiento.

Las escaleras de tijera dispondrán de elementos de seguridad que impidan su apertura al ser utilizadas.

No se emplearán escaleras de mano y, en particular, escaleras de más de 5 metros de longitud, de cuya resistencia no se tengan garantías.

Queda prohibido el uso de escaleras de mano de construcción improvisada.

Si son de madera, los largueros serán de una sola pieza sin desperfectos ni nudos y con peldaños ensamblados.

Antes de utilizar una escalera de mano deberá asegurarse su estabilidad.

La base de la escalera deberá quedar sólidamente asentada. Estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes y se apoyarán sobre superficies planas.

En caso de escaleras simples la parte superior se sujetará al paramento sobre el que se apoya. Se evitará apoyarlas sobre pilares circulares, y en caso de ser necesario se anclarán de forma que la escalera no pueda girar sobre la superficie del pilar.

Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo de 75 grados con la horizontal.

Los largueros de las escaleras simples deberán prolongarse al menos 1 metro por encima del lugar al que den acceso.

El ascenso, descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán de frente a las mismas.

Los trabajos a más de 3,50 metros de altura, del punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, solo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan otras medidas de protección alternativas.

Se prohíbe el transporte (a mano o al hombro) y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando por su peso (nunca superior a 25 kilos), o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.

Nunca se efectuarán trabajos sobre las escaleras que obliguen al uso de las dos manos.

Las escaleras de mano no se utilizarán por dos o más personas simultáneamente.

Las escaleras de mano se revisarán periódicamente.

Se prohíbe la utilización de escaleras de mano pintadas, por la dificultad que ello supone para la detección de posibles defectos.

Las escaleras de mano se colocarán siempre apartadas de elementos móviles que puedan derribarlas.

Las escaleras de mano se colocarán fuera de las zonas de paso, o se limitarán o acotarán éstas.

Asimismo, deben considerarse también las medidas de prevención (coordinación y protección frente a la posible existencia de atmósferas inflamables, asfixiantes o tóxicas, consecuencia de la proximidad de las instalaciones de gas.

Con carácter general deben tenerse en cuenta las siguientes observaciones, disponiendo el personal de los medios y equipos necesarios para su cumplimiento:

- Protecciones y medidas preventivas colectivas, según normativa vigente relativa a equipos y medidas de seguridad colectiva.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- prohibir la entrada a la obra de todo personal ajeno.
- establecer zonas de acceso y paso a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de esta.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Controlar que la carga de los camiones no sobrepase los límites establecidos y reglamentarios.
- Utilizar escaleras, andamios, plataformas de trabajo y equipos adecuados para la realización de los trabajos en altura con riesgo mínimo.
- Acotar o proteger las zonas de paso y evitar pasar o trabajar debajo de la vertical de otros trabajos.
- Analizar previamente la resistencia y estabilidad de las superficies, estructuras y apoyos a los que haya que acceder y disponer de medidas o los medios de trabajo necesarios para asegurarlas.

Con relación a los riesgos originados por seres vivos, es conveniente la concienciación de su posible presencia en base a las características biogeográficas del entorno, al periodo anual, a las condiciones meteorológicas y a las posibilidades que los elementos de la construcción pueden brindar (cuadros, zanjas, canalizaciones, penetraciones, etc.,)

Como medida complementaria pero necesaria, los trabajadores, además de ser aptos para el trabajo a realizar, han de recibir la formación adecuada y han de conocer los riesgos a los que pueden estar expuestos, así como las medidas de prevención a adoptar ante ellos.

C. Protecciones colectivas.

Se estudiarán sobre los planos de obra y en consideración de las partidas de obra, según los riesgos detallados anteriormente.

Las protecciones previstas son:

- Señales de indicación de peligro.
- Señales normalizadas para el tránsito de vehículos.
- Valla de obra.
- Protecciones de huecos de excavación.
- Señalización al margen de la rampa de excavación.
- Barandilla de delimitación del vaciado de tierras.
- Barandillas.
- Se comprobará que toda la maquinaria dispone de sus protecciones colectivas según la normativa vigente.

D. Protecciones personales.

Será necesario:

- La protección del cuerpo mediante la ropa adecuada.
- Protección cabeza, extremidades, ojos y contra caídas de altura, con los siguientes medios.
- Casco.
- Gafas antipartículas.
- Guantes finos de goma para hormigón.
- Guantes de cuero.
- Guantes de soldador.
- Gafas antipolvo.
- Botas de agua.
- Impermeables.
- Protectores gomados.
- Protectores contra ruido normalizados.

E. Riesgos que no pueden eliminarse.

Riesgos no evitables:

- Atropello y golpes por maquinaria.
- Vuelco o falsas maniobras de maquinaria móvil.

Protecciones colectivas:

- En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- A nivel de suelo se acotarán las áreas de trabajo, siempre que se haya previsto la circulación de personas o vehículos, y se colocarán las señales SNS-311 "RIESGO DE CAÍDAS A DISTINTO NIVEL", SNS-312 "RIESGO DE CAÍDAS AL MISMO NIVEL" y "SNS-310 "MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO".

- Los accesos a la obra se colocarán de forma bien visible con señales normalizadas "PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA", "ES OBLIGATORIO EL CASCO PROTECTOR" y "RIESGO DE CAÍDAS DE OBJETOS".

Equipos de protección individual:

- Será obligatorio el uso de casco y de botas de seguridad con puntera metálica, certificadas por un organismo notificado.
- Es preceptivo el uso de buzo de trabajo.
- Siempre que las condiciones de trabajo exijan de otros elementos de protección, se dotará a los trabajadores de los mismos, de conformidad con los R.D. 1.407/1992 (B.O.E. 28-12-1992), R.D. 159/1995 (B.O.E. 8-3-1995) y R.D. 773/1997 (B.O.E. 12-6-1997).

F. Equipos de protección individual y colectiva de uso más frecuente en los trabajos desarrollados para Iberdrola.

El contratista deberá seleccionar aquellos que sean necesarios según el tipo de trabajo.

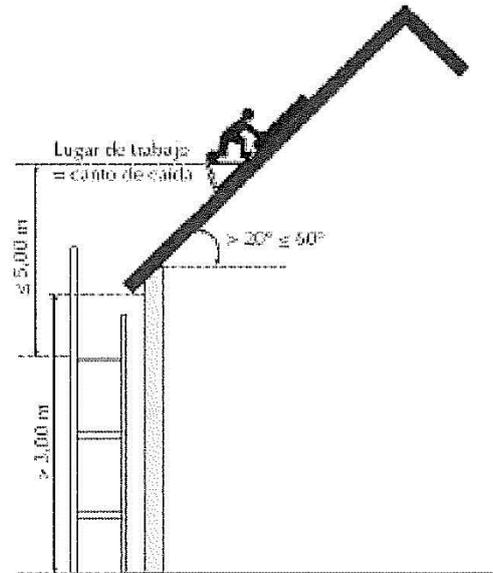
Protecciones colectivas.

Señalización mediante cintas, banderolas, etc.

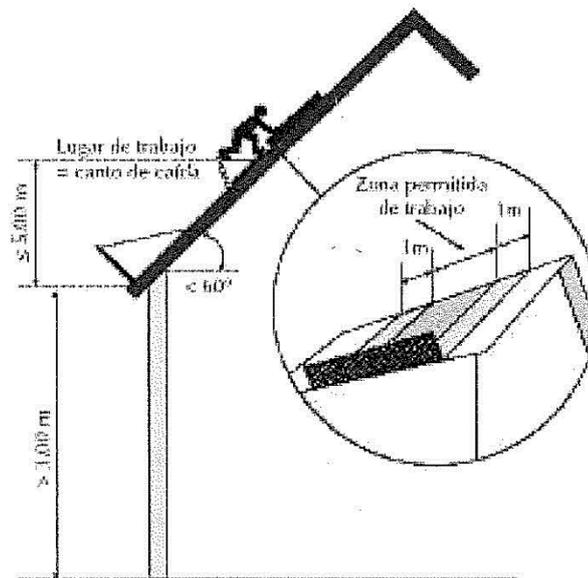
Cualquier tipo de protección colectiva que se pueda requerir en el trabajo a realizar, de forma especial, las necesarias para los trabajos en instalaciones eléctricas de alta o baja tensión, adecuadas al método de trabajo y a los distintos tipos y características de las instalaciones.

Dispositivos y protecciones que eviten la caída del operario tanto en el ascenso y descenso como durante la permanencia en lo alto de estructuras y apoyo (líneas de seguridad, doble amarre o cualquier otro dispositivo o protección que evite la caída o aminore sus consecuencias (redes, aros de protección, etc.).

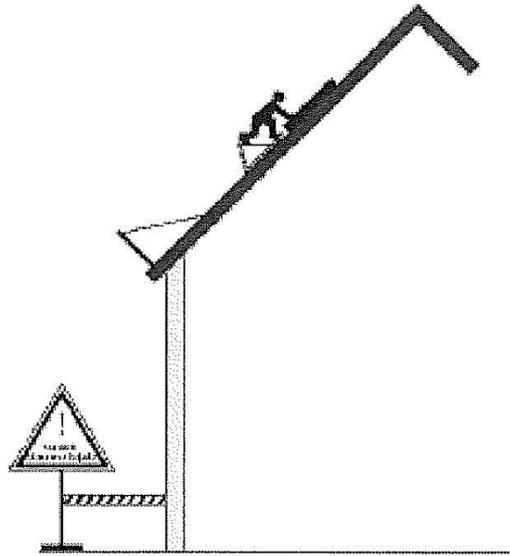
Utilización de andamios como dispositivo de seguridad. A partir de una altura de 3 metros y una inclinación del tejado de entre 20º y 60º es necesario poner un sistema de protección como por ejemplo un andamio. En este caso la distancia vertical entre el lugar de los trabajos y el andamio deber ser igual o inferior a 5 metros. Si la inclinación del tejado es mayor de 45º hay que construir lugares especiales de trabajo.



Utilización de valla de protección como dispositivo de seguridad. A partir de una altura de 3 metros, una inclinación del tejado de hasta 60° y una distancia vertical entre el lugar de los trabajos y la valla de hasta 5 metros se debe poner una valla de protección. La valla debe sobresalir lateralmente al menos 1 metro a cada lado.



