



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Jaén

Trabajo Fin de Grado

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED PARA AUTOCONSUMO EN UNA INDUSTRIA DEL SECTOR AGROALIMENTARIO

Alumno: Francisco Olivera Mellado

Tutor: Prof. D. Pedro Gómez Vidal
Dpto: Ingeniería eléctrica

Junio, 2017



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Don Pedro Gómez Vidal , tutor del Proyecto Fin de Carrera titulado: Instalación fotovoltaica conectada a red para autoconsumo en una industria del sector agroalimentario, que presenta Francisco Olivera Mellado, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, Junio de 2017

El alumno:

Francisco Olivera Mellado

Los tutores:

Pedro Gómez Vidal

Contenido

Resumen de ilustraciones	4
Resumen de tablas	4
1. Memoria.....	7
1.1. Objeto del proyecto	8
1.2. Promotor	8
1.3. Localización	8
1.4. Reglamento y normativa aplicada	8
1.5. Posibles zonas para instalación de módulos en el supermercado	10
1.6. Características del generador fotovoltaico	10
1.7. Energía generada y ahorro estimado	11
1.8. Solución adoptada	15
1.8.1. Tipo de instalación.....	15
1.8.2. Localización, conexión e instalación de los módulos fotovoltaicos	15
1.8.3. Estructura para la instalación de los módulos	17
1.8.4. Módulos e inversor	18
1.8.5. Cajas de conexión y cuadros de baja tensión	19
1.8.6. Cableado	28
1.8.7. Protecciones	30
1.9. Bibliografía	37
2. Anexos.....	39
2.1. Anexo 1: Cálculos	40
2.1.1. Energía generada	41
2.1.2. Ahorro estimado	53
2.1.3. Elección del cableado.....	70
2.1.4. Canalizaciones	83
2.1.5. Protecciones	84
2.2. Anexo 2: Pérdidas por orientación e inclinación del generador distinta de la óptima	94
2.2.1. Pérdidas por orientación e inclinación del generador distintas de la óptima. 95	
2.2.2. Pérdidas de radiación solar por sombras circundantes	98
2.2.3. Distancia mínima entre filas de módulos.	101

2.3.	Anexo 3: Estudio para la elección del tipo de instalación más apropiada	104
2.4.	Anexo 4: Elección de módulos e inversor	105
2.5.	Anexo 5: Localización de los módulos fotovoltaicos	105
2.6.	Anexo 6: Fichas técnicas de los elementos de la instalación.....	107
3.	Pliego de condiciones.....	108
3.1.	CONDICIONES GENERALES	109
3.1.1.	Objeto de este pliego.....	109
3.1.2.	Descripción de las obras	109
3.1.3.	Documentos que definen las obras	110
3.2.	DISPOSICIONES VIGENTES.....	111
3.3.	CARACTERISTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	112
3.3.1.	OBRA CIVIL.....	112
3.3.2.	ESTRUCTURA METÁLICA.....	113
3.3.3.	GENERADORES FOTOVOLTAICOS.....	114
3.4.	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	117
3.5.	ENSAYO Y PRUEBAS DE RECEPCIÓN.....	118
4.	Presupuesto	121
4.1.	Presupuesto y mediciones	121
4.2.	Justificación de precios	121
4.3.	Resumen de presupuesto	121
5.	Estudio de viabilidad.....	133
5.1.	El presupuesto general de la instalación.....	134
5.2.	Subvención de la instalación.....	134
5.3.	Criterios de rentabilidad	134
5.3.1.	Valor Actual neto (VAN).....	135
5.3.2.	Tasa interna de retorno (TIR)	136
6.	Estudio básico de seguridad y salud	137
6.1.	Justificación.....	138
6.2.	Objeto.....	138
6.3.	Contenido del EBSS.....	139
7.	Estudio medio ambiental	162
7.1.	Impacto debido al funcionamiento de la instalación	163
7.2.	Emisiones a la atmosfera	163
7.3.	Flora y fauna	163

7.4. Vertidos tóxicos y peligrosos 163

7.5. Impacto debido a la fabricación de los componentes..... 164

8. Planos..... 165

Resumen de ilustraciones

Ilustración 1 Precio de la energía	11
Ilustración 2 Instalación más apropiada	12
Ilustración 3 Energía generada- consumo.....	13
Ilustración 4 Ahorro por mes	13
Ilustración 5 Energía generada por mes	14
Ilustración 6 Ahorro por KWp instalados	14
Ilustración 7 Inclinación de cubierta	
Ilustración 8 Vista en planta de cubierta inclinada	16
Ilustración 9 Vista en planta de la cubierta plana	16
Ilustración 10 Sistema de instalación de módulos en la cubierta inclinada [1]	17
Ilustración 11 Estructura para instalación de módulos en la cubierta plana [2]	17
Ilustración 12 Descargador de sobretensión para CC [2].....	21
Ilustración 13 Esquema de conexión de los descargadores de sobretensión para CC [3]	21
Ilustración 14 Descargador de sobretensión para C.BT.DC [2].....	22
Ilustración 15 Esquema de conexión de los descargadores de sobretensión para el C.BT.DC [3]	23
Ilustración 16 Interruptor seccionador C.BT.DC,INV1 [2]	24
Ilustración 17 Interruptor seccionador C.BT.DC,INV2 [2]	24
Ilustración 18 Interruptor seccionador C.BT.DC,INV 3 [2]	25
Ilustración 19 Interruptor magnetotérmico diferencial monoblock DX 6000 [3]	26
Ilustración 20 Descargador de sobretensión recomendado [2]	27
Ilustración 21 Sistema de bloqueo para interruptor magnetotérmico [5]	28
Ilustración 22 Cable utilizado para la parte DC [6]	29
Ilustración 23 Cable utilizado para la parte AC.....	29
Ilustración 24 Interruptor magnetotérmico diferencial monoblock DX 6000 [3]	31
Ilustración 25 Esquema de conexión de los descargadores clase C [3].....	32
Ilustración 26 Descargador de sobretensión para CC [2].....	33
Ilustración 27 Descargador de sobretensión recomendado [2]	33
Ilustración 28 Esquema de conexión de los descargadores de tensión clase D [2]	34
Ilustración 29 Factor de corrección por número de cables y separación entre ellos	80
Ilustración 30 Factor de corrección para diferentes profundidades de instalación	80
Ilustración 31 Número medio anual de días de tormenta	89
Ilustración 32 Límites de inclinación primera configuración [3].....	96
Ilustración 33 Límites de inclinación segunda configuración [3]	97
Ilustración 34 Trayectorias del sol [3]	98
Ilustración 35 Distancia mínima entre módulos [3]	101
Ilustración 36 Sombra de la cubierta	102

Resumen de tablas

Tabla 1 Características eléctricas de la instalación	11
Tabla 2 Ahorro y energía generada anual	12
Tabla 3 Características de los módulos	18

Tabla 4 Características de los inversores	18
Tabla 5 Máxima y mínima tensión y frecuencia.....	19
Tabla 6 Valores de obligado cumplimiento para la conexión a red	35
Tabla 7 Irradiancia y T_{amb} Enero [5].....	42
Tabla 8 Irradiancia y T_{amb} Febrero [5]	42
Tabla 9 Irradiancia y T_{amb} Marzo [5]	43
Tabla 10 Irradiancia y T_{amb} Abril [5].....	43
Tabla 11 Irradiancia y T_{amb} Mayo [5]	44
Tabla 12 Irradiancia y T_{amb} Junio [5].....	44
Tabla 13 Irradiancia y T_{amb} Julio [5].....	45
Tabla 14 Irradiancia y T_{amb} Agosto [5]	45
Tabla 15 Irradiancia y T_{amb} Septiembre [5].....	46
Tabla 16 Irradiancia y T_{amb} Octubre [5]	46
Tabla 17 Irradiancia y T_{amb} Noviembre [5].....	47
Tabla 18 Irradiancia y T_{amb} Diciembre [5]	47
Tabla 19 Energía generada por horas en enero.....	50
Tabla 20 Energía generada por horas Febrero	50
Tabla 21 Energía generada por horas Marzo.....	50
Tabla 22 Energía generada por horas Abril	51
Tabla 23 Energía generada por horas Mayo.....	51
Tabla 24 Energía generada por horas Junio	51
Tabla 25 Energía generada por horas julio	51
Tabla 26 Energía generada por hora Agosto	52
Tabla 27 Energía generada por hora Septiembre	52
Tabla 28 Energía generada por horas Octubre	52
Tabla 29 Energía generada por hora Noviembre	52
Tabla 30 Energía generada por hora Diciembre	53
Tabla 31 Ahorro por energía no consumida	54
Tabla 32 Ahorro Enero	55
Tabla 33 Resumen de datos obtenidos Enero	55
Tabla 34 Ahorro Febrero	56
Tabla 35 Resumen de datos obtenidos Febrero	56
Tabla 36 Ahorro Marzo.....	57
Tabla 37 Resumen de datos obtenidos Marzo	57
Tabla 38 Ahorro Abril	58
Tabla 39 Resumen de datos obtenidos Abril.....	58
Tabla 40 Ahorro Mayo.....	59
Tabla 41 Resumen de datos obtenidos Mayo	59
Tabla 42 Energía generada-Consumo por horas Mayo	59
Energía generada-Consumo por horas (Domingo) Mayo.....	59
Tabla 44 Ahorro Junio	60
Tabla 45 Resumen de datos obtenidos Junio	60
Tabla 46 Ahorro Julio	61
Tabla 47 Resumen de datos obtenidos Julio	61
Tabla 48 Ahorro Agosto	62
Tabla 49 Resumen de datos obtenidos Agosto.....	62
Tabla 50 Ahorro Septiembre	63
Tabla 51 Resumen de datos obtenidos Septiembre.....	63
Tabla 52 Ahorro Octubre.....	64

Tabla 53 Resumen de datos ahorro Octubre	64
Tabla 54 Ahorro Noviembre	65
Tabla 55 Resumen de datos obtenidos Noviembre.....	65
Tabla 56 Ahorro Diciembre.....	66
Tabla 57 Resumen de datos obtenidos Diciembre.....	66
Tabla 58 Resultados obtenidos para cada mes	67
Tabla 59 Ahorro según diferentes Topologías.....	67
Tabla 60 Intensidad admisible.....	75
Tabla 61 Intensidad máxima admisible para conductores de cobre en instalación enterrada.....	81
Tabla 62 Método de instalación según el tipo de conductor.....	84
Tabla 63 Pérdidas máximas [3].....	95
Tabla 64 Coeficientes de pérdidas $\beta=35^\circ$ $\alpha=-30^\circ$ [3].....	99
Tabla 65 Coeficientes de pérdidas $\beta=35^\circ$ $\alpha=-30^\circ$ [3].....	100
Tabla 66 Elección del inversor	105
Tabla 67 Cálculo del VAN para cada año	135

1. Memoria

1.1. Objeto del proyecto	8
1.2. Promotor	8
1.3. Localización	8
1.4. Reglamento y normativa aplicada	8
1.5. Posibles zonas para instalación de módulos en el supermercado	10
1.6. Características del generador fotovoltaico	10
1.7. Energía generada y ahorro estimado	11
1.8. Solución adoptada	15
1.8.1. Tipo de instalación	15
1.8.2. Localización, conexión e instalación de los módulos fotovoltaicos	15
1.8.3. Estructura para la instalación de los módulos	17
1.8.4. Módulos e inversor	18
1.8.5. Cajas de conexión y cuadros de baja tensión	19
1.8.6. Cableado	28
1.8.7. Protecciones	30
1.9. Bibliografía	37

1.1. Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto es el de definir las condiciones técnicas, de ejecución y económicas de una instalación fotovoltaica con autoconsumo conectada a la red interior del suministro eléctrico de una industria del sector agroalimentario situada en Jaén.

1.2. Promotor

Ha sido recibido el encargo de la realización de este proyecto de parte de la Universidad de Jaén con motivo de la realización del Trabajo fin de grado.

1.3. Localización

El supermercado para el cual se realiza este proyecto y en el cual puede ser implantada la instalación se encuentra en la Calle Antonio Muñoz Molina, 1, 23009 Jaén.

Sus coordenadas geográficas son:

Latitud: 37,78°, hemisferio norte

Longitud: -3,78°, Oeste

En los planos de ubicación y emplazamiento nº 1 y nº 2 respectivamente se puede observar la localización de la instalación.

1.4. Reglamento y normativa aplicada

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- CTE: Código técnico de la edificación.
- Normas UNE de obligado cumplimiento.
- UNE 20460-7-712:2006: Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 7-712: Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (PV).
- UNE-EN 50618:2015: Cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos.
- UNE-HD 60364-4-43:2013: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 4-43: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra las sobrecorrientes.

- UNE-HD 60364-5-52:2014: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- UNE-HD 60364-7-712:2017: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-712: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV)
- Real decreto 900/2015, 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 413/2014, por el que se regula la actividad de producción eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real decreto 1699/2011, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 1699/2011.
- REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales
- ENDESA: capítulo 8 de normas particulares y condiciones técnicas y de seguridad 2005.

1.5. Posibles zonas para instalación de módulos en el supermercado

El supermercado cuenta con zonas apropiadas para la instalación de módulos fotovoltaicos, estas zonas están situadas en las cubiertas, el edificio del supermercado cuenta con una cubierta inclinada tipo dientes de sierra con unos valores de inclinación y orientación hacia el sur próximos a los óptimos, se podrán mantener, por tanto, los mismos valores de inclinación y orientación para módulos fotovoltaicos.

La instalación cuenta además con una cubierta plana adyacente a la cubierta inclinada con una superficie suficientemente grande y una buena resistencia para la instalación de los módulos fotovoltaicos, aguantando perfectamente el peso de los módulos estos.

El supermercado cuenta con una zona de aparcamientos con cubierta tipo deck, sin embargo se ha considerado que esta cubierta no reúne unas buenas cualidades por no tener una buena resistencia para el peso de los módulos y por encontrarse a menor altura que varios edificios colindantes pudiendo originarse problemas de sombreado.

Teniendo en cuenta las características del edificio del supermercado se ha considerado que la cubierta inclinada y la cubierta plana adyacente a esta son las zonas más apropiadas para la instalación de módulos fotovoltaicos para obtener un mayor beneficio de la instalación.

1.6. Características del generador fotovoltaico

El generador fotovoltaico está dividido en tres subgeneradores, el primer subgenerador cuenta con 4 ramas con 22 módulos en serie cada una, el segundo con 6 ramas en serie con 23 módulos en serie cada una y el tercero con 6 ramas con 23 módulos en serie cada una.

El primer y segundo generador se encuentran instalados en la cubierta inclinada, el tercero se encuentra en la cubierta plana.

Se utilizarán 5 cajas de conexión de ramas para la conexión de módulos, 2 para la cubierta inclinada y 3 para la cubierta plana.

Estas cajas de conexión de módulos se conectarán con los cuadros de baja tensión de la parte de corriente continua de los inversores de la siguiente manera:

CC1 con el inversor 1

CC2 con el inversor 2

CC3-CC4-CC5 con el inversor 3

Los inversores, encargados de convertir la corriente continua en corriente alterna además de ser los encargados de realizar otras funciones descritas en otros apartados, se conectarán a un cuadro de baja tensión de corriente alterna, este se conectará a la caja de acometida de la instalación fotovoltaica que será conectada al lado de baja tensión del centro del transformador del supermercado.

Las características eléctricas de la instalación se muestran a continuación:

Datos de la instalación					
Generador	P _{MPP} (KW)	V _{MPP}	I _{MPP}	V _{oc}	I _{sc}
1	23,76	700,04	35,08	851,84	37,16
2	35,64	700,04	52,62	851,84	55,74
3	37,26	731,86	52,62	890,56	55,74

Tabla 1 Características eléctricas de la instalación

1.7. Energía generada y ahorro estimado

El ahorro para el supermercado corresponde a lo que deja de pagar el supermercado en su factura eléctrica en término de energía, se puede observar a continuación los valores del precio de la energía relacionados con la tarifa 3.1 A que es la tarifa que tiene contratada el supermercado.

Ahorro con Tarifa 3.1 A			
	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3
Precio global término de energía (€/KWh)	0,102207	0,0848	0,060078
Cargo por autoconsumo	0,016699	0,011411	0,013268
Precio de la energía con cargo (€/KWh)	0,085508	0,073389	0,04681
Precio de la energía sin cargo	0,102207	0,0848	0,060078
Precio medio de venta de la energía inyectada a red (€/KWh)	0,05(€/KWh)		

Ilustración 1 Precio de la energía

Después de elegir el tamaño y la disposición del generador fotovoltaico para generar el máximo de energía teniendo en cuenta las limitaciones de espacio para la instalación de módulos en las cubiertas se ha realizado un estudio de si ésta es la topología que genera más beneficio.

Se ha comprobado que la topología elegida es la más apropiada teniendo en cuenta la potencia pico instalada, el ahorro por potencia pico instalada y el ahorro por año.

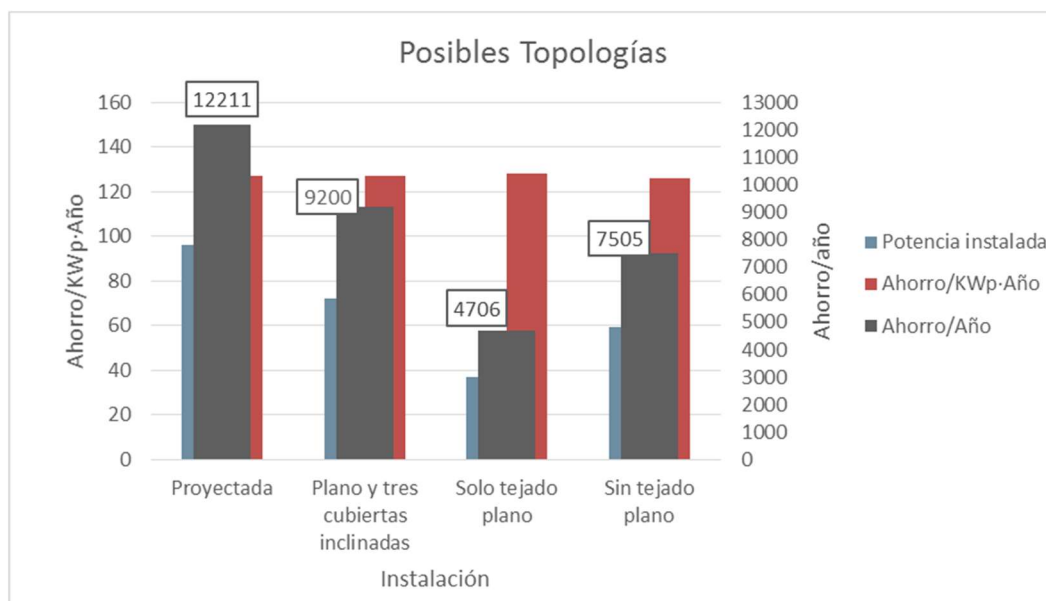


Ilustración 2 Instalación más apropiada

Una vez comprobada la conveniencia de realizar la instalación con esta topología se han obtenido los siguientes resultados de ahorro y energía generada en un año.

Més	Energía generada	Consumo	Ahorro con cargo	Ahorro sin cargo	Energía generada/Kwp	€/KWp
Enero	7946,287511	55120,2948	472,7571007	558,6952735	82,20864381	5,780004898
Febrero	9309,595101	63334,24728	609,9296106	721,6622023	96,31279848	7,465985953
Marzo	12792,19352	63724,36879	909,432481	981,5547904	132,3421635	10,1547154
Abril	12994,16536	54793,64384	910,0609125	1098,785313	134,4316714	11,36752858
Mayo	15267,04188	62789,64669	1083,955387	1315,032589	157,9458088	13,60472366
Junio	17350,87183	71822,0832	1088,42746	1420,964711	179,5041571	14,70064878
Julio	18145,64278	73111,37693	1189,664668	1542,508462	187,7264926	15,95808464
Agosto	17067,34447	83999,86387	1152,87261	1472,100333	176,5709132	15,22967446
Septiembre	13485,26948	68855,89205	779,18162	1026,937545	139,5124092	10,62422455
Octubre	11598,07861	68040,83287	766,9734891	905,996995	119,9883986	9,373029122
Noviembre	8354,822269	65596,07067	552,773956	652,4745485	86,43515693	6,75020224
Diciembre	7598,79783	58149,73675	492,3904675	583,7148248	78,61367505	6,038845694
Anual	151910,1106	789338,0577	10008,41976	12280,42759	1571,592289	127,047668

Tabla 2 Ahorro y energía generada anual

En la siguiente gráfica se puede observar como el consumo es muy superior a la energía generada en todos los meses del año. Además se ha comprobado con la realización de

los cálculos mostrados en los apartados 2.1.1 Energía generada y 2.1.2 Ahorro estimado del anexo de cálculos que el consumo horario del supermercado es superior a la energía generada en todo momento por lo que no se verterá energía a red en ningún periodo de tiempo.

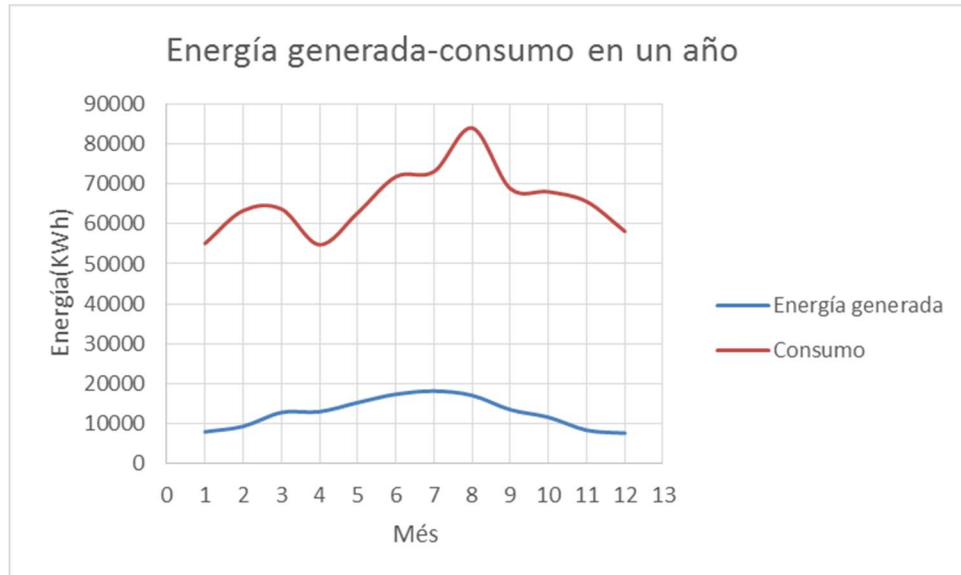


Ilustración 3 Energía generada- consumo

Se han obtenido unos resultados de ahorro y energía generada anuales que son mostrados a continuación

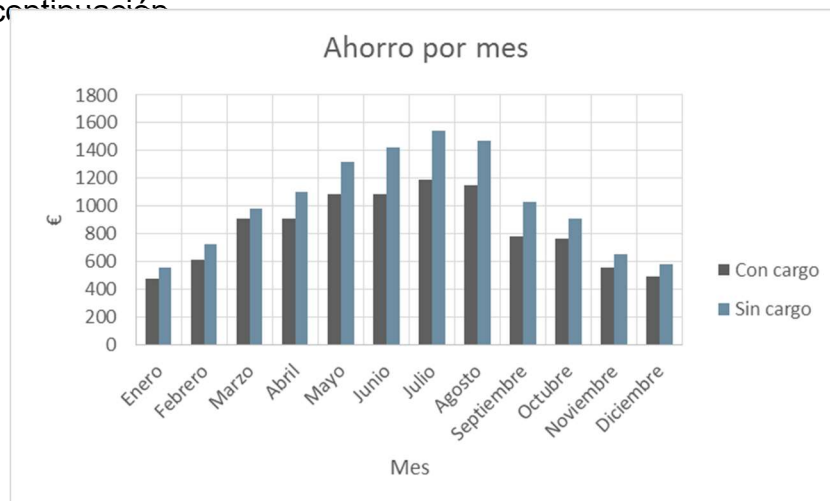


Ilustración 4 Ahorro por mes

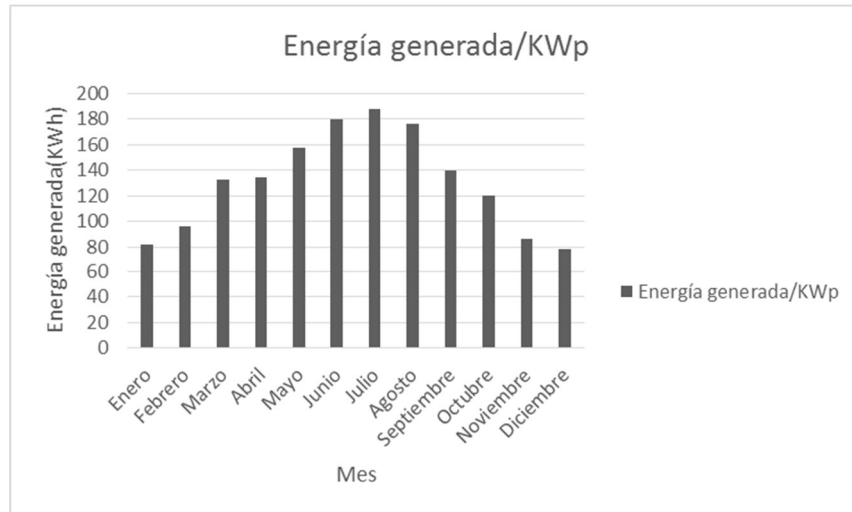


Ilustración 5 Energía generada por mes

Se han obtenido diferentes valores del ahorro por KWp instalados para los diferentes meses, se puede observar como en los meses de verano se obtiene un mayor ahorro.

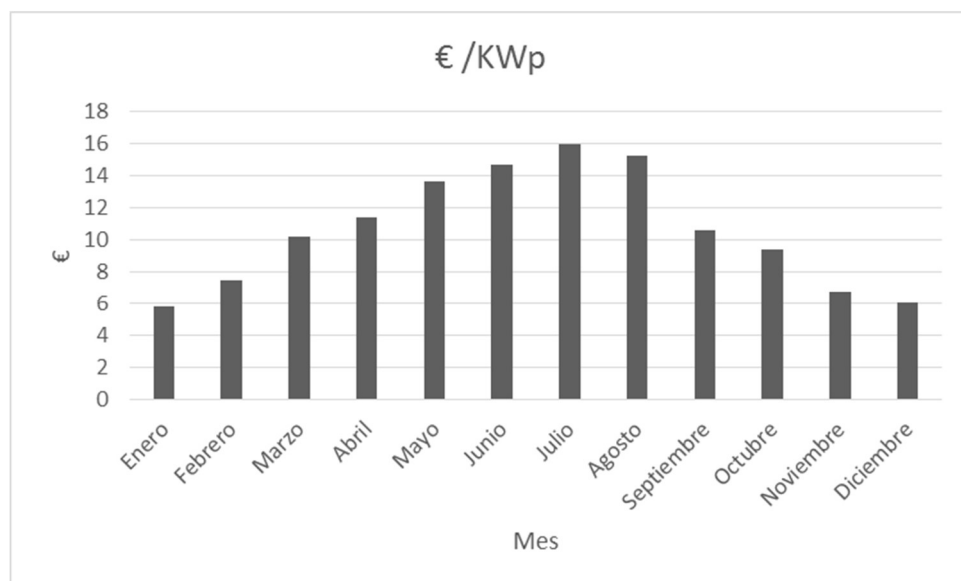


Ilustración 6 Ahorro por KWp instalados

1.8. Solución adoptada

1.8.1. Tipo de instalación

Las categorías en las que estará incluida la instalación son:

- Según Real Decreto 900/2015: Tipo I
- Real decreto 413/2014: Subgrupo b.1.1. Tecnología fotovoltaica.
- Debe cumplir lo expuesto en el Real decreto 1699/2011

Además se trata de una instalación no gestionable, por lo tanto no se contará en la instalación con elementos para controlar el valor de la energía generada, este dato es importante debido a que las instalaciones no gestionables

1.8.2. Localización, conexión e instalación de los módulos fotovoltaicos

Los módulos en la cubierta inclinada tendrán una inclinación de $23,6^\circ$ y un ángulo Azimut de -30° , los mismos valores que la cubierta.

Se instalarán 2 ramas y 22 módulos por cada rama en cada superficie de cada cubierta, se conectarán las 4 ramas de las 2 cubiertas más cercanas al norte a una caja de conexión de ramas, que se ha nombrado como caja de conexión de ramas 1, las 6 ramas de las 3 superficies inclinadas restantes se conectarán en la caja de conexión de ramas que se ha nombrado como caja de conexión de ramas 2, ambas cajas de conexión se pueden observar en el siguiente dibujo con el número 1 y 2 respectivamente.

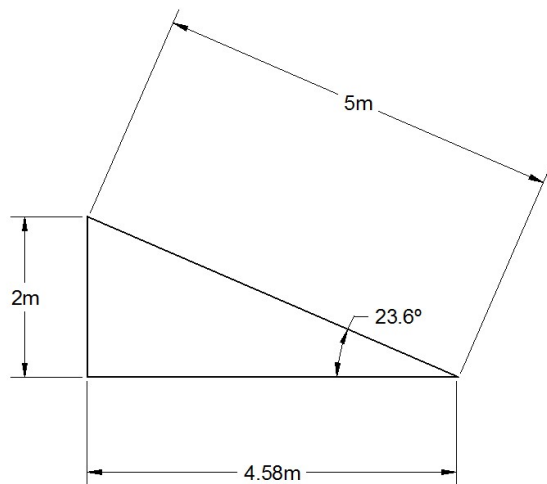


Ilustración 7 Inclinación de cubierta

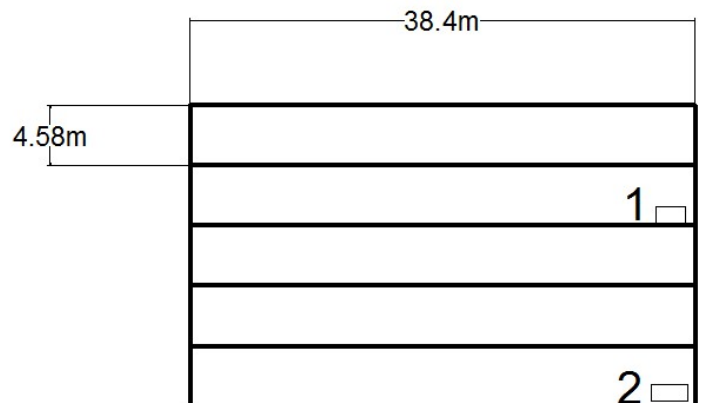


Ilustración 8 Vista en planta de cubierta inclinada

Los módulos en el tejado plano serán orientados al sur con una inclinación de 20° y con el lado de longitud menor paralelo al plano de la superficie de la cubierta, se instalarán 3 cajas de conexión de ramas en este tejado localizadas en los puntos 3, 4 y 5 que se muestran en la siguiente imagen, será nombrada como caja de conexión de ramas 3 la ubicada en el punto 3, caja de conexión de ramas 4 la ubicada en el punto 4 y caja de conexión de ramas 5 la ubicada en el punto 5. Se conectarán dos ramas en cada caja con 23 módulos en serie por cada rama.

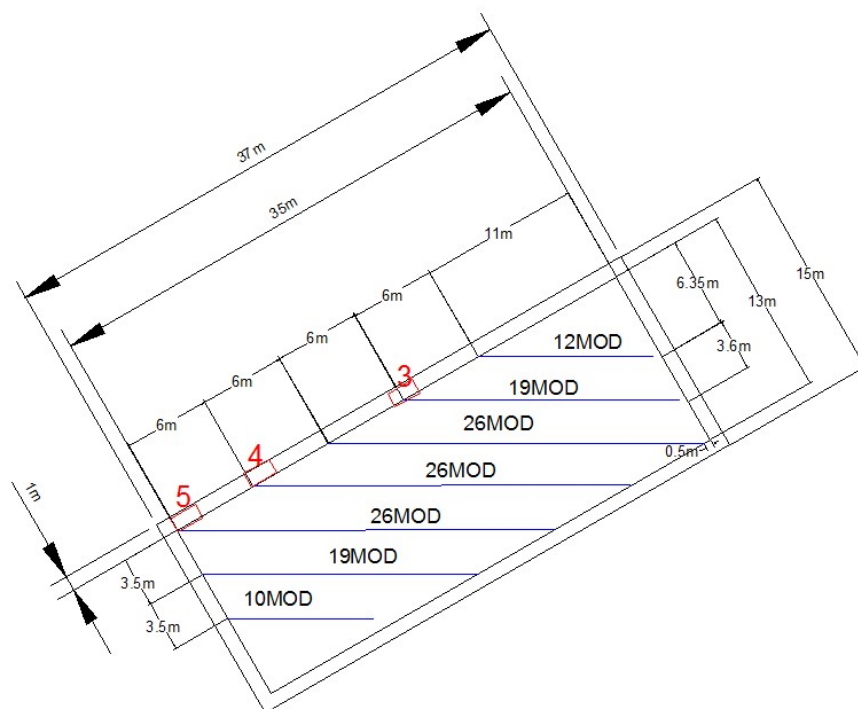


Ilustración 9 Vista en planta de la cubierta plana

1.8.3. Estructura para la instalación de los módulos

La instalación de los módulos en la cubierta inclinada se hará a través de raíles, utilizando dos líneas de raíles por cada dos módulos paralelas a la línea de pendiente de la cubierta.

Los raíles a utilizar se muestran en la siguiente imagen.



Ilustración 10 Sistema de instalación de módulos en la cubierta inclinada [1]

La instalación de los módulos fotovoltaicos de la cubierta plana se llevará a cabo mediante un sistema autoportante, ya que no será necesario anclarlo a la cubierta.

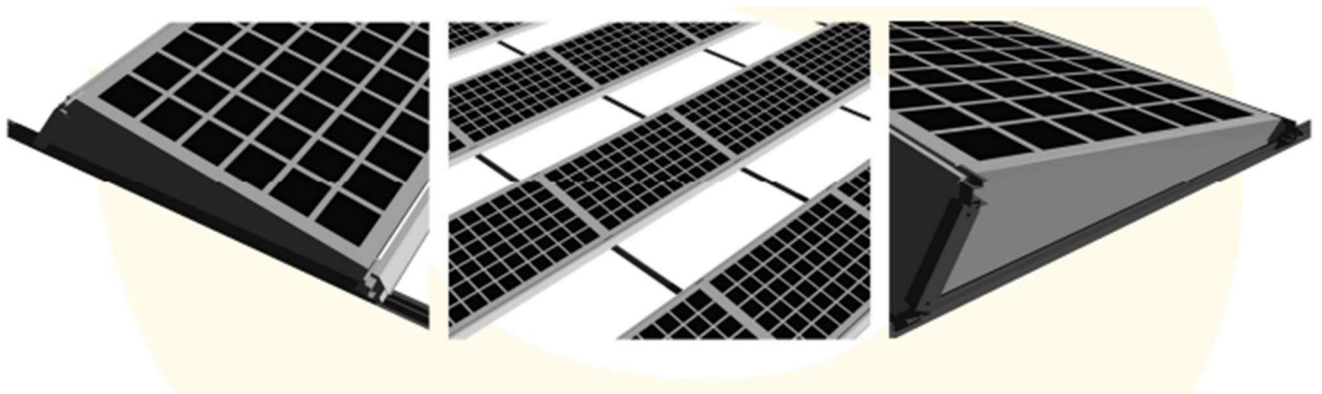


Ilustración 11 Estructura para instalación de módulos en la cubierta plana [2]

Se recomienda el uso del sistema autoportante de la marca Suports. [2]

1.8.4. Módulos e inversor

Serán instalados módulos de tecnología monocristalina de la marca Luxor, modelo LX-270M, las propiedades más relevantes de estos módulos se muestran a continuación.

Características del módulo, STC(1000W/m ² ,298K,AM1,5)	
P _{MPP} (Wp)	270
V _{MPP} (V)	31,82
I _{MPP} (A)	8,77
V _{oc} (V)	38,72
I _{sc} (A)	9,29
FF	0,751
Eficiencia	16,29%
Coeficiente de temperatura	-0,0042

Tabla 3 Características de los módulos

En cuanto a elección del inversor, se instalarán tres inversores de la marca Kaco, las propiedades más importantes de estos inversores se muestran a continuación

Características de los inversores		
Inversor	1	2 y 3
Marca	Kaco	Kaco
Módulo	20.0 TL3	33.0 TL3
Entrada DC		
Rango de operación MPP	470-800 V	280-800 V
Rango de operación	200-950 V	200-950 V
Tensión DC mínima	200 V	200 V
Tensión de inicio	250 V	250 V
Max. corriente de entrada	2 X 18.6 A	3 X 34.0 A
Seguidores del MPP	2	3
Max. Potencia/seguiror	10,2 W	20 KW
Número de strings	2 X 2	3 X 1
Salida AC		
P _n	17000 W	27500 W
V _L	230/400 V	230/400 V
I _n	3 X 14,5 A	3 X 39,4 A
f _n	50 Hz/ 60Hz	50Hz/ 60Hz
cos φ	0,8 inductivo-0,8 capacitivo	0,8 inductivo-0,8 capacitivo
Datos generales		
Max. Eficiencia	98%	98,00%
Eficiencia europea	97,50%	97,80%
Aislamiento galvánico	SI	SI

Tabla 4 Características de los inversores

Los inversores irán ubicados en la planta baja del edificio, en la parte que está junto al aparcamiento. Los tres inversores deben ser instalados dejando una separación de 2m.