En todo caso, hay que proteger los lugares de trabajo de objetos que puedan caer, acotando y cerrando las áreas peligrosas para el tránsito de personas y vehículos.



Equipos de protección individual (Epi).

Calzado de seguridad

Casco de seguridad

Guantes aislantes de AT y BT

Guantes de protección mecánica

Pantalla contra protecciones

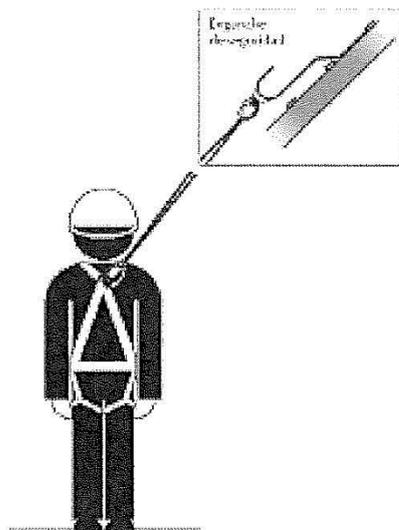
Gafas de seguridad

Cinturón de seguridad

Discriminador de BT

Equipos contra caídas desde altura (arnés anticaída, pértiga, cuerdas, etc.,)

Quando se trabaja cerca del borde a tejados planos se debe utilizar el cinturón de seguridad, salvo que se hubiese establecido otro sistema de protección colectiva (redes, línea de vida perimetral, etc.,)



Arnés de seguridad como dispositivo de protección contra la caída.

Presencia de líneas eléctricas.

Normas y medidas preventivas tipo.

- Notificar a la compañía suministradora propietaria de la línea, la intención de iniciar los trabajos.
- Si fuese necesario y posibles solicitar el corte de fluido y puesta a tierra de los cables.
- No realizar trabajos en las proximidades de la línea hasta que se ha, ya comprobado el corte de fluido y puesta a tierra.
- Caso de ser necesario se desviará la línea eléctrica por fuera de los límites que se consideren adecuados.
- Las distancias de seguridad a conductores de líneas eléctricas en ser vicio, serán las que marquen las Normas de Alta, Media y Baja Tensión y será en cualquier caso mayor de 5 metros.
- Esta distancia de seguridad será balizada y señalizada según el siguiente procedimiento:
 1. Se marcarán con aparatos (taquímetro) las alineaciones perpendiculares a ambos lados de la línea a la distancia adecuada en el suelo.
 2. Sobre cada alineación se marcará a cada lado de la línea la distancia de 5 m. según los casos de más el 50% del ancho del conjunto del cableado del tendido eléctrico.
 3. Sobre estas señalizaciones se levantarán pies derechos de madera de una altura de 5 m. en los que se pintará una franja de color blanco.
 4. Las tres hileras de postes así conformadas a ambos lados de la línea se unirán entre sí de todas las formas posibles con cuerda de banderolas formando un entramado perfectamente visible.
 5. La separación entre los postes de balizamiento de cada línea será de 4 a 5 metros.

Maquinaria para el movimiento de tierras.

Dada la gran incidencia de utilización de esta maquinaria en la obra objeto del presente Estudio de Seguridad, a continuación, se expone los riesgos más comunes y las medidas de seguridad aplicables a cada una de las máquinas estudiadas por separado.

Consideramos como más representativas las que se reseñan a continuación:

- Palas cargadoras
- Retroexcavadoras
- Bulldozers
- Motoniveladoras
- Traílla. (Remolcadas ó autopropulsadas)
- Dumpers. Motovolquete autopropulsado
- Camión dumper
- Rodillos vibrantes autopropulsados
- Compactadores
- Compactados manuales
- Pisones mecánicos
- Extendedoras de productos bituminosos

Riesgos detectables comunes a todas las máquinas.

- Los derivados de su circulación. Vuelos, atropellos, atrapamientos, proyecciones vibraciones y ruidos formación de polvo.
- Los provocados por su uso específico características de cada tipo de máquina y su trabajo realizado y los particulares de mantenimiento de sus mecanismos.

Normas preventivas generales.

- Las máquinas estarán dotadas de faros de marcha adelante y retroceso servofreno, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores a ambos lados del pórtico de seguridad antivuelco, cabinas anti-impactos y extintores.
- Las máquinas serán revisadas diariamente comprobando su buen estado.
- Periódicamente (determinar plazos) se redactará un parte de revisión que será controlado por el Vigilante de Seguridad y estará a disposición de la Dirección Facultativa.
- Se prohíbe permanecer transitar o trabajar dentro del radio de acción de las máquinas en movimiento.
- Durante el periodo de paralización se señalará su entorno con indicaciones de peligros prohibiendo expresamente la permanencia del personal en sus proximidades o bajo ellas.

- La maquinaria no entrará en funcionamiento en tanto no se haya señalado convenientemente la existencia de líneas eléctricas en Servicio
- De producirse un contacto de una máquina con una línea eléctrica teniendo la máquina rodadura de neumáticos el conductor permanecerá inmóvil en su asiento y solicitará auxilio por medio de la bocina. Acto seguido se inspeccionará el posible puente eléctrico con el terreno y de ser posible el salto, sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista **SALTARÁ FUERA DEL VEHÍCULO, SIN TOCAR AL MISMO TIEMPO LA MÁQUINA Y EL TERRENO.**
- Antes del abandono de la máquina el conductor dejará en reposos en contacto con el suelo el órgano móvil de la máquina y accionando el freno de mano y parado el motor.
- Las pasarelas o peldaños de acceso a las máquinas, permanecerán siempre limpios de barro gravas o aceites en evitación de lesiones,
- Se prohíbe en estas máquinas el transporte de personas.
- Se instalarán de manera adecuada donde sea necesario topes de recorrido y señalización de tráfico y circulación.
- No se ejecutarán trabajos de replanteo o comprobación durante la permanencia de máquinas en movimiento en el tajo.
- Dentro de los trabajos de mantenimiento de la maquinaria se revisará especialmente la presión de neumáticos y aceites de los mecanismos.

Espadones (máquinas de corte con disco).

Riesgos detectables más comunes.

- Contactos con conducciones enterradas.
- Atrapamientos y cortes.
- Proyecciones de fragmentos.
- Producción de ruidos y polvo al cortar en seco.

Normas preventivas.

- El personal que utilice estas máquinas será especialista.
- Antes de producir el corte estudiar posibles conducciones enterradas.
- Los órganos móviles estarán protegidos. (carcasas)
- Se usará siempre la vía húmeda. (empleo de agua en el corte)
- En los espadones de motor eléctrico los mangos estarán aislados.

Prendas de protección personal recomendables.

- Casco de polietileno con protectores auditivos.
- Ropa adecuada de trabajo.
- Botas de goma o PVC.
- Guantes de - cuero ~ goma o PVC - impermeables.
- Gafas de seguridad para cortes en seco.
- Mascarilla con filtro mecánico o químico recambiable.

Máquinas-herramientas.

Riesgos detectables más comunes.

- Las máquinas herramientas de acción eléctrica estarán protegidas por doble aislamiento.

- Los motores estarán protegidos por carcasas adecuadas.
- Igualmente estarán protegidos los órganos motrices, correas ~ cadenas engranajes. y otros órganos de transmisión.
- Se prohíbe efectuar reparaciones o manipulaciones con la máquina en funcionamiento.
- El montaje y ajuste de correas se realizará con herramienta adecuada.
- Las transmisiones de engranajes estarán protegidas por carcasas de malla metálica que permita ver su funcionamiento.
- Las máquinas en avería se señalarán con: NO CONECTAR AVERIADO.
- Las herramientas de corte tendrán el disco protegido con carcasas
- Las máquinas herramientas que hayan de funcionar en ambientes con productos inflamables y tendrán protección antideflagrante.
- En ambientes húmedos la tensión de alimentación será de 24 voltios-
- El transporte aéreo de las máquinas mediante grúas se efectuará con éstas en el interior de bateas nunca colgadas.
- En general las máquinas herramientas que produzcan polvos se utilizarán en vía húmeda.
- Las herramientas accionadas por aire a presión (compresores) estarán dotadas de camisas insonorizadoras.
- Siempre que sea posible las mangueras de alimentación se instalarán aéreas y señalizadas por cuerdas de banderolas.

Prendas de protección personal recomendables.

- Cascos de polietileno.
- Ropa adecuada de trabajo. - impermeables.
- Guantes de seguridad. - cuero ~ goma - PVC - impermeables.
- Botas de seguridad. - goma PVC - protegidas.
- Plantillas de seguridad. - anticlavos -.
- Mandil y polainas muñequeras de cuero - impermeables.
- Gafas de seguridad - anti-impactos – antipolvo - anti-proyecciones.
- Protectores auditivos.
- Mascarillas filtrantes - antipolvo - anti-vapores - filtros fijos y recambiables.
- Fajas elásticas anti-vibraciones.

Medios auxiliares. Andamios.

Riesgos detectables más comunes.

- Caídas: a distinto nivel - al mismo nivel - al vacío.
- Desplome del andamio.
- Contactos con conducciones eléctricas.
- Caída de objetos desde el andamio.
- Atrapamientos.
- Por enfermedades de los operarios vértigos, mareos, etc.

Medidas preventivas de aplicación general.

- Los andamios se arrastrarán siempre.
- Antes de subir a los andamios revisar su estructura y anclajes.
- Los tramos verticales se aportarán sobre tablones repartiendo cargas.
- Los desniveles de apoyo se suplementarán con tablones trabados consiguiendo una superficie estable de apoyo.

- Las plataformas de trabajo tendrán un ancho mínimo de 60 m. ancladas a los apoyos impidiendo los deslizamientos o vuelcos.
- Las plataformas a más de 2 metros de altura, tendrán barandillas perimetrales completas de 90 m. de alturas con pasamanos listón intermedio y rodapié.
- Las plataformas permitirán la circulación e intercomunicación.
- Los tabloneros componentes de las plataformas de trabajo no tendrán defectos visibles ni nudos que mermen su resistencia.
- No se abandonarán las herramientas sobre las plataformas de manera que al caer produzcan lesiones.
- Se prohíbe arrojar escombros directamente desde los andamios, se recogerá y descargará a través de conductos. (trompas)
- No se fabricarán morteros directamente en las plataformas.
- La distancia de separación de un andamio al paramento vertical donde se trabaja no será superior a 30 cm.
- Se prohíbe saltar del andamio al interior. Se usarán pasarelas.
- Los andamios se anclarán a puntos fuertes.
- Los cables de sustentación (de haberlos), tendrán la longitud suficiente para depositar los andamios en el suelo.

- *Los andamios deberán poder soportar cuatro veces la carga estimadas*
- Los andamios colgados en fase de parada temporal descansarán en el suelo hasta la reanudación de los trabajos.
- Los cinturones de seguridad, de uso preceptivo para el trabajo en andamios, se anclarán a "puntos fuertes"
- Los reconocimientos médicos seleccionarán el personal que puede trabajar en estos puestos.

Prendas de protección personal.

- Casco de polietileno preferentemente con barbuquejo.
- Botas de seguridad o calzado antideslizante.
- Cinturón de seguridad clases A o C
- Ropa de trabajo adecuada.
- Trajes de agua (ambientes lluviosos) de ser necesarios.

Fases de ejecución de obra.

Atendiendo a la memoria del Proyecto de Ejecución y del análisis de su documento Presupuesto con el desglose por capítulos y partidas, los trabajos que fundamentalmente se van a ejecutar son los que siguen, a los cuales aplicaremos las medidas preventivas adecuadas a fin de evitar los riesgos detectables más comunes:

CAPITULO II - Estructura metálica e instalación de paneles fotovoltaicos.

Riesgos detectables durante la instalación (en fase de acopio y descarga).

- Golpes.
- Heridas.
- Caídas de objetos.
- Atrapamientos.

Riesgos detectables durante la instalación (en fase de montaje y armado de estructura metálica y montaje de paneles).

- Caídas desde altura.
- Desprendimiento de cargas.
- Rotura de elementos de tracción.
- Golpes y heridas.
- Caídas de objetos.
- Atrapamientos.

Normas y medidas preventivas.

- Caídas desde altura.
- Desprendimiento de cargas.
- Rotura de elementos de tracción.
- Golpes y heridas.
- Caídas de objetos.
- Atrapamientos.

CAPITULO III - Instalación eléctrica de baja tensión.

Riesgos detectables durante la instalación.

- Caídas de personas al mismo o a distinto nivel.
- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Lesiones por manejo de útiles específicos.
- Lesiones por sobreesfuerzos y posturas forzadas continuadas.
- Quemaduras por manejo de mecheros.

Riesgos detectables durante las pruebas y puesta en servicio.

- Electrocuación o quemaduras por mala protección de los cuadros eléctricos · por maniobras incorrectas en las líneas · por uso de herramientas sin aislamiento · por puenteo de los mecanismos de protección · por conexiones directas sin clavijas.
- Explosión de grupos de transformación durante la entrada en servicio de los mismos.
- Incendios por incorrecta instalación de la red eléctrica.

Normas y medidas preventivas tipo.

- El almacén para acopio del material eléctrico se ubicará en lugar adecuado al material contenido.
- El montaje de aparatos eléctricos SIEMPRE se efectuará por personal especialista.
- La iluminación de los tajos no será inferior a 100 lux medidos a 2 m del suelo.
- La iluminación mediante portátiles se efectuará con arreglo a la norma a 24 voltios y portalámparas estancos, con mango aislante y provisto de rejilla protectora.
- Se prohíbe ABSOLUTAMENTE el conexionado a los cuadros de suministro eléctrico sin la utilización de las clavijas adecuadas.
- Las escaleras cumplirán las normas de seguridad, zapatas antideslizantes, cadena limitadora de apertura (tijeras) etc.
- Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano.
- Los trabajos de electricidad en general, cuando se realicen en zonas de huecos de escalera, estarán afectos de las medidas de seguridad referentes a la utilización de redes protectoras.

- De igual manera se procederá en terrazas, balcones, tribunas, etc.
- Las herramientas utilizadas estarán protegidas con material aislante normalizado contra contactos de energía eléctrica.
- Para evitar la conexión accidental a la red, el último cableado que se ejecute será el del cuadro general al del suministro.
- Las pruebas de tensión se anunciarán convenientemente para conocimiento de todo el personal de la obra.
- Antes de poner en carga la instalación total o parcialmente, se hará una revisión suficiente de las conexiones y mecanismos, protecciones y empalme de los cuadros generales y auxiliares, de acuerdo con la norma del reglamento electrotécnico.
- La entrada en servicio de la celda de transformación, se efectuará con el edificio desalojado de personal, en presencia de la jefatura de obra y de la D. F.
- Antes de poner en servicio la celda de transformación se procederá a comprobar la existencia en la sala de los elementos de seguridad indicados en el reglamento electrotécnico, banqueta, pértiga, extintores, botiquín y vestimenta de los propietarios. Una vez comprobado esto se procederá a la entrada en servicio.

Prendas de protección personal recomendables.

Todas las prendas de protección personal deberán estar homologadas por los organismos correspondientes y a continuación se relacionan:

- Cascos de polietileno.
- Botas de seguridad (aislantes en su caso)
- Guantes (aislantes en su caso)
- Ropa adecuada de trabajo.
- Cinturón de seguridad y/o faja elástica de cintura.
- Banqueta de maniobra.
- Alfombrilla aislante.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aisladas.

Son también de aplicación las normas de seguridad para trabajo de montacarga, escaleras de mano, andamios, maquinillo, etc.

Villena, 7 de Julio de 2.023

Fdo.: Juan Pedro Cabanes Úbeda

Graduado en Ingeniería Eléctrica

VII. Anexo V Información técnica.


EM550-PH





Célula solar partida MBB



Tecnología PERC



Mayor potencia de salida



Diseño ligero

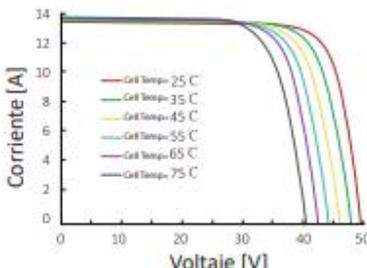


Rendimiento con poca luz



Mayor eficiencia de conversión del módulo

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS



Características del módulo a temperatura de módulo variable e irradiancia de módulo constante de 1.000 W/m².

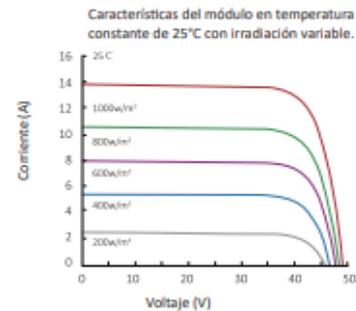
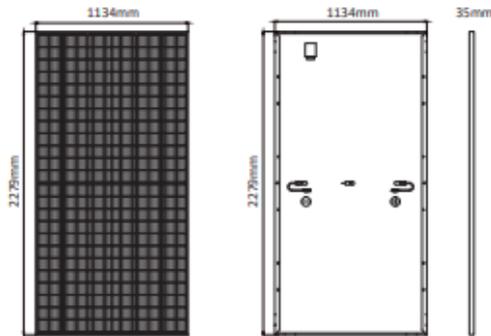
- + Tolerancia positiva de vatios
- 12 Años de garantía del producto
- 25 Años de garantía de potencia lineal

Tensite
info@tensite-energy.com
www.tensite-energy.com



Tensite

EM550-PH



Rendimiento eléctrico	Tipo de módulo	550M
	Máxima potencia (Wp)	550W
	Tensión máxima circuito abierto (Voc)	49.80V
	Corriente cortocircuito (Isc)	13.98A
	Tensión de potencia máxima (Vmp)	41.95V
	Corriente de potencia máxima (Imp)	13.12A
	Eficiencia del módulo	21.3%
	Fusible máximo por Serie	25A
	Número de Diodos	3
	Tolerancia positiva de vatios	0~+3%
	Condiciones de prueba estándar	1000W/m², 25°C, AM1.5
	Tensión máximo del sistema	1500V/DC
	Coefficiente de temperatura Isc	+0.048%/°C
	Coefficiente de temperatura Voc	-0.270%/°C
	Coefficiente de temperatura Pmp	-0.350%/°C
	Temperatura de operación nominal de la célula	45±2°C
	Temperatura de funcionamiento	-40°C...+85°C
Capacidad de carga para la tapa del módulo (vidrio templado)	5400Pa(IEC61215)(nieve)	
Capacidad de carga de la parte delantera y trasera del módulo	2400Pa(IEC61215)(viento)	
Rendimiento eléctrico (NOCT)	Potencia máxima (Pmax)	416W
	Voltaje de circuito abierto (Voc)	46.8V
	Corriente de cortocircuito (Isc)	11.11A
	Tensión de alimentación máxima (Vm)	39.65V
	Corriente de potencia máxima (Imp)	10.51A
Características mecánicas	Peso	27.2Kg
	Cubierta frontal	Vidrio templado bajo en hierro / 3.2 mm
	Lámina posterior (color)	TPT en blanco
	Dimensiones del módulo (L / W / H)	2279x1134 x35mm
	Célula (cantidad/material/dimensiones)	144(6x24) / silicio monocristalino, bifacial
	Marco (material / color)	Marco de aleación de aluminio anodizado / plata
	Caja de conexiones (grado de protección)	≥IP68
	Cables y conectores	4 mm², 1400 mm de longitud, la longitud se puede personalizar
	Clase de aplicación	Clase A
	Clase de protección eléctrica	Clase II
Clase de seguridad contra incendios	Clase C	