Los inversores contarán con las siguientes funciones:

- Separación galvánica
- Chequeo de la variación de frecuencia y tensión y desconectando el generador en caso de que los valores de la tensión y frecuencia de red no se mantengan entre estos valores.

Parámetro	Umbral de protección	Tiempo de actuación
Sobretensión –fase 1.	$U_n + 10\%$	Máximo 1,5 s
Sobretensión – fase 2.	$U_n + 15\%$	Máximo 0,2 s
Tensión mínima.	$U_n - 15\%$	Máximo 1,5 s*
Frecuencia máxima.	51 Hz	Máximo 0,5 s
Frecuencia mínima.	48 Hz	Mínimo 3 s

* En el caso de instalaciones con obligación de cumplir requisitos de comportamiento frente a huecos de tensión el tiempo de actuación será igual a 1,5 s.

Tabla 5 Máxima y mínima tensión y frecuencia

1.8.5. Cajas de conexión y cuadros de baja tensión

Las cajas de conexión y cuadros de baja tensión que formarán parte de la instalación estarán compuestos por diferentes elementos indicados a continuación, además se indica a continuación las características de estos así como el conexionado de las cajas de conexión y cuadros de baja tensión con el resto de la instalación..

Caja de conexión de ramas 1:

Situada en la cubierta inclinada, serán conectados los positivos y negativos de las ramas 1,2,3 y 4, de la caja saldrán 2 conductores hacia el inversor 1.

Caja de conexión de ramas 2

Situada en la cubierta inclinada, serán conectados los positivos y negativos de las ramas 5,6,7,8,9 y 10, de la caja saldrán 3 conductores hacia el inversor 2.

Caja de conexión de ramas 3

Situada en la cubierta plana, serán conectados los positivos y negativos de las ramas 11 y 12, de la caja saldrán 1 conductor hacia el inversor 3.

Caja de conexión de ramas 4

Situada en la cubierta plana, serán conectados a esta rama los positivos y negativos de las ramas 13 y 14, de la caja saldrá un conductor hacia el inversor 3.

Caja de conexión de ramas 5

Situada en la cubierta plana, serán conectados a esta rama los positivos y negativos de las ramas 15 y 16, de la caja saldrá un conductor hacia el inversor 3.

Todas las cajas de conexión de ramas estarán conectadas a la barra equipotencial para puesta a tierra y tendrán los siguientes componentes:

- Fusibles y portafusibles en ambos polos con las siguientes características:
Tipo GR y acto para uso en corriente continua
 $I_n = 16 \text{ A}$
 $V_n = 1000 \text{ V}$
- 1 descargador de sobretensión clase C con las siguientes características:
 $U_n = 1000 \text{ V}$
 $U_c = 1250 \text{ V}$
 $I_{sn} = 10 \text{ KA}$
 $I_{max} = 40 \text{ KA}$
 $U_p = 4 \text{ KV}$

Dispositivo recomendado

OVR PV 40-1000 P U FR : - II 2CTB802340R3200



Ilustración 12 Descargador de sobretensión para CC [2]

La conexión se llevará a cabo de la siguiente manera:

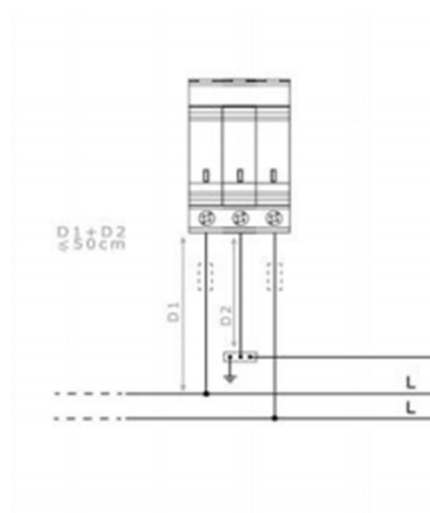


Ilustración 13 Esquema de conexión de los descargadores de sobretensión para CC [3]

Cuadros de baja tensión DC

Los tres cuadros de baja tensión DC tendrán un descargador de tensión de clase C con las características mostradas a continuación:

$$U_n = 1000 \text{ V}$$

$$U_C = 1250 \text{ V}$$

$$I_{sn} = 10 \text{ KA}$$

$$I_{max} = 40 \text{ KA}$$

$$U_p = 4 \text{ KV}$$

Dispositivo recomendado

OVR PV 40-1000 P U FR : - II 2CTB802340R3200



Ilustración 14 Descargador de sobretensión para C.BT.DC [2]

La conexión se llevará a cabo de la siguiente manera:

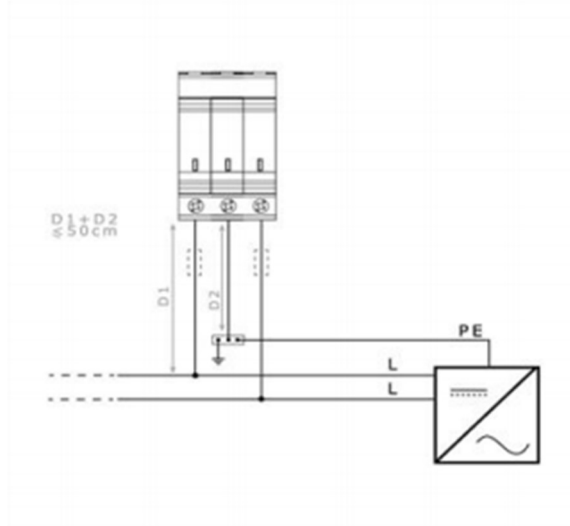


Ilustración 15 Esquema de conexión de los descargadores de sobretensión para el C.BT.DC [3]

Cuadro de baja tensión DC inversor 1

Tendrá dos entradas para la conexión de los cables que provienen de la caja de conexión de ramas 1, además estará conectado a la barra equipotencial para la puesta a tierra, además de los descargadores de sobretensión ya mencionados tendrá los siguientes componentes:

- Interruptor seccionador para cada polo con las siguientes características:
 $I_n = 100 \text{ A}$
 $V_n = 1000 \text{ V}$

Se recomienda usar el dispositivo tipo OTDC25F3

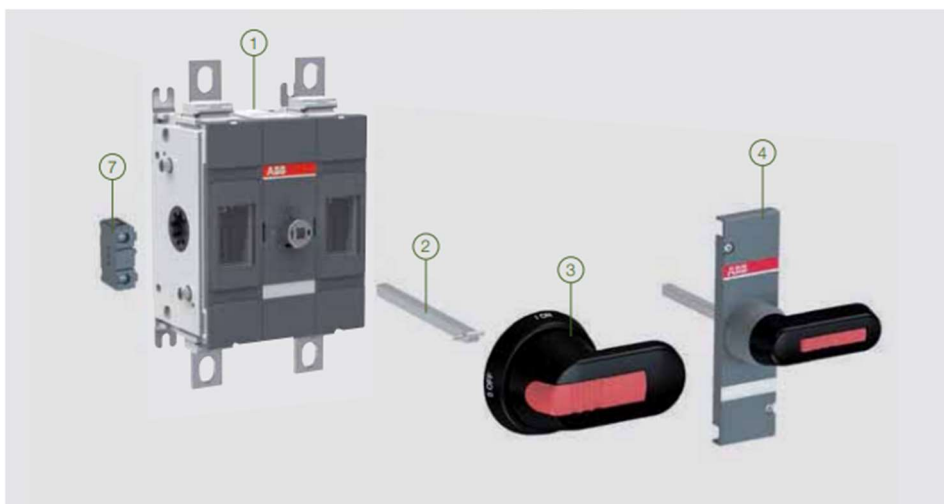


Ilustración 16 Interruptor seccionador C.BT.DC,INV1 [2]

Cuadro de baja tensión DC inversor 2

Tendrá tres entradas para la conexión de los cables que provienen de la caja de conexión de ramas 2, además estará conectado a la barra equipotencial para la puesta a tierra, además de los descargadores de sobretensión ya mencionados tendrá los siguientes componentes:

- 1 Interruptor seccionador para cada polo con las siguientes características:
 $I_n = 100 \text{ A}$
 $V_n = 1000 \text{ V}$

Se recomienda utilizar el dispositivo tipo OTDC100E02

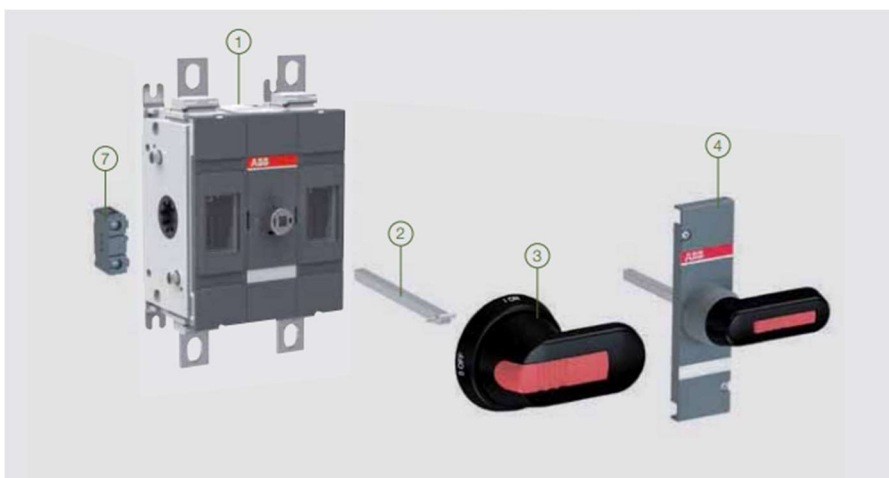


Ilustración 17 Interruptor seccionador C.BT.DC,INV2 [2]

Cuadro de baja tensión DC inversor 3

Tendrá tres entradas para la conexión de los cables que provienen de las cajas de conexión de ramas 3,4 y 5, además estará conectado a la barra equipotencial para la puesta a tierra, además de los descargadores de sobretensión ya mencionados tendrá los siguientes componentes:

- 1 Interruptor seccionador para cada polo con las siguientes características:
 $I_n=25\text{ A}$
 $V_n=1000\text{ V}$

Se recomienda usar el dispositivo tipo OTDC25F3



Ilustración 18 Interruptor seccionador C.BT.DC.INV 3 [2]

Cuadro de baja tensión AC

Tendrá tres entradas para la conexión de las líneas trifásicas de los tres inversores, tendrá una salida con una línea trifásica hacia la caja de acometida de la instalación fotovoltaica. Se conectará a la barra equipotencial para puesta a tierra. Serán conectados en este cuadro los siguientes componentes:

- Un interruptor magnetotérmico con bloque diferencial para cada entrada con las siguientes características:

Se utilizará el mismo tipo de dispositivo para las tres entradas, eligiendo una intensidad nominal para la entrada que proviene del inversor 1 $I_n = 25\text{ A}$, para la que proviene del inversor 2 de $I_n=50\text{ A}$ y para la que proviene del inversor 3 $I_n=50\text{ A}$.

El dispositivo tendrá las siguientes características:

4 p

Poder de corte $I_{CU} = 10 \text{ KA}$

$V_n = 400 \text{ V}$

Sensibilidad dispositivo diferencial: 30 mA

Grado de protección: IP40(cara frontal) IP20(bornes)-IK04

Temperatura de funcionamiento: de -25°C a $+40^{\circ}\text{C}$

Se recomienda el uso del dispositivo especificado a continuación:

Magnetotérmico diferencial monoblock DX 6000



Ilustración 19 Interruptor magnetotérmico diferencial monoblock DX 6000 [3]

- Descargador de sobretensión clase D:

3 p + N

$U_n = 400 \text{ V}$

$U_C = 440 \text{ V}$

$I_{sn} = 2,5 \text{ KA}$

$I_{max} = 8 \text{ KA}$

$U_p = 1,1 \text{ KV}$

Se recomienda el uso del descargador de tensión siguiente:

iPRD8

Referencia :A9L08600



Ilustración 20 Descargador de sobretensión recomendado [2]

Caja de acometida de la instalación fotovoltaica

Tendrá una entrada para la red trifásica que proviene del cuadro de conexión en AC de los tres inversores. Tendrá una salida hacia el cuadro general de protección del lado de baja tensión del centro de transformación del supermercado. Se conectará a la barra equipotencial para puesta a tierra. Serán conectados en este cuadro los siguientes componentes:

- Interruptor magnetotérmico con bloqueo:
Conforme a la norma UNE EN 60947-2
4 polos
 $I_n = 160 \text{ A}$
Poder de corte: 36 KA
 $U_n = 400 \text{ V}$

- Contador estático trifásico bidireccional multifunción con las siguientes características:

Embarrado (3 fases y neutro).
3 Transformadores de intensidad 200/5
Regleta de verificación.
1 Contador estático trifásico bidireccional multifunción con medida en los cuatro cuadrantes, de clase 0,5 en activa y 1 reactiva, con aplicaciones bidireccional, reactiva y cambio automático de tarifas.
Envoltorio que cumplirá con la Norma ENDESA NNL005.
La potencia nominal de la instalación fotovoltaica se debe encontrar entre el 45% de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión del equipo de medida.

Según el capítulo 8 de normas particulares y condiciones técnicas y de seguridad 2005.
Clase 1 ó mejor en energía activa, con aplicaciones bidireccional, reactiva y cambio automático de tarifas.

Se recomienda el uso de uno de los siguientes sistemas de bloqueo para el interruptor magnetotérmico:



Ilustración 21 Sistema de bloqueo para interruptor magnetotérmico [5]

1.8.6. Cableado

Parte de corriente continua

Se utilizará un cable de cobre H1Z2Z2-K 1,8 KV de 4 mm² de sección.

Aislamiento: goma libre de alógenos.

Se recomienda el uso del cable TOPSOLAR PV ZZ-F / H1Z2Z2-K

El color será rojo o negro.



Ilustración 22 Cable utilizado para la parte DC [6]

Para la canalización de este cableado se utilizarán bandejas de 60 X 35 mm.

Parte de corriente alterna

Para la parte de corriente alterna se utilizará un cable de cobre con aislamiento XLPE tipo XZ1 FA3Z-K (AS) 0,6/1 KV, instalado en tubo de PVC enterrado.

Se recomienda el uso del siguiente cable: EXZHELLENT SOLAR XZ1FA3Z-K (AS) 0,6/1 kV AC



Ilustración 23 Cable utilizado para la parte AC

La sección dependerá del tramo de la instalación, siendo de 25 mm² para el tramo Inversor-C.BT.AC y de 70 mm² para el tramo C.BT.AC-Caja de acometida de la instalación fotovoltaica.

Puesta a tierra

Para la puesta a tierra se utilizará un cable de cobre desnudo de 35mm² (cobre electrolítico rígido (Clase II) según UNE-EN 60228, EN 60228 e IEC 60228) y para la conexión entre las picas de puesta a tierra un conductor de cobre desnudo con una sección de 50 mm² (Cobre electrolítico rígido (Clase II) según UNE-EN 60228, EN 60228 e IEC 6022

1.8.7. Protecciones

1.8.7.1. Sobrecargas y sobreintensidades

1.8.7.1.1. Protección de la instalación

Parte de corriente continua

Fusibles para las ramas

Los fusibles utilizados serán fusibles de rango completo tipo (GR), se instalará uno en el polo positivo y otro en el negativo de cada rama.

Se utilizarán un fusibles y portafusibles con intensidad nominal I_n de 16 A y un tensión nominal V_n de 1000 V

Parte de corriente Alterna

Interruptor magnetotérmico con bloque diferencial

Se instalará un interruptor magnetotérmico con bloque diferencial en cada entrada del cuadro de baja tensión en corriente alterna y tendrán las siguientes características:

4 p

Poder de corte $I_{CU} = 10$ KA

$V_n = 400$ V

Sensibilidad dispositivo diferencial: 30 mA

Grado de protección: IP40(cara frontal) IP20(bornes)-IK04

Temperatura de funcionamiento: de -25°C a $+40^{\circ}\text{C}$

Se recomienda el uso del dispositivo especificado a continuación:

Magnetotérmico diferencial monoblock DX 6000



Ilustración 24 Interruptor magnetotérmico diferencial monoblock DX 6000 [3]

El interruptor magnetotérmico será el encargado de la protección de la instalación mientras el bloque diferencial protegerá a las personas.

1.8.7.2. Sobretensiones

1.8.7.2.1. Protección de la instalación

La primera medida será conectar todas las masas de la instalación a la barra equipotencial y ésta a tierra.

Protección de la parte de corriente continua

Se instalará un sistema de descargadores de tensión clase C conectados en la caja de conexión de ramas y un sistema de descargadores Clase C en los cuadros de baja tensión DC , el esquema de conexión de este sistema es el siguiente:

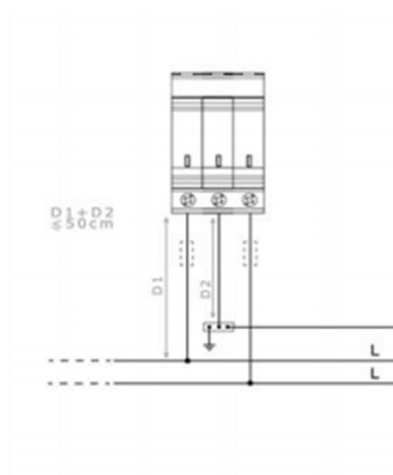


Ilustración 25 Esquema de conexión de los descargadores clase C [3]

Las características de los descargadores de tensión son las siguientes:

$U_n = 1000 \text{ V}$
 $U_C = 1250 \text{ V}$
 $I_{sn} = 10 \text{ KA}$
 $I_{max} = 40 \text{ KA}$
 $U_p = 4 \text{ KV}$

Se recomienda el uso del siguiente descargador de tensión:

OVR PV 40-1000 P U FR : - II 2CTB802340R3200



Ilustración 26 Descargador de sobretensión para CC [2]

Protección de la parte de corriente alterna

Será instalado un sistema de descargadores de tensión clase D en el cuadro de baja tensión AC de la instalación fotovoltaica con las siguientes características:

3 p + N
 $U_n = 400 \text{ V}$
 $U_C = 440 \text{ V}$
 $I_{sn} = 2,5 \text{ KA}$
 $I_{max} = 8 \text{ KA}$
 $U_p = 1,1 \text{ KV}$

Se recomienda el uso del descargador de tensión siguiente:

iPRD8
Referencia :A9L08600



Ilustración 27 Descargador de sobretensión recomendado [2]

tipo de conexión se muestra a continuación:

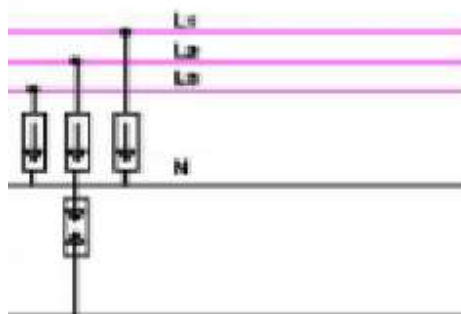


Ilustración 28 Esquema de conexión de los descargadores de tensión clase D [2]

1.8.7.3. Puesta a tierra

Se utilizará la configuración flotante, habrá un único electrodo de tierra en toda la instalación independiente del electrodo de tierra de la compañía distribuidora.

Además será instalado un sistema de control del aislamiento (CPI), que controlará el valor de la resistencia de aislamiento Riso y activará una señal de alarma cuando detecte que el valor de la resistencia de aislamiento está por debajo de 9000Ω .

Todas las masas metálicas y los descargadores de tensiones serán conectados a una barra equipotencial. El electrodo de puesta a tierra lo formarán picas con 14 mm de diámetro y 2 m de longitud, las cuales estarán unidas por un cable desnudo de 50 mm^2 , estas estarán enterradas a una profundidad no menor de 0,5 m.

Será utilizado un conductor de cobre desnudo con una sección de 35 mm^2 para la conexión de la barra equipotencial con el electrodo de puesta a tierra.

1.8.7.4. Separación galvánica

Se realizará la separación galvánica a través de los inversores que llevan incorporado un sistema para tal fin.

1.8.7.5. Protección de personas

1.8.7.5.1. Contactos directos

Uso de puesta a tierra con configuración flotante el cual incorporará un sistema de seguimiento de la resistencia de aislamiento y activará una alarma en caso de peligro.

Se dificultará el acceso a las partes de la instalación que sean susceptibles al contacto directo de personas, poniendo especial hincapié en la parte de corriente continua.

1.8.7.5.2. Contactos indirectos

Uso de puesta a tierra con configuración flotante con CPI que controlará el valor de resistencia de aislamiento emitiendo una señal de alarma en el caso de que el valor de R_{iso} esté por debajo del nivel de seguridad estipulado, en este caso de 9000Ω .

1.8.8. Conexión a red

Control de la frecuencia y la tensión

El inversor tendrá la función de chequear la tensión y frecuencia y desconectar la instalación de la red en caso de que ésta no cumpla con los requisitos mostrados en la siguiente tabla:

Parámetro	Umbral de protección	Tiempo de actuación
Sobretensión –fase 1.	$U_n + 10\%$	Máximo 1,5 s
Sobretensión – fase 2.	$U_n + 15\%$	Máximo 0,2 s
Tensión mínima.	$U_n - 15\%$	Máximo 1,5 s*
Frecuencia máxima.	51 Hz	Máximo 0,5 s
Frecuencia mínima.	48 Hz	Mínimo 3 s

* En el caso de instalaciones con obligación de cumplir requisitos de comportamiento frente a huecos de tensión el tiempo de actuación será igual a 1,5 s.

Tabla 6 Valores de obligado cumplimiento para la conexión a red

Dispositivo de corte general

La separación del generador de la red se hará mediante un interruptor magnetotérmico con bloqueo ubicado en la caja de acometida de la instalación fotovoltaica.

- Será un interruptor magnetotérmico conforme a la norma UNE EN 60947-2 con 4 polos, intensidad nominal $I_n = 160$ A, poder de corte 36 KA y tensión nominal $U_n = 400$ V.

En todo momento los trabajadores de la compañía distribuidora tendrán acceso a la caja de acometida de la instalación fotovoltaica y podrán usar este bloqueo con el uso de un candado propio.

Medida de la energía generada

Se instalará un contador en la salida del cuadro de acometida de la instalación fotovoltaica para obtener la energía generada por el generador fotovoltaico con las siguientes características impuestas por ENDESA.

- Embarrado (3 fases y neutro).
- 3 Transformadores de intensidad 200/5
- Regleta de verificación.
- 1 Contador estático trifásico multifunción, de clase 0,5 en activa y 1 en reactiva con aplicaciones bidireccional, reactiva y cambio automático de tarifas.
- Envolvente que cumplirá con la Norma ENDESA NNL005.
- La potencia nominal de la instalación fotovoltaica se debe encontrar entre el 45% de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión del equipo de medida.

Conexión a la parte de baja tensión del centro de transformación del supermercado

Se conectará el cuadro de acometida de la instalación fotovoltaica al lado de baja tensión del centro de transformación del supermercado.

1.9. Bibliografía

- [1] «Teknosolar,» [En línea]. Available: <https://www.teknosolar.com/>. [Último acceso: Junio 2017].
- [2] SUPORT, “Estructuras para sistemas fotovoltaicos,” [Online]. Available: <http://www.suports.es/wp-content/uploads/2011/11/SUPPORTS-Sistema-Autoportante.pdf>.
- [3] ABB, “Switch-disconnectors OTDC and OTDCP,” [Online]. Available: <http://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=1SCC301021C0202&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>. [Accessed 2017].
- [4] Legrand, “CAPÍTULO PROTECCIÓN CATÁLOGO LEGRAND GROUP ESPAÑA 2017-2018,” [Online]. Available: <http://www.legrand.es/documentos/Cap.1-Proteccion-Cat-2017-2018-Legrand-Group-ES.pdf>. [Accessed 2017].
- [5] S. Electric, “Schneider Electric,” [Online]. Available: <http://www.schneider-electric.com/en/product/A9L08600/iprd8-modular-surge-arrester---3p-%2B-n---350v>. [Accessed 2017].
- [6] IFAM, “Bloqueos interruptor magnetotérmico,” [Online]. Available: <http://www.ifam.es/wp-content/uploads/2016/02/ficha-tecnica-bloqueos-interruptor-magnetotermico-web.pdf>. [Accessed 2017].
- [7] Topcable. [Online]. Available: <http://www.topcable.com/es/cables-de-baja-tension/cables-solares/topsolar-pv-zz-f-h1z2z2-k/>.
- [8] P. G. VIDAL, «Máster Oficial Interuniversitario en Tecnología de los Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica».
- [9] IDAE, «Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Fotovoltaicas Conectadas a red,» 2011. [En línea]. Available: http://www.idae.es/file/9057/download?token=6Ft_4gHQ.
- [10] CTE, «Sección HE 5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica».
- [11] I. f. E. a. Transport, «PVGis,» [En línea]. Available: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=en&map=europe>.
- [12] S. A.LUQUE, PHOTOVOLTAIC SCIENCE AND ENGINEERING, 2011.
- [13] F. C.RUS, Instalaciones fotovoltaicas, 2012.

- [14] P. G. VIDAL, «NORMAS DE APLICACIÓN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS,» 2017.
- [15] J. D. L. C. HERNÁNDEZ, «Dimensionado de conductores».
- [16] G. cable, “Cables para instalaciones de energía solar fotovoltaica,” [Online]. Available:
http://boj.pntic.mec.es/crodenas/solares/ut5/Cables_General%20cable.pdf.

2. Anexos

2.	Anexos.....	39
2.1.	Anexo 1: Cálculos	40
2.1.1.	Energía generada	41
2.1.2.	Ahorro estimado	53
2.1.3.	Elección del cableado.....	70
2.1.4.	Canalizaciones	83
2.1.5.	Protecciones	84
2.2.	Anexo 2: Pérdidas por orientación e inclinación del generador distinta de la óptima	94
2.2.1.	Pérdidas por orientación e inclinación del generador distintas de la óptima. 95	
2.2.2.	Pérdidas de radiación solar por sombras circundantes	98
2.2.3.	Distancia mínima entre filas de módulos.	101
2.3.	Anexo 3: Estudio para la elección del tipo de instalación más apropiada	104
2.4.	Anexo 4: Elección de módulos e inversor	105
2.5.	Anexo 5: Localización de los módulos fotovoltaicos	105
2.6.	Anexo 6: Fichas técnicas de los elementos de la instalación.....	107

2.1. Anexo 1: Cálculos

2.1.1. Energía generada41

2.1.2. Ahorro estimado53

2.1.3. Elección del cableado.....70

2.1.4. Canalizaciones83

2.1.5. Protecciones84

2.1.1. Energía generada

Para calcular la energía eléctrica generada por la instalación se deben de tener en cuenta varios factores, ya que estos hacen que varíe la energía generada en una instalación fotovoltaica.

A continuación se muestran los pasos realizados para obtener el valor de la energía generada por la instalación.

En primer lugar se debe obtener la irradiancia incidente en los módulos fotovoltaicos, se ha obtenido la irradiancia de un día significativo de cada mes en fracciones de tiempo de menos de una hora debido a que la energía generada será consumida instantáneamente por el consumidor, ya que la instalación no dispondrá de dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica.

Esta irradiancia depende del diseño de la instalación ya que depende de la inclinación del módulo y del ángulo Azimut de este. Al estar dividido el generador fotovoltaico en tres partes, cada parte con un inversor diferente, y una parte de ellas tener diferentes valores de inclinación y ángulo Azimut será necesario obtener los datos de irradiancia para estas dos configuraciones

Además de la irradiancia, la temperatura ambiente también afecta a la generación de energía, por lo tanto también han sido obtenidos los datos de la temperatura ambiente para el mismo margen horario que la irradiancia.

Los datos obtenidos se muestran en el apartado 2.1.1 Energía generada del anexo de cálculos.

Una vez obtenidos estos datos se ha calculado la energía generada por cada generador y hora de la siguiente manera:

$$E = P_{MPP} \cdot PR$$

Siendo

P_{MPP} la potencia media de una hora en el punto de máxima potencia.

PR el performance ratio

Sumando la energía generada de cada generador se ha obtenido la energía generada en cada hora de toda la instalación fotovoltaica para un día significativo de cada mes.

La P_{MPP} se ha obtenido de la siguiente forma:

$$P_{MPP} = V_{MPP, STC} \cdot I_{MPP, STC} \cdot FF$$

Siendo

$V_{MPP, STC}$ la tensión en el punto de máxima potencia de cada generador

$I_{MPP, STC}$ la intensidad en el punto de máxima potencia de cada generador

FF el factor de forma de los módulos fotovoltaicos

Los datos obtenidos de irradiancia y temperatura para los dos tipos de inclinación y ángulo Azimut de la instalación son:

Intervalo Horario	G(kW/m ²); β :23,6 α :-30	G(kW/m ²); β :20 α :0	Tamb(°C)
5:00-6:00	0	0	4,5
6:00-7:00	0	0	4,5
7:00-8:00	0	0	4,8
8:00-9:00	0,167	0,112	5,5
9:00-10:00	0,351	0,282	6,6
10:00-11:00	0,47	0,412	8,1
11:00-12:00	0,535	0,501	9,7
12:00-13:00	0,549	0,543	11,1
13:00-14:00	0,514	0,537	12
14:00-15:00	0,435	0,483	12,3
15:00-16:00	0,317	0,383	12,1
16:00-17:00	0,173	0,244	11,5
17:00-18:00	0,03	0,03	10,5
18:00-19:00	0	0	8,975

Tabla 7 Irradiancia y Tamb Enero [5]

Intervalo Horario	G(kW/m ²); β :23,6 α :-30	G(kW/m ²); β :20 α :0	Tamb(°C)
5:00-6:00	0	0	4,225
6:00-7:00	0	0	4,475
7:00-8:00	0,09925	0,067	5,3
8:00-9:00	0,347	0,26275	6,575
9:00-10:00	0,51325	0,43275	7,95
10:00-11:00	0,6225	0,56375	9,325
11:00-12:00	0,67275	0,64525	10,55
12:00-13:00	0,66575	0,6725	11,65
13:00-14:00	0,6045	0,64525	12,4
14:00-15:00	0,4945	0,56375	12,725
15:00-16:00	0,34525	0,43275	12,5
16:00-17:00	0,17525	0,26275	11,65
17:00-18:00	0,0355	0,05425	10,55
18:00-19:00	0	0	9,45

Tabla 8 Irradiancia y Tamb Febrero [5]

Intervalo Horario	$G(\text{kW/m}^2); \beta: 23,6 \alpha: -30$	$G(\text{kW/m}^2); \beta: 20 \alpha: 0$	$T_{\text{amb}}(^{\circ}\text{C})$
5:00-6:00	0	0	6,75
6:00-7:00	0,0065	0,02125	7,225
7:00-8:00	0,204	0,1785	8,575
8:00-9:00	0,41875	0,368	10,375
9:00-10:00	0,5835	0,53275	12,2
10:00-11:00	0,69425	0,655	13,65
11:00-12:00	0,75	0,7295	14,825
12:00-13:00	0,7525	0,7545	15,725
13:00-14:00	0,70525	0,7295	16,425
14:00-15:00	0,61125	0,655	16,7
15:00-16:00	0,476	0,53275	16,425
16:00-17:00	0,30825	0,368	15,675
17:00-18:00	0,12975	0,1785	14,55
18:00-19:00	0,03325	0,01825	13,4

Tabla 9 Irradiancia y T_{amb} Marzo [5]

Intervalo Horario	$G(\text{kW/m}^2); \beta: 23,6 \alpha: -30$	$G(\text{kW/m}^2); \beta: 20 \alpha: 0$	$T_{\text{amb}}(^{\circ}\text{C})$
5:00-6:00	0	0	9,95
6:00-7:00	0,1075	0,0655	10,6
7:00-8:00	0,30825	0,2225	12,25
8:00-9:00	0,48675	0,39625	14,4
9:00-10:00	0,62525	0,54775	16,375
10:00-11:00	0,71525	0,66225	17,85
11:00-12:00	0,755	0,73225	18,85
12:00-13:00	0,745	0,7555	19,575
13:00-14:00	0,689	0,73225	20,15
14:00-15:00	0,5905	0,66225	20,475
15:00-16:00	0,45525	0,54775	20,375
16:00-17:00	0,2945	0,39625	19,825
17:00-18:00	0,12975	0,2225	18,95
18:00-19:00	0,05125	0,0655	17,85

Tabla 10 Irradiancia y T_{amb} Abril [5]

Intervalo Horario	$G(\text{kW/m}^2); \beta: 23,6 \alpha: -30$	$G(\text{kW/m}^2); \beta: 20 \alpha: 0$	$T_{\text{amb}}(^{\circ}\text{C})$
5:00-6:00	0,0235	0,017	13,35
6:00-7:00	0,178	0,10625	14,225
7:00-8:00	0,373	0,27625	16,1
8:00-9:00	0,55325	0,45575	18,375
9:00-10:00	0,69525	0,61325	20,475
10:00-11:00	0,788	0,73275	21,95
11:00-12:00	0,829	0,8065	22,975
12:00-13:00	0,818	0,8315	23,75
13:00-14:00	0,75825	0,8065	24,375
14:00-15:00	0,65325	0,73275	24,75
15:00-16:00	0,51125	0,61325	24,775
16:00-17:00	0,343	0,45575	24,375
17:00-18:00	0,169	0,27625	23,575
18:00-19:00	0,0775	0,10625	22,525
19:00-20:00	0,041	0,042	21

Tabla 11 Irradiancia y T_{amb} Mayo [5]

Intervalo Horario	$G(\text{kW/m}^2); \beta: 23,6 \alpha: -30$	$G(\text{kW/m}^2); \beta: 20 \alpha: 0$	$T_{\text{amb}}(^{\circ}\text{C})$
5:00-6:00	0,04	0,02475	17,325
6:00-7:00	0,208	0,11825	18,325
7:00-8:00	0,4225	0,307	20,175
8:00-9:00	0,62625	0,51125	22,375
9:00-10:00	0,7915	0,69475	24,425
10:00-11:00	0,90225	0,8375	26
11:00-12:00	0,95225	0,92675	27,125
12:00-13:00	0,94	0,957	28
13:00-14:00	0,868	0,92675	28,7
14:00-15:00	0,742	0,8375	29,125
15:00-16:00	0,57275	0,69475	29,2
16:00-17:00	0,37625	0,51125	28,95
17:00-18:00	0,1785	0,307	28,3
18:00-19:00	0,06775	0,11825	27,25
19:00-20:00	0,039	0,0395	25,5

Tabla 12 Irradiancia y T_{amb} Junio [5]

Intervalo Horario	$G(\text{kW/m}^2); \beta: 23,6 \alpha: -30$	$G(\text{kW/m}^2); \beta: 20 \alpha: 0$	$T_{\text{amb}}(^{\circ}\text{C})$
5:00-6:00	0,029	0,01725	20,375
6:00-7:00	0,194	0,1035	21,25
7:00-8:00	0,42425	0,3015	23,3
8:00-9:00	0,65025	0,525	25,8
9:00-10:00	0,83625	0,73	28,225
10:00-11:00	0,96325	0,89075	30,025
11:00-12:00	1,0225	0,99275	31,35
12:00-13:00	1,00975	1,03	32,425
13:00-14:00	0,92825	0,99275	33,25
14:00-15:00	0,786	0,89075	33,75
15:00-16:00	0,596	0,73	33,925
16:00-17:00	0,37875	0,525	33,65
17:00-18:00	0,1655	0,3015	32,975
18:00-19:00	0,05325	0,1035	31,85
19:00-20:00	0,0285	0,0285	29,5

Tabla 13 Irradiancia y T_{amb} Julio [5]

Intervalo Horario	$G(\text{kW/m}^2); \beta: 23,6 \alpha: -30$	$G(\text{kW/m}^2); \beta: 20 \alpha: 0$	$T_{\text{amb}}(^{\circ}\text{C})$
5:00-6:00	0,00375	0,00375	20,375
6:00-7:00	0,135	0,07125	21,1
7:00-8:00	0,37025	0,2565	23,1
8:00-9:00	0,6055	0,4825	25,725
9:00-10:00	0,7995	0,6925	28,225
10:00-11:00	0,93225	0,8575	30,1
11:00-12:00	0,9935	0,96225	31,45
12:00-13:00	0,982	0,998	32,525
13:00-14:00	0,89975	0,96225	33,375
14:00-15:00	0,75525	0,8575	33,85
15:00-16:00	0,5625	0,6925	33,925
16:00-17:00	0,34325	0,4825	33,475
17:00-18:00	0,13375	0,2565	32,6
18:00-19:00	0,04575	0,07125	31,35

Tabla 14 Irradiancia y T_{amb} Agosto [5]

Intervalo Horario	$G(\text{kW/m}^2); \beta: 23,6 \alpha: -30$	$G(\text{kW/m}^2); \beta: 20 \alpha: 0$	$T_{\text{amb}}(^{\circ}\text{C})$
5:00-6:00	0	0	16,825
6:00-7:00	0,04725	0,027	17,3
7:00-8:00	0,26125	0,17675	18,95
8:00-9:00	0,48375	0,3805	21,15
9:00-10:00	0,66575	0,572	23,225
10:00-11:00	0,789	0,7225	24,8
11:00-12:00	0,8465	0,817	26
12:00-13:00	0,8375	0,849	26,975
13:00-14:00	0,76525	0,817	27,775
14:00-15:00	0,636	0,7225	28,25
15:00-16:00	0,4635	0,572	28,05
16:00-17:00	0,2675	0,3805	27,225
17:00-18:00	0,09275	0,17675	26,05
18:00-19:00	0,02	0,02625	24,8

Tabla 15 Irradiancia y T_{amb} Septiembre [5]

Intervalo Horario	$G(\text{kW/m}^2); \beta: 23,6 \alpha: -30$	$G(\text{kW/m}^2); \beta: 20 \alpha: 0$	$T_{\text{amb}}(^{\circ}\text{C})$
5:00-6:00	0	0	12,825
6:00-7:00	0	0	13,45
7:00-8:00	0,1605	0,108	14,975
8:00-9:00	0,39925	0,30725	16,95
9:00-10:00	0,5705	0,485	18,875
10:00-11:00	0,683	0,6215	20,35
11:00-12:00	0,73475	0,70625	21,45
12:00-13:00	0,72675	0,7345	22,3
13:00-14:00	0,662	0,70625	22,925
14:00-15:00	0,54675	0,6215	23,1
15:00-16:00	0,38975	0,485	22,775
16:00-17:00	0,21	0,30725	21,75
17:00-18:00	0,05875	0,108	20,5
18:00-19:00	0	0	19,2

Tabla 16 Irradiancia y T_{amb} Octubre [5]

Intervalo Horario	$G(\text{kW/m}^2); \beta: 23,6 \alpha: -30$	$G(\text{kW/m}^2); \beta: 20 \alpha: 0$	$T_{\text{amb}}(^{\circ}\text{C})$
5:00-6:00	0	0	8,025
6:00-7:00	0	0	8,425
7:00-8:00	0,0385	0,02725	9,425
8:00-9:00	0,27	0,2015	10,775
9:00-10:00	0,43325	0,36275	12,225
10:00-11:00	0,54025	0,487	13,55
11:00-12:00	0,59025	0,56475	14,65
12:00-13:00	0,5855	0,5905	15,45
13:00-14:00	0,52925	0,56475	15,925
14:00-15:00	0,4265	0,487	16,05
15:00-16:00	0,2875	0,36275	15,65
16:00-17:00	0,12475	0,1795	14,85
17:00-18:00	0,01475	0,015	13,75
18:00-19:00	0	0	12,675

Tabla 17 Irradiancia y T_{amb} Noviembre [5]

Intervalo Horario	$G(\text{kW/m}^2); \beta: 23,6 \alpha: -30$	$G(\text{kW/m}^2); \beta: 20 \alpha: 0$	$T_{\text{amb}}(^{\circ}\text{C})$
5:00-6:00	0	0	4,925
6:00-7:00	0	0	5,1
7:00-8:00	0,00575	0,00575	5,75
8:00-9:00	0,2215	0,163	6,85
9:00-10:00	0,386	0,32025	8,3
10:00-11:00	0,48875	0,43875	10,025
11:00-12:00	0,53725	0,51225	11,675
12:00-13:00	0,53325	0,5375	12,925
13:00-14:00	0,48	0,51225	13,6
14:00-15:00	0,38325	0,43875	13,775
15:00-16:00	0,2515	0,32025	13,4
16:00-17:00	0,08975	0,12375	12,625
17:00-18:00	0,00575	0,00575	11,55
18:00-19:00	0	0	10,3

Tabla 18 Irradiancia y T_{amb} Diciembre [5]

Para calcular la energía generada por hora del generador fotovoltaico a partir de los datos obtenidos mostrados anteriormente se ha procedido de la siguiente manera:

Primero se ha calculado la temperatura de la célula que está relacionada con la temperatura ambiente de la siguiente manera:

$$T_c = T_{amb} + (T_{ONC} - 20) E/800$$

Para trasladar las características del módulo fotovoltaico elegido de condiciones estándar cuyas características son irradiancia 1000 W/m^2 , distribución espectral AM 1,5 y temperatura de la célula de 25°C a condiciones reales de trabajo se han realizado varias aproximaciones, ya que éstas no hacen que el resultado varíe significativamente. En la primera aproximación se ha considerado que la intensidad de cortocircuito, I_{sc} , del módulo no cambia con el cambio de la temperatura de la célula, en la segunda aproximación se ha considerado que la tensión de circuito abierto, V_{oc} , no varía significativamente con la variación de la irradiancia incidente sobre el módulo. Se ha comprobado que el factor de forma se ve mínimamente perjudicado con el aumento de temperatura de la célula pero se puede considerar constante sin cometer errores apreciables.