**SUN2000-12/15/17/20/25KTL-M5
Smart PV Controller**



Active Safety

AI Powered Arcing Protection



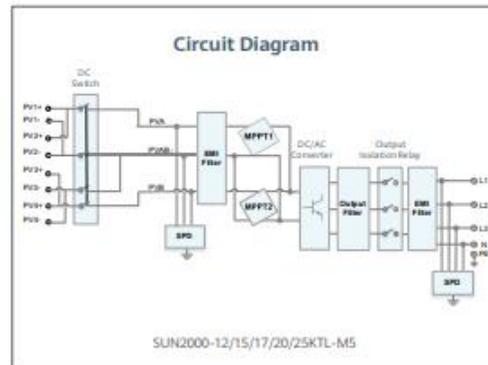
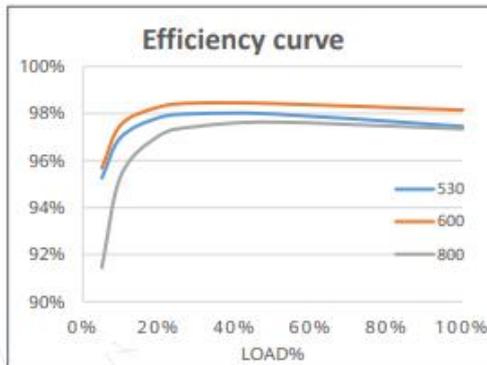
Higher Yields

Up to 30% More Energy with Optimizer



Flexible Communication

WLAN, Fast Ethernet, 4G
Communication Supported



SUN2000-12/15/17/20/25KTL-M5
Technical Specification

Technical Specification	SUN2000-12KTL-M5	SUN2000-15KTL-M5	SUN2000-17KTL-M5	SUN2000-20KTL-M5	SUN2000-25KTL-M5
Efficiency					
Max. efficiency	98.4%	98.4%	98.4%	98.4%	98.4%
European weighted efficiency	97.9%	98.0%	98.1%	98.1%	98.2%
Input					
Recommended max. PV power ¹	18,000 Wp	22,500 Wp	25,500 Wp	30,000 Wp	37,500 Wp
Max. input voltage ²	1100 V				
Full-load MPPT voltage range	370V-800V	410V-800V	440V-800V	480V-800V	530-800V
MPPT Operating voltage range ³	200 V – 1000 V				
Start-up voltage	200 V				
Rated input voltage	600 V				
Max. input current per MPPT	30 A (two string) / 20 A (single string)				
Max. short-circuit current	40 A				
Number of MPP trackers	2				
Max. number of inputs	4				
Output					
Grid connection	Three phase				
Rated output power	12,000 W	15,000 W	17,000 W	20,000 W	25,000 W
Max. apparent power	13,200 W	16,500 VA	18,700 VA	22,000 VA	27,500 VA
Rated output voltage	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 239.6 Vac / 415Vac, 3W + N + PE				
Rated AC grid frequency	50 Hz / 60 Hz				
Max. output current	18.2A/380Vac 17.3A/400Vac 16.7A/415Vac	25.2A/380Vac 23.9A/400Vac 23.1A/415Vac	28.6A/380Vac 27.1A/400Vac 26.1A/415Vac	33.6A/380Vac 31.9A/400Vac 30.8A/415Vac	42.0A/380Vac 39.9A/400Vac 38.5A/415Vac
Adjustable power factor	0.8 leading – 0.8 lagging				
Max. total harmonic distortion	≤ 3 %				
Features & Protections					
Overvoltage Category	PV II / AC III				
Input-side disconnection device	Yes				
Anti-islanding protection	Yes				
AC over-current protection	Yes				
DC reverse-polarity protection	Yes				
String fault detection	Yes				
DC surge protection	TYPE II				
AC surge protection	CLASS II				
Residual current monitoring unit	Yes				
Arc fault protection	Yes				
Ripple control	Yes				
Integrated PID recovery ⁴	Yes				
General Data					
Operation temperature range	-25 – + 60 °C (-13 °F – 140 °F)				
Relative humidity	0 % RH – 100% RH				
Max. operating altitude	0 – 4,000 m (13,123 ft.) (Derating above 2000 m)				
Cooling	Smart air cooling				
Display	LED Indicators; Integrated WLAN + FusionSolar App				
Communication	RS485; WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Optional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional)				
Weight (with mounting plate)	21kg (46.4 lb)				
Dimensions (W x H x D) (incl. mounting plate)	546 x 460 x 228mm (21.5 x 18.1 x 9.0 inch)				
Degree of protection	IP66				
Optimizer Compatibility					
DC MBUS compatible optimizer	SUN2000-450W-P, SUN2000-450W-P2, SUN2000-600W-P, SUN2000-1300W-P, SUN2000-1100W-P				
Standard Compliance (more available upon request)					
Safety	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2				
Grid connection standards	G99, EN 50549, CEI 0-21, CEI 0-16, VDE-AR-N-4105, VDE-AR-N-4110, C10/11, ABNT, VFR 2019, UNE 217001, UNE 217002, RD 244, TOR D4, IEC61727, IEC62116				

¹ Inverter max input PV power is 40,000 Wp when long strings are designed and fully connected with SUN2000-450W-P power optimizers.

² The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.

³ Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.

⁴ SUN2000-12-20KTL-40 raises potential between PV- and ground to above zero through integrated PID recovery function to recover module degradation from PID. Supported module types include: P-type (mono, poly)

Afumex

Baja tensión

AFUMEX CLASS 1000 V (AS) - RZ1-K (AS)



Tensión asignada: 0,6/1 kV
Norma diseño: UNE 21123-4
Designación genérica: RZ1-K (AS)



N° DoP 1003875



DESCÁRGATE la DoP
(declaración de prestaciones)
<https://es.prysmiangroup.com/dop>



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



No propagación de incendio
UNE-EN 50399
UNE-EN 60332-3-24
IEC 60332-3-24



Libre de halógenos
UNE-EN 60754-2
UNE-EN 60754-1
IEC 60754-2
IEC 60754-1



Baja emisión de gases tóxicos
UNE-EN 60754-2
NFC 20454, It-1
DEF-STAN 02-713



Baja emisión de humos
UNE-EN 50399



Baja opacidad de humos
UNE-EN 61034-2
IEC 61034-2



Baja emisión de gases corrosivos
UNE-EN 60754-2
IEC 60754-2
NFC 20453



Baja emisión de calor
UNE-EN 50399



Reducido Desprendimiento de gotas / partículas inflamadas
UNE-EN 50399



Resistencia a la absorción del agua



Resistencia al frío



Cable flexible



Resistencia a los rayos ultravioleta



Alta seguridad

- Temperatura de servicio: -25 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 3500 V.

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): C_{ca}-s1b,d1,a1.
- Requerimientos de fuego: UNE-EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: UNE-EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo:
UNE-EN 60332-1-2; UNE-EN 50399;
UNE-EN 60754-2; UNE-EN 61034-2.

Normativa de fuego completa (incluidas normas aplicables a países no pertenecientes a la Unión Europea):

- No propagación de la llama:

UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2

- No propagación del incendio:
UNE-EN 50399; UNE-EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos:
UNE-EN 60754-2; UNE-EN 60754-1;
IEC 60754-2; IEC 60754-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos:
UNE-EN 60754-2; NFC 20454; DEF STAN 02-713.
- Baja emisión de humos:
UNE-EN 50399.
- Baja opacidad de humos:
UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Baja emisión de gases corrosivos:
UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2; NFC 20453.
- Baja emisión de calor:
UNE-EN 50399.
- Reducido desprendimiento de gotas/partículas inflamadas:
EN 50399.

Prysmian

A brand of
Prysmian
Group

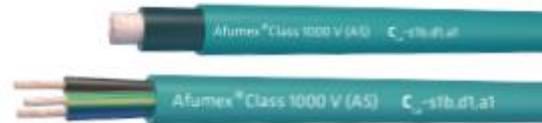
Afumex

Baja tensión

AFUMEX CLASS 1000 V (AS) - RZ1-K (AS)



Tensión asignada: 0,6/1 kV
Norma diseño: UNE 21123-4
Designación genérica: RZ1-K (AS)



- ✓ **Máxima pelabilidad**
Gracias a la capa especial antiadherente se puede retirar la cubierta fácil y rápidamente. Un importante ahorro de tiempo de instalación.
- ✓ **Limpio y ecológico**
La ausencia de talco y aceites de silicona permite un ambiente de trabajo más limpio y con menos partículas contaminantes.

Aplicaciones

Cable de fácil pelado especialmente adecuado para instalaciones en locales de pública concurrencia: salas de espectáculos, centros comerciales, escuelas, hospitales, edificios de oficinas, pabellones deportivos, etc.

En centros informáticos, aeropuertos, naves industriales, parkings y túneles de carreteras, locales de difícil ventilación y/o evacuación, etc.

En toda instalación donde el riesgo de incendio no sea despreciable: instalaciones en montaje superficial, canalizaciones verticales en edificios o sobre bandejas, etc., o donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego y/o la ecología de los productos en edificios o sobre bandejas, etc., o donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego y/o la ecología de los productos de construcción.

Líneas generales de alimentación (ITC-BT 14). -Derivaciones individuales ITC-BT 15) -Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20). -Locales de pública concurrencia (ITC-BT 28). -Locales con riesgo de incendio o explosión (adecuadamente canalizado) (ITC-BT 29). -Industrias (Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales R.D. 2267/2004. -Edificios en general (Código técnico de la Edificación, R.D. 314/2006, art. 11).

NOTA: para tuneles ferroviarios consultar a Prysmian. La normativa europea exige clase B2_{ca}-s1a, d1, a1.

Construcción

1. Conductor
Metal: cobre recocido.
Flexibilidad: flexible, clase 5, según UNE EN 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.
2. Aislamiento
Material: mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según UNE HD 603-1.
Colores: marrón, negro, gris, azul, amarillo/verde según UNE 21089-1. Unipolares color natural.
3. Elemento separador
Capa especial antiadherente.
4. Relleno (si aplica)
Material: mezcla LSOH libre de halógenos.
5. Cubierta
Material: mezcla especial libre de halógenos tipo AFUMEX UNE 21123-4.
Color: verde.

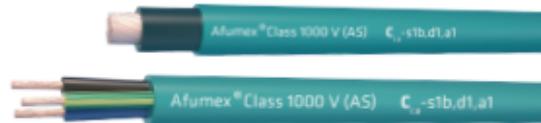
Prysmian

A brand of
Prysmian
Group

AFUMEX CLASS 1000 V (AS) - RZ1-K (AS)



Tensión asignada: 0,6/1 kV
Norma diseño: UNE 2123-4
Designación genérica: RZ1-K (AS)



Datos técnicos

Número de conductores x sección (mm ²)	Espesor de aislamiento (mm) (1)	Diámetro exterior (mm) (1)	Peso (kg/km) (1)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Intensidad admisible al aire (2) (A)	Intensidad admisible enterrado (3) (A)	Caída de tensión (V/A km) (2) y (3)	
							cos Φ = 1	cos Φ = 0,8
.../... 3 x 25/16	0,9/0,7	Consultar	Consultar	0,780/0,21	115	96	1,62	1,38
3 x 35/16	0,9/0,7	Consultar	Consultar	0,554/0,21	143	117	1,17	1,01
3 x 50/25	1,0/0,9	Consultar	Consultar	0,386/0,28	174	138	0,86	0,77
3 x 70/35	1,1/0,9	Consultar	Consultar	0,272/0,554	225	170	0,6	0,56
3 x 95/50	1,1/1,0	Consultar	Consultar	0,206/0,386	271	202	0,43	0,42
3 x 120/70	1,2/1,1	Consultar	Consultar	0,161/0,272	314	230	0,34	0,35
3 x 150/70	1,4/1,1	Consultar	Consultar	0,129/0,272	359	260	0,28	0,3
3 x 185/95	1,6/1,1	Consultar	Consultar	0,106/0,206	409	291	0,22	0,26
3 x 240/120	1,7/1,2	Consultar	Consultar	0,0801/0,161	489	336	0,17	0,21
3 x 300/150	1,8/1,4	Consultar	Consultar	0,0641/0,129	549	380	0,14	0,18
4 G 1,5	0,7	11,2	173	13,3	20	21	26,94	21,67
4 G 2,5	0,7	12,3	227	7,98	28	27	16,23	13,1
4 G 4	0,7	13,4	298	4,95	38	35	10,16	8,23
4 G 6	0,7	14,7	391	3,3	49	44	6,87	5,59
4 G 10	0,7	17,5	593	1,91	68	58	4,06	3,34
4 G 16	0,7	20,4	855	1,21	91	75	2,56	2,13
4 x 25	0,9	24,3	1267	0,78	115	96	1,62	1,38
4 x 35	0,9	28,4	1792	0,55	143	117	1,17	1,01
4 x 50	1,0	32,5	2439	0,38	174	138	0,86	0,77
4 x 70	1,1	37,1	3359	0,27	225	170	0,6	0,56
4 x 95	1,1	41,2	4276	0,20	271	202	0,43	0,42
4 x 120	1,2	46,7	5500	0,16	314	230	0,34	0,35
4 x 150	1,4	51,8	6750	0,12	359	260	0,28	0,3
4 x 185	1,6	57,6	8172	0,10	409	291	0,22	0,26
4 x 240	1,7	64,4	10642	0,08	489	336	0,17	0,21
5 G 1,5	0,7	12	202	13,3	20	21	26,94	21,67
5 G 2,5	0,7	13,3	266	7,98	28	27	16,23	13,1
5 G 4	0,7	14,5	351	4,95	38	35	10,16	8,23
5 G 6	0,7	16	467	3,3	49	44	6,87	5,59
5 G 10	0,7	19	711	1,91	68	58	4,06	3,34
5 G 16	0,7	22,2	1028	1,21	91	75	2,56	2,13
5 G 25	0,9	26,6	1529	0,78	115	96	1,62	1,38
5 G 35	0,9	31,4	2169	0,55	143	117	1,17	1,01
5 G 50	1,0	35,2	2969	0,38	174	138	-	-

(1) Valores aproximados.

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

→ XLP3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).

→ XLP2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).

→ XLP3 con instalación tipo E → columna 10b (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

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

→ XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→ XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) → 2x, 3G monofásica.

Según UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52.

Prysmian

A brand of
Prysmian Group

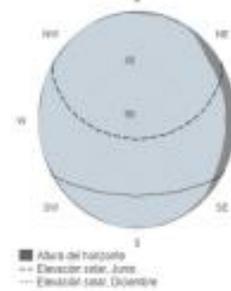


PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

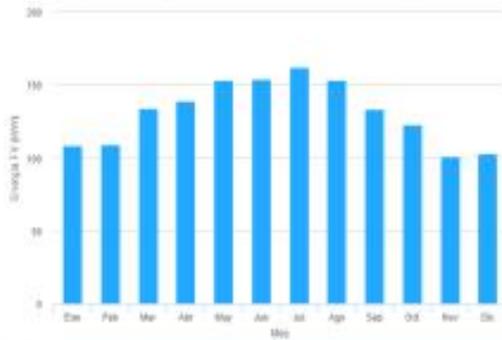
Datos proporcionados:
 Latitud/Longitud: 38.640,-0.866
 Horizonte: Calculado
 Base de datos: PVGIS-SARAH2
 Tecnología FV: Silicio cristalino
 FV instalado: 1 kWp
 Pérdidas sistema: 14 %

Resultados de la simulación
 Ángulo de inclinación: 30 °
 Ángulo de azimut: 0 °
 Producción anual FV: 1573.28 kWh
 Irradiación anual: 2110.47 kWh/m²
 Variación interanual: 47.47 kWh
 Cambios en la producción debido a:
 Ángulo de incidencia: -2.6 %
 Efectos espectrales: 0.57 %
 Temperatura y baja irradiancia: -11.52 %
 Pérdidas totales: -25.45 %

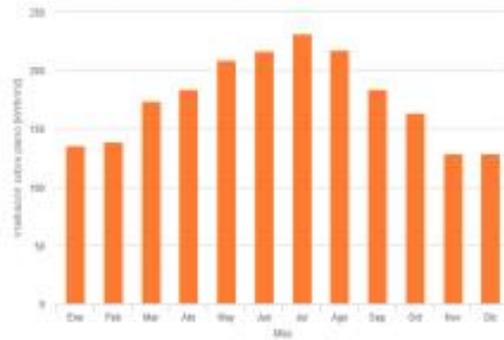
Perfil del horizonte en la localización seleccionada



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E _m	H _(j) _m	SD _m
Enero	108.6	135.6	15.3
Febrero	109.3	138.4	13.5
Marzo	134.1	173.8	12.9
Abril	138.7	184.1	10.6
Mayo	153.1	208.9	11.9
Junio	154.2	216.2	5.5
Julio	161.8	231.1	4.3
Agosto	153.3	217.3	5.2
Septiembre	133.6	184.0	9.0
Octubre	122.7	163.8	11.0
Noviembre	100.9	128.8	12.1
Diciembre	103.0	128.5	9.1

E_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].
 H_(j)_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 Comisión Europea recomienda esta serie de publicaciones al ser una publicación de la información que se proporciona y que se aplica de la Unión Europea en general. El usuario garantiza que la información contenida en esta publicación es correcta y que no se ha alterado. En consecuencia, la Comisión Europea no se responsabiliza de cualquier error o omisión que pueda surgir de esta publicación. Además, la Comisión Europea no garantiza que la información contenida en esta publicación sea adecuada para cualquier propósito específico. El usuario garantiza que la información contenida en esta publicación es correcta y que no se ha alterado. En consecuencia, la Comisión Europea no se responsabiliza de cualquier error o omisión que pueda surgir de esta publicación. Para obtener más información, por favor visite http://ec.europa.eu/energy/energy_en.



PVGIS © Unión Europea, 2001-2023. Reproduction is authorized, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Informe creado el 2023/05/31

CUBIERTAS / Paneles en horizontal lastrado triángulo 2 piezas



Nuestro triángulo 2 piezas, está preparado para instalarse, en todo tipo de cubierta.

- **Ahorro** de material.
- **Variedad** de ángulos para cubrir las necesidades del proyecto.
- Gran **adaptabilidad** a las diferentes superficies y tipos de paneles del mercado.

Nº	Referencia	Definición	Dimensiones	Material	Imagen
1	TR2P()G	TRIÁNGULO 2 PIEZAS	A MEDIDA	ALUMINIO	
2	74X25	CARRIL ALUMINIO	74X25x7000	ALUMINIO	
3	PBORDILLO	PLETINA BORDILLO	150x80	ALUMINIO	
4	BORDILLO <small>INCLUIDOS BAJO ORDENADA</small>	LASTRE BORDILLO	Dependiendo del proyecto	HORMIGÓN	
5	FIN()	FINZA FINAL	30/35/40/45/50	ALUMINIO	
7	9128X()A2	TORNILLO ALLEN	M8x20/30/50	ACERO INOXIDABLE	
8	9338X20A2	TUERCA HEXAGONAL	M8	ACERO INOXIDABLE	
9	9021M8A2	ARANDELA	M8	ACERO INOXIDABLE	
10	TCM838	TUERCA CARRIL	M8	ALUMINIO	

segui@segui.com.es

ETI

Cubiertas

Huertas Solares

Accesorios

VIII. Anexo VI Planos.

Planos

Plano 1 Situación.