La variación de la temperatura si hace que varíe significativamente la tensión de vacío del módulo de la siguiente manera:

$$V_{oc} = V_{oc, stc} + \beta(T_{C2} - T_{C1})$$

Siendo

V_{oc} es la tensión de circuito abierto en condiciones cualesquiera de operación

$V_{oc, STC}$ es la tensión de circuito abierto en condiciones estándar.

β es un coeficiente de temperatura

T_{C2} es la temperatura de la célula

T_{C1} es la temperatura de la célula en condiciones estándar, 25°C

La intensidad de cortocircuito se ve incrementada con el aumento de la irradiancia incidente sobre los módulos.

$$I_{sc} = I_{sc, STC} \cdot G/G_{ST}$$

Siendo

I_{SC} la intensidad de cortocircuito en condiciones cualesquiera de operación.

$I_{SC, STC}$ la intensidad de cortocircuito en condiciones estándar.

G la irradiancia incidente en el generador

G_{STC} la irradiancia en condiciones estándar, $1000W/m^2$

El factor de forma del generador está relacionado con la tensión de vacío, la intensidad de cortocircuito, con la tensión en el punto de máxima potencia y con la intensidad de en el punto de máxima potencia de la siguiente manera:

$$FF = \frac{V_{MP} \cdot I_{MPP}}{V_{OC} \cdot I_{SC}}$$

El factor de forma del generador ha sido calculado a partir de las características del módulo aportadas por el fabricante y son:

$$V_{MPP} = 31,82 \text{ v}$$

$$I_{MPP} = 8,77 \text{ A}$$

$$V_{OC} = 38,72 \text{ v}$$

$$I_{SC} = 9,29 \text{ A}$$

El FF de forma del generador tiene un valor de:

$$FF = \frac{31,82 \cdot 8,77}{38,72 \cdot 9,29} = 0,7506$$

Para obtener la potencia media de una hora en el punto de máxima potencia a partir de los valores medios calculados de la tensión de vacío y la intensidad de cortocircuito para una hora se han multiplicado estos valores por el factor de forma del generador ya que se ha considerado constante.

Para calcular la energía generada en cada hora se ha multiplicado la potencia en el punto de máxima potencia media por una hora y por el rendimiento global del generador o

Performance Ratio, PR, el cual nos da una buena aproximación de la relación que hay entre la energía disponible para ser generada y la realmente generada.

El Performance Ratio depende de las diferentes pérdidas que existen en el generador siendo las más importantes las pérdidas por suciedad y polvo de los módulos, las pérdidas en el cableado, pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia, pérdidas según la eficiencia energética del inversor y perdidas por temperatura.

Se ha comprobado que el Performance Ratio para una instalación situada en Jaén oscila sin cometer errores apreciables entre 0,75 y 0,80. En la instalación proyectada se ha considerado un PR de 0,75 para que se asegure que las pérdidas por los factores anteriormente mencionados no sean en ningún caso superiores a las tenidas en cuenta a la hora de realizar el cálculo de la energía generada por la instalación.

Realizando el proceso anteriormente descrito se han obtenido los siguientes resultados para cada inversor instalado y para cada mes:

Intervalo Horario	Tc (°C)	INVERSOR 1				Inversor 2				Inversor 3			
		Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)	Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)	Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)
5:00-6:00	4,500	851,926	0,000	0,000	0,000	851,926	0,000	0,000	0,000	658,326	0,000	0,000	0,000
6:00-7:00	4,500	851,926	0,000	0,000	0,000	851,926	0,000	0,000	0,000	658,326	0,000	0,000	0,000
7:00-8:00	4,800	851,925	0,000	0,000	0,000	851,925	0,000	0,000	0,000	658,325	0,000	0,000	0,000
8:00-9:00	5,505	851,922	6,206	3,968	2,976	851,922	9,309	5,952	4,464	658,322	8,324	4,113	3,085
9:00-10:00	6,610	851,917	13,043	8,341	6,255	851,917	19,565	12,511	9,383	658,317	20,958	10,356	7,767
10:00-11:00	8,114	851,911	17,465	11,168	8,376	851,911	26,198	16,752	12,564	658,311	30,620	15,130	11,348
11:00-12:00	9,716	851,904	19,881	12,713	9,534	851,904	29,821	19,069	14,302	658,304	37,234	18,399	13,799
12:00-13:00	11,116	851,898	20,401	13,045	9,784	851,898	30,601	19,568	14,676	658,298	40,356	19,941	14,956
13:00-14:00	12,015	851,895	19,100	12,213	9,160	851,895	28,650	18,320	13,740	658,295	39,910	19,720	14,790
14:00-15:00	12,313	851,893	16,165	10,336	7,752	851,893	24,247	15,504	11,628	658,293	35,897	17,737	13,303
15:00-16:00	12,109	851,894	11,780	7,532	5,649	851,894	17,670	11,299	8,474	658,294	28,465	14,065	10,549
16:00-17:00	11,505	851,897	6,429	4,111	3,083	851,897	9,643	6,166	4,625	658,297	18,134	8,960	6,720
17:00-18:00	10,501	851,901	1,115	0,713	0,535	851,901	1,672	1,069	0,802	658,301	2,230	1,102	0,826
18:00-19:00	8,975	851,907	0,000	0,000	0,000	851,907	0,000	0,000	0,000	658,307	0,000	0,000	0,000

Tabla 19 Energía generada por horas en enero

Intervalo Horario	Tc	Inversor 1				Inversor 2				Inversor 3			
		Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)	Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)	Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)
5:00-6:00	4,225	851,927	0,000	0,000	0,000	851,927	0,000	0,000	0,000	658,327	0,000	0,000	0,000
6:00-7:00	4,475	851,926	0,000	0,000	0,000	851,926	0,000	0,000	0,000	658,326	0,000	0,000	0,000
7:00-8:00	5,303	851,923	3,688	2,358	1,769	851,923	5,532	3,538	2,653	658,323	4,979	2,461	1,845
8:00-9:00	6,585	851,917	12,895	8,245	6,184	851,917	19,342	12,368	9,276	658,317	19,528	9,649	7,237
9:00-10:00	7,965	851,912	19,072	12,196	9,147	851,912	28,609	18,294	13,720	658,312	32,162	15,892	11,919
10:00-11:00	9,343	851,906	23,132	14,792	11,094	851,906	34,698	22,188	16,641	658,306	41,898	20,703	15,527
11:00-12:00	10,570	851,901	24,999	15,986	11,989	851,901	37,499	23,979	17,984	658,301	47,955	23,696	17,772
12:00-13:00	11,670	851,896	24,739	15,819	11,864	851,896	37,109	23,729	17,797	658,296	49,980	24,696	18,522
13:00-14:00	12,418	851,893	22,463	14,364	10,773	851,893	33,695	21,546	16,159	658,293	47,955	23,695	17,772
14:00-15:00	12,740	851,891	18,376	11,750	8,813	851,891	27,563	17,625	13,219	658,291	41,898	20,703	15,527
15:00-16:00	12,510	851,892	12,829	8,204	6,153	851,892	19,244	12,305	9,229	658,292	32,162	15,892	11,919
16:00-17:00	11,655	851,896	6,512	4,164	3,123	851,896	9,768	6,246	4,685	658,296	19,528	9,649	7,237
17:00-18:00	10,551	851,901	1,319	0,844	0,633	851,901	1,979	1,265	0,949	658,301	4,032	1,992	1,494
18:00-19:00	9,450	851,905	0,000	0,000	0,000	851,905	0,000	0,000	0,000	658,305	0,000	0,000	0,000

Tabla 20 Energía generada por horas Febrero

Intervalo Horario	Tc	Inversor 1				Inversor 2				Inversor 3			
		Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)	Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)	Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)
5:00-6:00	6,75	851,917	0,000	0,000	0,000	851,917	0,000	0,000	0,000	658,317	0,000	0,000	0,000
6:00-7:00	7,22519175	851,915	0,242	0,154	0,116	851,915	0,362	0,232	0,174	658,315	1,579	0,780	0,585
7:00-8:00	8,581018	851,909	7,581	4,847	3,636	851,909	11,371	7,271	5,453	658,309	13,266	6,555	4,916
8:00-9:00	10,38735313	851,901	15,561	9,950	7,463	851,901	23,341	14,925	11,194	658,301	27,350	13,514	10,136
9:00-10:00	12,21721325	851,894	21,683	13,865	10,399	851,894	32,524	20,797	15,598	658,294	39,594	19,564	14,673
10:00-11:00	13,67048038	851,888	25,798	16,496	12,372	851,888	38,697	24,744	18,558	658,288	48,680	24,053	18,040
11:00-12:00	14,847125	851,883	27,870	17,821	13,366	851,883	41,805	26,731	20,049	658,283	54,216	26,789	20,092
12:00-13:00	15,74719875	851,879	27,963	17,880	13,410	851,879	41,944	26,820	20,115	658,279	56,074	27,707	20,780
13:00-14:00	16,44580488	851,876	26,207	16,757	12,568	851,876	39,311	25,136	18,852	658,276	54,216	26,789	20,092
14:00-15:00	16,71803188	851,875	22,714	14,524	10,893	851,875	34,071	21,786	16,339	658,275	48,680	24,053	18,040
15:00-16:00	16,439042	851,876	17,688	11,310	8,483	851,876	26,532	16,965	12,724	658,276	39,594	19,564	14,673
16:00-17:00	15,68409338	851,879	11,455	7,324	5,493	851,879	17,182	10,987	8,240	658,279	27,350	13,514	10,135
17:00-18:00	14,55382763	851,884	4,822	3,083	2,312	851,884	7,232	4,625	3,468	658,284	13,266	6,555	4,916
18:00-19:00	13,40098088	851,889	1,236	0,790	0,593	851,889	1,853	1,185	0,889	658,289	1,356	0,670	0,503

Tabla 21 Energía generada por horas Marzo

Intervalo Horario	Tc (°C)	Inversor 1					Inversor 2					Inversor 3			
		Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)		Voc	Isc	PMPP(KW)	generada(KWh)		Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)
5:00-6:00	9,950	851,903	0,000	0,000	0,000		851,903	0,000	0,000	0,000		658,303	0,000	0,000	0,000
6:00-7:00	10,603	851,900	3,995	2,554	1,916		851,900	5,992	3,832	2,874		658,300	4,868	2,405	1,804
7:00-8:00	12,259	851,894	11,455	7,324	5,493		851,894	17,182	10,987	8,240		658,294	16,536	8,171	6,128
8:00-9:00	14,414	851,884	18,088	11,566	8,674		851,884	27,131	17,349	13,012		658,284	29,449	14,551	10,913
9:00-10:00	16,393	851,876	23,234	14,857	11,142		851,876	34,851	22,285	16,714		658,276	40,709	20,114	15,086
10:00-11:00	17,871	851,870	26,579	16,995	12,746		851,870	39,868	25,492	19,119		658,270	49,218	24,319	18,239
11:00-12:00	18,872	851,866	28,056	17,939	13,455		851,866	42,084	26,909	20,182		658,266	54,421	26,889	20,167
12:00-13:00	19,597	851,863	27,684	17,702	13,276		851,863	41,526	26,553	19,914		658,263	56,149	27,743	20,807
13:00-14:00	20,170	851,860	25,603	16,371	12,278		851,860	38,405	24,557	18,417		658,260	54,421	26,889	20,167
14:00-15:00	20,492	851,859	21,943	14,031	10,523		851,859	32,914	21,046	15,784		658,259	49,218	24,319	18,239
15:00-16:00	20,388	851,859	16,917	10,817	8,113		851,859	25,376	16,225	12,169		658,259	40,709	20,114	15,085
16:00-17:00	19,834	851,862	10,944	6,997	5,248		851,862	16,415	10,496	7,872		658,262	29,449	14,551	10,913
17:00-18:00	18,954	851,865	4,822	3,083	2,312		851,865	7,232	4,624	3,468		658,265	16,536	8,171	6,128
18:00-19:00	17,852	851,870	1,904	1,218	0,913		851,870	2,857	1,827	1,370		658,270	4,868	2,405	1,804

Tabla 22 Energía generada por horas Abril

Intervalo Horario	Tc	Inversor 1					Inversor 2					Inversor 3				
		Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)		Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)		Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)	
5:00-6:00	13,351	851,889	0,873	0,558	0,419		851,889	1,310	0,838	0,628		658,289	1,263	0,624	0,468	
6:00-7:00	14,230	851,885	6,614	4,230	3,172		851,885	9,922	6,344	4,758		658,285	7,897	3,902	2,926	
7:00-8:00	16,111	851,877	13,861	8,863	6,647		851,877	20,791	13,294	9,971		658,277	20,531	10,144	7,608	
8:00-9:00	18,391	851,868	20,559	13,146	9,859		851,868	30,838	19,718	14,789		658,268	33,871	16,736	12,552	
9:00-10:00	20,496	851,859	25,835	16,520	12,390		851,859	38,753	24,779	18,584		658,259	45,577	22,519	16,889	
10:00-11:00	21,973	851,853	29,282	18,723	14,042		851,853	43,923	28,085	21,064		658,253	54,458	26,907	20,180	
11:00-12:00	22,999	851,848	30,806	19,697	14,773		851,848	46,208	29,546	22,159		658,248	59,939	29,615	22,211	
12:00-13:00	23,774	851,845	30,397	19,436	14,577		851,845	45,595	29,154	21,865		658,245	61,797	30,533	22,900	
13:00-14:00	24,397	851,843	28,177	18,016	13,512		851,843	42,265	27,024	20,268		658,243	59,939	29,615	22,211	
14:00-15:00	24,769	851,841	24,275	15,521	11,641		851,841	36,412	23,282	17,461		658,241	54,458	26,907	20,180	
15:00-16:00	24,790	851,841	18,998	12,147	9,110		851,841	28,497	18,221	13,666		658,241	45,577	22,519	16,889	
16:00-17:00	24,385	851,843	12,746	8,150	6,112		851,843	19,119	12,225	9,168		658,243	33,871	16,735	12,551	
17:00-18:00	23,580	851,846	6,280	4,015	3,012		851,846	9,420	6,023	4,517		658,246	20,531	10,144	7,608	
18:00-19:00	22,527	851,850	2,880	1,841	1,381		851,850	4,320	2,762	2,072		658,250	7,897	3,902	2,926	
19:00-20:00	21,001	851,857	1,524	0,974	0,731		851,857	2,285	1,461	1,096		658,257	3,121	1,542	1,157	

Tabla 23 Energía generada por horas Mayo

Intervalo Horario	Tc	Inversor 1					Inversor 2					Inversor 3				
		Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)		Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)		Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)	
5:00-6:00	17,326	851,872	1,486	0,950	0,713		851,872	2,230	1,426	1,069		658,272	1,839	0,909	0,682	
6:00-7:00	18,331	851,868	7,729	4,942	3,707		851,868	11,594	7,413	5,560		658,268	8,788	4,342	3,257	
7:00-8:00	20,187	851,860	15,700	10,039	7,529		851,860	23,550	15,058	11,294		658,260	22,816	11,273	8,455	
8:00-9:00	22,393	851,851	23,271	14,880	11,160		851,851	34,907	22,320	16,740		658,251	37,996	18,773	14,080	
9:00-10:00	24,448	851,842	29,412	18,806	14,105		851,842	44,118	28,209	21,157		658,242	51,634	25,511	19,133	
10:00-11:00	26,027	851,836	33,528	21,437	16,078		851,836	50,291	32,156	24,117		658,236	62,243	30,753	23,065	
11:00-12:00	27,153	851,831	35,386	22,625	16,969		851,831	53,078	33,938	25,453		658,231	68,876	34,030	25,522	
12:00-13:00	28,028	851,827	34,930	22,334	16,751		851,827	52,396	33,501	25,126		658,227	71,124	35,140	26,355	
13:00-14:00	28,726	851,824	32,255	20,623	15,467		851,824	48,382	30,935	23,201		658,224	68,876	34,029	25,522	
14:00-15:00	29,147	851,823	27,573	17,630	13,222		851,823	41,359	26,444	19,833		658,223	62,243	30,752	23,064	
15:00-16:00	29,217	851,822	21,283	13,608	10,206		851,822	31,925	20,412	15,309		658,222	51,634	25,511	19,133	
16:00-17:00	28,961	851,823	13,981	8,940	6,705		851,823	20,972	13,409	10,057		658,223	37,996	18,773	14,079	
17:00-18:00	28,305	851,826	6,633	4,241	3,181		851,826	9,950	6,362	4,771		658,226	22,816	11,273	8,455	
18:00-19:00	27,252	851,831	2,518	1,610	1,207		851,831	3,776	2,415	1,811		658,231	8,788	4,342	3,257	
19:00-20:00	25,501	851,838	1,449	0,927	0,695		851,838	2,174	1,390	1,042		658,238	2,936	1,450	1,088	

Tabla 24 Energía generada por horas Junio

Intervalo Horario	Tc	Inversor 1					Inversor 2					Inversor 3				
		Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)		Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)		Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)	
5:00-6:00	20,376	851,859	1,078	0,689	0,517		851,859	1,616	1,034	0,775		658,259	1,282	0,633	0,475	
6:00-7:00	21,256	851,856	7,209	4,610	3,457		851,856	10,814	6,914	5,186		658,256	7,692	3,801	2,850	
7:00-8:00	23,313	851,847	15,765	10,080	7,560		851,847	23,648	15,120	11,340		658,247	22,407	11,071	8,303	
8:00-9:00	25,819	851,837	24,163	15,450	11,587		851,837	36,245	23,175	17,381		658,237	39,018	19,278	14,458	
9:00-10:00	28,250	851,826	31,075	19,869	14,902		851,826	46,613	29,803	22,353		658,226	54,254	26,805	20,104	
10:00-11:00	30,053	851,819	35,794	22,886	17,165		851,819	53,692	34,329	25,747		658,219	66,201	32,707	24,530	
11:00-12:00	31,380	851,813	37,996	24,294	18,220		851,813	56,994	36,441	27,331		658,213	73,781	36,452	27,339	
12:00-13:00	32,455	851,809	37,522	23,991	17,993		851,809	56,283	35,986	26,990		658,209	76,550	37,820	28,365	
13:00-14:00	33,277	851,805	34,494	22,054	16,541		851,805	51,741	33,081	24,811		658,205	73,781	36,452	27,339	
14:00-15:00	33,773	851,803	29,208	18,675	14,006		851,803	43,812	28,012	21,009		658,203	66,201	32,707	24,530	
15:00-16:00	33,943	851,802	22,147	14,160	10,620		851,802	33,221	21,241	15,930		658,202	54,254	26,804	20,103	
16:00-17:00	33,661	851,804	14,074	8,999	6,749		851,804	21,112	13,498	10,124		658,204	39,018	19,277	14,458	
17:00-18:00	32,980	851,806	6,150	3,932	2,949		851,806	9,225	5,898	4,424		658,206	22,407	11,071	8,303	
18:00-19:00	31,852	851,811	1,979	1,265	0,949		851,811	2,968	1,898	1,423		658,211	7,692	3,800	2,850	
19:00-20:00	29,501	851,821	1,059	0,677	0,508		851,821	1,589	1,016	0,762		658,221	2,118	1,046	0,785	

Tabla 25 Energía generada por horas julio

Intervalo Horario	Tc	Inversor 1				Inversor 2				Inversor 3			
		Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)	Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)	Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)
5:00-6:00	20,375	851,859	0,139	0,089	0,067	851,859	0,209	0,134	0,100	658,259	0,279	0,138	0,103
6:00-7:00	21,104	851,856	5,017	3,208	2,406	851,856	7,525	4,811	3,609	658,256	5,295	2,616	1,962
7:00-8:00	23,111	851,848	13,758	8,797	6,598	851,848	20,638	13,196	9,897	658,248	19,063	9,419	7,064
8:00-9:00	25,743	851,837	22,500	14,387	10,790	851,837	33,751	21,580	16,185	658,237	35,859	17,717	13,288
9:00-10:00	28,249	851,826	29,709	18,996	14,247	851,826	44,564	28,494	21,370	658,226	51,467	25,428	19,071
10:00-11:00	30,128	851,818	34,642	22,150	16,612	851,818	51,964	33,225	24,918	658,218	63,729	31,486	23,615
11:00-12:00	31,479	851,813	36,918	23,605	17,704	851,813	55,378	35,407	26,555	658,213	71,514	35,332	26,499
12:00-13:00	32,554	851,808	36,491	23,331	17,499	851,808	54,737	34,997	26,248	658,208	74,171	36,645	27,484
13:00-14:00	33,402	851,805	33,435	21,377	16,033	851,805	50,152	32,066	24,049	658,205	71,514	35,332	26,499
14:00-15:00	33,872	851,803	28,065	17,944	13,458	851,803	42,098	26,916	20,187	658,203	63,729	31,486	23,614
15:00-16:00	33,942	851,802	20,903	13,364	10,023	851,802	31,354	20,047	15,035	658,202	51,467	25,427	19,070
16:00-17:00	33,485	851,804	12,755	8,155	6,116	851,804	19,133	12,233	9,175	658,204	35,859	17,716	13,287
17:00-18:00	32,604	851,808	4,970	3,178	2,383	851,808	7,455	4,767	3,575	658,208	19,063	9,418	7,064
18:00-19:00	31,351	851,813	1,700	1,087	0,815	851,813	2,550	1,630	1,223	658,213	5,295	2,616	1,962

Tabla 26 Energía generada por hora Agosto

Intervalo Horario	Tc	Inversor 1				Inversor 2				Inversor 3			
		Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)	Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)	Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)
5:00-6:00	16,825	851,874	0,000	0,000	0,000	851,874	0,000	0,000	0,000	658,274	0,000	0,000	0,000
6:00-7:00	17,301	851,872	1,756	1,123	0,842	851,872	2,634	1,684	1,263	658,272	2,007	0,991	0,744
7:00-8:00	18,958	851,865	9,708	6,207	4,656	851,865	14,562	9,311	6,983	658,265	13,136	6,491	4,868
8:00-9:00	21,164	851,856	17,976	11,494	8,621	851,856	26,964	17,241	12,931	658,256	28,279	13,972	10,479
9:00-10:00	23,245	851,847	24,739	15,818	11,864	851,847	37,109	23,728	17,796	658,247	42,511	21,004	15,753
10:00-11:00	24,823	851,841	29,319	18,747	14,060	851,841	43,979	28,120	21,090	658,241	53,696	26,530	19,898
11:00-12:00	26,025	851,836	31,456	20,113	15,085	851,836	47,184	30,169	22,627	658,236	60,719	30,000	22,500
12:00-13:00	27,000	851,832	31,122	19,899	14,924	851,832	46,682	29,848	22,386	658,232	63,098	31,175	23,381
13:00-14:00	27,798	851,828	28,437	18,182	13,637	851,828	42,655	27,273	20,455	658,228	60,719	30,000	22,500
14:00-15:00	28,269	851,826	23,634	15,111	11,333	851,826	35,451	22,667	17,000	658,226	53,696	26,530	19,897
15:00-16:00	28,064	851,827	17,224	11,013	8,259	851,827	25,835	16,519	12,389	658,227	42,511	21,003	15,753
16:00-17:00	27,233	851,831	9,940	6,356	4,767	851,831	14,910	9,534	7,150	658,231	28,279	13,972	10,479
17:00-18:00	26,053	851,836	3,447	2,204	1,653	851,836	5,170	3,306	2,479	658,236	13,136	6,490	4,868
18:00-19:00	24,801	851,841	0,743	0,475	0,356	851,841	1,115	0,713	0,535	658,241	1,951	0,964	0,723

Tabla 27 Energía generada por hora Septiembre

Intervalo Horario	Tc	Inversor 1				Inversor 2				Inversor 3			
		Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)	Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)	Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)
5:00-6:00	12,825	851,891	0,000	0,000	0,000	851,891	0,000	0,000	0,000	658,291	0,000	0,000	0,000
6:00-7:00	13,450	851,889	0,000	0,000	0,000	851,889	0,000	0,000	0,000	658,289	0,000	0,000	0,000
7:00-8:00	14,980	851,882	5,964	3,814	2,860	851,882	8,946	5,721	4,290	658,282	8,027	3,966	2,975
8:00-9:00	16,962	851,874	14,836	9,487	7,115	851,874	22,254	14,230	10,672	658,274	22,835	11,283	8,462
9:00-10:00	18,892	851,866	21,200	13,555	10,167	851,866	31,800	20,333	15,250	658,266	36,045	17,810	13,357
10:00-11:00	20,370	851,859	25,380	16,228	12,171	851,859	38,070	24,343	18,257	658,259	46,190	22,822	17,117
11:00-12:00	21,472	851,855	27,303	17,458	13,093	851,855	40,955	26,187	19,640	658,255	52,489	25,934	19,451
12:00-13:00	22,321	851,851	27,006	17,268	12,951	851,851	40,509	25,902	19,426	658,251	54,588	26,971	20,228
13:00-14:00	22,945	851,849	24,600	15,729	11,797	851,849	36,900	23,594	17,695	658,249	52,489	25,934	19,450
14:00-15:00	23,116	851,848	20,317	12,991	9,743	851,848	30,476	19,486	14,615	658,248	46,190	22,822	17,116
15:00-16:00	22,786	851,849	14,483	9,261	6,945	851,849	21,725	13,891	10,418	658,249	36,045	17,809	13,357
16:00-17:00	21,756	851,854	7,804	4,990	3,742	851,854	11,705	7,485	5,613	658,254	22,835	11,282	8,462
17:00-18:00	20,502	851,859	2,183	1,396	1,047	851,859	3,275	2,094	1,570	658,259	8,027	3,966	2,974
18:00-19:00	19,200	851,864	0,000	0,000	0,000	851,864	0,000	0,000	0,000	658,264	0,000	0,000	0,000

Tabla 28 Energía generada por horas Octubre

Intervalo Horario	Tc	Inversor 1				Inversor 2				Inversor 3			
		Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)	Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)	Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)
5:00-6:00	8,025	851,911	0,000	0,000	0,000	851,911	0,000	0,000	0,000	658,311	0,000	0,000	0,000
6:00-7:00	8,425	851,910	0,000	0,000	0,000	851,910	0,000	0,000	0,000	658,310	0,000	0,000	0,000
7:00-8:00	9,426	851,905	1,431	0,915	0,686	851,905	2,146	1,029	1,029	658,305	2,025	1,001	0,751
8:00-9:00	10,783	851,900	10,033	6,416	4,812	851,900	15,050	7,218	7,218	658,300	14,975	7,400	5,550
9:00-10:00	12,238	851,894	16,100	10,295	7,721	851,894	24,149	11,582	11,582	658,294	26,960	13,321	9,991
10:00-11:00	13,566	851,888	20,076	12,837	9,628	851,888	30,114	14,442	14,442	658,288	36,194	17,884	13,413
11:00-12:00	14,667	851,883	21,934	14,025	10,519	851,883	32,901	15,778	15,778	658,283	41,972	20,739	15,554
12:00-13:00	15,467	851,880	21,757	13,912	10,434	851,880	32,636	15,651	15,651	658,280	43,886	21,684	16,263
13:00-14:00	15,941	851,878	19,667	12,576	9,432	851,878	29,500	14,147	14,147	658,278	41,972	20,739	15,554
14:00-15:00	16,063	851,878	15,849	10,134	7,601	851,878	23,773	11,401	11,401	658,278	36,194	17,884	13,413
15:00-16:00	15,658	851,879	10,684	6,831	5,123	851,879	16,025	7,685	7,685	658,279	26,960	13,321	9,991
16:00-17:00	14,854	851,883	4,636	2,964	2,223	851,883	6,954	3,335	3,335	658,283	13,340	6,592	4,944
17:00-18:00	13,750	851,887	0,548	0,350	0,263	851,887	0,822	0,394	0,394	658,287	1,115	0,551	0,413
18:00-19:00	12,675	851,892	0,000	0,000	0,000	851,892	0,000	0,000	0,000	658,292	0,000	0,000	0,000

Tabla 29 Energía generada por hora Noviembre

Intervalo Horario	Tc	Inversor 1				Inversor 2				Inversor 3			
		Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)	Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)	Voc	Isc	PMPP(KW)	Egenerada(KWh)
5:00-6:00	4,925	851,924	0,000	0,000	0,000	851,924	0,000	0,000	0,000	658,324	0,000	0,000	0,000
6:00-7:00	5,100	851,924	0,000	0,000	0,000	851,924	0,000	0,000	0,000	658,324	0,000	0,000	0,000
7:00-8:00	5,750	851,921	0,214	0,137	0,102	851,921	0,321	0,205	0,154	658,321	0,427	0,211	0,158
8:00-9:00	6,857	851,916	8,231	5,263	3,947	851,916	12,346	7,895	5,921	658,316	12,114	5,986	4,490
9:00-10:00	8,311	851,910	14,344	9,172	6,879	851,910	21,516	13,758	10,319	658,310	23,801	11,761	8,821
10:00-11:00	10,039	851,903	18,162	11,614	8,710	851,903	27,243	17,420	13,065	658,303	32,608	16,112	12,084
11:00-12:00	11,691	851,896	19,964	12,766	9,574	851,896	29,946	19,149	14,362	658,296	38,070	18,811	14,109
12:00-13:00	12,941	851,891	19,816	12,671	9,503	851,891	29,723	19,006	14,255	658,291	39,947	19,739	14,804
13:00-14:00	13,614	851,888	17,837	11,405	8,554	851,888	26,755	17,108	12,831	658,288	38,070	18,811	14,108
14:00-15:00	13,786	851,887	14,242	9,107	6,830	851,887	21,362	13,660	10,245	658,287	32,608	16,112	12,084
15:00-16:00	13,407	851,889	9,346	5,976	4,482	851,889	14,019	8,964	6,723	658,289	23,801	11,760	8,820
16:00-17:00	12,628	851,892	3,335	2,133	1,599	851,892	5,003	3,199	2,399	658,292	9,197	4,544	3,408
17:00-18:00	11,550	851,896	0,214	0,137	0,102	851,896	0,321	0,205	0,154	658,296	0,427	0,211	0,158
18:00-19:00	10,300	851,902	0,000	0,000	0,000	851,902	0,000	0,000	0,000	658,302	0,000	0,000	0,000

Tabla 30 Energía generada por hora Diciembre

2.1.2. Ahorro estimado

El primer punto a tener en cuenta para estimar el ahorro es el tipo de instalación según las leyes y reales decretos que regulan las instalaciones fotovoltaicas.

La instalación proyectada es de tipo 1 según el título 2 del Real Decreto 900/2015 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, las instalaciones incluidas en este grupo están conectadas a la red interior y no están dadas de alta como instalaciones de producción, se ha considerado que este es el mejor grupo en el que incluir la instalación porque el consumo de la industria es en todo momento superior a la energía generada por lo que no se vierte energía a red en ningún momento.

El ahorro obtenido será el dinero que el consumidor deje de pagar en la factura en concepto de precio de energía consumida, ya que la energía que generada por la instalación fotovoltaica deja de consumirla de red.

Sin embargo según la Ley 24/2013, de Diciembre del sector eléctrico la cual establece la nueva regulación del sector eléctrico español todas las instalaciones que estén dentro de cualquier modalidad de autoconsumo deben contribuir a los costes y servicios del sistema por la energía auto consumida. Se establece un cargo fijo por potencia, el cual no será aplicado a la instalación ya que este cargo no es de aplicación para las instalaciones no gestionables, sin embargo, los cargos variables por energía auto consumida si tendrán que ser aplicados según esta Ley, sin embargo se ha comprobado que en las instalaciones de autoconsumo no ha sido aplicado este cargo por lo que no será tenido en cuenta a la hora de calcular el ahorro final de la instalación, será calculado para realizar una comparativa del ahorro con cargo y sin cargo.

El cargo por energía auto consumida depende de la tarifa contratada por el consumidor, en este caso el consumidor tiene una tarifa contratada 3.1 A.

El término de energía, el cargo por autoconsumo y el ahorro se muestra en la siguiente tabla:

Tarifa 3.1 A			
	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3
Término de energía (€/KWh)	0,102207	0,0848	0,060078
Cargo autoconsumo	0,016699	0,011411	0,013268
Ahorro(€/KWh)	0,085508	0,073389	0,04681

Tabla 31 Ahorro por energía no consumida

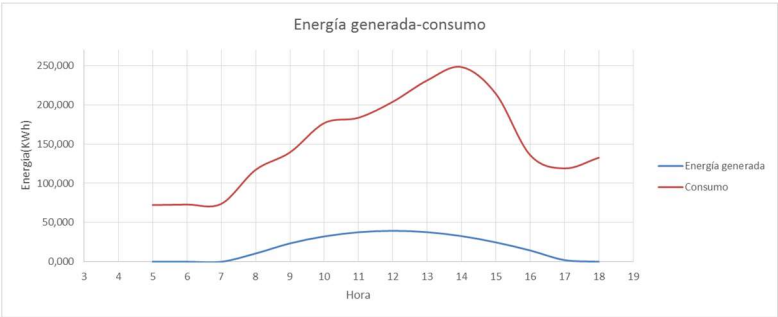
Se han obtenido los siguientes resultados de energía generada, consumo y ahorro para cada mes ahorro para cada mes:

Intervalo Horario	Energía total generada(KWh)	Consumo(KWh)	Consumo Domingo(KWh)	Ahorro con cargo(€/KWh)	Ahorro sin cargo(€/KWh)	Ahorro con cargo en fin de semana(€/KWh)	Ahorro sin cargo fin de semana(€/KWh)	Ahorro con cargo(€)	Ahorro con cargo fin de semana(€)	Ahorro sin cargo(€)	Ahorro sin cargo fin de semana(€)
5:00-6:00	0,000	72,232	72,232	0,047	0,060	0,047	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000
6:00-7:00	0,000	72,912	72,912	0,047	0,060	0,047	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000
7:00-8:00	0,000	73,846	73,846	0,047	0,060	0,047	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000
8:00-9:00	10,525	117,082	75,693	0,073	0,085	0,047	0,060	0,772	0,493	0,893	0,632
9:00-10:00	23,406	139,365	75,882	0,073	0,085	0,047	0,060	1,718	1,096	1,985	1,406
10:00-11:00	32,288	176,755	76,071	0,073	0,085	0,047	0,060	2,370	1,511	2,738	1,940
11:00-12:00	37,635	183,554	76,262	0,073	0,085	0,047	0,060	2,762	1,762	3,191	2,261
12:00-13:00	39,415	203,949	76,452	0,073	0,085	0,047	0,060	2,893	1,845	3,342	2,368
13:00-14:00	37,690	231,142	76,643	0,073	0,085	0,047	0,060	2,766	1,764	3,196	2,264
14:00-15:00	32,693	248,137	76,835	0,073	0,085	0,047	0,060	2,399	1,530	2,772	1,964
15:00-16:00	24,672	214,146	76,431	0,073	0,085	0,047	0,060	1,911	1,155	2,092	1,482
16:00-17:00	14,428	135,966	76,069	0,073	0,085	0,047	0,060	1,059	0,675	1,223	0,867
17:00-18:00	2,163	118,970	75,688	0,086	0,102	0,047	0,060	0,185	0,101	0,221	0,130
18:00-19:00	0,000	132,567	75,310	0,086	0,102	0,073	0,085	0,000	0,000	0,000	0,000

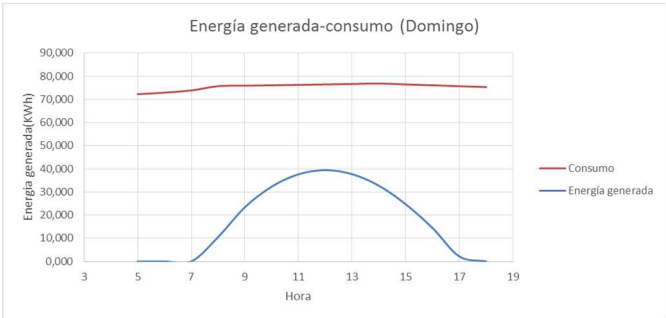
Tabla 32 Ahorro Enero

Día	Energía generada(KWh)	Consumo(KWh)	Ahorro con cargo(€)	Ahorro, sin cargo (€)
Lunes	254,906	2120,621	18,733	21,654
Martes	254,906	2120,621	18,733	21,654
Miércoles	254,906	2120,621	18,733	21,654
Jueves	254,906	2120,621	18,733	21,654
Viernes	254,906	2120,621	18,733	21,654
Sábado	254,906	2120,621	11,932	15,314
Domingo	254,906	1056,346	11,932	15,314
Total mes	7902,076	55120,295	470,127	555,587

Tabla 33 Resumen de datos obtenidos Enero



Gráfica 2.1.1 Energía generada-Consumo por horas Enero



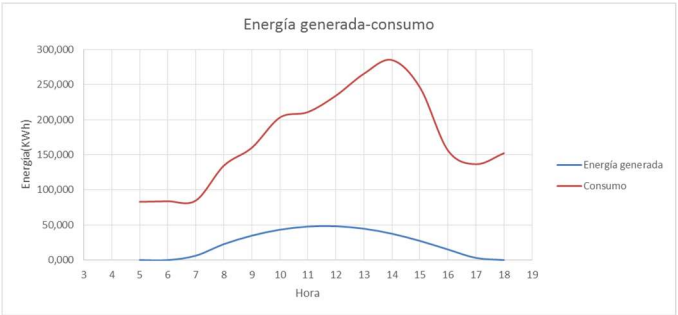
Gráfica 2.1.2 Energía generada-Consumo (Domingo) por horas Enero

Intervalo Horario	Energía total generada(KWh)	Consumo(KWh)	Consumo Domingo(KWh)	Ahorro con cargo(€/KWh)	Ahorro sin cargo(€/KWh)	Ahorro con cargo en fin de semana(€/KWh)	Ahorro sin cargo fin de semana(€/KWh)	Ahorro con cargo(€)	Ahorro con cargo, fin de semana(€)	Ahorro sin cargo(€)	Ahorro sin cargo, fin de semana(€)
5:00-6:00	0,000	82,996	82,996	0,047	0,060	0,047	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000
6:00-7:00	0,000	83,777	83,777	0,047	0,060	0,047	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000
7:00-8:00	6,267	84,851	84,851	0,047	0,060	0,047	0,060	0,299	0,299	0,377	0,377
8:00-9:00	22,697	134,529	86,972	0,073	0,085	0,047	0,060	1,666	1,662	1,925	1,364
9:00-10:00	34,786	160,133	87,190	0,073	0,085	0,047	0,060	2,559	1,628	2,950	2,090
10:00-11:00	43,262	203,095	87,408	0,073	0,085	0,047	0,060	3,175	2,025	3,669	2,599
11:00-12:00	47,745	210,907	87,626	0,073	0,085	0,047	0,060	3,504	2,235	4,049	2,868
12:00-13:00	48,183	234,341	87,845	0,073	0,085	0,047	0,060	3,536	2,255	4,086	2,895
13:00-14:00	44,704	265,586	88,065	0,073	0,085	0,047	0,060	3,281	2,093	3,791	2,686
14:00-15:00	37,558	285,115	88,285	0,073	0,085	0,047	0,060	2,756	1,758	3,185	2,256
15:00-16:00	27,301	246,058	87,843	0,073	0,085	0,047	0,060	2,004	1,278	2,315	1,640
16:00-17:00	15,045	156,227	87,404	0,073	0,085	0,047	0,060	1,104	0,704	1,276	0,904
17:00-18:00	3,076	136,699	86,967	0,086	0,102	0,047	0,060	0,263	0,144	0,314	0,185
18:00-19:00	0,000	152,321	86,532	0,086	0,102	0,073	0,085	0,000	0,000	0,000	0,000

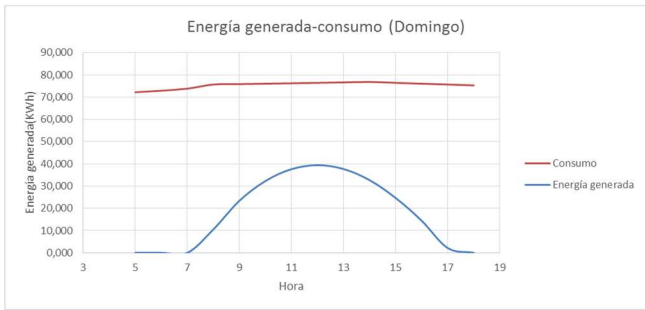
Tabla 34 Ahorro Febrero

Día	Energía generada(KWh)	Consumo(KWh)	Ahorro con cargos(€)	Ahorro sin cargos(€)
Lunes	330,6242968	2436,634	24,13488039	27,936
Martes	330,6242968	2436,634	24,13488039	27,936
Miércoles	330,6242968	2436,634	24,13488039	27,936
Jueves	330,6242968	2436,634	24,13488039	27,936
Viernes	330,6242968	2436,634	24,13488039	27,936
Sábado	330,6242968	2436,634	15,47652333	19,863
Domingo	330,6242968	1213,761	15,47652333	19,863
Total mes	9257,48031	63334,247	606,5097945	717,617

Tabla 35 Resumen de datos obtenidos Febrero



Gráfica 2.1.3 Energía generada-Consumo por horas Febrero



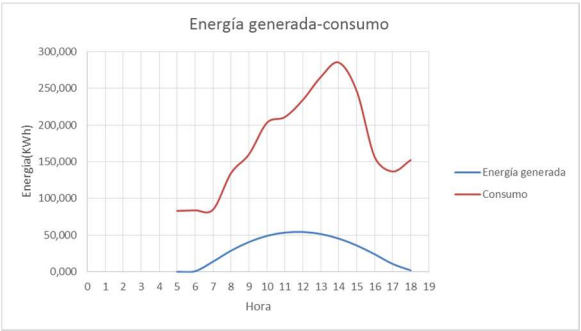
Gráfica 2.1.4 Energía generada-Consumo (Domingo) por horas Enero

Intervalo Horario	Energía total generada(KWh)	Consumo(KWh)	Consumo domingo(KWh)	Ahorro con cargo(€/KWh)	Ahorro sin cargo (€/KWh)	Ahorro con cargo en fin de semana(€/KWh)	Ahorro sin cargo en fin de semana(€/KWh)	Ahorro con cargo (€)	Ahorro con cargo, fin de semana(€)	Ahorro sin cargo(€)	Ahorro sin cargo, fin de semana(€)
5:00-6:00	0,000	74,866	74,866	0,047	0,060	0,047	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000
6:00-7:00	0,875	75,571	75,571	0,047	0,060	0,047	0,060	0,041	0,041	0,053	0,053
7:00-8:00	14,005	76,540	76,540	0,047	0,060	0,047	0,060	0,656	0,656	0,841	0,841
8:00-9:00	28,792	121,351	78,453	0,073	0,085	0,047	0,060	2,113	1,348	2,442	1,730
9:00-10:00	40,670	144,447	78,649	0,073	0,085	0,047	0,060	2,985	1,904	3,449	2,443
10:00-11:00	48,971	183,202	78,846	0,086	0,085	0,047	0,060	4,187	2,292	4,153	2,942
11:00-12:00	53,506	190,248	79,043	0,086	0,085	0,047	0,060	4,575	2,505	4,537	3,215
12:00-13:00	54,306	211,386	79,240	0,086	0,085	0,047	0,060	4,644	2,542	4,605	3,263
13:00-14:00	51,512	239,571	79,439	0,086	0,085	0,047	0,060	4,405	2,411	4,368	3,095
14:00-15:00	45,272	257,187	79,637	0,086	0,085	0,047	0,060	3,871	2,119	3,839	2,720
15:00-16:00	35,879	221,956	79,239	0,086	0,085	0,047	0,060	3,068	1,680	3,043	2,156
16:00-17:00	23,868	140,924	78,843	0,073	0,085	0,047	0,060	1,752	1,117	2,024	1,434
17:00-18:00	10,697	123,309	78,449	0,073	0,085	0,047	0,060	0,785	0,501	0,907	0,643
18:00-19:00	1,984	137,401	78,056	0,073	0,085	0,073	0,085	0,146	0,146	0,168	0,168

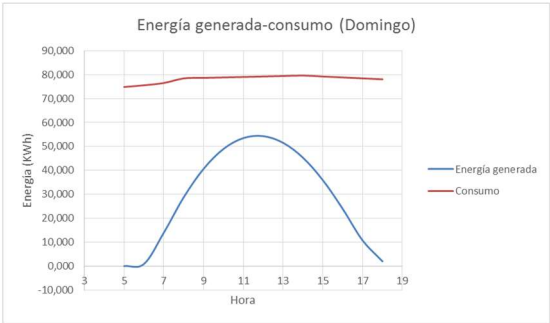
Tabla 36 Ahorro Marzo

Día	Energía generada(KWh)	Consumo(KWh)	Ahorro con cargo(€)	Ahorro sin cargo(€)
Lunes	410,3367899	2197,959	33,22649084	34,260
Martes	410,3367899	2197,959	33,22649084	34,260
Miércoles	410,3367899	2197,959	33,22649084	34,260
Jueves	410,3367899	2197,959	33,22649084	34,260
Viernes	410,3367899	2197,959	33,22649084	34,260
Sábado	410,3367899	2197,959	19,26059825	24,701
Domingo	410,3367899	1094,870	19,26059825	24,701
Total mes	12720,44049	63724,36879	904,3281828	976,0411798

Tabla 37 Resumen de datos obtenidos Marzo



Gráfica 2.1.5 Energía generada-Consumo por horas Marzo



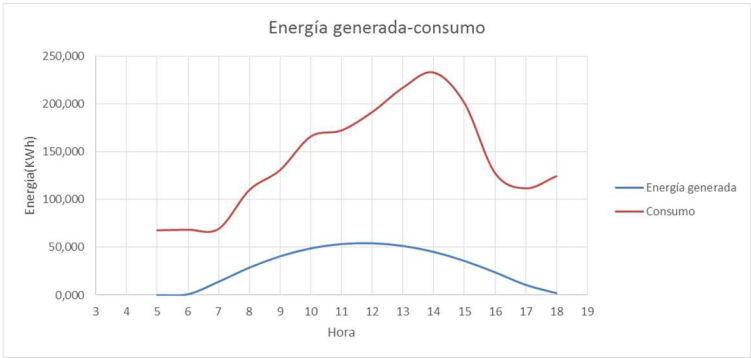
Gráfica 2.1.6 Energía generada-Consumo por horas (Domingo) Marzo

Intervalo Horario	Energía total generada(KWh)	Consumo(KWh)	Consumo Domingo(KWh)	Ahorro con cargo(K/Wh)	Ahorro sin cargo(K/Wh)	Ahorro con cargo en fin de semana(K/Wh)	Ahorro sin cargo en fin de semana(K/Wh)	Ahorro con cargo(€)	Ahorro con cargo, fin de semana(€)	Ahorro sin cargo(€)	Ahorro sin cargo, fin de semana(€)
5:00-6:00	0,000	67,891	67,891	0,047	0,060	0,047	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000
6:00-7:00	6,594	68,530	68,530	0,047	0,060	0,047	0,060	0,309	0,309	0,309	0,309
7:00-8:00	19,862	69,408	69,408	0,047	0,060	0,047	0,060	0,930	0,930	1,139	1,139
8:00-9:00	32,599	110,045	71,143	0,073	0,085	0,047	0,060	2,392	1,526	2,764	1,959
9:00-10:00	42,942	130,989	71,321	0,073	0,085	0,047	0,060	3,151	2,010	3,641	2,580
10:00-11:00	50,105	166,133	71,500	0,086	0,102	0,047	0,060	4,284	2,345	5,121	3,010
11:00-12:00	53,803	172,522	71,678	0,086	0,102	0,047	0,060	4,601	2,519	5,499	3,232
12:00-13:00	53,998	191,691	71,858	0,086	0,102	0,047	0,060	4,617	2,528	5,519	3,244
13:00-14:00	50,862	217,250	72,037	0,086	0,102	0,047	0,060	4,349	2,381	5,199	3,056
14:00-15:00	44,546	233,225	72,217	0,086	0,102	0,047	0,060	3,809	2,085	4,553	2,676
15:00-16:00	35,367	201,276	71,856	0,086	0,102	0,047	0,060	3,024	1,656	3,615	2,125
16:00-17:00	24,033	127,794	71,497	0,073	0,085	0,047	0,060	1,764	1,125	2,038	1,444
17:00-18:00	11,908	111,820	71,139	0,073	0,085	0,047	0,060	0,874	0,557	1,010	0,715
18:00-19:00	4,087	124,599	70,784	0,073	0,085	0,073	0,085	0,300	0,300	0,347	0,347

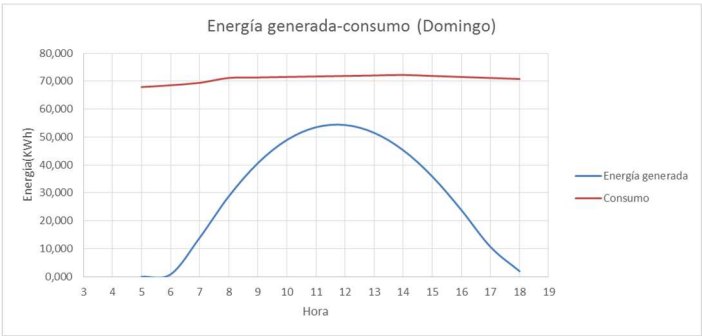
Tabla 38 Ahorro Abril

Día	Energía generada(KWh)	Consumo(KWh)	Ahorro con cargos(€)	Ahorro sin cargos(€)
Lunes	430,707	1993,174	34,405	40,895
Martes	430,707	1993,174	34,405	40,895
Miércoles	430,707	1993,174	34,405	40,895
Jueves	430,707	1993,174	34,405	40,895
Viernes	430,707	1993,174	34,405	40,895
Sábado	430,707	1993,174	20,270	25,977
Domingo	430,707	992,860	20,270	25,977
Total mes	12921,213	54793,644	904,926	1092,589

Tabla 39 Resumen de datos obtenidos Abril



Gráfica 2.1.7 Energía generada-Consumo por horas Abril



Gráfica 2.1.8 Energía generada-Consumo (Domingo) por horas Abril

Intervalo Horario	Energía total generada(KWh)	Consumo(KWh)	Consumo Domingo(KWh)	Ahorro con cargo(€/KWh)	Ahorro sin cargo(€/KWh)	Ahorro con cargo en fin de semana (€/KWh)	Ahorro sin cargo en fin de semana(€/KWh)	Ahorro con cargo(€)	Ahorro con cargo, fin de semana	Ahorro sin cargo(€)	Ahorro sin cargo, fin de semana
5:00-6:00	1,515	69,488	69,488	0,047	0,060	0,047	0,060	0,071	0,071	0,091	0,091
6:00-7:00	10,857	70,142	70,142	0,047	0,060	0,047	0,060	0,508	0,508	0,652	0,652
7:00-8:00	24,226	71,041	71,041	0,047	0,060	0,047	0,060	1,134	1,134	1,455	1,455
8:00-9:00	37,200	112,633	72,817	0,073	0,085	0,047	0,060	2,730	1,741	3,155	2,235
9:00-10:00	47,863	134,070	72,999	0,073	0,085	0,047	0,060	3,513	2,240	4,059	2,876
10:00-11:00	55,286	170,040	73,181	0,086	0,102	0,047	0,060	4,727	2,588	5,651	3,321
11:00-12:00	59,144	176,580	73,364	0,086	0,102	0,047	0,060	5,067	2,769	6,045	3,553
12:00-13:00	59,342	196,200	73,548	0,086	0,102	0,047	0,060	5,074	2,778	6,065	3,565
13:00-14:00	55,991	222,360	73,732	0,086	0,102	0,047	0,060	4,788	2,621	5,723	3,364
14:00-15:00	49,282	238,710	73,916	0,086	0,102	0,047	0,060	4,214	2,307	5,037	2,961
15:00-16:00	39,665	206,010	73,546	0,086	0,102	0,047	0,060	3,392	1,857	4,054	2,383
16:00-17:00	27,832	130,800	73,129	0,073	0,085	0,047	0,060	2,083	1,303	2,960	1,672
17:00-18:00	15,137	114,450	72,813	0,073	0,085	0,047	0,060	1,111	0,709	1,284	0,909
18:00-19:00	6,379	127,530	72,449	0,073	0,085	0,073	0,085	0,468	0,468	0,541	0,541
19:00-20:00	2,983	124,260	72,086	0,086	0,102	0,073	0,085	0,255	0,219	0,305	0,253

Tabla 40 Ahorro Mayo

Día	Energía generada(KWh)	Consumo(KWh)	Ahorro con cargo(€)	Ahorro sin cargo(€)
Lunes	489,7197811	2164,313	38,829755	46,476
Martes	489,7197811	2164,313	38,829755	46,476
Miércoles	489,7197811	2164,313	38,829755	46,476
Jueves	489,7197811	2164,313	38,829755	46,476
Viernes	489,7197811	2164,313	38,829755	46,476
Sábado	489,7197811	2164,313	23,0933261	29,832
Domingo	489,7197811	1088,298	23,0933261	29,832
Total mes	15181,31321	62789,64669	1077,830974	1307,608299

Tabla 41 Resumen de datos obtenidos Mayo

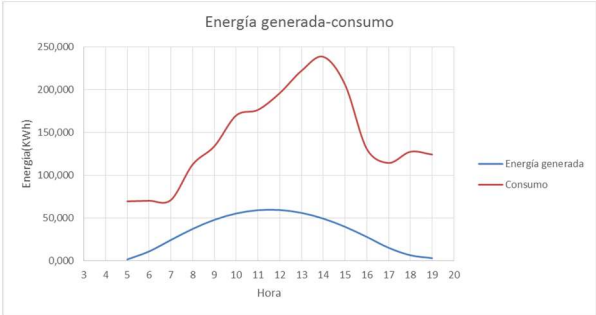


Tabla 42 Energía generada-Consumo por horas Mayo

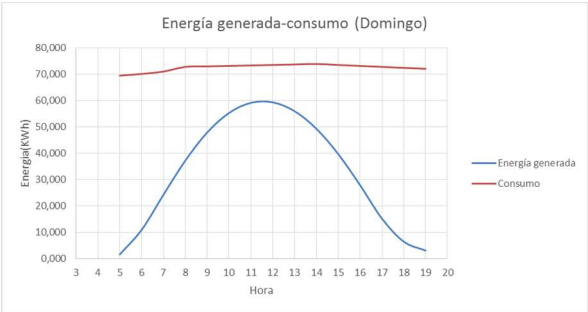


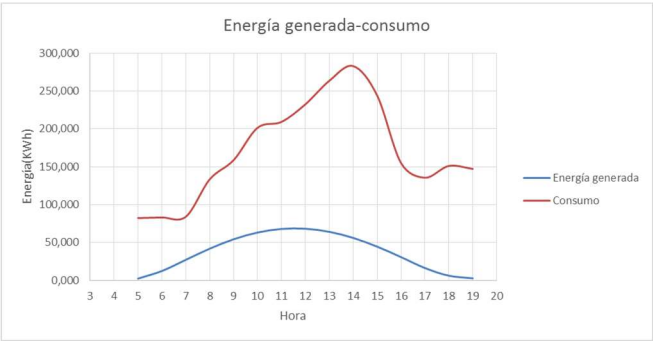
Tabla 43 Energía generada-Consumo por horas (Domingo) Mayo

Intervalo Horario	Energía total generada(KWh)	Consumo(KWh)	Consumo Domingo (KWh)	Ahorro con cargo (€/KWh)	Ahorro sin cargo(€/KWh)	Ahorro con cargo en fin de semana(€/KWh)	Ahorro sin cargo en fin de semana (€/KWh)	Ahorro con cargo(€)	Ahorro con cargo, fin de semana(€)	Ahorro sin cargo(€)	Ahorro sin cargo, fin de semana(€)
5:00-6:00	2,464	82,321	82,321	0,047	0,060	0,047	0,060	0,115	0,032	0,148	0,148
6:00-7:00	12,523	83,096	83,096	0,047	0,060	0,047	0,060	0,586	0,152	0,732	0,752
7:00-8:00	27,278	84,161	84,161	0,047	0,060	0,047	0,060	1,277	0,396	1,639	1,639
8:00-9:00	41,980	133,435	86,285	0,073	0,085	0,047	0,060	3,081	1,033	3,560	2,522
9:00-10:00	54,395	158,831	86,481	0,073	0,085	0,047	0,060	3,992	1,404	4,613	3,268
10:00-11:00	63,260	201,444	86,697	0,086	0,102	0,047	0,060	5,409	1,972	6,466	3,801
11:00-12:00	67,945	209,192	86,914	0,086	0,102	0,047	0,060	5,810	2,182	6,944	4,082
12:00-13:00	68,232	232,436	87,131	0,086	0,102	0,047	0,060	5,834	2,254	6,974	4,099
13:00-14:00	64,191	263,427	87,349	0,102	0,086	0,047	0,060	5,489	2,182	5,561	3,856
14:00-15:00	56,120	282,797	87,567	0,086	0,102	0,047	0,060	4,799	3,972	5,736	3,372
15:00-16:00	44,648	244,068	87,129	0,086	0,102	0,047	0,060	3,818	1,636	4,563	2,682
16:00-17:00	30,841	154,957	86,694	0,073	0,085	0,047	0,060	2,263	1,033	2,615	1,853
17:00-18:00	16,407	135,588	86,260	0,073	0,085	0,047	0,060	1,204	0,620	1,391	0,986
18:00-19:00	6,275	151,083	85,829	0,073	0,085	0,073	0,085	0,461	0,239	0,532	0,532
19:00-20:00	2,825	147,209	85,400	0,086	0,102	0,073	0,085	0,242	0,242	0,289	0,240

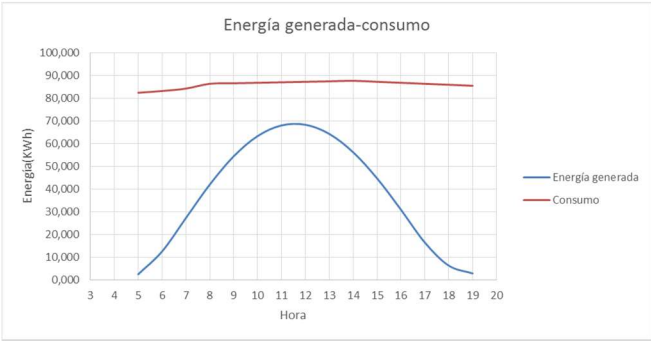
Tabla 44 Ahorro Junio

Día	Energía generada(KWh)	Consumo(KWh)	Ahorro con cago(€)	Ahorro sin cargo(€)
Lunes	556,557	2564,035	44,138	52,783
Martes	556,557	2564,035	44,138	52,783
Miércoles	556,557	2564,035	44,138	52,783
Jueves	556,557	2564,035	44,138	52,783
Viernes	556,557	2564,035	44,138	52,783
Sábado	556,557	2564,035	17,109	33,832
Domingo	556,557	1289,294	17,109	33,832
Total mes	17253,265	71822,083	1080,877	1412,925

Tabla 45 Resumen de datos obtenidos Junio



Gráfica 2.1.9 Energía generada-Consumo por horas Junio



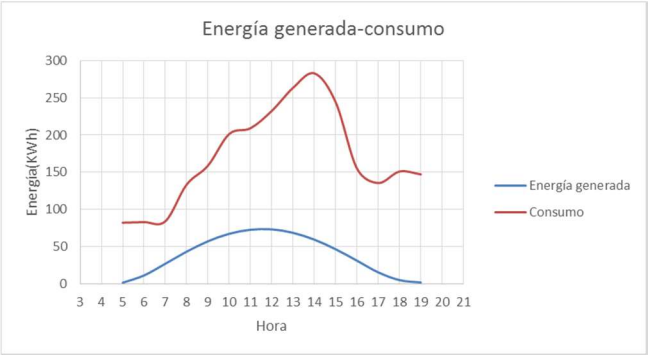
Gráfica 2.1.10 Energía generada-Consumo por horas (Domingo) Junio

Intervalo Horario	Energía total generada(KWh)	Consumo(KWh)	Consumo Domingo(KWh)	Ahorro con cargo(€/KWh)	Ahorro sin cargo(€/KWh)	Ahorro con cargo en fin de semana(€/KWh)	Ahorro sin cargo en fin de semana(€/KWh)	Ahorro con cargo(€)	Ahorro con cargo, fin de semana(€)	Ahorro sin cargo(€)	Ahorro sin cargo, fin de semana(€)
5:00-6:00	1,767058472	82,321	82,321	0,04681	0,060078	0,04681	0,060078	0,082716007	0,022238449	0,106161339	0,106161339
6:00-7:00	11,49331765	83,096	83,096	0,04681	0,060078	0,04681	0,060078	0,538002199	0,133429944	0,690495538	0,690495538
7:00-8:00	27,20389416	84,161	84,161	0,04681	0,060078	0,04681	0,060078	1,273414286	0,388682126	1,634355553	1,634355553
8:00-9:00	43,42694492	133,435	86,265	0,073389	0,0848	0,04681	0,060078	3,187060061	1,06108931	3,862604929	2,609003997
9:00-10:00	57,35812372	158,831	86,481	0,073389	0,0848	0,04681	0,060078	4,209455342	1,473396541	4,863968892	3,445961357
10:00-11:00	67,4421823	201,444	86,687	0,06508	0,102207	0,04681	0,060078	5,766846124	2,067550917	6,893661127	4,051791428
11:00-12:00	72,89016403	209,192	86,914	0,08508	0,102207	0,04681	0,060078	6,233692146	2,337722194	7,44984995	4,379095274
12:00-13:00	73,34755978	232,436	87,131	0,08508	0,102207	0,04681	0,060078	6,271803142	2,425421656	7,496634043	4,406574697
13:00-14:00	68,69074081	263,427	87,349	0,08508	0,102207	0,04681	0,060078	5,873607865	2,337693893	7,020674546	4,126802326
14:00-15:00	59,5446671	282,797	87,567	0,08508	0,102207	0,04681	0,060078	5,091545394	2,097501131	6,08588179	3,57732451
15:00-16:00	46,65368216	244,058	87,129	0,08508	0,102207	0,04681	0,060078	3,989263054	1,718971844	4,768332892	2,802859917
16:00-17:00	31,33029291	154,957	86,694	0,073389	0,0848	0,04681	0,060078	2,299298866	1,061036216	2,656808839	1,882261337
17:00-18:00	15,67562213	135,588	86,260	0,073389	0,0848	0,04681	0,060078	1,150418233	0,60934059	1,329292757	0,941760026
18:00-19:00	5,222472748	151,083	85,829	0,073389	0,0848	0,073389	0,0848	0,383272053	0,209178127	0,442865689	0,442865689
19:00-20:00	2,054514283	147,209	85,400	0,08508	0,102207	0,073389	0,0848	0,175677407	0,175677407	0,20985741	0,174222811

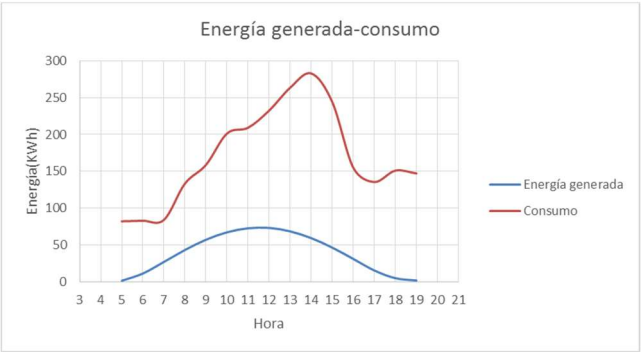
Tabla 46 Ahorro Julio

Día	Energía generada(KWh)	Consumo(KWh)	Ahorro con cargo(€)	Ahorro sin cargo(€)
Lunes	582,0467229	2564,035	46,34939477	55,33101067
Martes	582,0467229	2564,035	46,34939477	55,33101067
Miércoles	582,0467229	2564,035	46,34939477	55,33101067
Jueves	582,0467229	2564,035	46,34939477	55,33101067
Viernes	582,0467229	2564,035	46,34939477	55,33101067
Sábado	582,0467229	2564,035	17,97525294	35,2715358
Domingo	582,0467229	1289,294	17,97525294	35,16537446
Total mes	18043,44841	73111,37693	1181,463961	1533,770605

Tabla 47 Resumen de datos obtenidos Julio



Gráfica 2.1.11 Energía generada-Consumo por horas Julio



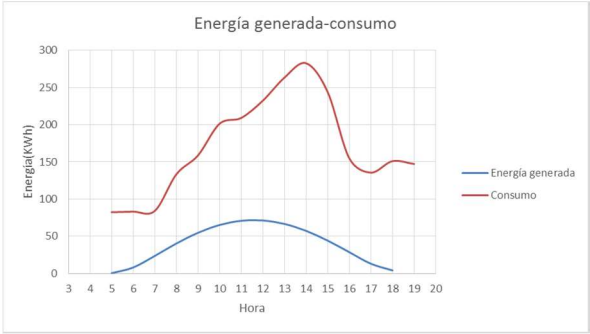
Gráfica 2.1.12 Energía generada-Consumo por horas (Domingo) Julio

Intervalo Horario	Energía total generada(KWh)	Consumo(KWh)	Consumo Domingo(KWh)	Ahorro con cargo(€/KWh)	Ahorro sin cargo(€/KWh)	Ahorro con cargo en fin de semana (€/KWh)	Ahorro sin cargo en fin de semana (€/KWh)	Ahorro con cargo(€)	Ahorro con cargo, fin de semana(€)	Ahorro sin cargo(€)	Ahorro sin cargo, fin de semana(€)
5:00-6:00	0,270344357	98,687	98,687	0,04681	0,060078	0,04681	0,060078	0,012654819	0,004834445	0,016241748	0,016241748
6:00-7:00	7,976639309	99,615	99,615	0,04681	0,060078	0,04681	0,060078	0,373386486	0,091854036	0,479220536	0,479220536
7:00-8:00	23,55888628	100,892	100,892	0,04681	0,060078	0,04681	0,060078	1,102791467	0,330670294	1,41537077	1,41537077
8:00-9:00	40,26291321	159,962	103,415	0,073389	0,0848	0,04681	0,060078	2,954854938	0,975192079	3,414295041	2,4189153
9:00-10:00	54,68820919	190,407	103,673	0,073389	0,0848	0,04681	0,060078	4,013512984	1,399605632	4,637560139	3,285558232
10:00-11:00	65,1454649	241,492	103,932	0,085508	0,102207	0,04681	0,060078	5,570458413	2,019252384	6,658322531	3,913809241
11:00-12:00	70,75828046	250,780	104,192	0,085508	0,102207	0,04681	0,060078	6,050399046	2,265899529	7,231991571	4,251015974
12:00-13:00	71,23006586	278,644	104,453	0,085508	0,102207	0,04681	0,060078	6,090740471	2,350067262	7,280211341	4,279359896
13:00-14:00	66,58114646	315,797	104,714	0,085508	0,102207	0,04681	0,060078	5,693220671	2,265871737	6,805059236	4,000062117
14:00-15:00	57,25912875	339,017	104,976	0,085508	0,102207	0,04681	0,060078	4,896113581	2,019204134	5,852283772	3,440013937
15:00-16:00	44,12863213	292,577	104,451	0,085508	0,102207	0,04681	0,060078	3,773351076	1,630668506	4,510255104	2,651159961
16:00-17:00	28,57847833	185,763	103,929	0,073389	0,0848	0,04681	0,060078	2,097345946	0,975143904	2,423454962	1,716937821
17:00-18:00	13,02200637	162,543	103,409	0,073389	0,0848	0,04681	0,060078	0,955672026	0,518395477	1,10426614	0,782336099
18:00-19:00	4,000244154	181,119	102,892	0,073389	0,0848	0,073389	0,0848	0,293573918	0,143999895	0,339220704	0,339220704

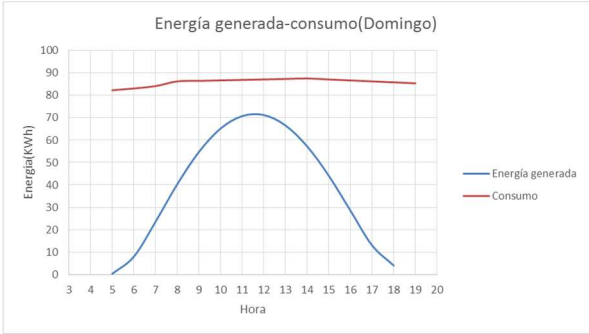
Tabla 48 Ahorro Agosto

Día	Energía generada(KWh)	Consumo(KWh)	Ahorro(€)	Ahorro sin cargo(€)
Lunes	547,4604398	2897,294	43,8780758	52,1677536
Martes	547,4604398	2897,294	43,8780758	52,1677536
Miércoles	547,4604398	2897,294	43,8780758	52,1677536
Jueves	547,4604398	2897,294	43,8780758	52,1677536
Viernes	547,4604398	2897,294	43,8780758	52,1677536
Sábado	547,4604398	2897,294	16,9906593	32,98922234
Domingo	547,4604398	1443,230	16,9906593	32,98922234
Total mes	16971,27363	83999,86387	1145,12102	1463,772111

Tabla 49 Resumen de datos obtenidos Agosto



Gráfica 2.1.13 Energía generada-consumo por horas Agosto



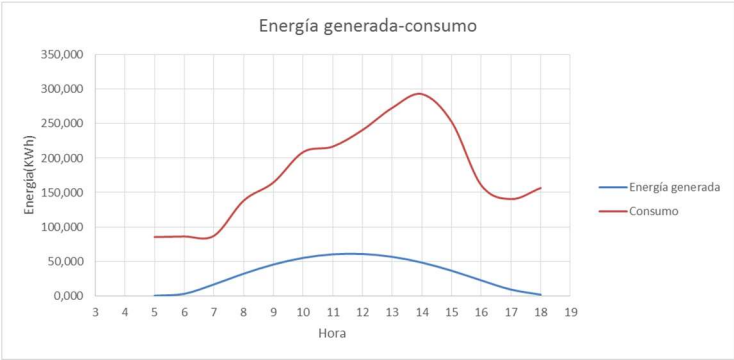
Gráfica 2.1.14 Energía generada-consumo por horas (Domingo) Agosto