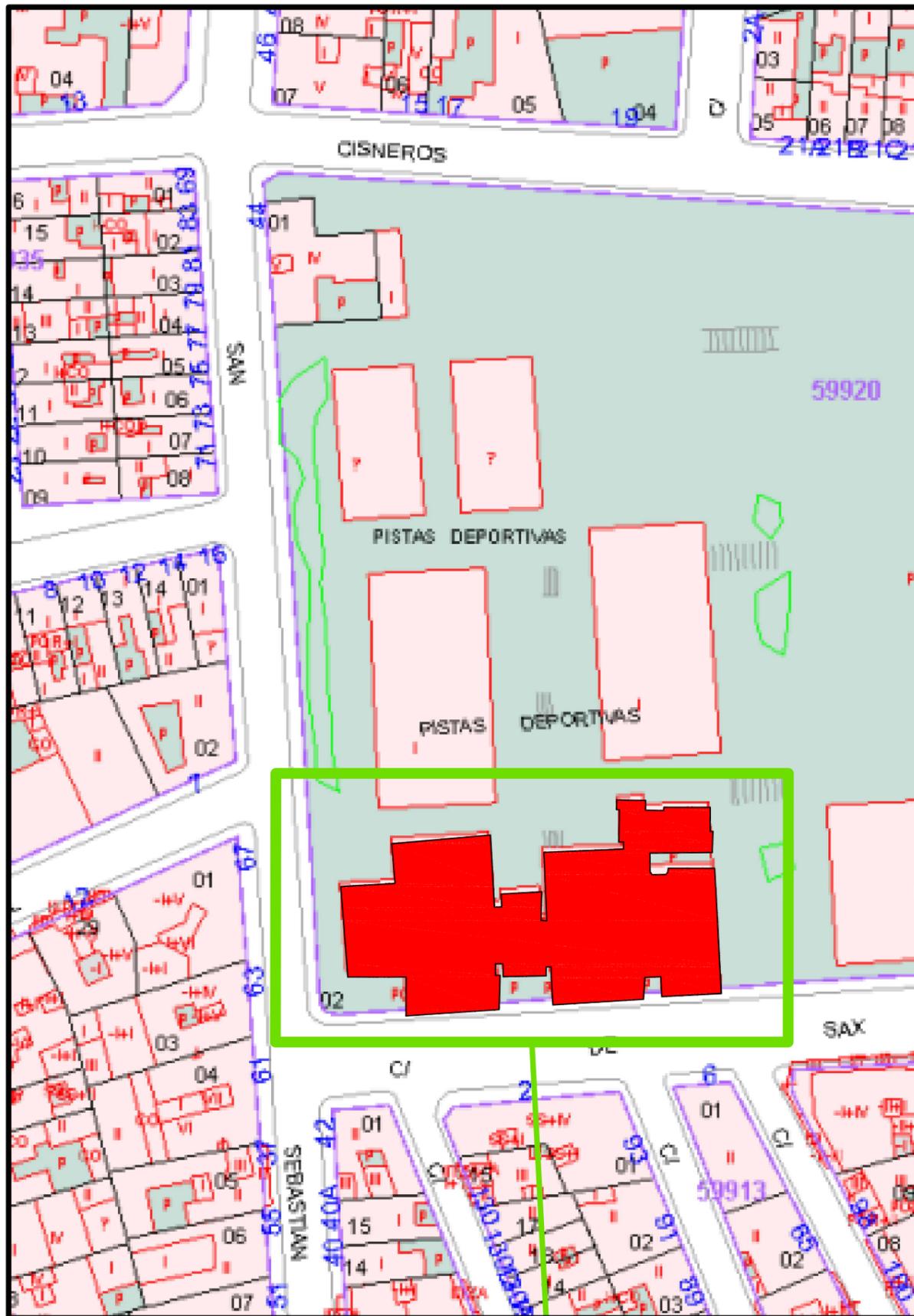
Plano 2 Distribución de los módulos en la cubierta.

Plano 3 Cuadros e inversores.

Plano 4 Detalle cuadro CC.

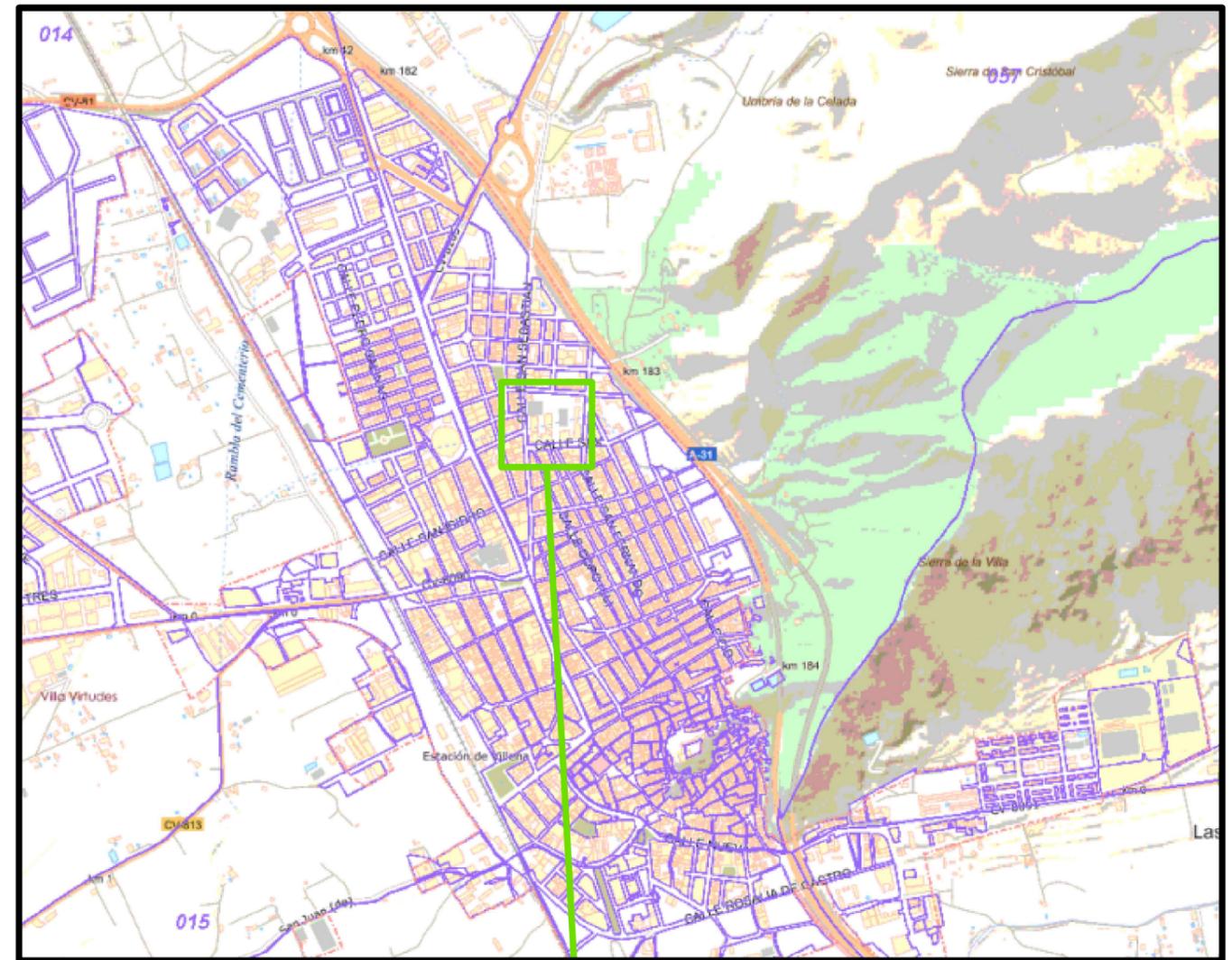
Plano 5 Instalación tierra.

Plano 6 Unifilar instalación.



ESCALA: 1:2.000

PROYECTO



ESCALA: 1:20.000

VILLENA

PROYECTO

PLANO Nº:	1	TITULAR:	EXCELENTISIMO AYUNTAMIENTO DE VILLENA
FECHA:	JULIO 2023	CREADO POR:	JUAN PEDRO CABANES ÚBEDA
ESCALA:	VARIAS		

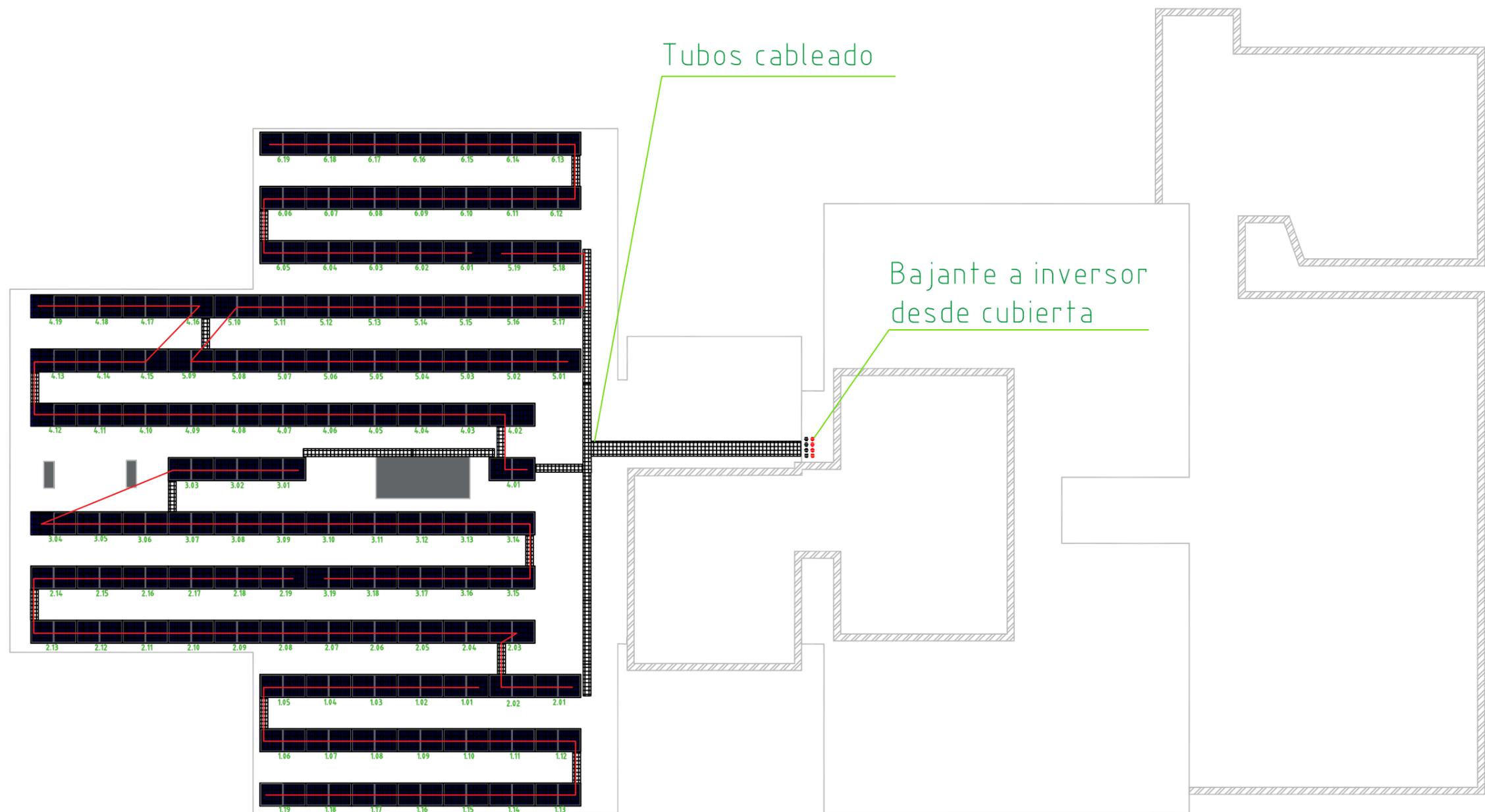
DESIGNACIÓN PLANO DE SITUACIÓN

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

TRABAJO FIN DE GRADO

Estudio técnico económico de una instalación fotovoltaica para autoconsumo con excedentes ubicada en un edificio municipal destinado a la docencia, sito en la localidad de Villena, provincia de Alicante.