Intervalo Horario	Energía total generada(KWh)	Consumo(KWh)	Consumo Domingo(KWh)	Ahorro con cargos(€/KWh)	Ahorro sin cargos(€/KWh)	Ahorro con cargo en fin de semana(€/KWh)	Ahorro sin cargo en fin de semana(€/KWh)	Ahorro con cargo(€)	Ahorro con cargo fin de semana(€)	Ahorro sin cargo(€)	Ahorro sin cargo fin de semana(€)
5:00-6:00	0,000	85,314	85,314	0,047	0,060	0,047	0,060	0,000	0,000	0	0
6:00-7:00	2,849	86,117	86,117	0,047	0,060	0,047	0,060	0,133	0,035	0,171143233	0,171143233
7:00-8:00	16,507	87,221	87,221	0,047	0,060	0,047	0,060	0,773	0,228	0,991702554	0,991702554
8:00-9:00	32,031	138,287	89,402	0,073	0,085	0,047	0,060	2,351	0,769	2,716203067	1,924340187
9:00-10:00	45,412	164,606	89,625	0,073	0,085	0,047	0,060	3,333	1,156	3,850977934	2,728290711
10:00-11:00	55,048	208,769	89,849	0,073	0,085	0,047	0,060	4,040	1,460	4,68804098	3,307152901
11:00-12:00	60,211	216,798	90,074	0,073	0,085	0,047	0,060	4,419	1,651	5,105928184	3,617381527
12:00-13:00	60,691	240,887	90,299	0,073	0,085	0,047	0,060	4,454	1,716	5,146632314	3,646319659
13:00-14:00	56,591	273,005	90,525	0,073	0,085	0,047	0,060	4,153	1,651	4,798932388	3,39888685
14:00-15:00	48,231	293,079	90,751	0,073	0,085	0,047	0,060	3,540	1,460	4,089953044	2,89759686
15:00-16:00	36,401	252,932	90,297	0,073	0,085	0,047	0,060	2,671	1,156	3,086820501	2,186910401
16:00-17:00	22,396	160,591	89,846	0,073	0,085	0,047	0,060	1,644	0,769	1,89916507	1,345495744
17:00-18:00	9,000	140,518	89,397	0,086	0,102	0,047	0,060	0,770	0,416	0,919827571	0,540681174
18:00-19:00	1,614	156,577	88,950	0,086	0,102	0,073	0,085	0,138	0,062	0,164954616	0,136860992

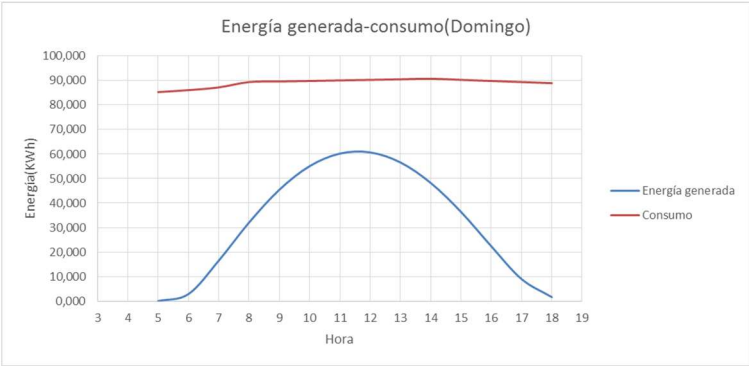
Tabla 50 Ahorro Septiembre

Día	Energía generada(KWh)	Consumo(KWh)	Ahorro con cargo(€)	Ahorro sin cargo(€)
Lunes	446,9816159	2504,702	32,41770727	37,61028246
Martes	446,9816159	2504,702	32,41770727	37,61028246
Miércoles	446,9816159	2504,702	32,41770727	37,61028246
Jueves	446,9816159	2504,702	32,41770727	37,61028246
Viernes	446,9816159	2504,702	32,41770727	37,61028246
Sábado	446,9816159	2504,702	12,52989067	26,89366102
Domingo	446,9816159	1247,668	12,52989067	26,89366102
Total mes	13409,44848	68855,89205	773,6530522	1021,142259

Tabla 51 Resumen de datos obtenidos Septiembre



Gráfica 2.1.15 Energía generada-consumo por horas Septiembre



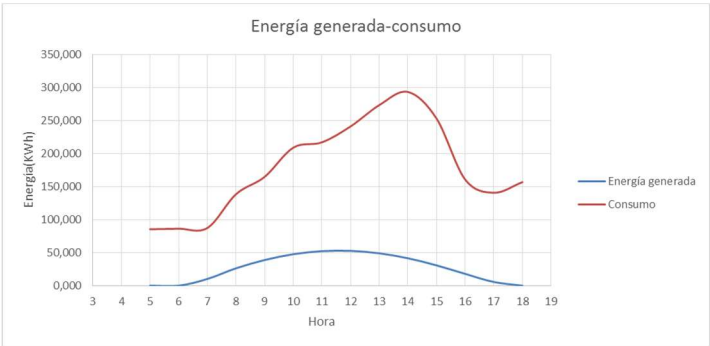
Gráfica 2.1.16 Energía generada-consumo por horas (Domingo) Septiembre

Intervalo Horario	Energía total generada(KWh)	Consumo(KWh)	Consumo Domingo (KWh)	Ahorro con cargos(€/KWh)	Ahorro sin cargo(€/KWh)	Ahorro con cargo en fin de semana(€/KWh)	Ahorro sin cargo en fin de semana(€/KWh)	Ahorro con cargo (€)	Ahorro con cargo, fin de semana(€)	Ahorro sin cargo (€)	Ahorro sin cargo, fin de semana(€)
5:00-6:00	0,000	79,937	79,937	0,047	0,060	0,047	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000
6:00-7:00	0,000	80,690	80,690	0,047	0,060	0,047	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000
7:00-8:00	10,125	81,724	81,724	0,047	0,060	0,047	0,060	0,474	0,474	0,608	0,608
8:00-9:00	26,249	129,571	83,767	0,073	0,085	0,047	0,060	1,926	1,229	2,226	1,577
9:00-10:00	38,774	154,232	83,977	0,073	0,085	0,047	0,060	2,846	1,815	3,288	2,329
10:00-11:00	47,545	195,611	84,186	0,073	0,085	0,047	0,060	3,489	2,226	4,032	2,856
11:00-12:00	52,184	203,135	84,397	0,073	0,085	0,047	0,060	3,830	2,443	4,425	3,135
12:00-13:00	52,606	225,705	84,608	0,073	0,085	0,047	0,060	3,861	2,462	4,461	3,160
13:00-14:00	48,943	255,799	84,819	0,073	0,085	0,047	0,060	3,592	2,291	4,150	2,940
14:00-15:00	41,474	274,608	85,032	0,073	0,085	0,047	0,060	3,044	1,941	3,517	2,492
15:00-16:00	30,721	236,990	84,606	0,073	0,085	0,047	0,060	2,255	1,438	2,605	1,846
16:00-17:00	17,817	150,470	84,183	0,073	0,085	0,047	0,060	1,308	0,834	1,511	1,070
17:00-18:00	5,592	131,661	83,762	0,086	0,102	0,047	0,060	0,478	0,262	0,572	0,336
18:00-19:00	0,000	146,708	83,344	0,086	0,102	0,073	0,085	0,000	0,000	0,000	0,000

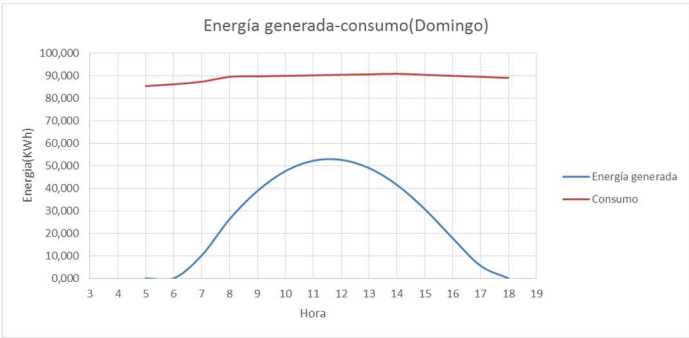
Tabla 52 Ahorro Octubre

Día	Energía generada(KWh)	Consumo(KWh)	Ahorro(€)	Ahorro sin cargo(€)
Lunes	372,0302515	2346,841	27,1015788	31,395
Martes	372,0302515	2346,841	27,1015788	31,395
Miércoles	372,0302515	2346,841	27,1015788	31,395
Jueves	372,0302515	2346,841	27,1015788	31,395
Viernes	372,0302515	2346,841	27,1015788	31,395
Sábado	372,0302515	2346,841	17,4147361	22,351
Domingo	372,0302515	1169,032	17,4147361	22,351
Total mes	11532,9378	68040,83287	762,654201	900,8959846

Tabla 53 Resumen de datos ahorro Octubre



Gráfica 2.1.17 Energía generada-consumo por horas Octubre



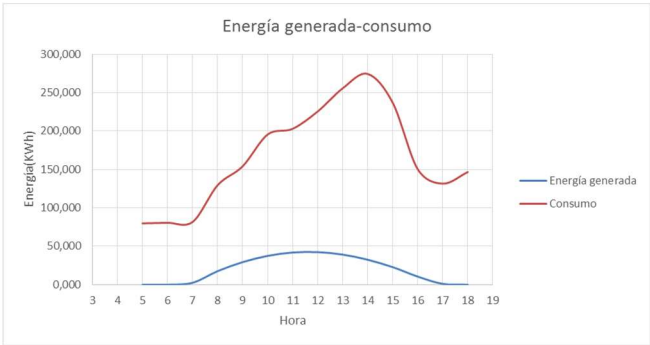
Gráfica 2.1.18 Energía generada-consumo por horas (Domingo) Octubre

Intervalo Horario	Energía total generada(KWh)	Consumo(KWh)	Consumo Domingo(KWh)	Ahorro con cargo(€/KWh)	Ahorro sin cargo(€/KWh)	Ahorro con cargo en fin de semana(€/KWh)	Ahorro sin cargo en fin de semana(€/KWh)	Ahorro con cargo(€)	Ahorro con cargo, fin de semana(€)	Ahorro sin cargo(€)	Ahorro sin cargo, fin de semana(€)
5:00-6:00	0,000	79,818	79,818	0,047	0,060	0,047	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000
6:00-7:00	0,000	80,569	80,569	0,047	0,060	0,047	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000
7:00-8:00	2,466	81,602	81,602	0,047	0,060	0,047	0,060	0,115	0,115	0,148	0,148
8:00-9:00	17,579	129,378	83,642	0,073	0,085	0,047	0,060	1,290	0,823	1,491	1,056
9:00-10:00	29,293	154,002	83,851	0,073	0,085	0,047	0,060	2,150	1,371	2,484	1,760
10:00-11:00	37,482	195,319	84,061	0,073	0,085	0,047	0,060	2,751	1,755	3,179	2,252
11:00-12:00	41,851	202,832	84,271	0,073	0,085	0,047	0,060	3,071	1,959	3,549	2,514
12:00-13:00	42,349	225,369	84,482	0,073	0,085	0,047	0,060	3,108	1,982	3,591	2,544
13:00-14:00	39,133	255,418	84,693	0,073	0,085	0,047	0,060	2,872	1,832	3,319	2,351
14:00-15:00	32,414	274,198	84,905	0,073	0,085	0,047	0,060	2,379	1,517	2,749	1,947
15:00-16:00	22,799	236,637	84,480	0,073	0,085	0,047	0,060	1,673	1,067	1,933	1,370
16:00-17:00	10,502	150,246	84,058	0,073	0,085	0,047	0,060	0,771	0,492	0,891	0,631
17:00-18:00	1,070	131,465	83,638	0,086	0,102	0,047	0,060	0,092	0,050	0,109	0,064
18:00-19:00	0,000	146,490	83,219	0,086	0,102	0,073	0,085	0,000	0,000	0,000	0,000

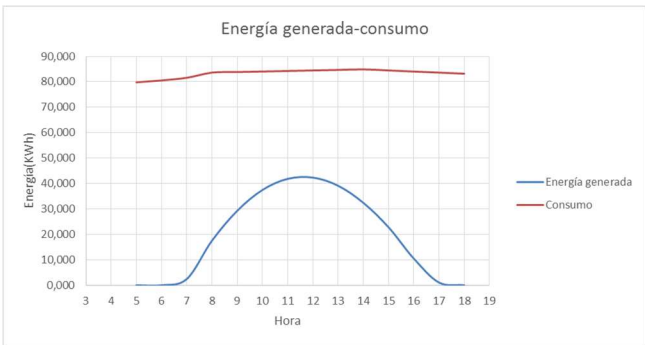
Tabla 54 Ahorro Noviembre

Día	Energía generada(KWh)	Consumo(KWh)	Ahorro con cargo(€)	Ahorro sin cargo(€)
Lunes	276,9395103	2343,343	20,2717447	23,442
Martes	276,9395103	2343,343	20,2717447	23,442
Miércoles	276,9395103	2343,343	20,2717447	23,442
Jueves	276,9395103	2343,343	20,2717447	23,442
Viernes	276,9395103	2343,343	20,2717447	23,442
Sábado	276,9395103	2343,343	12,96353848	16,638
Domingo	276,9395103	1167,290	12,96353848	16,638
Total mes	8308,185308	65596,07067	549,6866912	648,8308587

Tabla 55 Resumen de datos obtenidos Noviembre



Gráfica 2.1.19 Energía generada-consumo por horas Noviembre



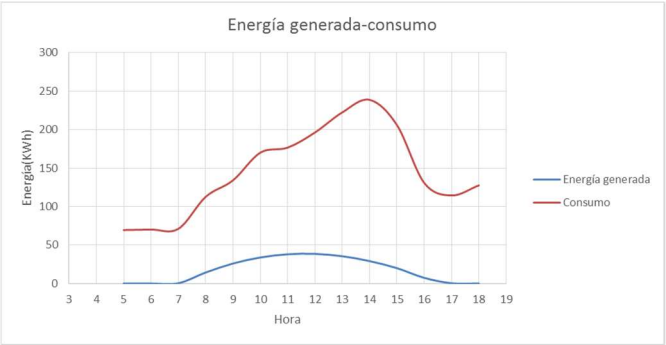
Gráfica 2.1.20 Energía generada-consumo por horas (Domingo) Noviembre

Intervalo Horario	Energía total generada(KWh)	Consumo(KWh)	Consumo Domingos(KWh)	Ahorro con cargo(€/KWh)	Ahorro sin cargo(€/KWh)	Ahorro con cargo en fin de semana(€/KWh)	Ahorro sin cargo en fin de semana(€/KWh)	Ahorro con cargo(€)	Ahorro con cargo fin de semana(€)	Ahorro sin cargo(€)	Ahorro sin cargo fin de semana(€)
5:00-6:00	0	69,520	69,520	0,04681	0,060078	0,04681	0,060078	0	0	0	0
6:00-7:00	0	70,174	70,174	0,04681	0,060078	0,04681	0,060078	0	0	0	0
7:00-8:00	0,414561263	71,074	71,074	0,04681	0,060078	0,04681	0,060078	0,019405613	0,019405613	0,024906012	0,024906012
8:00-9:00	14,35824742	112,886	72,851	0,073389	0,0848	0,04681	0,060078	1,05373742	0,672109562	1,217579381	0,862614789
9:00-10:00	26,01833912	134,133	73,033	0,073389	0,0848	0,04681	0,060078	1,9045989	1,217918454	2,206355158	1,563129778
10:00-11:00	33,85974704	170,120	73,216	0,073389	0,0848	0,04681	0,060078	2,484932976	1,584974759	2,871306549	2,034225883
11:00-12:00	38,04462111	176,663	73,399	0,073389	0,0848	0,04681	0,060078	2,792056699	1,780868714	3,22618387	2,285644747
12:00-13:00	38,56158902	196,292	73,582	0,073389	0,0848	0,04681	0,060078	2,829996457	1,805067982	3,270022749	2,316703145
13:00-14:00	35,49359034	222,464	73,766	0,073389	0,0848	0,04681	0,060078	2,604839101	1,661454964	3,009856461	2,13238392
14:00-15:00	29,15877105	238,822	73,951	0,073389	0,0848	0,04681	0,060078	2,139933049	1,364922073	2,472663785	1,751800647
15:00-16:00	20,02530278	206,107	73,581	0,073389	0,0848	0,04681	0,060078	1,469636946	0,937384423	1,698145676	1,203080141
16:00-17:00	7,406950454	130,861	73,213	0,073389	0,0848	0,04681	0,060078	0,543588637	0,346719351	0,628109398	0,444994769
17:00-18:00	0,414548077	114,504	72,847	0,085508	0,102207	0,04681	0,060078	0,035447177	0,019404995	0,042369715	0,024905219
18:00-19:00	0	127,590	72,483	0,085508	0,102207	0,073389	0,0848	0	0	0	0

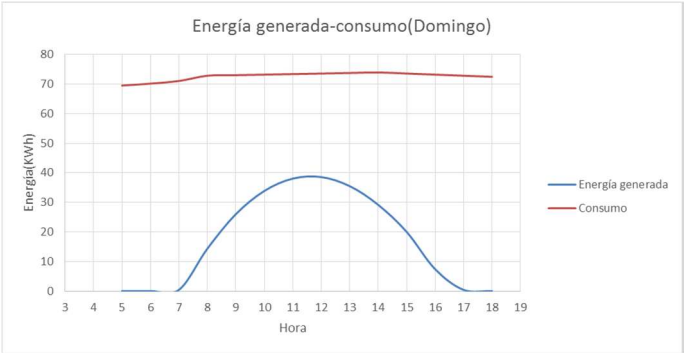
Tabla 56 Ahorro Diciembre

Día	Energía generada(kwh)	Consumo(KWh)	Ahorro con cargo(€)	Ahorro sin cargo(€)
Lunes	243,7562677	2041,011	17,88303401	20,66749876
Martes	243,7562677	1971,491	17,88303401	20,66749876
Miércoles	243,7562677	1901,317	17,88303401	20,66749876
Jueves	243,7562677	1830,242	17,88303401	20,66749876
Viernes	243,7562677	1717,556	17,88303401	20,66749876
Sábado	243,7562677	1583,423	11,41023089	14,64438905
Domingo	243,7562677	1016,689	11,41023089	14,64438905
Total mes	7556,444299	58149,73675	489,6460232	580,4613644

Tabla 57 Resumen de datos obtenidos Diciembre



Gráfica 2.1.21 Energía generada-consumo por horas Diciembre



Gráfica 2.1.22 Energía generada-consumo por horas (Domingo) Diciembre

Como se puede comprobar en los datos del consumo mostrados, en domingo el consumo es menor que en el resto de días de la semana, esto es debido a que el domingo el supermercado permanece cerrado y el consumo se debe a los dispositivos que permanecen encendidos permanentemente, no obstante, el consumo sigue siendo superior a la energía generada en todas las horas del día.

Además se debe tener en cuenta que los periodos, punta, valle y llano que se han mostrado anteriormente difieren en sábado y domingo del resto de los días.

Antes de llevar a cabo la instalación se ha estudiado el ahorro para varias instalaciones posibles de realizar con diferente potencia pico instalada, siendo la más recomendable la proyectada.

En las siguientes tablas se muestra como varía la energía generada, el consumo, el ahorro con cargo y sin cargo por autoconsumo, la energía producida por cada KWp instalado y los euros obtenidos por cada KWp instalado dependiendo del mes. Además muestra el valor de estas variables en un año completo.

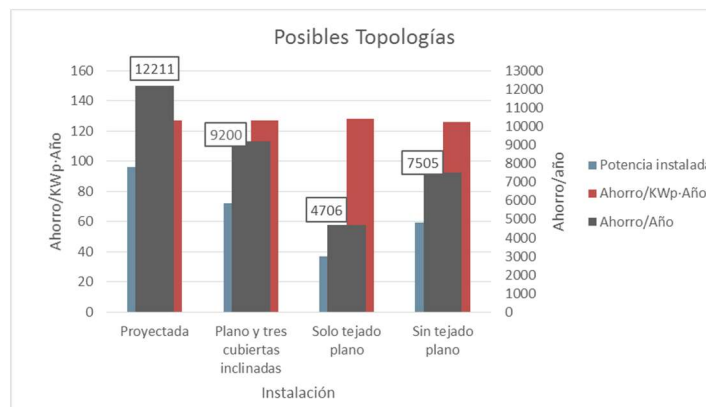
Més	Energía generada	Consumo	Ahorro con cargo	Ahorro sin cargo	Energía generada/Kwp	€/KWp
Enero	7902,075873	55120,2948	470,1267627	555,5867886	82,21052719	5,780137209
Febrero	9257,48031	63334,24728	606,5097945	717,616728	96,31169694	7,465841947
Marzo	12720,44049	63724,36879	904,3281828	976,0411798	132,3391644	10,15440262
Abril	12921,21333	54793,64384	904,925857	1092,589123	134,4279373	11,36692804
Mayo	15181,31321	62789,64669	1077,830974	1307,608299	157,9412528	13,60391489
Junio	17253,26488	71822,0832	1080,877472	1412,92539	179,4971377	14,69959831
Julio	18043,44841	73111,37693	1181,463961	1533,770605	187,7179402	15,9568311
Agosto	16971,27363	83999,86387	1145,121019	1463,772111	176,5633961	15,22859042
Septiembre	13409,44848	68855,89205	773,6530522	1021,142259	139,5073708	10,62361901
Octubre	11532,9378	68040,83287	762,6542011	900,8959846	119,9847877	9,372617402
Noviembre	8308,185308	65596,07067	549,6866912	648,8308587	86,43555252	6,750217007
Diciembre	7556,444299	58149,73675	489,6460232	580,4613644	78,61469308	6,038923891
Anual	151057,526	789338,0577	9946,823991	12211,24069	1571,551457	127,0416218

Tabla 58 Resultados obtenidos para cada mes

Se ha realizado un estudio de las diferentes topologías viables de la instalación, se ha llegado a la conclusión que la topología proyectada es la más conveniente para ser realizada ya que es la que más ahorro produce, siendo muy similar el ahorro por KWp instalado y por año en todas ellas como se muestra en la siguiente tabla y gráfica.

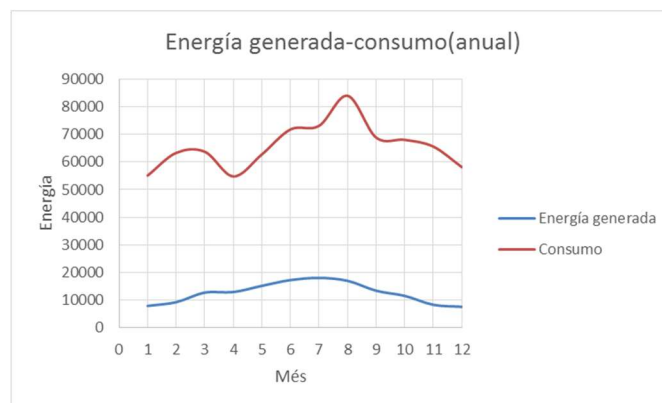
Instalación	Potencia Instalada(KWp)	€/KWp·Año	€/Año
Proyectada	96,12	127,04	12211
Plano y tres cubiertas inclinadas	72,36	127,26	9200
Solo tejado plano	36,72	128,16	4706
Sin tejado plano	59,4	126,34	7505

Tabla 59 Ahorro según diferentes Topologías



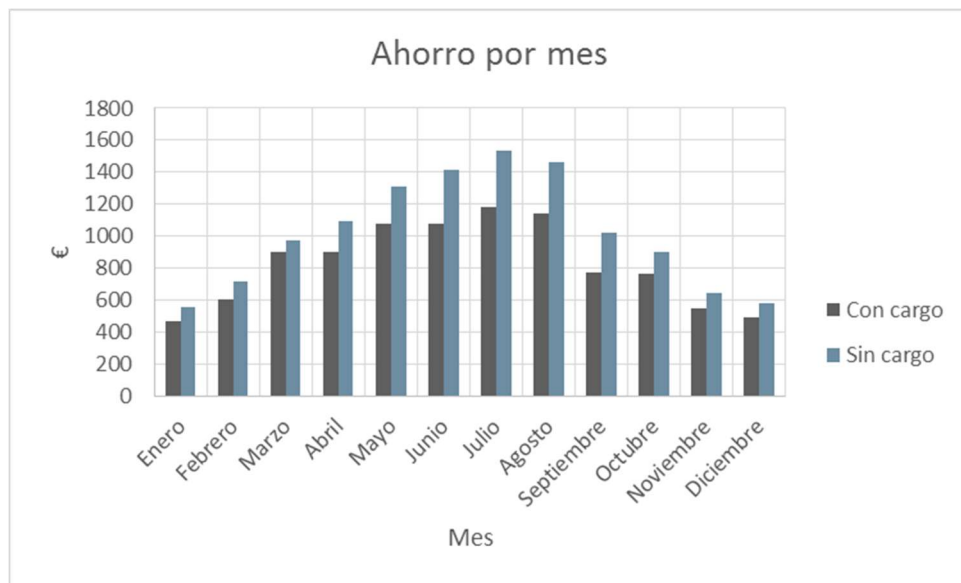
Gráfica 2.1.23 Ahorro según diferentes topologías

La siguiente gráfica muestra como la energía generada es en todo momento menor que el consumo.



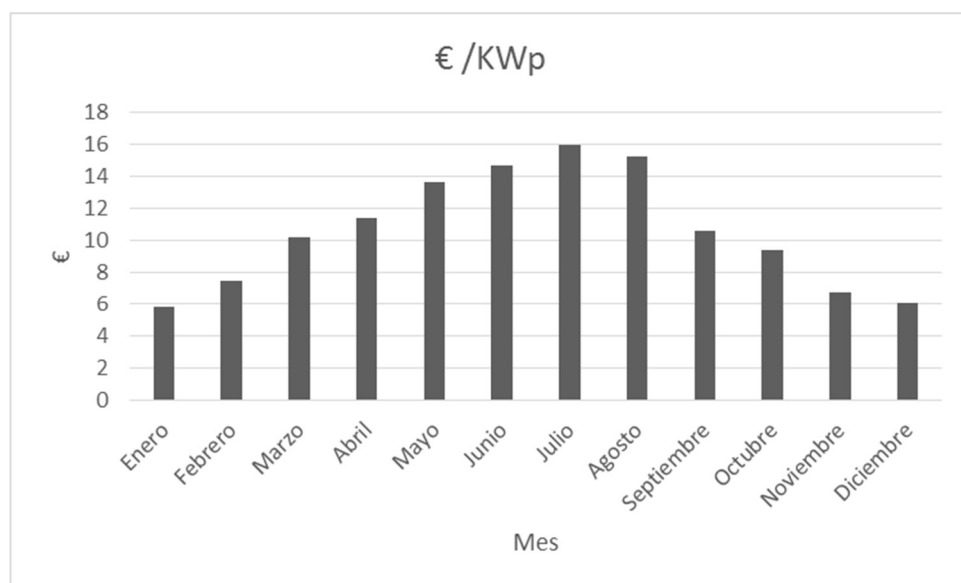
Gráfica 2.1.24 Energía generada-consumo (anual)

El cargo por autoconsumo es un aspecto importante a tener en cuenta, pues el ahorro varía fuertemente si este cargo es aplicado o no, se ha comprobado que no está siendo aplicado en instalaciones reales, el ahorro por año sin cargo sería de 12211,24 €, sin embargo si se aplica el cargo el ahorro anual sería de 9946,82 €, a continuación se muestra la diferencia de ahorro en cada mes.



Gráfica 2.1.25 Ahorro en cada mes

En cuanto a la energía generada por Kwp instalado en los meses de verano este valor es mayor que en los meses de invierno, en la siguiente gráfica se observa como varía este valor dependiendo del mes estudiad



Gráfica 2.1.26 Ahorro por KWp instalado

2.1.3. Elección del cableado

Se debe cumplir:

- La caída de tensión en el cableado sea menor del 1,5 % del valor de la tensión.
- La intensidad para la que se diseña el circuito multiplicada por 1,25 debe ser menor que la intensidad admisible del conductor elegido.

Parte DC

El código de designación del cable para la parte de corriente continua debe ser: H1Z2Z2-K según norma UNE-EN 50618 de marzo de 2015: Cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos.

La sección del cableado será de 4mm^2 , aunque teóricamente se podría haber elegido una sección menor por criterio de caída de tensión y criterio térmico se ha elegido esta sección porque no se puede asegurar que los conductores aguanten a los esfuerzos mecánicos a los que están expuestos con secciones menores, además los módulos incluyen un cable de 1m para la conexión de la parte positiva y un cable de 1 m para la conexión de la parte negativa con una sección de 4mm^2 .

Se ha elegido el tipo de cable y sus secciones en dos partes, primero se ha analizado la parte DC y a continuación la parte AC.

Parte en DC

Los valores de las longitudes entre las conexiones de los módulos con las cajas de conexión de ramas son las siguientes:

Para la conexión de las ramas con la caja de conexión de ramas 1:

1ª rama de módulos- Caja de conexión de ramas 1(CC1):

- *Longitud del cableado de los módulos* = $2\text{m/módulo} \cdot 22 \text{ módulos} = 44 \text{ m}$ (cada módulo cuenta con 1m de conductor con una sección de 4mm^2 para la conexión del positivo y 1 m de conductor de la misma sección para la conexión del negativo)
- *Distancia entre el negativo y CC1* = $4,6 \cdot 2 + 1 = 10,2 \text{ m}$
- *Distancia entre el positivo y CC1* = $22 + 4,6 \cdot 2 + 1 = 32,2 \text{ m}$

$$\text{Total} = 44 + 10,2 + 32,2 = 86,4 \text{ m}$$

2ª rama de módulos- Caja de conexión de ramas 1(CC1)

- Longitud del cableado de los módulos= $2\text{m/módulo} \cdot 22 \text{ módulos} = 44 \text{ m}$
- Distancia entre el negativo y CC1= $3,6 + 4,6 + 1 = 9,2 \text{ m}$
- Distancia entre el positivo y CC1= $22 + 3,5 + 4,6 + 1 = 31,2 \text{ m}$

$$\text{Total} = 44 + 9,11 + 31,2 = 84,4 \text{ m}$$

3ª rama de módulos-Caja de conexión de ramas 1(CC1)

- Longitud del cableado de los módulos= $2\text{m/módulo} \cdot 22 \text{ módulos} = 44 \text{ m}$
- Distancia entre el negativo y CC1= $4,6 \text{ m}$
- Distancia entre el positivo y CC1= $22 + 4,6 = 26,6 \text{ m}$

$$\text{Total} = 44 + 4,6 + 26,6 = 75,2 \text{ m}$$

4ª rama de módulos-Caja de conexión de ramas 1(CC1)

- Longitud del cableado de los módulos= $2\text{m/módulo} \cdot 22 \text{ módulos} = 44 \text{ m}$
- Distancia entre el negativo y CC1= $3,6 \text{ m}$
- Distancia entre el positivo y CC1= $22 + 3,6 = 25,6 \text{ m}$

$$\text{Total} = 44 + 4,6 + 26,6 = 73,2 \text{ m}$$

Para la conexión de ramas con la caja de conexión de ramas 2:

1ª rama de módulos- Caja de conexión de ramas 2(CC2):

- Longitud del cableado de los módulos= $2\text{m/módulo} \cdot 22 \text{ módulos} = 44 \text{ m}$
- Distancia entre el negativo y CC1= $4,6 \cdot 3 + 1 = 14,8 \text{ m}$
- Distancia entre el positivo y CC1= $3 \cdot 4,6 + 22 + 1 = 36,8 \text{ m}$

$$\text{Total} = 44 + 14,8 + 36,8 = 95,6 \text{ m}$$

2ª rama de módulos- Caja de conexión de ramas 2(CC2)

- Longitud del cableado de los módulos= $2\text{m/módulo} \cdot 22 \text{ módulos} = 44 \text{ m}$
- Distancia entre el negativo y CC1= $3,6 + 4,6 \cdot 2 + 1 = 13,8 \text{ m}$
- Distancia entre el positivo y CC1= $3,6 + 4,6 \cdot 2 + 22 + 1 = 35,8 \text{ m}$

$$\text{Total} = 44 + 13,8 + 35,8 = 93,6 \text{ m}$$

3ª rama de módulos-Caja de conexión de ramas 2(CC2)

- Longitud del cableado de los módulos = $2\text{m/módulo} \cdot 22 \text{ módulos} = 44 \text{ m}$
- Distancia entre el negativo y CC1 = $4,6 \cdot 2 + 1 = 10,2 \text{ m}$
- Distancia entre el positivo y CC1 = $4,6 \cdot 2 + 22 + 1 = 32,2 \text{ m}$

$$\text{Total} = 44 + 10,2 + 32,2 = 86,4 \text{ m}$$

4ª rama de módulos-Caja de conexión de ramas 2(CC2)

- Longitud del cableado de los módulos = $2\text{m/módulo} \cdot 22 \text{ módulos} = 44 \text{ m}$
- Distancia entre el negativo y CC1 = $3,6 + 4,6 + 1 = 9,2 \text{ m}$
- Distancia entre el positivo y CC1 = $3,6 + 4,6 + 1 + 22 = 31,2 \text{ m}$

$$\text{Total} = 44 + 9,2 + 31,2 = 84,4 \text{ m}$$

5ª rama de módulos-Caja de conexión de ramas 2(CC2)

- Longitud del cableado de los módulos = $2\text{m/módulo} \cdot 22 \text{ módulos} = 44 \text{ m}$
- Distancia entre el negativo y CC1 = $4,6 \text{ m}$
- Distancia entre el positivo y CC1 = $4,6 + 22 = 26,6 \text{ m}$

$$\text{Total} = 44 + 4,6 + 26,6 = 75,2 \text{ m}$$

6ª rama de módulos-Caja de conexión de ramas 2(CC2)

- Longitud del cableado de los módulos = $2\text{m/módulo} \cdot 22 \text{ módulos} = 44 \text{ m}$
- Distancia entre el negativo y CC1 = $3,6 \text{ m}$
- Distancia entre el positivo y CC1 = $3,6 + 22 = 25,6 \text{ m}$

$$\text{Total} = 44 + 3,6 + 25,6 = 73,2 \text{ m}$$

Para la conexión de ramas con la caja de conexión de ramas 3:

1ª rama de módulos- Caja de conexión de ramas 3(CC3):

- Longitud del cableado de los módulos= $2\text{m/módulo} \cdot 23 \text{ módulos} = 46 \text{ m}$
- Distancia entre el negativo y CC1= 8 m
- Distancia entre el positivo y CC1= 6 m
- Cambio de fila= $3,6 \text{ m}$

$$\text{Total} = 46+8+6+3,6= 63,6 \text{ m}$$

2ª rama de módulos- Caja de conexión de ramas 3(CC3)

- Longitud del cableado de los módulos= $2\text{m/módulo} \cdot 23 \text{ módulos} = 46 \text{ m}$
- Distancia entre el negativo y CC1= 6 m
- Cambio de fila= $3,45 \text{ m}$

$$\text{Total} = 46+6+3,45= 55,5 \text{ m}$$

Para la conexión de ramas con la caja de conexión de ramas 4:

1ª rama de módulos- Caja de conexión de ramas 4(CC4):

- Longitud del cableado de los módulos= $2\text{m/módulo} \cdot 23 \text{ módulos} = 46 \text{ m}$
- Distancia entre el negativo y CC1= 14 m
- Distancia entre el positivo y CC1= $15+6= 21 \text{ m}$

$$\text{Total} = 46+14+21= 81 \text{ m}$$

2ª rama de módulos- Caja de conexión de ramas 4(CC4)

- Longitud del cableado de los módulos= $2\text{m/módulo} \cdot 23 \text{ módulos} = 46 \text{ m}$
- Distancia entre el negativo y CC1= $17+6= 23 \text{ m}$
- Distancia entre el positivo y CC1= $12+6= 18 \text{ m}$

$$\text{Total} = 46+23+18= 87 \text{ m}$$

Para la conexión de ramas con la caja de conexión de ramas 5:

1ª rama de módulos- Caja de conexión de ramas 5(CC5):

- *Longitud del cableado de los módulos*= $2\text{m/módulo} \cdot 23 \text{ módulos} = 46 \text{ m}$
- *Distancia entre el negativo y CC1*= $13+3,5= 17,5 \text{ m}$
- *Cambio de fila*= $9+6=15 \text{ m}$

$$\text{Total} = 46+17,5+15= 76,5 \text{ m}$$

2ª rama de módulos- Caja de conexión de ramas 5(CC5)

- *Longitud del cableado de los módulos*= $2\text{m/módulo} \cdot 23 \text{ módulos} = 46 \text{ m}$
- *Distancia entre el negativo y CC1*= 7 m
- *Distancia entre el positivo y CC1*= $3,5 \text{ m}$
- *Cambio de fila*= $6+6+2 =14 \text{ m}$

$$\text{Total} = 46+7+3,5+14= 70,5 \text{ m}$$

Elección de la sección

Parte en Corriente continua

La parte DC está dividida en dos tramos, la conexión de los módulos con sus respectivas cajas de conexión de módulos y la conexión de las cajas de conexión de módulos con sus respectivos inversores.