	Paneles 550 W
	Cobertura tubos cableado
	Bajante a inversores

PLANO Nº: 2	TITULAR: EXCELENTISIMO AYUNTAMIENTO DE VILLENA
FECHA: JULIO 2023	CREADO POR: JUAN PEDRO CABANES ÚBEDA
ESCALA: 1:200	

DESIGNACIÓN DISTRIBUCIÓN DE LOS MÓDULOS EN CUBIERTA

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

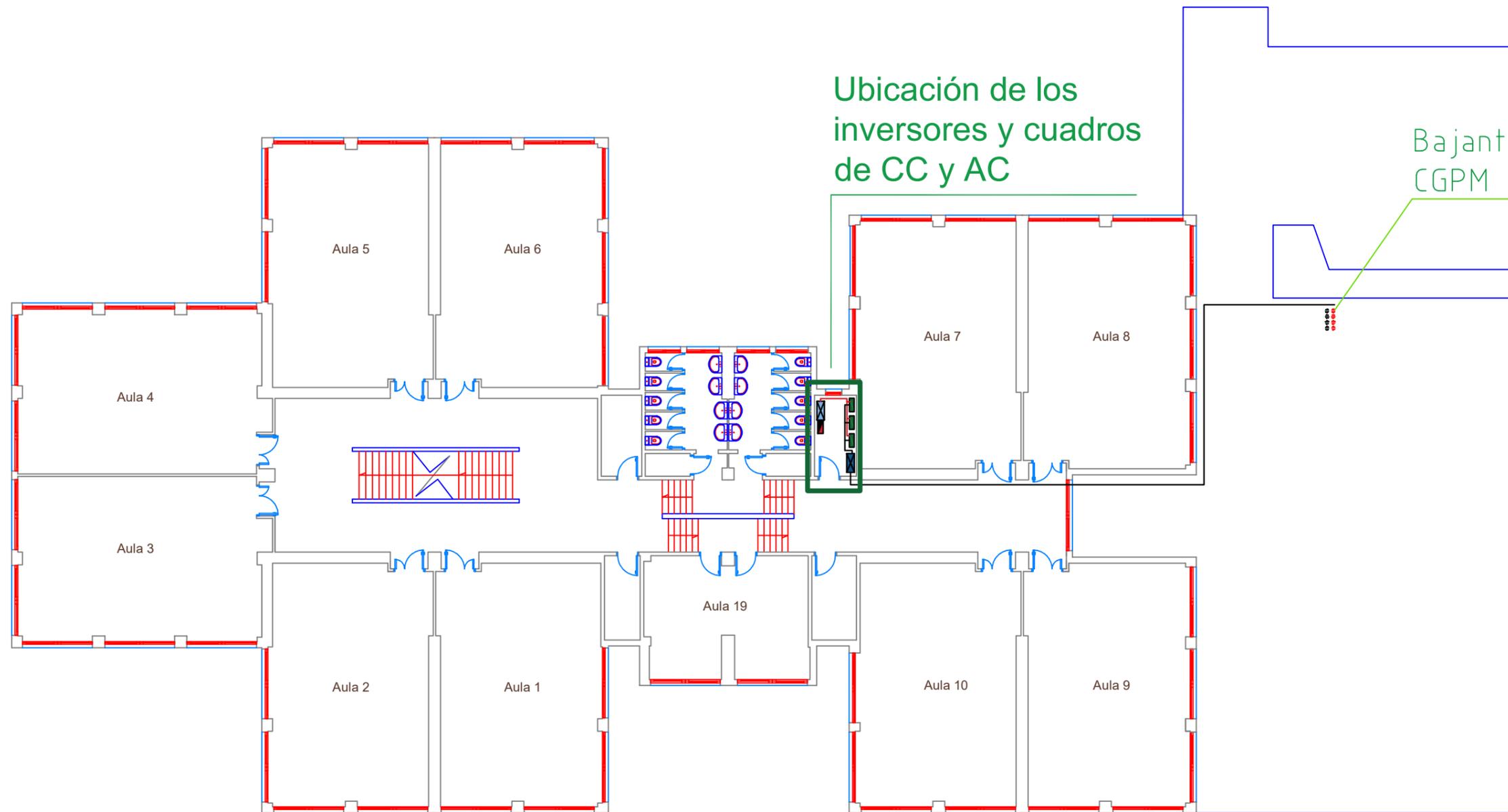
TRABAJO FIN DE GRADO

Estudio técnico económico de una instalación fotovoltaica para autoconsumo con excedentes ubicada en un edificio municipal destinado a la docencia, sito en la localidad de Villena, provincia de Alicante.



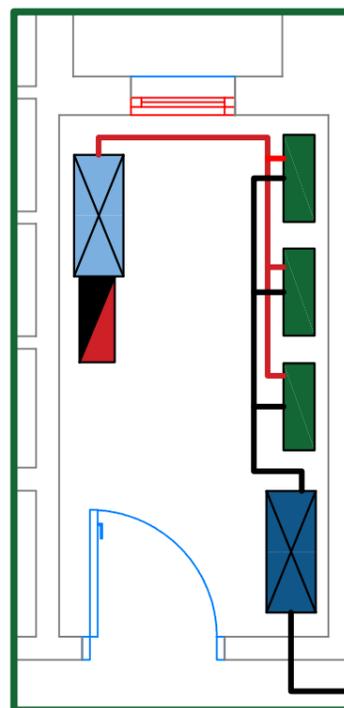
Ubicación de los inversores y cuadros de CC y AC

Bajante de CGCA a CGPM



ESCALA: 1:200

	Fusibles
	Cuadro CC
	Inversor
	Cuadro AC
	Línea CC
	Línea AC
	Bajante a CGPM



PLANO Nº: 3	TITULAR: EXCELENTISIMO AYUNTAMIENTO DE VILLENA
FECHA: JULIO 2023	CREADO POR: JUAN PEDRO CABANES ÚBEDA
ESCALA: Varias	

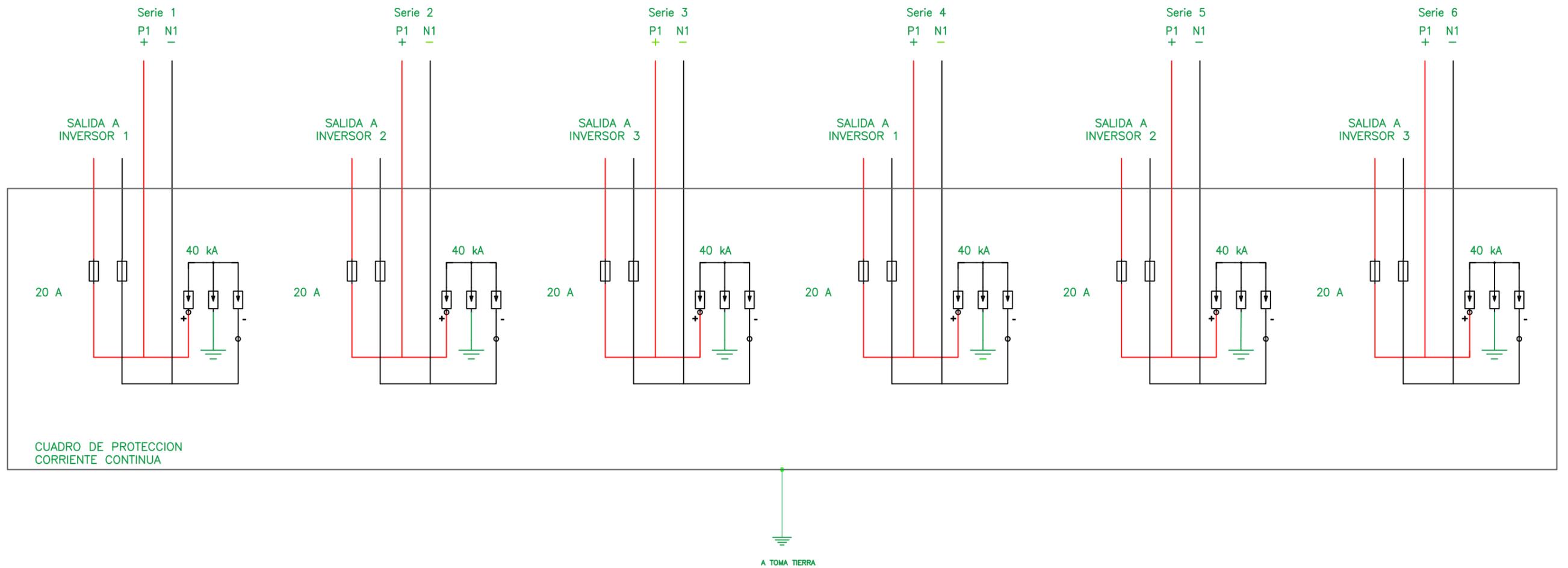
DESIGNACIÓN CUADROS E INVERSORES, PLANTA PRIMERA

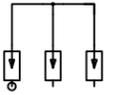
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

TRABAJO FIN DE GRADO

Estudio técnico económico de una instalación fotovoltaica para autoconsumo con excedentes ubicada en un edificio municipal destinado a la docencia, sito en la localidad de Villena, provincia de Alicante.