Se han estudiado los casos más desfavorables, ya que estudiando estos, se tiene certeza de que en los demás casos no habrá ningún problema por dimensionado de los conductores.

Se ha estudiado el caso más desfavorable del tejado plano y el caso más desfavorable del tejado inclinado porque se ha determinado que no es suficientemente fiable determinar el caso más desfavorable conjuntamente sin cálculo previo.

La sección de los conductores para la conexión entre módulos y el inversor¹ se han elegido a priori como de 4 mm^2 , se ha elegido esta sección porque se ha comprobado que esta sección es la más recomendable como mínimo para el conexionado de módulos, ya que con esta sección el cable puede aguantar los esfuerzos mecánicos a los que es sometido por encontrarse en el exterior, además los conductores que vienen ya instalados en los módulos fotovoltaicos para la conexión entre ellos tiene esta sección.

Se muestra a continuación como se ha comprobado que la sección de 4 mm^2 cumple según los criterios de intensidad máxima admisible y de caída de tensión máxima.

Cubierta Inclinada

Para la cubierta inclinada se ha considerado como el caso más desfavorable el tramo desde la primera rama de la caja de conexión de ramas 1 hasta la caja de conexión del inversor 1. Se ha considerado este tramo como el más desfavorable por tener una mayor longitud que los demás tramos, siendo los valores de tensión e intensidad iguales que los de los demás tramos de la cubierta inclinada.

Criterio térmico

Conexión módulos-CC1

Según la norma UNE-EN 50618:2015 la intensidad máxima admisible para cada conductor de DC es la siguiente:

Sección nominal mm ²	Intensidad máxima admisible de acuerdo con el método de instalación		
	Un único cable al aire libre A	Un único cable sobre una superficie A	Dos cables cargados en contacto, sobre una superficie A
1,5	30	29	24
2,5	41	39	33
4	55	52	44
6	70	67	57
10	98	93	79
16	132	125	107
25	176	167	142
35	218	207	176
50	276	262	221
70	347	330	278
95	416	395	333
120	488	464	390
150	566	538	453
185	644	612	515
240	775	736	620

Tabla 60 Intensidad admisible

La intensidad admisible para una sección de 4 mm² para dos cables cargados sobre una superficie es de 44 A.

Este valor debe ser mayor que la intensidad de cortocircuito por el conductor, se ha aumentado esta intensidad en un 25 % para proteger al cable contra sobrecargas.

$$I_B = 1,25 \cdot I_{SC, STC} = 1,25 \cdot 9,29 = 11,61 \text{ A}$$

$$I_Z = 44 \text{ A} > I_B = 11,61 \text{ A}$$

Esta sección cumple por criterio de intensidad máxima admisible.

Conexión CC1- Inv 1

En este tramo la intensidad de cortocircuito tiene un valor de

$$I_{SC, STC} = 2 \cdot 9,29 = 18,58 \text{ A}$$

$$I_B = 1,25 \cdot I_{SC, STC} = 23,23 \text{ A}$$

$$I_Z = 44 \text{ A} > I_B = 23,23 \text{ A}$$

Esta sección cumple por el criterio de intensidad máxima admisible.

Criterio de caída de tensión

La caída de tensión en el tramo módulos- inversor 1 no puede ser mayor del 1,5 %.

A continuación se muestra como se ha comprobado que se cumple esta obligación.

La caída de tensión máxima permitida es de:

$$\Delta V_{\max} \leq \frac{1,5}{100} \cdot V_{MPP} = \frac{1,5}{100} \cdot 700,04 = 10,5 \text{ V}$$

La caída de tensión en cable desde los módulos hasta CC1 es de

$$\Delta V = S_{\Delta V}$$

$$\Delta V = \frac{L \cdot I_B \cdot \Delta V}{\sigma \cdot S_{\Delta V}}$$

Siendo:

L la longitud del cable.

$I_B, \Delta V$ la intensidad por la rama, I_{MPP} .

σ la conductividad del material conductor.

$S_{\Delta V}$ la sección elegida.

$$\Delta V = \frac{L \cdot I_B \cdot \Delta V}{\sigma \cdot S_{\Delta V}} = \frac{86,4 \cdot 8,77}{56 \cdot 4} = 3,38 \text{ V}$$

La caída de tensión en cable desde CC1 hasta el inversor 1 es de:

$$\Delta V = \frac{L \cdot I_B \cdot \Delta V}{\sigma \cdot S \Delta v} = \frac{2 \cdot 17,3 \cdot 17,54}{56 \cdot 4} = 3,71 \text{ V}$$

La caída de tensión total del tramo es de:

$$\Delta V = 3,38 + 3,71 = 7,09 \text{ V} < \Delta V_{\text{máx}} = 10,5 \text{ V}$$

Por lo tanto la sección de 4 mm² cumple tanto por criterio de intensidad máxima admisible como por criterio de caída de tensión.

Cubierta plana

Para la cubierta plana se ha considerado como el tramo más desfavorable el tramo que va desde los módulos de la caja de conexión de ramas 5 hasta el inversor 3.

Por el mismo motivo que para la cubierta inclinada se ha considerado la sección de 4mm², a continuación se muestra el estudio realizado por criterio de intensidad máxima admisible y caída de tensión.

Conexión módulos-CC5

La intensidad admisible para una sección de 4 mm² para dos cables cargados sobre una superficie según la Tabla 60 es de 44 A.

Este valor debe ser mayor que la intensidad de cortocircuito por el conductor, se ha aumentado esta intensidad en un 25 % para proteger al cable contra sobrecargas.

$$I_B = 1,25 \cdot I_{SC, STC} = 1,25 \cdot 9,29 = 11,61 \text{ A}$$

$$I_Z = 44 \text{ A} > I_B = 11,61 \text{ A}$$

Esta sección cumple por criterio de intensidad máxima admisible.

Conexión CC5- Inv 3

En este tramo la intensidad de cortocircuito tiene un valor de

$$I_{SC, STC} = 2 \cdot 9,29 = 18,58 \text{ A}$$

$$I_B = 1,25 \cdot I_{SC,STC} = 23,23 \text{ A}$$

$$I_z = 44 \text{ A} > I_B = 23,23 \text{ A}$$

Esta sección cumple por el criterio de intensidad máxima admisible.

Criterio de caída de tensión

La caída de tensión en el tramo módulos- inversor 3 no puede ser mayor del 1,5 %.

A comprobación se muestra como se ha comprobado que se cumple esta obligación.

La caída de tensión máxima permitida es de:

$$\Delta V_{m\acute{a}x} \leq \frac{1,5}{100} \cdot V_{MPP} = \frac{1,5}{100} \cdot 731,86 = 10,97 \text{ V}$$

La caída de tensión en cable desde los módulos hasta CC1 es de

$$\Delta V = S_{\Delta v}$$

$$\Delta V = \frac{L \cdot I_B \cdot \Delta V}{\sigma \cdot S_{\Delta v}}$$

Siendo:

L la longitud del cable.

$I_B, \Delta V$ la intensidad por la rama, I_{MPP} .

σ la conductividad del material conductor.

$S_{\Delta v}$ la sección elegida.

$$\Delta V = \frac{L \cdot I_B \cdot \Delta V}{\sigma \cdot S_{\Delta v}} = \frac{76,5 \cdot 8,77}{56 \cdot 4} = 3 \text{ V}$$

La caída de tensión en cable desde CC5 hasta el inversor 3 es de:

$$\Delta V = \frac{L \cdot I_B \cdot \Delta V}{\sigma \cdot S_{\Delta V}} = \frac{2 \cdot 44,5 \cdot 17,54}{56 \cdot 4} = 6,96 \text{ V}$$

La caída de tensión total del tramo es de:

$$\Delta V = 3 + 6,96 = 10 \text{ V} < \Delta V_{\text{máx}} = 10,97 \text{ V}$$

Por lo tanto la sección de 4 mm² cumple tanto por criterio de intensidad máxima admisible como por criterio de caída de tensión.

Parte de corriente alterna

Para la parte de corriente alterna también se estudiara la sección del conductor por criterio térmico y criterio de caída de tensión.

Se tendrá en cuenta el ITC-BT 07 Redes subterráneas para distribución en baja tensión.

Se ha elegido un cable de cobre con tipo de aislamiento de XLPE (Polietileno reticulado).

Se estudiará el caso más desfavorable de la parte de AC, se estudiará el tramo Inversor-Caja de conexión inversores-Caja de acometida de la instalación fotovoltaica desde el inversor 3, que es el que mayor intensidad nominal tiene junto al inversor 2 y longitud del cableado es ligeramente mayor.

Criterio térmico

Inversor-Cuadro de baja tensión AC

A pesar de que no hay ninguna normativa que indique que se debe utilizar este factor para instalaciones fotovoltaicas se ha aplicado este factor siguiendo la normativa para la conexión a la red de baja tensión de las compañías distribuidoras ya que se ha comprobado que es recomendable.

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

Siendo

P_n la potencia nominal del inversor

U la tensión a la salida del inversor

Cos φ el coseno de φ de la instalación

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U \cdot C_{\varphi}} = \frac{27500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,98} = 40,5 \text{ A}$$

$$I_B = 1,25 I_n = 1,25 \cdot 40,5 = 50,63 \text{ A}$$

Además se debe aplicar unos factores que se muestran a continuación.

Según el número de cables por zanja se aplicará el factor correspondiente a la instalación acorde a la siguiente tabla:

Factor de corrección								
Separación entre los cables o ternas	Número de cables o ternas de la zanja							
	2	3	4	5	6	8	10	12
D=0 (en contacto)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47
d= 0,07 m	0,85	0,75	0,68	0,64	0,6	0,56	0,53	0,50
d= 0,10 m	0,85	0,76	0,69	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53
d= 0,15 m	0,87	0,77	0,72	0,68	0,66	0,62	0,59	0,57
d= 0,20 m	0,88	0,79	0,74	0,70	0,68	0,64	0,62	0,60
d= 0,25 m	0,89	0,80	0,76	0,72	0,70	0,66	0,64	0,62

Ilustración 29 Factor de corrección por número de cables y separación entre ellos

En nuestro caso se tendrán 12 cables en la misma zanja, 4 cables por cada inversor, con una separación de 10 cm, por lo tanto se aplicara el factor 0,53.

La instalación tendrá una profundidad de un metro, por tanto, le corresponde un factor de 0,97 siguiendo los factores por profundidad proporcionados por la siguiente tabla.

Profundidad de instalación (m)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,80	0,90	1,00	1,20
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97	0,95

Ilustración 30 Factor de corrección para diferentes profundidades de instalación

Se aplicará además un factor de 0,8 por instalación en interior de tubos.

Por lo tanto la intensidad tiene un valor de:

$$I_B = \frac{50,63}{0,8 \cdot 0,97 \cdot 0,53} = 123,10 \text{ A}$$

La sección mínima por criterio térmico es, siguiendo la siguiente tabla de 25 mm² que corresponde a un cable tetrapolar.

$$I_z = 150 \text{ A} > 123,10 \text{ A}$$

SECCIÓN NOMINAL mm ²	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56
10	96	94	85	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220
95	335	325	290	310	305	265
120	380	375	335	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445
300	620	610	550	590	565	505
400	705	690	615	665	645	570
500	790	775	685	-	-	-
630	885	870	770	-	-	-

Tabla 61 Intensidad máxima admisible para conductores de cobre en instalación enterrada

Cuadro de baja tensión AC -Caja de acometida de la instalación fotovoltaica

Para realizar el cálculo de la sección más apropiada por criterio térmico en este tramo se ha procedido de la misma manera que para el tramo anterior.

La intensidad nominal es la suma de las intensidades nominales de los tres inversores.

$$I_n = I_{n,Inv1} + I_{n,Inv2} + I_{n,Inv3}$$

$$I_{n,Inv1} = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{17000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,98} = 25 \text{ A}$$

$$I_{n,Inv2} = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{27500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,98} = 40,5 \text{ A}$$

$$I_{n,Inv3} = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{27500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,98} = 40,5 \text{ A}$$

$$I_n = 25 + 40,5 + 40,5 = 106 \text{ A}$$

$$I_B = 1,25 \cdot 106 = 132,5 \text{ A}$$

Los factores aplicados en este tramo siguiendo las tablas utilizadas en el tramo anterior son:

0,8 por instalación en interior de tubos enterrados

0,97 por profundidad de la instalación

0,69 por número de conductores y separación entre ellos, 4 conductores y una separación de 10 cm

$$I_B = \frac{132,5}{0,8 \cdot 0,97 \cdot 0,69} = 247,5 \text{ A}$$

Según la tabla de intensidades máximas admisibles para conductores de cobre en instalación enterrada la sección con intensidad admisible mayor que la calculada es la sección de 70 mm².

$$I_z = 260 \text{ A} > I_B = 247,5 \text{ A}$$

Criterio de caída de tensión

Caída de tensión máxima en el tramo AC debe ser como máximo del 1,5 % de la tensión en este tramo:

$$\Delta V_{\max} = \frac{1,5}{100} \cdot 400 = 6 \text{ V}$$

Se debe cumplir que:

La caída de tensión de la parte Ac debe de ser menor de 6V.

La caída de tensión para la sección elegida en el tramo que va desde la Inversor a la caja de conexión de los inversores es de:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_B \cdot \Delta V \cdot \cos \varphi}{\sigma \cdot S \Delta v} = \frac{\sqrt{3} \cdot 4 \cdot 40,5 \cdot 0,98}{56 \cdot 25} = 0,20 \text{ V}$$

La caída de tensión en el tramo que va desde la caja de conexión de los inversores hasta la caja de acometida de la instalación fotovoltaica es de :

$$\Delta V = \frac{L \cdot I_B \cdot \Delta V}{\sigma \cdot S \Delta v} = \frac{\sqrt{3} \cdot 50 \cdot 106,04 \cdot \cos \varphi}{56 \cdot 70} = \frac{\sqrt{3} \cdot 50 \cdot 106,04 \cdot \cos \varphi}{56 \cdot 70} = 2,29 \text{ V}$$

La caída de tensión en el tramo AC es de:

$$\Delta V = 2,29 + 0,20 = 2,49 \text{ V}$$

$$\Delta V < \Delta V_{max} = 6 \text{ V}$$

Por lo tanto las secciones elegidas por criterio de intensidad máxima cumplen también por criterio de caída de tensión.

Las secciones elegidas, por lo tanto serán de:

25 mm² para la conexión de los inversores con la caja de conexión de los inversores y de 70 mm² para el tramo de conexión de la caja de conexión de los inversores y la caja de acometida de la instalación fotovoltaica.

2.1.4. Canalizaciones

Para la elección de las canalizaciones se han seguido las recomendaciones proporcionadas por la norma UNE-HD 60364-5-52:2014 Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.

		Método de instalación							
Conductores y cables		Sin fijaciones	Fijación directa	Sistemas de tubos	Sistemas de canales (incluidos canales de zócalo y de suelo)	Sistemas de conductos cerrados de sección no circular	Bandejas de escalera, bandejas, soportes	Sobre aisladores	Cable fiador
Conductores desnudos		—	—	—	—	—	—	+	—
Conductores aislados ^b		—	—	+	+	+	—	+	—
Cables con cubierta (incluidos cables armados y con aislamiento mineral)	Multi-polares	+	+	+	+	+	+	0	+
	Unipo-lares	0	+	+	+	+	+	0	+
+ Admitido. — No admitido. 0 No aplicable, o normalmente no se utiliza en la práctica.									
^a Se admiten conductores aislados si los sistemas de canales proporcionan al menos el grado de protección IP 4X o IPXXD y si la cubierta sólo puede abrirse con herramienta o una acción deliberada. ^b Los conductores aislados que se utilizan como conductores de protección o como conductores de conexión de protección pueden utilizar cualquier método de instalación adecuado y no necesitan ser instalados en tubos, sistemas de canales o sistemas de conductos cerrados de sección no circular.									

Tabla 62 Método de instalación según el tipo de conductor

2.1.5. Protecciones

2.1.5.1. Protección contra sobrecargas y sobreintensidades

Según la norma UNE-UNE-HD 60364-7-712:2017: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-712: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV) no es necesario instalar medidas de protección en la parte de corriente continua de la instalación fotovoltaica si multiplicamos la intensidad nominal por el factor de 1,25 para calcular la sección de los conductores.

Sin embargo al contar con una instalación que cuenta con un número elevado de ramas en paralelo es conveniente usar dispositivos de protección.

Se instalarán fusibles en las ramas, los fusibles deben tener las siguientes características.

Fusibles para las ramas

Los fusibles utilizados serán fusibles de rango completo tipo (GR), se instalará uno en el polo positivo y otro en el negativo de cada rama.

Los fusibles deben tener las siguientes características:

Tensión nominal:

$$V_n \geq 1,1 \cdot N_{ms} \cdot V_{m, OC, STC} = 1,1 \cdot 23 \cdot 38,72 = 979,616 \text{ V}$$

$$V_n = 1000 \text{ V} > 979,616 \text{ V}$$

$$I_B = 1,25 \cdot I_{SC, STC} = 1,25 \cdot 9,29 = 11,62 \text{ A}$$

Se tiene que cumplir que:

$$I_B \leq I_n \leq I_z;$$

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_z$$

$I_z = 52 \text{ A}$ (4mm²) Según la tabla de intensidades máximas admisibles de la norma UNE-EN 50618:2015

Cuando $11,62 \text{ A} \leq I_n \leq 63 \text{ A}$

$$I_n = 16 \text{ A}$$

$$I_f = 1,6 \cdot I_n = 1,6 \cdot 16 = 25,6 \text{ A}$$

$$I_f = 25,6 \leq I_z = 52 \text{ A}$$

Interruptores seccionadores

Estos dispositivos, conectados en los cuadros de baja tensión DC, nos permitirán desconectar los subgeneradores de cada inversor para mantenimiento y demás necesidades

de forma segura sin tener que desconectar los demás subgeneradores de los demás inversores.

Para la Caja de conexión DC de cada inversor los seccionadores tendrán unos valores:

Inversor 1

$$V_n \geq 1,1 \cdot N_{ms} \cdot V_{m, OC, STC} = 1,1 \cdot 22 \cdot 38,72 = 937 \text{ V}$$

$$I_B = 1,25 \cdot I_{SC, STC} N_{MOD, P} = 1,25 \cdot 9,29 \cdot 4 = 46,45 \text{ A}$$

Se utilizará un interruptor seccionador de las siguientes características:

$$I_n = 50 \text{ A}$$

$$V_n = 1000 \text{ V}$$

Inversor 2

$$V_n \geq 1,1 \cdot N_{ms} \cdot V_{m, OC, STC} = 1,1 \cdot 22 \cdot 38,72 = 937 \text{ V}$$

$$I_B = 1,25 \cdot I_{SC, STC} N_{MOD, P} = 1,25 \cdot 9,29 \cdot 6 = 69,675 \text{ A}$$

Se utilizará un interruptor seccionador de las siguientes características:

$$I_n = 75 \text{ A}$$

$$V_n = 1000 \text{ V}$$

Inversor 3

$$V_n \geq 1,1 \cdot N_{ms} \cdot V_{m, OC, STC} = 1,1 \cdot 23 \cdot 38,72 = 979,6 \text{ V}$$

$$I_B = 1,25 \cdot I_{SC, STC} N_{MOD, P} = 1,25 \cdot 9,29 \cdot 2 = 23,23 \text{ A}$$

Se utilizará un interruptor seccionador de las siguientes características:

$$I_n = 25 \text{ A}$$

$$V_n = 1000 \text{ V}$$

Interruptor magnetotérmico con bloque diferencial en el cuadro de baja tensión AC

Será instalado un interruptor magnetotérmico con bloque diferencial por cada inversor, la intensidad nominal del inversor debe ser igual o mayor que la intensidad nominal de la parte a proteger y menor que la intensidad admisible del conductor, intensidad nominal:

Inversor 1

$$I_n \geq 25 \text{ A}$$

Inversor 2 y 3

$$I_n \geq 50 \text{ A}$$

La intensidad nominal del bloque diferencial será:

$$I_n = 0,30 \text{ mA, intensidad límite de peligro contra personas}$$

Interruptor magnetotérmico en la caja de acometida de la instalación fotovoltaica

Será instalado un interruptor magnetotérmico en la caja de acometida de la instalación fotovoltaica la intensidad nominal del magnetotérmico debe ser igual o mayor que la intensidad de la parte a proteger y menor que la intensidad admisible del conductor:

$$106,04 \text{ A} < I_n < 260 \text{ A}$$

Interruptor magnetotérmico con bloqueo en la caja de acometida de la instalación fotovoltaica.

Será utilizado un interruptor magnetotérmico con bloqueo que debe cumplir:

$$I_B \leq I_n \leq I_z \quad \text{y} \quad I_z \leq 1,45 \cdot I_z$$

Siendo

I_B la corriente para la que se ha diseñado el circuito

I_z la corriente máxima admisible del circuito

I_n la corriente asignada del interruptor

I_z la corriente que asegura la actuación del dispositivo

$$I_B = 132,5 \text{ A}$$

$$I_z = 260 \text{ A}$$

$$I_z \leq 1,45 \cdot I_n = 1,45 \cdot 260 = 377 \text{ A}$$

$$132,5 \leq I_n \leq 260$$

2.1.5.2. Protección contra sobretensiones

Ha sido determinada la tensión que deben soportar los distintos equipos de una instalación fotovoltaica según la ITC-23 del reglamento de baja tensión, se dividen los equipos en categorías que indican los valores de tensión que deben soportar los equipos incluidos en dichas categorías.

- Categoría I: Equipos muy sensibles a las sobretensiones, ejemplo: ordenadores, equipos electrónicos, etc
- Categoría II: ejemplo: electrodomésticos, herramientas portátiles ..
- Categoría III: Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija, ejemplo: armarios de distribución, embarrados, aparamenta...
- Categoría IV: Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen de la instalación, ejemplo: contadores de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobreintensidades...

Los valores de tensión que deben soportar los dispositivos se muestran en la siguiente tabla.

TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN		TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS 1,2/50 (kV)			
SISTEMAS TRIFÁSICOS	SISTEMAS MONOFÁSICOS	CATEGORÍA IV	CATEGORÍA III	CATEGORÍA II	CATEGORÍA I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690 1000	— —	8	6	4	2,5

Map of Spain showing the number of stormy days per year by region. The map is color-coded: yellow for regions with fewer than 20 stormy days per year, light blue for 20 or more, and dark blue for 25 or more. The Canary Islands are shown in an inset map.

Legend:

- días tormenta/año < 20
- días tormenta/año ≥ 20
- días tormenta/año ≥ 25

Escuela Politécnica Superior de Jaén

Protección de la parte de corriente continua

Se instalarán dos descargadores Tipo 2 conectados en la caja de conexión de ramas y en la caja de conexión DC del inversor, se conectarán entre el positivo y el negativo y un punto en común conectado a la barra equipotencial que limitan el nivel de protección de las tensiones inducidas en las espiras del generador al doble en cuanto al nivel de protección de uno de ellos., como la tensión de circuito abierto es mayor de 600 V se conectará un tercer dispositivo entre el punto en común y la barra equipotencial. La intensidad nominal del descargador debe de ser no menor de 10 KA, ya que no se cuenta con protección externa contra sobretensiones

$I_n \geq 10 \text{ KA}$

La tensión nominal del descargador elegirse en función de la tensión de circuito abierto, la cual tiene un valor para las diferentes cajas de conexión de ramas de :

CC1 y CC2

$$V_{oc} = V_{oc,MOD} \cdot N_{MOD,SERIE} = 38,72 \cdot 22 = 851,84 \text{ V}$$

CC3,CC4 y CC5

$$V_{oc} = V_{oc,MOD} \cdot N_{MOD,SERIE} = 38,72 \cdot 23 = 890,56 \text{ V}$$

2.1.5.3. Puesta a tierra

Se utilizará la configuración flotante por ser la configuración más segura para la protección de personas, de equipos y en la detección de defectos a tierra, en esta configuración las partes activas del circuito de corriente continua no están conectadas a tierra, existe la tierra de protección a la que serán conectadas la masas metálicas y los equipos de protección contra sobretensiones, habrá un único electrodo de tierra en toda la instalación independiente del electrodo de tierra de la compañía distribuidora.

La resistencia de aislamiento debe asegurar que no se superarán los 100 mA, a partir de los cuales hay peligro para las personas en corriente continua.

Se debe cumplir que:

$$I_F = \frac{V_{oc}}{R_{HB} + R_{iso}}$$

Siendo

V_{oc} la tensión de circuito abierto del generador

RHB la resistencia de la persona que causa la falta

Rs la resistencia de la pisada de la persona que provoca la falta

Riso la resistencia de aislamiento

Como la resistencia de la persona tiene un valor muy pequeño comparándola con la de aislamiento se puede despreciar y despejando se tiene una buena aproximación de la resistencia de aislamiento

$$Riso > 10 V_{OC,G} = 10 \cdot 890,56 = 8905,6$$

$$Riso > 8905,6 \, \Omega$$

Además será instalado un sistema de control del aislamiento (CPI) que tiene la función de medir la resistencia de aislamiento y que activará una alarma en caso de que la caída de la resistencia de aislamiento signifique peligro para las personas.

Los inversores elegidos cuentan con este dispositivo.

Todas las masas metálicas de la instalación serán conectadas a una barra equipotencial de puesta a tierra y los descargadores de tensiones de toda la instalación siendo la sección mínima de estos conductores de 16 mm², 4mm² y 2,5mm² para descargadores de tensión tipo I, tipo II y tipo III respectivamente.

El electrodo de puesta a tierra lo formarán picas con 14 mm de diámetro y 2 m de longitud, las cuales estarán unidas por un cable desnudo de 50 mm², estas estarán enterradas a una profundidad no menor de 0,5 m.

Será utilizado un conductor de cobre desnudo con una sección de 35 mm² para la conexión de la barra equipotencial con el electrodo de puesta a tierra.

2.1.5.4. Separación galvánica

La separación galvánica para separar la parte AC de la parte DC del generador fotovoltaico es exigida para asegurar el buen funcionamiento del generador fotovoltaico, normalmente se usan transformadores para realizar esta separación, sin embargo, en configuraciones de puesta a tierra tipo flotante está permitido usar dispositivos que no sean transformadores para llevar a cabo la separación galvánica, en el caso de la instalación proyectada se realizará la separación galvánica a través de los inversores que llevan incorporado un sistema para tal fin.

2.1.5.5. Protección de personas

2.1.5.5.1. Contactos directos

A la hora de elegir la puesta a tierra se ha tenido en cuenta la protección de contactos directos, ya que la elección de la configuración flotante de puesta a tierra es una protección contra contactos directos ya que las partes activas están aisladas de tierra.

La resistencia de aislamiento R_{ISO} estará distribuida por toda la instalación y tendrá valores mayores suficientemente altos para que la intensidad de falta de la persona no supere los 100 mA que es el valor límite de peligro para las personas en corriente continua.

La corriente de defecto de circulación por la persona depende de la tensión de vacío del generador de la resistencia de la persona que provoca el defecto, de la resistencia de la pisada de la persona que causa el defecto y de la resistencia de aislamiento de la siguiente forma.

$$IF = \frac{Voc}{RHB + Rs + Riso}$$

Siendo

Voc la tensión de circuito abierto del generador

RHB la resistencia de la persona que causa la falta

Rs la resistencia de la pisada de la persona que provoca la falta

Riso la resistencia de aislamiento

Se puede asegurar que con una resistencia de aislamiento elevada, no existen problemas de seguridad por choque eléctrico.

Además de las medidas anteriormente descritas al encontrarse los módulos fotovoltaicos en la cubierta no son accesibles a las personas ajenas al supermercado y en cuanto a los trabajadores del supermercado no es necesario que vayan a la cubierta para hacer ninguna labor, por lo cual el peligro por contacto directos e indirectos se reduce.

2.1.5.5.2. Contactos indirectos

El peligro por contactos indirectos se debe al problema que se puede presentar por una falta de aislamiento entre las partes activas del generador y las masas metálicas de la instalación.

No existe riesgo para las personas por contacto indirecto ya que en un primer defecto de aislamiento no se eleva el potencial de las masas ya que no se cierra el circuito por tierra.

2.2. Anexo 2: Pérdidas por orientación e inclinación del generador distinta de la óptima

2.2.1. Pérdidas por orientación e inclinación del generador distintas de la óptima.	95
2.2.2. Pérdidas de radiación solar por sombras circundantes.....	98
2.2.3. Distancia mínima entre filas de módulos.....	101

2.2.1. Pérdidas por orientación e inclinación del generador distintas de la óptima.

Las pérdidas por orientación y sombras deben ser tales que no superen los valores definidos en la siguiente tabla:

	<i>Orientación e inclinación (OI)</i>	<i>Sombras (S)</i>	<i>Total (OI+S)</i>
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

Tabla 63 Pérdidas máximas [3]

Se ha optado por el siguiente proceso, recomendado por IDAE para calcular la inclinación máxima y mínima que puede tener una instalación situada a una latitud de 41° , después se corregirá para la latitud de la instalación.

En la primera configuración en la que los módulos están instalados sobre la cubierta con una inclinación de $23,6^{\circ}$ y un ángulo Azimut de -30° las pérdidas máximas pueden ser de hasta el 20 % ya que se trata de una superposición.

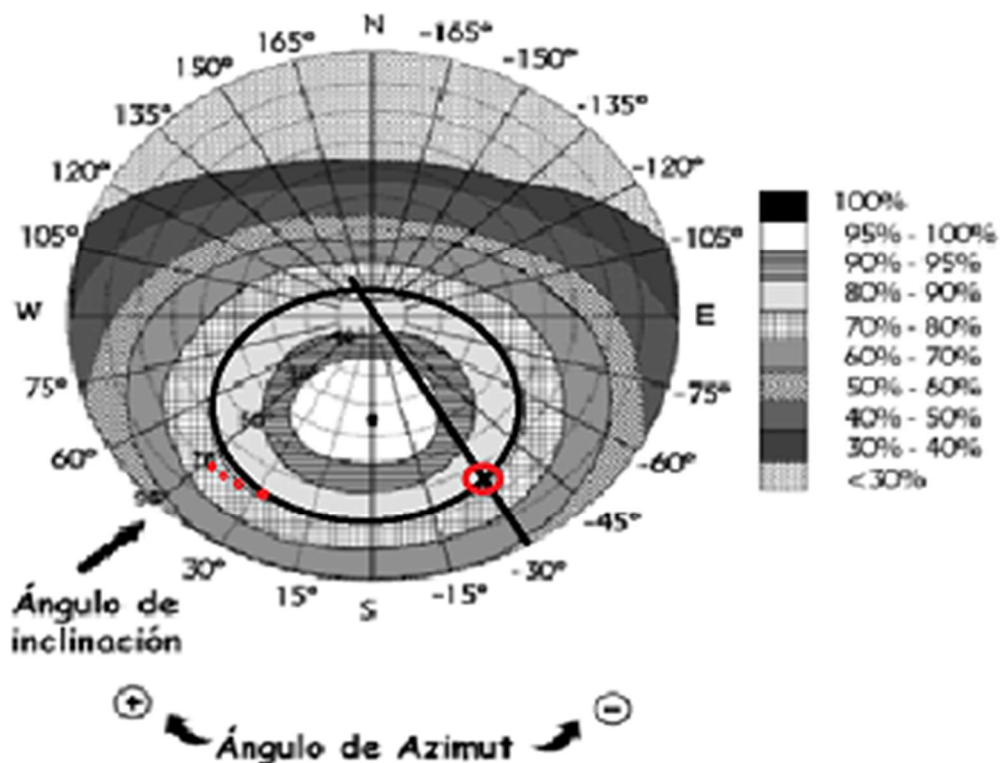


Ilustración 32 Límites de inclinación primera configuración [3]

Los resultados para una latitud de 41° son:

Inclinación máxima: 70°

Inclinación mínima: 0°

Para la latitud de la instalación, 37,78°:

$$\text{Inclinación máxima} = 70^\circ - (41^\circ - 37,78^\circ) = 66,78^\circ$$

Inclinación mínima = 0 - (41° - 37,78°) = -3,22 °, que está fuera de rango y se toma, por lo tanto, inclinación mínima = 0°.

Por lo tanto con esta configuración podemos asegurar que las pérdidas por orientación e inclinación no superan el 20 %.

Para calcular las pérdidas para la otra configuración, inclinación de 20 ° y ángulo azimut 0° se repite el proceso.

En este caso se trata de un caso general, por lo tanto las pérdidas no pueden exceder el 10%.

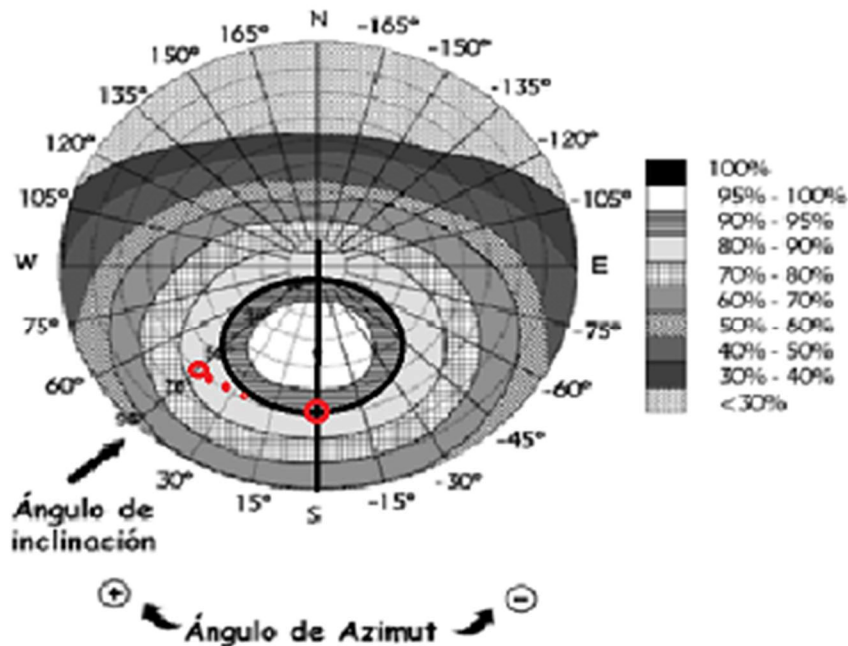


Ilustración 33 Límites de inclinación segunda configuración [3]

Los resultados para una latitud de 41°:

Inclinación máxima: 60°

Inclinación mínima: 10°

Para la latitud de la instalación, 37,78° :

$$\text{Inclinación máxima} = 60^\circ - (41^\circ - 37,78^\circ) = 56,78^\circ$$

$$\text{Inclinación mínima} = 10^\circ - (41^\circ - 37,78^\circ) = 6,78^\circ$$

Por lo tanto con esta configuración podemos asegurar que las pérdidas por orientación e inclinación no superan el 10 %.

2.2.2. Pérdidas de radiación solar por sombras circundantes

En la figura 3 se ha representado el perfil de obstáculos en una figura proporcionada por el IDAE que representa la trayectoria del sol para diferentes elevaciones e inclinaciones en diferentes periodos de tiempo.

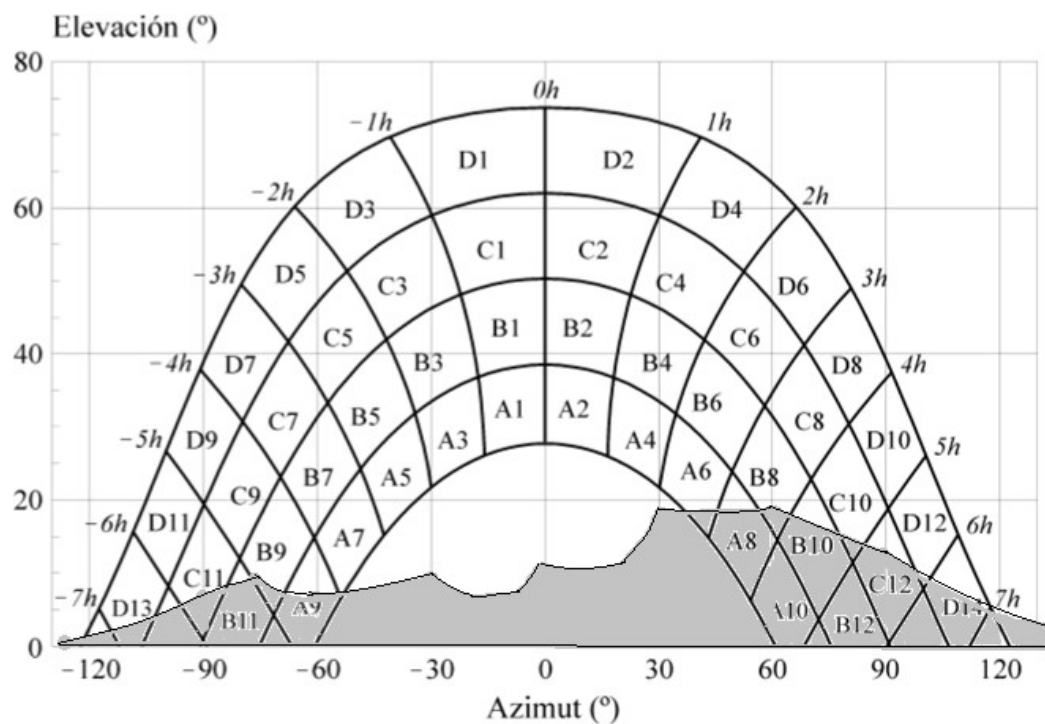


Ilustración 34 Trayectorias del sol [3]

Comparando las porciones que están rellenas por la silueta del perfil de obstáculos con tablas de referencia se obtienen las pérdidas relacionadas con las sombras circundantes.

Existen tablas de referencia dependiendo de la inclinación y el ángulo Azimut de la instalación.

Se ha elegido la

Tabla 64 *Coeficientes de pérdidas $\beta=35^\circ \alpha=-30^\circ$* para la instalación con una inclinación de $23,6^\circ$ y un ángulo Azimut de -30° porque tiene los valores más próximos a la instalación y se han remarcado las porciones que están ocupadas.

Para la instalación con una inclinación de 20° y un ángulo Azimut de 0° se ha repetido el proceso obteniéndose los resultados mostrados en la Tabla 65.

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = -30^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,22
11	0,00	0,03	0,37	1,26
9	0,21	0,70	1,05	2,50
7	1,34	1,28	1,73	3,79
5	2,17	1,79	2,21	4,70
3	2,90	2,05	2,43	5,20
1	3,12	2,13	2,47	5,20
2	2,88	1,96	2,19	4,77
4	2,22	1,60	1,73	3,91
6	1,27	1,11	1,25	2,84
8	0,52	0,57	0,65	1,64
10	0,02	0,10	0,15	0,50
12	0,00	0,00	0,03	0,05
14	0,00	0,00	0,00	0,08

Tabla 64 Coeficientes de pérdidas $\beta=35^\circ \alpha=-30^\circ$ [3]

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = 0^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,03
11	0,00	0,01	0,12	0,44
9	0,13	0,41	0,62	1,49
7	1,00	0,95	1,27	2,76
5	1,84	1,50	1,83	3,87
3	2,70	1,88	2,21	4,67
1	3,15	2,12	2,43	5,04
2	3,17	2,12	2,33	4,99
4	2,70	1,89	2,01	4,46
6	1,79	1,51	1,65	3,63
8	0,98	0,99	1,08	2,55
10	0,11	0,42	0,52	1,33
12	0,00	0,02	0,10	0,40
14	0,00	0,00	0,00	0,02

Tabla 65 Coeficientes de pérdidas $\beta=35^\circ$ $\alpha=-30^\circ$ [3]

Dependiendo del porcentaje de área ocupada de cada porción por el perfil de obstáculos se multiplican los números marcados por 0,25, 0,50, 0,75; 1.

Las pérdidas para los dos tipos de instalaciones son las siguientes:

Primera instalación:

Pérdidas por sombreado (% de irradiación global incidente anual)=
 $0,21 \cdot 0,5 + 0,52 \cdot 0,75 + 0,02 \cdot 1 + 0,03 \cdot 0,75 + 0,10 \cdot 0,75 + 0,03 \cdot 0,75 + 0,08 \cdot 0,5 = 0,675\%$

Que son menores que las máximas permitidas según la tabla 1, para el caso de superposición 15%.

Segunda instalación:

Pérdidas por sombreado (% de irradiación global incidente anual)=
 $0,13 \cdot 0,5 + 0,98 \cdot 0,75 + 0,11 \cdot 1 + 0,01 \cdot 0,75 + 0,42 \cdot 0,75 + 0,02 \cdot 1 + 0,10 \cdot 0,75 + 0,02 \cdot 0,5 =$

1,33%

Que son menores que las máximas permitidas según la tabla 1, para el caso general 10%.

2.2.3. Distancia mínima entre filas de módulos.

Se recomienda que la distancia d mínima entre módulos sea tal que se garantice al menos 4 h de sol entorno al medio día solar.

Para ello se debe de cumplir que d sea como mínimo igual a $h \cdot k$ siendo $k=1/(61^\circ - \text{latitud})$.

La instalación proyectada se encuentra a una latitud de $37,78^\circ$, por lo tanto k tiene un valor de:

$$K=1/\tan (61^\circ-37,78)= 2,33$$

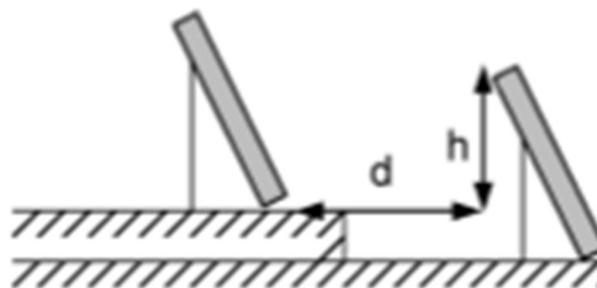


Ilustración 35 Distancia mínima entre módulos [3]

2.2.3.1. Instalación sobre la cubierta inclinada

En la instalación 1 los módulos se encuentran sobre la cubierta, con la misma inclinación que ésta, por tanto, se ha tenido en cuenta la sombra que produzca cada cubierta sobre las demás.

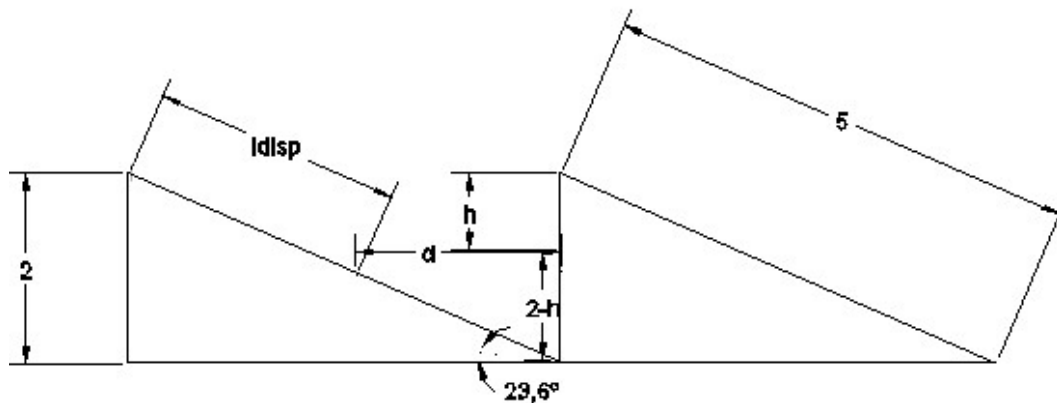


Ilustración 36 Sombra de la cubierta

$$d = \tan 66,4^\circ (2-h)$$

$$d \geq k \cdot h$$

$$\tan 66,4^\circ (2-h) \geq 2,33 \cdot h$$

$$h = 0,991$$

$$d \geq h \cdot k \geq 2,33 \cdot 0,991$$

$$d \geq 2,3$$

Por lo tanto no se podrá aprovechar una longitud de l .

$$l = \frac{2-0,991}{\sin 23,6} = 2,55 \text{ m}$$

La longitud disponible para la instalación de módulos es:

$$l_{disp} = l_{total} - l = 5 - 2,55 = 2,45 \text{ m}$$

2.2.3.2. Instalación sobre cubierta plana

Los módulos a instalar en la cubierta plana tendrán una inclinación de 20° , las dimensiones del módulo son $1,682 \cdot 1$.

La distancia mínima entre módulos será por tanto:

$$d = h \cdot k$$

$$k=2,33$$

$$h= 1,682 \cdot \sin 20^\circ$$

$$h=0,58 \text{ m}$$

$$d=0,58 \cdot 2,33= 1,36 \text{ m}$$

Por lo tanto, teniendo en cuenta la ilustración 2,5 se dejará entre el principio de un módulo y el principio del próximo una distancia $d_{\min}= 1,36 + \cos 20^\circ \cdot 1,682= 2,94 \text{ m}$

2.3. Anexo 3: Estudio para la elección del tipo de instalación más apropiada

Antes de comenzar a realizar el diseño de la instalación se han estudiado las diferentes posibilidades existentes para el desarrollo de una instalación fotovoltaica para autoconsumo conectada a red en cuanto a los tipos de instalaciones que están definidas por los órganos competentes a través de Leyes y Reales decretos eligiendo el más conveniente para sacar el máximo beneficio económico.

Se ha optado por proyectar una instalación que no supere los 100 W_p, que es una de las condiciones para que la instalación pueda ser considerada según el título II del real decreto 900/2015 por el que se regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo como tipo I, que corresponde a instalaciones de autoconsumo en la red interior de un propietario y que no están dadas de alta como instalación de producción.

Es conveniente elegir esta modalidad debido a que el supermercado no cuenta con espacio suficiente para colocar módulos que permita instalar una potencia suficientemente mayor como para estudiar la posibilidad de vender la energía generada que no se consume a red, con el espacio disponible se ha comprobado que el supermercado tiene un consumo instantáneo en todo momento superior a la energía producida por el generador fotovoltaico y que no vierte energía a red en ningún momento como se puede comprobar en el apartado 2.1.2 Ahorro estimado del anexo 2.

Se ha optado por no incluir elementos acumuladores de la energía generada, baterías principalmente, por el precio elevado de estos elementos y porque existen peajes en contra de las instalaciones gestionables, estas instalaciones tienen que pagar un peaje de acceso anual por la potencia pico instalada.

Se ha considerado, por tanto, que para que la instalación proyectada esté dentro del grupo de instalaciones de conexión a red con autoconsumo más apropiado debe estar dentro de las categorías siguientes y por lo tanto ser regulada por las condiciones y obligaciones que impongan las leyes y reales decretos realizados para regular las instalaciones que se encuentran dentro de cada categoría, a continuación se muestra en las categorías en las que estará incluida la instalación.

- Según Real Decreto 900/2015: Tipo I
- Real decreto 413/2014: Subgrupo b.1.1. Tecnología fotovoltaica.
- Debe cumplir lo expuesto en el Real decreto 1699/2011

Además se trata de una instalación no gestionable, por lo tanto no se contará en la instalación con elementos que permitan controlar el valor de la energía generada.

2.4. Anexo 4: Elección de módulos e inversor

Se ha elegido este módulo por ser tener unas buenas características, tiene una buena eficiencia, más del 16%, que permite que el módulo tenga una potencia pico elevada y que se haya podido obtener unos valores de la potencia pico cercanos a 100 KWp que era el objetivo.

En cuanto al inversor se ha elegido a partir de los resultados obtenidos del tipo de configuración de la instalación de los módulos fotovoltaicos, ya que cada inversor está fabricado para unas determinadas características de la instalación, primero se ha elegido un inversor con una potencia nominal aproximadamente 0,8 de la potencia pico instalada, una vez elegido el inversor se ha comprobado que los valores de las tensiones e intensidades de la instalación conectada al inversor están dentro de los valores facilitados por el fabricante y que aseguran una elección correcta.

Se tiene que cumplir que los valores de intensidades máximas y tensiones máximas del inversor sean mayores que los de la instalación, a continuación se muestra que esto se cumple.

Comprobación de los inversores elegidos						
Inversor	Uoc(V)	Uoc,INV,Max(V)	UMPP, Max	UMPP,INV,Max(V)	I _{max} (A)	I _{Max,entrada,inv} (A)
Kako 20.TL3	851,84	950	700,04	800	2X 17,54 A	2 X 18,6 A
Kako 33.TL3	851,84	950	700,04	800	3 X 17,54 A	3 X 34 A
Kako 33.TL3	890,56	950	731,86	800	3 X 17,54 A	3 X 34 A

Tabla 66 Elección del inversor

2.5. Anexo 5: Localización de los módulos fotovoltaicos

En primer lugar se han buscado las zonas apropiadas para la instalación de módulos fotovoltaicos en el supermercado, se ha llegado a la conclusión de que hay dos zonas apropiadas, una cubierta tipo cubierta diente de sierra, inclinada que actúa como tejado principalmente en la zona de venta del supermercado y una cubierta plana.

En el plano de emplazamiento están marcadas ambas cubiertas con la letra A y B respectivamente.

La cubierta de diente de sierra cuenta con una superficie con unas dimensiones de 24 m de largo y 4,58 m de ancho y 5 superficies con dimensiones similares entre ellas de 38,4 m de largo y 4,58 m de ancho, tienen una inclinación con respecto a la horizontal de 23,6 ° y un ángulo Azimut de - 30°, que aunque no son los óptimos, nos darán unos valores de

irradiancia suficientemente buenos para llevar a cabo la instalación. Los módulos serán instalados sobre estas 5 superficies de las cubiertas manteniendo los valores de inclinación y ángulo Azimut.

Se ha calculado en el apartado 2.2.3.1 Instalación sobre la cubierta inclinada del anexo 1 la superficie disponible para instalar módulos cumpliendo la distancia mínima entre módulos que debe haber según el documento facilitado por IDAE titulado Pliego de condiciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red.

El ancho disponible de cada superficie de la cubierta para instalar módulos es de:

$$l_{disp} = 2,45 \text{ m}$$

Las dimensiones de los módulos elegidos son de 1,682 m de largo por 1 m de ancho por lo que se instalarán:

$$\text{Número de ramas: } \frac{2,45}{1} = 2,45$$

$$\text{Módulos en serie} = \frac{38,4}{1,682} = 22,83$$

Por lo tanto se instalarán en cada superficie 2 ramas en paralelo con 22 módulos conectados en serie por cada rama.

Para la cubierta plana, que tiene unas dimensiones de 37 m de largo por 15 m de ancho, se instalarán los módulos sobre una estructura fija, orientados al sur y con una inclinación de 20°, con esta inclinación el viento no provocará esfuerzos peligrosos en la estructura y no será necesario el anclaje de la estructura a la cubierta y por lo tanto se evitarán posibles problemas debidos a la manipulación del material de la cubierta y se simplificará mucho la instalación.

Se ha calculado la distancia mínima entre filas de módulos en el apartado 2.2.3.2 Instalación sobre cubierta plana del anexo 1 las filas de módulos tendrán una distancia en dirección sur de 2,94 m.

2.6. Anexo 6: Fichas técnicas de los elementos de la instalación

Powador
12.0 TL3
14.0 TL3
18.0 TL3
20.0 TL3

Up to 98.0 % efficiency

2 MPP trackers, symmetrical
and asymmetrical loading possible

Multilingual menu and
graphical display

Data logger with web server

Priwatt function for the self-
consumption of solar power



Turn your roof into a power station.

The transformerless, three-phase inverters Powador 12.0 TL3 to 20.0 TL3.

Photovoltaic systems of up to several hundred kilowatts can be designed extremely flexibly in small, highly efficient units with the transformerless, three-phase Powador 12.0 TL3 to 20.0 TL3 inverters.

They operate using two separate MPP trackers that can handle both symmetrical and asymmetrical loads to allow for optimum adjustment. This allows for all typical requirements of complex designs to be fulfilled; on the one hand, for example, full configuration of an east/west-facing roof (symmetrical load) or, on the other hand, the regular configuration of a south-facing roof without having to dispense with the solar yield of a dormer (asymmetrical load). The MPP trackers can also be connected in parallel: installation costs less (you do not need an additional external disconnect) when strings need to be combined before the

inverter. Two strings can be connected per MPP controller, i.e. 4 strings for each unit.

The input voltage range is particularly broad: the inverters switch to the grid from 250 V, and, when in operation, they still feed in at 200 V. This means that solar yields are optimum for comparatively small areas such as dormers or carports but they also operate for more of the day. The compact design with the DC connection via solar connectors makes installation very easy and economical.

It is easy to achieve perfect communication with these units. They are fitted with an integrated data logger with web server, a graphical display for showing operating data and a USB port for installing firmware updates. The current software can be downloaded free of charge from the download area of our homepage.

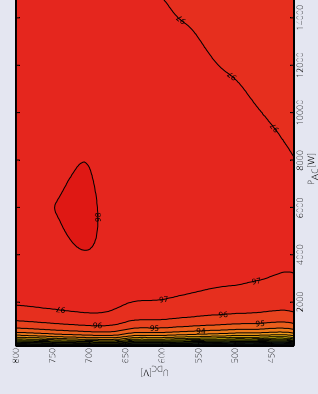
The yield data can be called from the web server or via USB for evaluation. The integrated data logger can also be connected directly to an internet portal for professional evaluation and visualisation of the inverter data.

A number of country-specific default settings are programmed into the inverters. These are easy to select during on-site installation. The interface language can be selected separately.

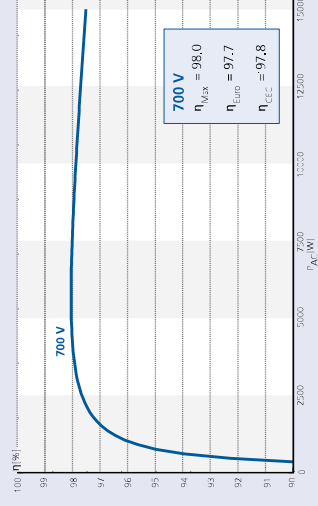
And, if you want to use your self-generated solar power in your own home, the Powador 12.0 TL3 to 20.0 TL3 also come with our Priwatt function for managing self-consumption.

Graphical display of efficiency

3D efficiency diagram for Powador 18.0 TL3



Efficiency characteristic curve for Powador 18.0 TL3



Technical data

Powador 12.0 TL3 | 14.0 TL3 | 18.0 TL3 | 20.0 TL3

Electrical data		12.0 TL3	14.0 TL3
DC input			
MPP range@Pnom ¹⁾		280 V ... 800 V	350 V ... 800 V
Operating range		200 V - 950 V	200 V - 950 V
Min. DC voltage/start voltage		200 V / 250 V	200 V / 250 V
No-load voltage		1000 V	1000 V
Max. input current		2 x 18.6 A	2 x 18.6 A
Number of MPP trackers		2	2
Max. power/tracker		10.2 kW	12.8 kW
Number of strings		2 x 2	2 x 2
AC output			
Rated output (@230 V)		10000 VA	12500 VA
Line voltage		acc. to local requirements	acc. to local requirements
Rated current		3 x 14.5 A	3 x 18.1 A
Rated frequency		50 Hz/60 Hz	50 Hz/60 Hz
cos phi		0.80 inductive ... 0.80 capacitive	0.80 inductive ... 0.80 capacitive
Number of grid phases		3	3
General electrical data			
Max. efficiency		98.0 %	98.0 %
Europ. efficiency		97.5 %	97.6 %
Night consumption		1.5 W	1.5 W
Circuitry topology		transformerless	transformerless
Mechanical data			
Display		graphical display + LEDs	graphical display + LEDs
Control units		4-way navigation + 2 buttons	4-way navigation + 2 buttons
Interfaces		Ethernet, USB, RS485, S0 output, digital input „inverter off“	Ethernet, USB, RS485, S0 output, digital input „inverter off“
Fault-signalling relay		potential-free NOC max. 230 V / 1 A	potential-free NOC max. 230 V / 1 A
Connections		DC: solar connector AC: cable connection M40 and terminal (max. cross-section: 16 mm²) -25 °C ... +60 °C ²⁾	DC: solar connector AC: cable connection M40 and terminal (max. cross-section: 16 mm²) -25 °C ... +60 °C ²⁾
Ambient temperature		temperature-dependent fan	temperature-dependent fan
Cooling		IP65	IP65
Protection class		< 52 dB(A)	< 52 dB(A)
Noise emission		integrated	integrated
DC switch			
Casing		aluminium casting	aluminium casting
H x W x D		690 x 420 x 200 mm	690 x 420 x 200 mm
Weight		40 kg	40 kg
Certifications			
Safety		IEC 62109-1/-2, EN 61000-6-1/-2/-3/-4, EN 61000-3-2/-3	IEC 62109-1/-2, EN 61000-6-1/-2/-3/-4, EN 61000-3-1/-12
Grid compliance		VDE 0126, C10/11, VDE-AR-N 4105, BDEW, G83-2, G59/3, IEC 61727, IEC 62116, CEI-016, EN 50438, ... for more see homepage/download area	VDE 0126, C10/11, VDE-AR-N 4105, BDEW, G83-2, G59/3, IEC 61727, IEC 62116, CEI-016, EN 50438, ... for more see homepage/download area

¹⁾Conforms to the country-specific standards and regulations according to the country version that has been set.
²⁾Symmetrical assignment of both MPP trackers. ²⁾ Power derating at high ambient temperatures.

18.0 TL3	20.0 TL3
420 V ... 800 V	470 V ... 800 V
200 V - 950 V	200 V - 950 V
200 V / 250 V	200 V / 250 V
1000 V	1000 V
2 x 18.6 A	2 x 18.6 A
2	2
14.9 kW	14.9 kW
2 x 2	2 x 2
15000 VA	17000 VA
acc. to local requirements	acc. to local requirements
3 x 21.8 A	3 x 24.6 A
50 Hz/60 Hz	50 Hz/60 Hz
0.80 inductive ... 0.80 capacitive	0.80 inductive ... 0.80 capacitive
3	3
98.0 %	97.9 %
97.7 %	97.6 %
1.5 W	1.5 W
transformerless	transformerless
graphical display + LEDs	graphical display + LEDs
4-way navigation + 2 buttons	4-way navigation + 2 buttons
Ethernet, USB, RS485, S0 output, digital input „inverter off“	Ethernet, USB, RS485, S0 output, digital input „inverter off“
potential-free NOC max. 230 V / 1 A	potential-free NOC max. 230 V / 1 A
DC: solar connector AC: cable connection M40 and terminal (max. cross-section: 16 mm²) -25 °C ... +60 °C ²⁾	DC: solar connector AC: cable connection M40 and terminal (max. cross-section: 16 mm²) -25 °C ... +60 °C ²⁾
temperature-dependent fan	temperature-dependent fan
IP65	IP65
< 52 dB(A)	< 52 dB(A)
integrated	integrated
aluminium casting	aluminium casting
690 x 420 x 200 mm	690 x 420 x 200 mm
44 kg	44 kg
IEC 62109-1/-2, EN 61000-6-1/-2/-3/-4, EN 61000-3-1/-12	IEC 62109-1/-2, EN 61000-6-1/-2/-3/-4, EN 61000-3-1/-12
VDE 0126, C10/11, VDE-AR-N 4105, BDEW, G83-2, G59/3, IEC 61727, IEC 62116, CEI-016, EN 50438, ... for more see homepage/download area	VDE 0126, C10/11, VDE-AR-N 4105, BDEW, G83-2, G59/3, IEC 61727, IEC 62116, CEI-016, EN 50438, ... for more see homepage/download area

¹⁾Conforms to the country-specific standards and regulations according to the country version that has been set.
²⁾Symmetrical assignment of both MPP trackers. ²⁾ Power derating at high ambient temperatures.

Powador
30.0 TL3
33.0 TL3
36.0 TL3
39.0 TL3
40.0 TL3
60.0 TL3

- Up to 98.0 % efficiency
- 3 MPP trackers, symmetrical and asymmetrical loading possible
- Multilingual menu
- Cost-saving DC input configurations available
- Integrated data logger with web server



Efficient. Flexible. Proven.

The transformerless, three-phase inverters Powador 30.0 TL3 to 60.0 TL3.

The transformerless, 3-phase Powador 30.0 TL3 to 60.0 TL3 inverters are designed specifically for decentralised installation of photovoltaic systems for commercial and industrial applications, such as hangars and factory roofs.

These units give you extreme flexibility in designing your PV system. They operate using three separate MPP trackers that can handle both symmetrical and asymmetrical loads to allow for optimum adjustment. Each tracker is able to process 20 kW. This enables them to meet all the typical demands of more complex designs involved with inhomogeneous installation of the photovoltaic generator.

Three MPP trackers can also compensate for mismatches between modules, such as those resulting from temperature differences and uneven solar radiation. Depending on the design of the units, one string (M version) or four strings (XL version)

can be connected per MPP tracker. The input voltage range is particularly broad: the inverters switch to the grid from 250 V, and, when in operation, they still feed in at 200V to ensure the solar yield from comparatively small areas. Maximum efficiency amounts to approx. 98 %, and up to 97.8 % European efficiency is furthermore quite remarkable. At just 5 % rated power they operate at 95 % efficiency.

It is easy to achieve perfect communication with these units. They are fitted with an integrated data logger with web server, a graphical display for showing operating data and a USB port for installing firmware updates. The current software can be downloaded free of charge from the download area of our homepage. The yield data can be called from the web server or via USB for evaluation. The integrated data log-

ger can also be connected directly to an internet portal for professional evaluation and visualisation of the inverter data.

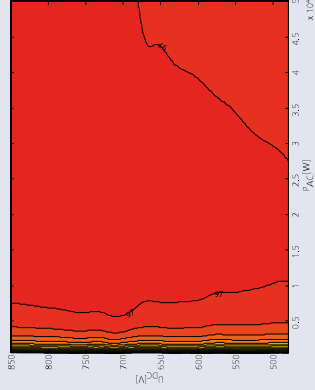
A number of country-specific default settings are programmed into the inverters. These are easy to select during on-site installation. The interface language can be selected separately.

The integrated string collector with string fuses and overvoltage protection for the XL version of the units opens up significant cost advantages. Extraordinary flexibility is provided by the following variants:

- XL-F with fusing at the plus and minus inputs
- XL-SPD I+2 with type 1 & 2 surge protection devices in front of each MPP tracker.

Graphical display of efficiency

3D efficiency diagram for Powador 60.0 TL3



Efficiency characteristic curve for Powador 60.0 TL3



Technical data

Powador 30.0 TL3 | 33.0 TL3 | 36.0 TL3 | 39.0 TL3 | 40.0 TL3 | 60.0 TL3

Electrical data		30.0 TL3	33.0 TL3	36.0 TL3
DC input				
MPP range@Pnom ¹⁾	260 V ... 800 V	280 V ... 800 V	310 V ... 800 V	
Operating range	200 V ... 950 V	200 V ... 950 V	200 V ... 950 V	
Min. DC voltage/start voltage	200 V / 250 V	200 V / 250 V	200 V / 250 V	
No-load voltage	1000 V	1000 V	1000 V	
Max. input current	3 x 34.0 A	3 x 34.0 A	3 x 34.0 A	
Number of MPP trackers	3	3	3	
Max. power/tracker	20 kW	20 kW	20 kW	
Number of strings	3 x 1 (version M) / 3 x 4 (version XL)			
AC output				
Rated output (@230 V)	25 000 VA	27 500 VA	30 000 VA	
Line voltage	acc. to local requirements	acc. to local requirements	acc. to local requirements	
Rated current	3 x 36.2 A	3 x 39.9 A	3 x 43.5 A	
Rated frequency	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz	
cos phi	0.80 inductive ... 0.80 capacitive	0.80 inductive ... 0.80 capacitive	0.80 inductive ... 0.80 capacitive	
Number of grid phases	3	3	3	
General electrical data				
Efficiency max. / european	98.0 % / 97.8 %	98.0 % / 97.8 %	98.0 % / 97.8 %	
Night consumption	1.5 W	1.5 W	1.5 W	
Circuitry topology	transformerless	transformerless	transformerless	
Mechanical data				
Display	graphical display + LEDs	graphical display + LEDs	graphical display + LEDs	
Control units	4-way navigation + 2 buttons	4-way navigation + 2 buttons	4-way navigation + 2 buttons	
Interfaces	Ethernet, USB, RS485, 50 output, digital input "inverter off"			
Fault signalling relay	Potential-free NO contact, max. 30 V DC / 1 A or 230 V AC / 1 A			
Connections	AC connection via screw terminals, bushing 1xM50, max cross section: 50 mm² (flexible); DC connection of M version: spring-type terminals 6-35 mm² ²⁾ ; DC connection of XL version: screw and spring-type terminals 10 mm²			
Ambient temperature	-20 °C ... +60 °C ²⁾	-20 °C ... +60 °C ²⁾	-20 °C ... +60 °C ²⁾	
Cooling	fan, max. 600 m³ / h	fan, max. 600 m³ / h	fan, max. 600 m³ / h	
Protection class	IP54	IP54	IP54	
Noise emission	58 dB(A) (only fan noise)	58 dB(A) (only fan noise)	58 dB(A) (only fan noise)	
DC switch	integrated	integrated	integrated	
H x W x D	1360 x 840 x 355 mm	1360 x 840 x 355 mm	1360 x 840 x 355 mm	
Weight	151 kg	151 kg	151 kg	
Product variants				
Version M	DC switch			
Version XL	DC switch / fuse protection DC input plus / overvoltage protection type 2			
Version XL-SPD 1+2	DC switch / fuse protection DC input plus / overvoltage protection type 1 + 2			
Version XL-F	DC switch / fuse protection DC input plus and minus / overvoltage protection type 2			
Version XL-F-SPD 1+2	DC switch / fuse protection DC input plus and minus / overvoltage protection type 1+2			
Certifications				
Safety	IEC 62109-1/2, EN 61000-6-1/2/3, EN 61000-3-12/11			
Grid compliance	VDE 0126, VDE-AR-N 4105, BDEW, G59/3, IEC 61727, IEC 62116, EN 50438, ... for more see homepage/download area			

¹⁾ Symmetrical assignment of the MPP trackers. ²⁾ Power derating at high ambient temperatures.

39.0 TL3	40.0 TL3	60.0 TL3
340 V ... 800 V	370 V ... 800 V	480 V ... 850 V
200 V ... 950 V	200 V ... 950 V	200 V ... 950 V
200 V / 250 V	200 V / 250 V	200 V / 250 V
1000 V	1000 V	1000 V
3 x 34.0 A	3 x 34.0 A	3 x 36.0 A
3	3	3
20 kW	20 kW	20 kW
3 x 1 (version M) / 3 x 4 (version XL)		
33 300 VA	36 000 VA	49 900 VA
acc. to local requirements	acc. to local requirements	acc. to local requirements
3x48.3 A	3x52.2 A	3x72.2 A
50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
0.80 inductive ... 0.80 capacitive	0.80 inductive ... 0.80 capacitive	0.80 inductive ... 0.80 capacitive
3	3	3
98.0 % / 97.8 %	97.5 % / 97.2 %	97.8 % / 97.6 %
1.5 W	1.5 W	1.5 W
transformerless	transformerless	transformerless
graphical display + LEDs	graphical display + LEDs	graphical display + LEDs
4-way navigation + 2 buttons	4-way navigation + 2 buttons	4-way navigation + 2 buttons
Ethernet, USB, RS485, 50 output, digital input "inverter off"		
Potential-free NO contact, max. 30 V DC / 1 A or 230 V AC / 1 A		
AC connection via screw terminals, bushing 1xM50, max cross section: 50 mm² (flexible); DC connection of M version: spring-type terminals 6-35 mm² ²⁾ ; DC connection of XL version: screw and spring-type terminals 10 mm²		
-20 °C ... +60 °C ²⁾	-20 °C ... +60 °C ²⁾	-20 °C ... +60 °C ²⁾
fan, max. 600 m³ / h	fan, max. 600 m³ / h	fan, max. 600 m³ / h
IP54	IP54	IP54
58 dB(A) (only fan noise)	58 dB(A) (only fan noise)	58 dB(A) (only fan noise)
integrated	integrated	integrated
1360 x 840 x 355 mm	1360 x 840 x 355 mm	1360 x 840 x 355 mm
151 kg	151 kg	173 kg
DC switch		
DC switch / fuse protection DC input plus / overvoltage protection type 2		
DC switch / fuse protection DC input plus / overvoltage protection type 1 + 2		
DC switch / fuse protection DC input plus and minus / overvoltage protection type 2		
DC switch / fuse protection DC input plus and minus / overvoltage protection type 1+2		
IEC 62109-1/2, EN 61000-6-1/2/3, EN 61000-3-12/11		
VDE 0126, VDE-AR-N 4105, BDEW, G59/3, IEC 61727, IEC 62116, EN 50438, ... for more see homepage/download area		

¹⁾ Possible power derating at temperatures above 40 °C. ²⁾ Conforms to the country-specific standards and regulations according to the country version that has been set.

3. Pliego de condiciones

3.1. CONDICIONES GENERALES.....	109
3.1.1. Objeto de este pliego	109
3.1.2. Descripción de las obras	109
3.1.3. Documentos que definen las obras	110
3.2. DISPOSICIONES VIGENTES	111
3.3. CARACTERISTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	112
3.3.1. OBRA CIVIL	112
3.3.2. ESTRUCTURA METÁLICA.....	113
3.3.3. GENERADORES FOTOVOLTAICOS.....	114
3.4. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	117
3.5. ENSAYO Y PRUEBAS DE RECEPCIÓN.....	118

3.1. CONDICIONES GENERALES

3.1.1. Objeto de este pliego

El presente Pliego será aplicable al Contrato de construcción del proyecto de la instalación fotovoltaica conectada a red para autoconsumo en una industria del sector agroalimentario y define expresamente o por referencia a los pliegos generales y normas que resulten de aplicación, la forma de realizar las obras de este proyecto, regulando la ejecución de las mismas por parte del Contratista, que se atenderá en todo momento a lo expuesto en él.

Este Pliego se complementa con las especificaciones técnicas incluidas en cada anexo de la memoria descriptiva correspondiente a este proyecto.

Los documentos indicados, junto con este Pliego, contienen, además de la descripción general y localización de las obras, las condiciones que han de cumplir los materiales, las instrucciones para la ejecución, medición y abono de las unidades de obra y son, por lo tanto, norma de obligado cumplimiento por parte del Contratista.

3.1.2. Descripción de las obras

Las obras objeto de este Proyecto son todas las necesarias para la ejecución del proyecto de la instalación fotovoltaica conectada a red para autoconsumo en una industria del sector agroalimentario, promovidas por la universidad de Jaén, y consisten en la instalación de una instalación fotovoltaica conectada a la red y ubicados en el municipio de Jaén con unas coordenadas geográficas de:

Latitud: 37,78°, hemisferio norte

Longitud: -3,78°, Oeste

La instalación estará constituida por 3 subgeneradores fotovoltaicos, un sistema de seguridad y protecciones (red de tierras y protección frente a descargas atmosféricas) y un sistema de monitorización.

Todos los subgeneradores se conectarán a la red interna de B.T. de consumo del supermercado, concretamente en parte de baja tensión del centro de transformación del supermercado.

La organización de la obra de este proyecto se desarrollará en base a las siguientes unidades de obra:

- Obra civil general: acondicionamiento del terreno, canalizaciones subterráneas.
- Instalación sistemas fotovoltaicos: instalación de los subgeneradores fotovoltaicos, protección frente a descargas atmosféricas, red de tierras c.c., red a.c.
- Instalación sistema de monitorización.

Una descripción más detallada del proyecto puede encontrarse en la memoria.

3.1.3. Documentos que definen las obras

Los documentos, tanto los de Proyecto como otros que la Propiedad, entregue al Contratista, pueden tener un valor contractual o meramente informativo.

Los documentos que quedan incorporados al Contrato como documentos contractuales son los siguientes:

- Planos.
- Pliego de condiciones.
- Mediciones y Presupuesto.

La inclusión en el Contrato de las cubicaciones y mediciones, no implica necesariamente su exactitud respecto de la realidad.

3.2. DISPOSICIONES VIGENTES

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. Deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto.

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

- Reglamentación General de la Ley de Contratas aprobado por Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre.
- Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.
- Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales y R.D. 1627/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas complementarias.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

- Normas U.N.E. y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación
- 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.
- Estructuras de acero en Edificación, EA-95.
- Acciones en la Edificación, AE-88.
- Código Técnico de la Edificación, 2006.
- Instrucción de Hormigón Estructural, EHE-98.
- Normativa de Construcción Sismorresistente, NCSR:02.

3.3. CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE LOS MATERIALES.

3.3.1. OBRA CIVIL.

En general los materiales a emplear en la realización de las obras de hormigón en masa o armado, para el rellenado de zanjas realizadas para la conducción del cableado cumplirán las prescripciones técnicas establecidas en la Instrucción para el Proyecto y Ejecución de las Obras de Hormigón en Masa o Armado EH-95.

Salvo especificaciones en contrario, se emplearán cementos de tipo II. Cementos Pórtland con adiciones, resistencia mínima a los 28 días de 35 N/mm², suministrados en envases cerrados a granel, que deberán contar con la Marca de Conformidad de AENOR. Tanto el agua como los áridos cumplirán las prescripciones contenidas en la Instrucción EH-95.

En general, no se utilizará ningún tipo de aditivos, salvo casos justificados previa autorización del Director de la obra.

El acero, para las armaduras de piezas de hormigón, será corrugado de primera calidad, fibroso, sin grietas ni pajas, flexibles en frío y en modo alguno agrio o quebradizo. Tendrán que llevar el sello de conformidad de CIETSID. Sus características y métodos de ensayo vendrán definidas por la norma UNE-36088. Tanto las barras y alambres como las piezas férricas, no presentarán en ningún punto

de su sección estiraciones superiores al 2,5%. Aquellos que sean empleados en elementos estructurales de hormigón armado deberán cumplir las condiciones que se exigen en la Instrucción EH-88/91.