	Fusible
	Descargador sobretensiones transitorias
	Toma tierra

PLANO Nº:	4	TITULAR:	EXCELENTISIMO AYUNTAMIENTO DE VILLENA
FECHA:	JULIO 2023	CREADO POR:	JUAN PEDRO CABANES ÚBEDA
ESCALA:	sin escala		

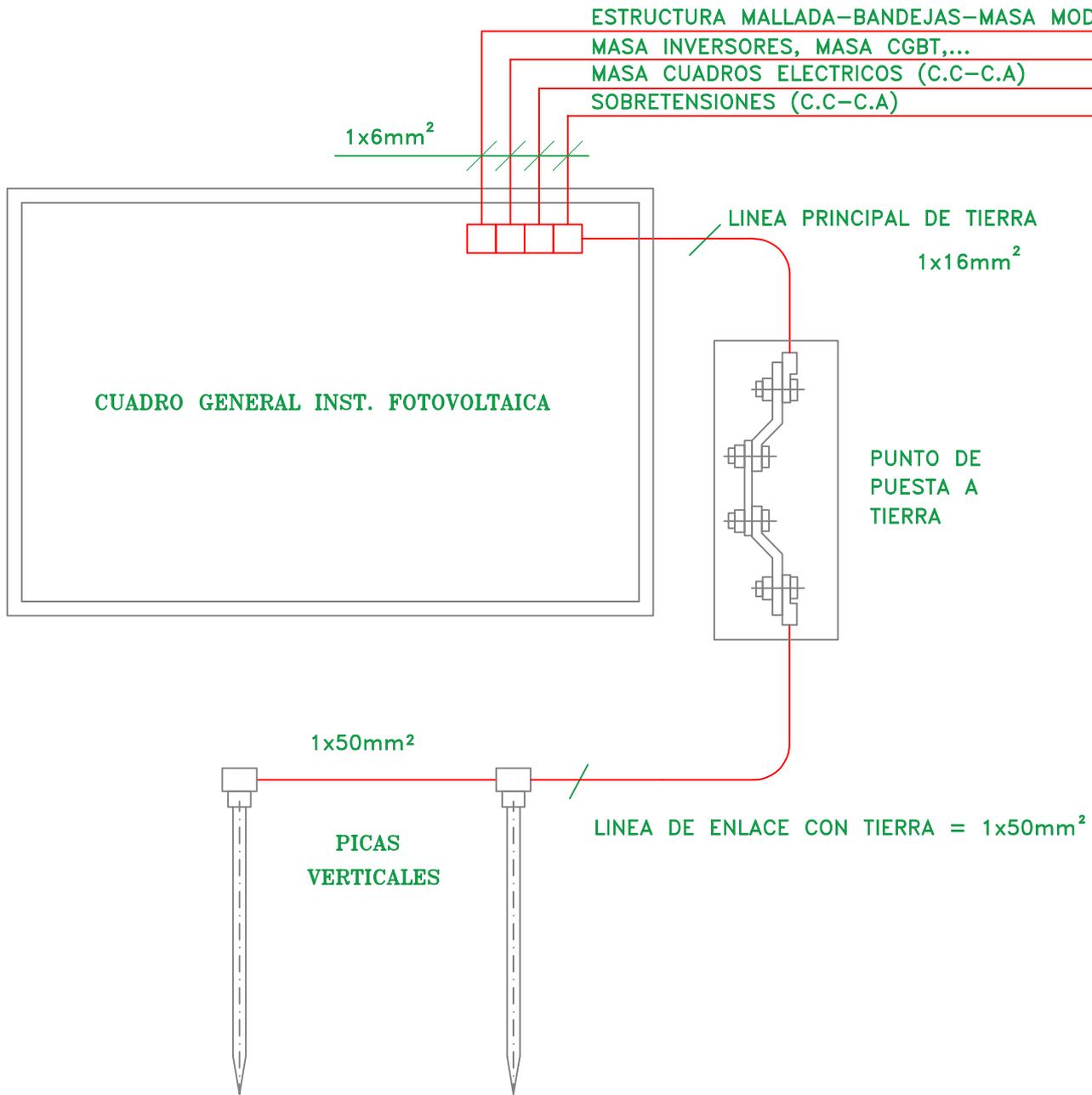
DESIGNACIÓN: Detalle cuadro corriente continua

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

TRABAJO FIN DE GRADO

Estudio técnico económico de una instalación fotovoltaica para autoconsumo con excedentes ubicada en un edificio municipal destinado a la docencia, sito en la localidad de Villena, provincia de Alicante.





PLANO Nº: 5
 FECHA: JULIO 2023
 ESCALA: sin cota

TITULAR: EXCELENTISIMO AYUNTAMIENTO DE VILLENA

CREADO POR: JUAN PEDRO CABANES ÚBEDA

DESIGNACIÓN: Instalación toma a tierra

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

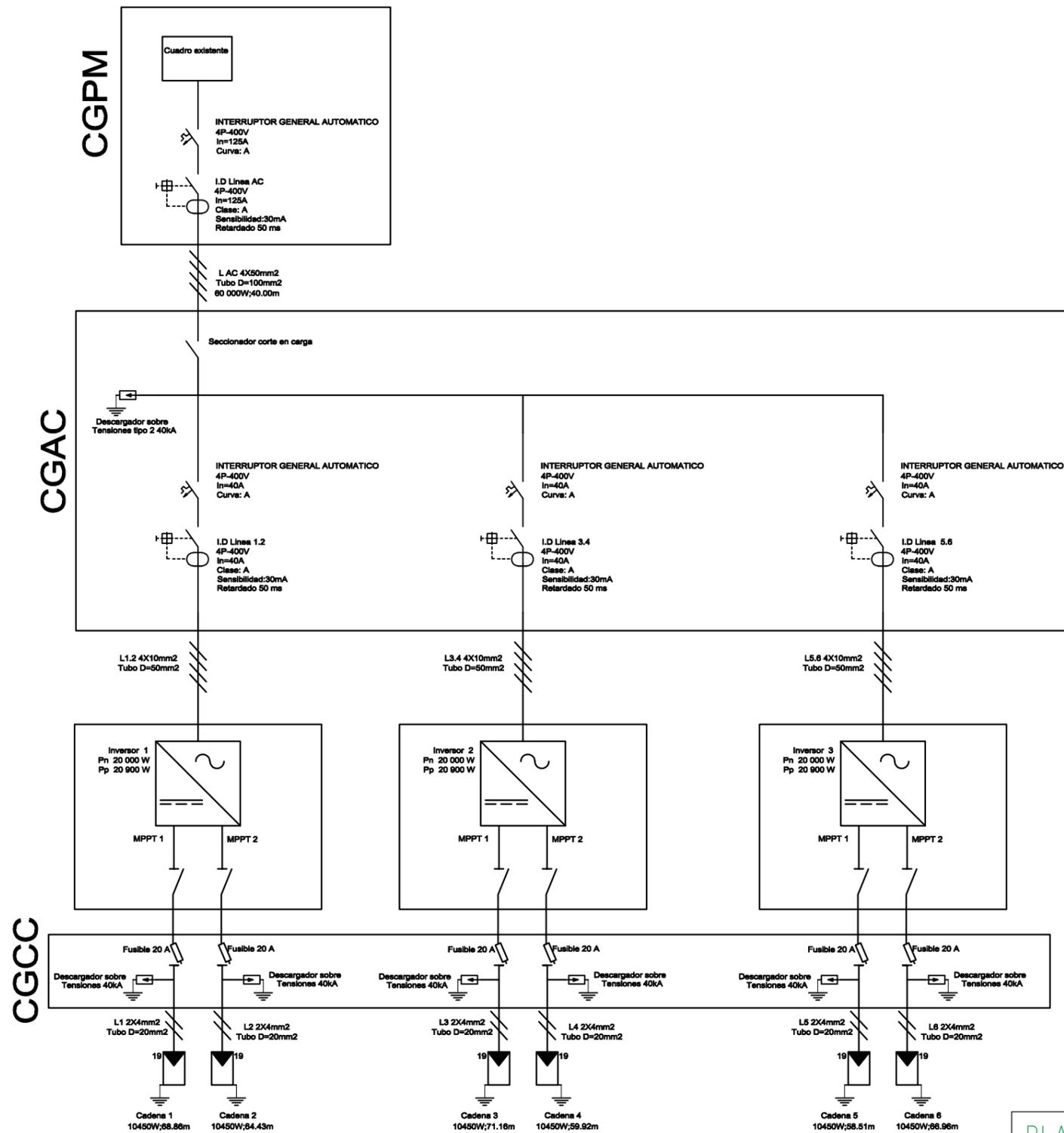
TRABAJO FIN DE GRADO

Estudio técnico económico de una instalación fotovoltaica para autoconsumo con excedentes ubicada en un edificio municipal destinado a la docencia, sito en la localidad de Villena, provincia de Alicante.



UNIVERSITAT
 POLITÈCNICA
 DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI



PLANO Nº:	6	TITULAR:	EXCELENTISIMO AYUNTAMIENTO DE VILLENA
FECHA:	JULIO 2023	CREADO POR:	JUAN PEDRO CABANES ÚBEDA
ESCALA:	Sin cota		

DESIGNACIÓN	Unifilar instalación FV
-------------	-------------------------

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

TRABAJO FIN DE GRADO

Estudio técnico económico de una instalación fotovoltaica para autoconsumo con excedentes ubicada en un edificio municipal destinado a la docencia, sito en la localidad de Villena, provincia de Alicante.



29 Bibliografía

-JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) - European Commission.

(2016, 11 enero). https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/

-Sede Electrónica del Catastro - Inicio. (s. f.). <https://www.sedecatastro.gob.es/>

-Iberdrola clientes, tarifa 3.1 <https://www.iberdrola.es/>

- I-DE distribución. Redes www.i-de.es

-BOE. Agencia Estatal del Boletín oficial del Estado. <https://boe.es/>

-BOE. Agencia Estatal del Boletín oficial del Estado. Reglamento electrotécnico para baja tensión e ITC. [REBT](#)

-M.I. Ayuntamiento de Villena <https://www.villena.es/>