Para su empleo en las distintas clases de obra y de acuerdo con su resistencia característica, se establecen los siguientes tipos de hormigón: H-100, H-125, H-175, H-200 y H-250. Los tipos de hormigón a emplear, su resistencia característica, tamaño máximo de árido y consistencia, serán los reflejados en el presente Pliego. Salvo especificación en contrario, el hormigón a emplear en obra procederá de central de fabricación, siendo de aplicación lo dispuesto en la Instrucción EH- 95.

3.3.2. ESTRUCTURA METÁLICA.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en la normativa básica de la edificación NBE-AE-88. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado por la NBE y demás normas aplicables.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante. Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales.

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

Los perfiles de acero laminado conformado en frío cumplirán la Norma MV-102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química. La estructura galvanizada en caliente cumplirá las Normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor mínimo de 80 micras para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

El montaje de módulos debe incorporar algún mecanismo que dificulte la sustracción de los mismos.

3.3.3. GENERADORES FOTOVOLTAICOS.

3.3.3.1. Generalidades.

Como principio general se ha de asegurar un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase II en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores) como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión, exceptuando el cableado de continua que será de doble aislamiento).

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

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de alterna de baja tensión a la que se conecta.

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

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales.

3.3.3.2. Módulos fotovoltaicos.

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

Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.

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

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.

Se valorará positivamente una alta eficiencia de las células.

La estructura del módulo se conectará a tierra.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos definidos en la memoria.

Los módulos deben cumplir las especificaciones, para sus parámetros eléctricos principales en condiciones estándar de operación (Irradiancia: 1.000 W/m², AM: 1,5, Tc: 25 °C), definidas en la memoria

Los módulos deben disponer de dos latigillos de cable de 4 mm² para la conexión de los terminales del módulo con conectores *Multicontact MC4*.

Además, los módulos deben cumplir que su potencia nominal de salida disminuya menos del 10% durante los 12 primeros años y menos del 20% durante los 25 primeros años. Además, los módulos y su proceso de producción deben cumplir las normas UNE/CEI e ISO aplicables y en particular deben cumplir las normas IEC 61215 y UL1703 y ser de Clase II, certificado por TUV o un organismos similar.

3.3.3.3. Inversores.

Para conectar los generadores fotovoltaicos a la red se usarán inversores trifásicos de las potencias definidas en la memoria. Estos inversores serán específicos para sistemas fotovoltaicos conectados a la red y cumplirá la normativa nacional vigente. Entre sus *principales características* tendrá las siguientes: funcionamiento como fuente de corriente mediante IGBT's, seguimiento del punto de máxima potencia, bajo consumo en reposo, incorporación de funciones de monitorización y protección, control del aislamiento del campo de paneles con localización selectiva de fallos y desconexión de seguridad, interfaces estándar de comunicaciones, armarios para montaje directamente sobre el suelo, y ventilación forzada, tiempo medio entre fallos elevado, vida útil superior a los veinte años, etc. También incorporará separación galvanica entre la red de CC y AC. Los principales parámetros de los inversores se detallan en la memoria

Los inversores irán alojados en la sala de control y su envolvente metálica se conectará a la puesta a tierra de protección del sistema.

3.3.3.4. Red CC.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos de maniobra y protección definidos en la memoria.

Los conductores de la red CC serán de cobre, tendrán las secciones definidas en la memoria y deben cumplir las siguientes condiciones:

- Designación: PV ZZ-F-(AS)
- Tensión asignado 1,8 kV
- Adecuados para equipos de aislamiento clase II
- Resistentes a temperaturas extremas -40° +90°
- Resistentes a la intemperie: rayos UV, Ozono, absorción de agua
- Cables de alta seguridad (AS): Libres de halógenos; no propagación de llama, no propagadores de fuego; baja emisión de humos; baja emisión de gases corrosivos
- El código de colores para los cables de la red c.c. será: negro para el polo negativo y rojo para el polo positivo.

Los tubos utilizados para la canalización enterrada tendrán las siguientes características:

- tubo rígido
- cumplirá con las normativas indicadas en el apartado 1.2.4. de la ITC-BT-21.

Se recomienda que los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conduzcan separados para evitar posibles cortocircuitos.

En cuanto a las caja de conexión c.c., serán del tipo IP 66 y debe incluir los conectores y los elementos de protección definidos en la memoria.

Los inversores irán alojados en la sala de control y su envolvente metálica se conectará a la puesta a tierra de protección del sistema.

3.3.3.5. Puesta a tierra

Para la puesta a tierra se utilizarán las secciones definidas en la memoria.

Se dispondrá de un borne de puesta a tierra al cual se unirán el conductor de protección y derivación con el conductor de tierra.

Para no alterar las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, y siguiendo las instrucciones del Real Decreto 1699/2011 y la ITC-BT-40, se cumplirán las siguientes condiciones:

- La instalación dispondrá de una separación galvánica entre la red de C.C y C.A
- Las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa de distribuidora.

3.4. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

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

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

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

En cuanto a la instalación de los generadores fotovoltaicos, siempre que se pueda se establecerá un nivel de tensión de seguridad máximo de 48 voltios en c.c. En el caso de circuitos con tensiones superiores no se debe manipular un conductor activo mientras el otro sea accesible y esté conectado o no protegido.

3.5. ENSAYO Y PRUEBAS DE RECEPCIÓN.

El instalador entregará al promotor un documento – albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Los manuales entregados al promotor estarán en castellano.

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido (por ejemplo, Laboratorio de Energía Solar Fovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT, Joint Research Centre Ispra, etc)., lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

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

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

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.

- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación.

Se realizará una revisión general de la instalación teniendo especial cuidado en las siguientes partes: módulos fotovoltaicos, generador fotovoltaico, cableado entre módulos, envolventes de los cables, cajas de conexión, cableado entre módulos e inversor, inversor, cajas generales de conexión, aterramiento de las estructuras, células solares calibradas y sondas de temperatura.

También se realizarán por técnicos cualificados las siguientes pruebas a la instalación:

a) **Generadores fotovoltaicos:** Se realizarán las medidas, comprobaciones y verificaciones de los siguientes parámetros eléctricos del generador.

- Tensión de circuito abierto (V_{oc})
- Corriente en el punto de máxima potencia (I_m)
- Tensión en el punto de máxima potencia (V_m)
- Medidas de curvas IV del generador.
- Medida de la resistencia de aislamiento del circuito c.c. del generador.

Las características eléctricas serán las especificadas en la memoria.

b) **Inversores:** Se comprobará el correcto funcionamiento del inversor y se realizaran las siguientes medidas y verificaciones:

- Comportamiento del sistema de protección del inversor
- Medida de la calidad de la onda de alterna de salida (armónicos, desequilibrios)
- Comprobación de las medidas de protección en la interconexión con la red de alterna de BT.
- Medidas de rendimiento del inversor y global de la instalación

Jaén, a Junio de 2017

4. Presupuesto

4.1. Presupuesto y mediciones

4.2. Justificación de precios

4.3. Resumen de presupuesto

PROYECTO: Instalación fotovoltaica conectada a red para autoconsumo en una empresa del sector agroalimentario

AUTOR: Francisco Olivera Mellado

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 Parte de corriente continua									
U0101	u Modulo cubierta inclinada Módulos fotovoltaicos debidamente instalados, con estructura tipo railes, conexión entre ellos con el cableado que incluye el propio módulo, incluso comprobación de estabilidad de la estructura una vez instalados los módulos y funcionamiento.						220.00	246.84	54,304.80
U0102	u Módulos cubierta plana Módulos fotovoltaicos debidamente instalados, con estructura con sistema autoportante, conexión entre ellos con el cableado que incluye el propio módulo,se instalarán contrapesos, incluso comprobación de estabilidad de la estructura una vez instalados los módulos y contrapesos y funcionamiento.						138.00	248.30	34,265.40
U0103	m Cableado de conexión de módulos con el inversor Cableado de cobre 1x4mm2 con codigo de designación H1Z2Z2-K 1,5KV, correctamente instalado,conexionado y puesta en marcha.						1,452.00	2.26	3,281.52
U0104	u Caja de conexión de ramas 1 Caja de conexión de ramas en armario de plástico con dimensiones sufientes para conectar todos los elementos, con descargadores de tensión clase C para la protección contra sobretensiones y fusibles tipo GR conectados en ambos polos, conectada a la barra equipotencial,debidamente instalada,conectada y puesta en marcha.						1.00	976.80	976.80
U0105	u Caja de conexión de ramas 2 Caja de conexión de ramas en armario de plástico con dimensiones sufientes para conectar todos los elementos, con descargadores de tensión clase C para la protección contra sobretensiones y fusibles tipo GR conectados en ambos polos, conectada a la barra equipotencial,debidamente instalada,conectada y puesta en marcha.						1.00	988.80	988.80
U0106	u Caja de conexión de ramas 3,4 y 5 Caja de conexión de ramas en armario de plástico con dimensiones sufientes para conectar todos los elementos, con descargadores de tensión clase C para la protección contra sobretensiones y fusibles tipo GR conectados en ambos polos, conectada a la barra equipotencial,debidamente instalada,conectada y puesta en marcha.						3.00	964.80	2,894.40
U0107	u Cuadro de baja tensión DC Caja de conexión del inversor con armario de plástico con un interruptor seccionador por cada polo y proteccion contra sobretensiones mediante un descargador de sobretensiones clase C, debidamente conectado con barra equipotencial, conexionado y puesta en marcha						3.00	368.14	1,104.42
TOTAL CAPÍTULO 01 Parte de corriente continua									97,816.14

PROYECTO: Instalación fotovoltaica conectada a red para autoconsumo en una empresa del sector agroalimentario

AUTOR: Francisco Olivera Mellado

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 Parte de corriente alterna									
U0201	u Cuadro de baja tensión AC								
	Caja de conexión de los tres inversores en armario de plástico con interruptor magnetotérmico para cada inversor, instalación para cada inversor, conexión y comprobación.						1.00	357.80	357.80
U0202	u Caja de acometida								
	Caja de acometida de la instalación fotovoltaica en armario de plástico, con interruptor magnetotérmico con bloqueo, contador, debidamente instalada, conexionado y comprobación.						1.00	370.80	370.80
U0203	m Cable conexión inversor y cuadro de baja tensión AC								
	Cable con tipo de aislamiento XLPE tipo XZ1FA3Z-K(AS) 0,6/1KV 4X25mm2 en tubo de PVC enterrado, para la conexión de los inversores con el cuadro de baja tensión AC, correctamente instalada y comprobado.						12.00	74.80	897.60
U0204	m Cable conexión cuadro de baja tensión AC y caja de acometida								
	Cable con aislamiento XLPE tipo XZ1FA3Z-K(AS) 0,6/1KV 4X70mm2 que conectará el cuadro de baja tensión AC y la caja de acometida de la instalación fotovoltaica, debidamente conexionado y comprobado.						50.00	40.80	2,040.00
TOTAL CAPÍTULO 02 Parte de corriente alterna.....									3,666.20

PROYECTO: Instalación fotovoltaica conectada a red para autoconsumo en una empresa del sector agroalimentario
AUTOR: Francisco Olivera Mellado

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 Inversores									
U00301	u Inversor 1 Inversor Kaco 20.0 TL3 instalado, conexionado y puesta en marcha.						1.00	3,828.00	3,828.00
U00302	u Inversor 2 Inversor Kaco 33.0 TL3 instalado, conexionado y puesta en marcha.						1.00	11,032.80	11,032.80
U00303	u Inversor 3 Inversor Kaco 33.0 TL3 instalado, conexionado y puesta en marcha.						1.00	11,032.80	11,032.80
TOTAL CAPÍTULO 03 Inversores									25,893.60

PROYECTO: Instalación fotovoltaica conectada a red para autoconsumo en una empresa del sector agroalimentario

AUTOR: Francisco Olivera Mellado

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 04 Puesta a tierra									
U0401	u Barra equipotencial								
	Barra equipotencial para la conexión todas las masas metálicas de la instalación con cable desnudo de 35mm2, instalación, puesta en marcha y comprobación.						1.00	65.00	65.00
U0402	m Cableado conexionado masas metálicas								
	Cable de cobre desnudo 35mm2 para el conexionado de las masas metálicas, instalación y comprobación						500.00	10.18	5,090.00
U0403	u Electrodo de tierra								
	Electrodo de tierra mediante picas enterradas a más de 0,5 m de la superficie, conexionado y comprobación.						1.00	87.80	87.80
U0404	m Cable de conexión de picas								
	Cable cobre desnudo para conexionado de picas,enterrado ,instalado y comprobado						15.00	17.62	264.30
TOTAL CAPÍTULO 04 Puesta a tierra.....									5,507.10
TOTAL									132,883.04

PROYECTO: Instalación fotovoltaica conectada a red para autoconsumo en una empresa del sector agroalimentario

AUTOR: Francisco Olivera Mellado

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE																																				
CAPÍTULO 01 Parte de corriente continua																																								
UO101	u Modulo cubierta inclinada Módulos fotovoltaicos debidamente instalados, con estructura tipo railes, conexión entre ellos con el cableado que incluye el propio módulo, incluso comprobación de estabilidad de la estructura una vez instalados los módulos y funcionamiento. Descomposición <table><tr><td>P01</td><td>u</td><td>Módulos</td><td>1.000</td><td>200.00</td><td>200.00</td></tr><tr><td>P02</td><td>u</td><td>Pequeño material eléctrico</td><td>1.000</td><td>1.00</td><td>1.00</td></tr><tr><td>P04</td><td>u</td><td>Estructura con sistema autoportante</td><td>1.000</td><td>40.00</td><td>40.00</td></tr><tr><td>P05</td><td>h</td><td>Electricista</td><td>0.080</td><td>15.00</td><td>1.20</td></tr><tr><td>P06</td><td>h</td><td>Ayudante de electricista</td><td>0.080</td><td>8.00</td><td>0.64</td></tr><tr><td>P07</td><td>h</td><td>Grua</td><td>0.080</td><td>50.00</td><td>4.00</td></tr></table>	P01	u	Módulos	1.000	200.00	200.00	P02	u	Pequeño material eléctrico	1.000	1.00	1.00	P04	u	Estructura con sistema autoportante	1.000	40.00	40.00	P05	h	Electricista	0.080	15.00	1.20	P06	h	Ayudante de electricista	0.080	8.00	0.64	P07	h	Grua	0.080	50.00	4.00			
P01	u	Módulos	1.000	200.00	200.00																																			
P02	u	Pequeño material eléctrico	1.000	1.00	1.00																																			
P04	u	Estructura con sistema autoportante	1.000	40.00	40.00																																			
P05	h	Electricista	0.080	15.00	1.20																																			
P06	h	Ayudante de electricista	0.080	8.00	0.64																																			
P07	h	Grua	0.080	50.00	4.00																																			
		220.00	246.84	54,304.80																																				
UO102	u Módulos cubierta plana Módulos fotovoltaicos debidamente instalados, con estructura con sistema autoportante, conexión entre ellos con el cableado que incluye el propio módulo,se instalarán contrapesos, incluso comprobación de estabilidad de la estructura una vez instalados los módulos y contrapesos y funcionamiento. Descomposición <table><tr><td>P01</td><td>u</td><td>Módulos</td><td>1.000</td><td>200.00</td><td>200.00</td></tr><tr><td>P02</td><td>u</td><td>Pequeño material eléctrico</td><td>1.000</td><td>1.00</td><td>1.00</td></tr><tr><td>P04</td><td>u</td><td>Estructura con sistema autoportante</td><td>1.000</td><td>40.00</td><td>40.00</td></tr><tr><td>P05</td><td>h</td><td>Electricista</td><td>0.100</td><td>15.00</td><td>1.50</td></tr><tr><td>P06</td><td>h</td><td>Ayudante de electricista</td><td>0.100</td><td>8.00</td><td>0.80</td></tr><tr><td>P07</td><td>h</td><td>Grua</td><td>0.100</td><td>50.00</td><td>5.00</td></tr></table>	P01	u	Módulos	1.000	200.00	200.00	P02	u	Pequeño material eléctrico	1.000	1.00	1.00	P04	u	Estructura con sistema autoportante	1.000	40.00	40.00	P05	h	Electricista	0.100	15.00	1.50	P06	h	Ayudante de electricista	0.100	8.00	0.80	P07	h	Grua	0.100	50.00	5.00			
P01	u	Módulos	1.000	200.00	200.00																																			
P02	u	Pequeño material eléctrico	1.000	1.00	1.00																																			
P04	u	Estructura con sistema autoportante	1.000	40.00	40.00																																			
P05	h	Electricista	0.100	15.00	1.50																																			
P06	h	Ayudante de electricista	0.100	8.00	0.80																																			
P07	h	Grua	0.100	50.00	5.00																																			
		138.00	248.30	34,265.40																																				
UO103	m Cableado de conexión de módulos con el inversor Cableado de cobre 1x4mm2 con codigo de designación H1Z2Z2-K 1,5KV, correctamente instalado,conexionado y puesta en marcha. Descomposición <table><tr><td>P09</td><td>m</td><td>Cable 1x 4mm2 H1Z2Z2-K 1,5 KV</td><td>1.000</td><td>1.03</td><td>1.03</td></tr><tr><td>P02</td><td>u</td><td>Pequeño material eléctrico</td><td>1.000</td><td>1.00</td><td>1.00</td></tr><tr><td>P05</td><td>h</td><td>Electricista</td><td>0.010</td><td>15.00</td><td>0.15</td></tr><tr><td>P06</td><td>h</td><td>Ayudante de electricista</td><td>0.010</td><td>8.00</td><td>0.08</td></tr></table>	P09	m	Cable 1x 4mm2 H1Z2Z2-K 1,5 KV	1.000	1.03	1.03	P02	u	Pequeño material eléctrico	1.000	1.00	1.00	P05	h	Electricista	0.010	15.00	0.15	P06	h	Ayudante de electricista	0.010	8.00	0.08															
P09	m	Cable 1x 4mm2 H1Z2Z2-K 1,5 KV	1.000	1.03	1.03																																			
P02	u	Pequeño material eléctrico	1.000	1.00	1.00																																			
P05	h	Electricista	0.010	15.00	0.15																																			
P06	h	Ayudante de electricista	0.010	8.00	0.08																																			
		1,452.00	2.26	3,281.52																																				

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE																																																
UO104	u Caja de conexión de ramas 1 Caja de conexión de ramas en armario de plástico con dimensiones suficientes para conectar todos los elementos, con descargadores de tensión clase C para la protección contra sobretensiones y fusibles tipo GR conectados en ambos polos, conectada a la barra equipotencial,debidamente instalada,conectada y puesta en marcha. Descomposición <table><tr><td>P11</td><td></td><td>Armario plastico</td><td>1.000</td><td>20.00</td><td>20.00</td></tr><tr><td>P02</td><td>u</td><td>Pequeño material eléctrico</td><td>5.000</td><td>1.00</td><td>5.00</td></tr><tr><td>P12</td><td></td><td>Fusible</td><td>8.000</td><td>3.00</td><td>24.00</td></tr><tr><td>P14</td><td></td><td>Descargador de tensión clase C</td><td>3.000</td><td>300.00</td><td>900.00</td></tr><tr><td>P05</td><td>h</td><td>Electricista</td><td>1.000</td><td>15.00</td><td>15.00</td></tr><tr><td>P06</td><td>h</td><td>Ayudante de electricista</td><td>1.000</td><td>8.00</td><td>8.00</td></tr><tr><td>P15</td><td>h</td><td>Albañil</td><td>0.400</td><td>12.00</td><td>4.80</td></tr><tr><td colspan="3"></td><td>1.00</td><td>976.80</td><td>976.80</td></tr></table>	P11		Armario plastico	1.000	20.00	20.00	P02	u	Pequeño material eléctrico	5.000	1.00	5.00	P12		Fusible	8.000	3.00	24.00	P14		Descargador de tensión clase C	3.000	300.00	900.00	P05	h	Electricista	1.000	15.00	15.00	P06	h	Ayudante de electricista	1.000	8.00	8.00	P15	h	Albañil	0.400	12.00	4.80				1.00	976.80	976.80			
P11		Armario plastico	1.000	20.00	20.00																																															
P02	u	Pequeño material eléctrico	5.000	1.00	5.00																																															
P12		Fusible	8.000	3.00	24.00																																															
P14		Descargador de tensión clase C	3.000	300.00	900.00																																															
P05	h	Electricista	1.000	15.00	15.00																																															
P06	h	Ayudante de electricista	1.000	8.00	8.00																																															
P15	h	Albañil	0.400	12.00	4.80																																															
			1.00	976.80	976.80																																															
UO105	u Caja de conexión de ramas 2 Caja de conexión de ramas en armario de plástico con dimensiones suficientes para conectar todos los elementos, con descargadores de tensión clase C para la protección contra sobretensiones y fusibles tipo GR conectados en ambos polos, conectada a la barra equipotencial,debidamente instalada,conectada y puesta en marcha. . Descomposición <table><tr><td>P11</td><td></td><td>Armario plastico</td><td>1.000</td><td>20.00</td><td>20.00</td></tr><tr><td>P02</td><td>u</td><td>Pequeño material eléctrico</td><td>5.000</td><td>1.00</td><td>5.00</td></tr><tr><td>P12</td><td></td><td>Fusible</td><td>12.000</td><td>3.00</td><td>36.00</td></tr><tr><td>P14</td><td></td><td>Descargador de tensión clase C</td><td>3.000</td><td>300.00</td><td>900.00</td></tr><tr><td>P05</td><td>h</td><td>Electricista</td><td>1.000</td><td>15.00</td><td>15.00</td></tr><tr><td>P06</td><td>h</td><td>Ayudante de electricista</td><td>1.000</td><td>8.00</td><td>8.00</td></tr><tr><td>P15</td><td>h</td><td>Albañil</td><td>0.400</td><td>12.00</td><td>4.80</td></tr><tr><td colspan="3"></td><td>1.00</td><td>988.80</td><td>988.80</td></tr></table>	P11		Armario plastico	1.000	20.00	20.00	P02	u	Pequeño material eléctrico	5.000	1.00	5.00	P12		Fusible	12.000	3.00	36.00	P14		Descargador de tensión clase C	3.000	300.00	900.00	P05	h	Electricista	1.000	15.00	15.00	P06	h	Ayudante de electricista	1.000	8.00	8.00	P15	h	Albañil	0.400	12.00	4.80				1.00	988.80	988.80			
P11		Armario plastico	1.000	20.00	20.00																																															
P02	u	Pequeño material eléctrico	5.000	1.00	5.00																																															
P12		Fusible	12.000	3.00	36.00																																															
P14		Descargador de tensión clase C	3.000	300.00	900.00																																															
P05	h	Electricista	1.000	15.00	15.00																																															
P06	h	Ayudante de electricista	1.000	8.00	8.00																																															
P15	h	Albañil	0.400	12.00	4.80																																															
			1.00	988.80	988.80																																															

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
UO106	u Caja de conexión de ramas 3,4 y 5 Caja de conexión de ramas en armario de plástico con dimensiones suficientes para conectar todos los elementos, con descargadores de tensión clase C para la protección contra sobretensiones y fusibles tipo GR conectados en ambos polos, conectada a la barra equipotencial, debidamente instalada, conectada y puesta en marcha.			
Descomposición				
P11	Armario plastico	1.000	20.00	20.00
P02	u Pequeño material eléctrico	5.000	1.00	5.00
P12	Fusible	4.000	3.00	12.00
P14	Descargador de tensión clase C	3.000	300.00	900.00
P05	h Electricista	1.000	15.00	15.00
P06	h Ayudante de electricista	1.000	8.00	8.00
P15	h Albañil	0.400	12.00	4.80
		3.00	964.80	2,894.40
UO107	u Cuadro de baja tensión DC Caja de conexión del inversor con armario de plástico con un interruptor seccionador por cada polo y proteccion contra sobretensiones mediante un descargador de sobretensiones clase C, debidamente conectado con barra equipotencial, conexionado y puesta en marcha			
Descomposición				
P11	Armario plastico	1.000	20.00	20.00
P13	Interruptor seccionador	2.000	7.67	15.34
P14	Descargador de tensión clase C	1.000	300.00	300.00
P02	u Pequeño material eléctrico	5.000	1.00	5.00
P05	h Electricista	1.000	15.00	15.00
P06	h Ayudante de electricista	1.000	8.00	8.00
P15	h Albañil	0.400	12.00	4.80
		3.00	368.14	1,104.42
TOTAL CAPÍTULO 01 Parte de corriente continua				97,816.14

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE																																																
CAPÍTULO 02 Parte de corriente alterna																																																				
UO201	u Cuadro de baja tensión AC Caja de conexión de los tres inversores en armario de plástico con interruptor magnetotérmico para cada inversor, instalación para cada inversor, conexión y comprobación. Descomposición <table><tr><td>P28</td><td>u</td><td>Armario de plástico</td><td>1.000</td><td>50.00</td><td>50.00</td></tr><tr><td>P02</td><td>u</td><td>Pequeño material eléctrico</td><td>10.000</td><td>1.00</td><td>10.00</td></tr><tr><td>P29</td><td>u</td><td>Interruptor magnetotérmico con bloque diferencial</td><td>3.000</td><td>90.00</td><td>270.00</td></tr><tr><td>P05</td><td>h</td><td>Electricista</td><td>1.000</td><td>15.00</td><td>15.00</td></tr><tr><td>P06</td><td>h</td><td>Ayudante de electricista</td><td>1.000</td><td>8.00</td><td>8.00</td></tr><tr><td>P15</td><td>h</td><td>Albañil</td><td>0.400</td><td>12.00</td><td>4.80</td></tr></table>	P28	u	Armario de plástico	1.000	50.00	50.00	P02	u	Pequeño material eléctrico	10.000	1.00	10.00	P29	u	Interruptor magnetotérmico con bloque diferencial	3.000	90.00	270.00	P05	h	Electricista	1.000	15.00	15.00	P06	h	Ayudante de electricista	1.000	8.00	8.00	P15	h	Albañil	0.400	12.00	4.80	1.00	357.80	357.80												
P28	u	Armario de plástico	1.000	50.00	50.00																																															
P02	u	Pequeño material eléctrico	10.000	1.00	10.00																																															
P29	u	Interruptor magnetotérmico con bloque diferencial	3.000	90.00	270.00																																															
P05	h	Electricista	1.000	15.00	15.00																																															
P06	h	Ayudante de electricista	1.000	8.00	8.00																																															
P15	h	Albañil	0.400	12.00	4.80																																															
UO202	u Caja de acometida Caja de acometida de la instalación fotovoltaica en armario de plástico, con interruptor magnetotérmico con bloqueo, contador, debidamente instalada, conexionado y comprobación. Descomposición <table><tr><td>P28</td><td>u</td><td>Armario de plástico</td><td>1.000</td><td>50.00</td><td>50.00</td></tr><tr><td>P34</td><td>u</td><td>Interruptor magnetotérmico con bloqueo</td><td>1.000</td><td>200.00</td><td>200.00</td></tr><tr><td>P02</td><td>u</td><td>Pequeño material eléctrico</td><td>5.000</td><td>1.00</td><td>5.00</td></tr><tr><td>P05</td><td>h</td><td>Electricista</td><td>1.000</td><td>15.00</td><td>15.00</td></tr><tr><td>P06</td><td>h</td><td>Ayudante de electricista</td><td>1.000</td><td>8.00</td><td>8.00</td></tr><tr><td>P15</td><td>h</td><td>Albañil</td><td>0.400</td><td>12.00</td><td>4.80</td></tr><tr><td>P39</td><td>u</td><td>Contador estático trifásico multifunción</td><td>1.000</td><td>40.00</td><td>40.00</td></tr><tr><td>P40</td><td>u</td><td>Transformador de intensidad</td><td>3.000</td><td>16.00</td><td>48.00</td></tr></table>	P28	u	Armario de plástico	1.000	50.00	50.00	P34	u	Interruptor magnetotérmico con bloqueo	1.000	200.00	200.00	P02	u	Pequeño material eléctrico	5.000	1.00	5.00	P05	h	Electricista	1.000	15.00	15.00	P06	h	Ayudante de electricista	1.000	8.00	8.00	P15	h	Albañil	0.400	12.00	4.80	P39	u	Contador estático trifásico multifunción	1.000	40.00	40.00	P40	u	Transformador de intensidad	3.000	16.00	48.00	1.00	370.80	370.80
P28	u	Armario de plástico	1.000	50.00	50.00																																															
P34	u	Interruptor magnetotérmico con bloqueo	1.000	200.00	200.00																																															
P02	u	Pequeño material eléctrico	5.000	1.00	5.00																																															
P05	h	Electricista	1.000	15.00	15.00																																															
P06	h	Ayudante de electricista	1.000	8.00	8.00																																															
P15	h	Albañil	0.400	12.00	4.80																																															
P39	u	Contador estático trifásico multifunción	1.000	40.00	40.00																																															
P40	u	Transformador de intensidad	3.000	16.00	48.00																																															
UO203	m Cable conexión inversor y cuadro de baja tensión AC Cable con tipo de aislamiento XLPE tipo XZ1FA3Z-K(AS) 0,6/1KV 4X25mm2 en tubo de PVC enterrado, para la conexión de los inversores con el cuadro de baja tensión AC, correctamente instalada y comprobado. Descomposición <table><tr><td>P36</td><td>m</td><td>Cable XZ1FA3Z-K(AS) 0,6/1KV 4X25mm2</td><td>1.000</td><td>30.00</td><td>30.00</td></tr><tr><td>P37</td><td>m</td><td>Tubo PVC Rígido</td><td>1.000</td><td>4.00</td><td>4.00</td></tr><tr><td>P02</td><td>u</td><td>Pequeño material eléctrico</td><td>10.000</td><td>1.00</td><td>10.00</td></tr><tr><td>P38</td><td>h</td><td>Martillo neumático</td><td>0.100</td><td>30.00</td><td>3.00</td></tr><tr><td>P05</td><td>h</td><td>Electricista</td><td>1.000</td><td>15.00</td><td>15.00</td></tr><tr><td>P06</td><td>h</td><td>Ayudante de electricista</td><td>1.000</td><td>8.00</td><td>8.00</td></tr><tr><td>P15</td><td>h</td><td>Albañil</td><td>0.400</td><td>12.00</td><td>4.80</td></tr></table>	P36	m	Cable XZ1FA3Z-K(AS) 0,6/1KV 4X25mm2	1.000	30.00	30.00	P37	m	Tubo PVC Rígido	1.000	4.00	4.00	P02	u	Pequeño material eléctrico	10.000	1.00	10.00	P38	h	Martillo neumático	0.100	30.00	3.00	P05	h	Electricista	1.000	15.00	15.00	P06	h	Ayudante de electricista	1.000	8.00	8.00	P15	h	Albañil	0.400	12.00	4.80	12.00	74.80	897.60						
P36	m	Cable XZ1FA3Z-K(AS) 0,6/1KV 4X25mm2	1.000	30.00	30.00																																															
P37	m	Tubo PVC Rígido	1.000	4.00	4.00																																															
P02	u	Pequeño material eléctrico	10.000	1.00	10.00																																															
P38	h	Martillo neumático	0.100	30.00	3.00																																															
P05	h	Electricista	1.000	15.00	15.00																																															
P06	h	Ayudante de electricista	1.000	8.00	8.00																																															
P15	h	Albañil	0.400	12.00	4.80																																															

PROYECTO: Instalación fotovoltaica conectada a red para autoconsumo en una empresa del sector agroalimentario

AUTOR: Francisco Olivera Mellado

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
UO204	m Cable conexión cuadro de baja tensión AC y caja de acometida Cable con aislamiento XLPE tipo XZ1FA3Z-K(AS) 0,6/1KV 4X70mm2 que conectará el cuadro de baja tensión AC y la caja de acometida de la instalación fotovoltaica, debidamente conexionado y comprobado. Descomposición <i>P02 u Pequeño material eléctrico 10.000 1.00 10.00</i> <i>P38 h Martillo neumático 0.100 30.00 3.00</i> <i>P05 h Electricista 1.000 15.00 15.00</i> <i>P06 h Ayudante de electricista 1.000 8.00 8.00</i> <i>P15 h Albañil 0.400 12.00 4.80</i>			
		50.00	40.80	2,040.00
TOTAL CAPÍTULO 02 Parte de corriente alterna				3,666.20

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 Inversores				
UO0301	u Inversor 1 Inversor Kaco 20.0 TL3 instalado, conexionado y puesta en marcha.			
Descomposición				
P25	u Inversor Kaco 20.0 TL3	1.000	3,800.00	3,800.00
P02	u Pequeño material eléctrico	5.000	1.00	5.00
P05	h Electricista	1.000	15.00	15.00
P06	h Ayudante de electricista	1.000	8.00	8.00
		1.00	3,828.00	3,828.00
UO0302	u Inversor 2 Inversor Kaco 33.0 TL3 instalado, conexionado y puesta en marcha.			
Descomposición				
P26	u Inversor Kaco 33.0 TLC	1.000	11,000.00	11,000.00
P02	u Pequeño material eléctrico	5.000	1.00	5.00
P05	h Electricista	1.000	15.00	15.00
P06	h Ayudante de electricista	1.000	8.00	8.00
P27	h Carretilla	0.160	30.00	4.80
		1.00	11,032.80	11,032.80
UO0303	u Inversor 3 Inversor Kaco 33.0 TL3 instalado, conexionado y puesta en marcha.			
Descomposición				
P26	u Inversor Kaco 33.0 TLC	1.000	11,000.00	11,000.00
P02	u Pequeño material eléctrico	5.000	1.00	5.00
P05	h Electricista	1.000	15.00	15.00
P06	h Ayudante de electricista	1.000	8.00	8.00
P27	h Carretilla	0.160	30.00	4.80
		1.00	11,032.80	11,032.80
TOTAL CAPÍTULO 03 Inversores				25,893.60

PROYECTO: Instalación fotovoltaica conectada a red para autoconsumo en una empresa del sector agroalimentario

AUTOR: Francisco Olivera Mellado

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 04 Puesta a tierra				
UO401	u Barra equipotencial Barra equipotencial para la conexión todas las masas metálicas de la instalación con cable desnudo de 35mm ² , instalación, puesta en marcha y comprobación. Descomposición P16 u Barra equipotencial P02 u Pequeño material eléctrico P05 h Electricista P06 h Ayudante de electricista	1.000 2.000 1.000 1.000	40.00 1.00 15.00 8.00	40.00 2.00 15.00 8.00
		1.00	65.00	65.00
UO402	m Cableado conexionado masas metálicas Cable de cobre desnudo 35mm ² para el conexionado de las masas metálicas, instalación y comprobación Descomposición P19 m Cable cobre desnudo 35 mm ² P21 u Pequeño material eléctrico P05 h Electricista P06 h Ayudante de electricista	1.000 0.030 0.050 0.050	9.00 1.00 15.00 8.00	9.00 0.03 0.75 0.40
		500.00	10.18	5,090.00
UO403	u Electrodo de tierra Electrodo de tierra mediante picas enterradas a más de 0,5 m de la superficie, conexionado y comprobación. Descomposición P22 u Picas P05 h Electricista P06 h Ayudante de electricista P15 h Albañil	3.000 1.000 1.000 0.400	20.00 15.00 8.00 12.00	60.00 15.00 8.00 4.80
		1.00	87.80	87.80
UO404	m Cable de conexión de picas Cable cobre desnudo para conexionado de picas,enterrado ,instalado y comprobado Descomposición P24 m Cable cobre desnudo 50mm ² P02 u Pequeño material eléctrico P05 h Electricista P06 h Ayudante de electricista P15 h Albañil	1.000 0.020 0.160 0.160 0.160	12.00 1.00 15.00 8.00 12.00	12.00 0.02 2.40 1.28 1.92
		15.00	17.62	264.30
TOTAL CAPÍTULO 04 Puesta a tierra.....				5,507.10
TOTAL.....				132,883.04

PROYECTO: Instalación fotovoltaica conectada a red para autoconsumo en una empresa del sector agroalimentario
AUTOR: Francisco Olivera Mellado

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	Parte de corriente continua	97,816.14	73.61
02	Parte de corriente alterna.....	3,666.20	2.76
03	Inversores	25,893.60	19.49
04	Puesta a tierra	5,507.10	4.14
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		132,883.04	
15.00 % Gastos generales.....		19,932.46	
6.00 % Beneficio industrial ..		7,972.98	
SUMA DE G.G. y B.I.		27,905.44	
21.00 % I.V.A.		33,765.58	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		194,554.06	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		194,554.06	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CIENTO NOVENTA Y CUATRO MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS con SEIS CÉNTIMOS

, a 21 de junio de 2017.

El promotor

La dirección facultativa

5. Estudio de viabilidad

5.1. El presupuesto general de la instalación	134
5.2. Subvención de la instalación	134
5.3. Criterios de rentabilidad	134
5.3.1. Valor Actual neto (VAN)	135
5.3.2. Tasa interna de retorno (TIR)	136

Para realizar el estudio de viabilidad se han tenido en cuenta varios factores:

- El presupuesto general de la instalación
- Subvención de la instalación
- Vida útil de los módulos fotovoltaicos

Se realizará el estudio suponiendo que la instalación mantendrá el rendimiento por encima del 80 % durante 25 años.

- Criterios de rentabilidad

5.1. El presupuesto general de la instalación

El presupuesto general de la instalación del presente proyecto asciende a la cantidad de CIENTO NOVENTA Y CUATRO MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS con SEIS CÉNTIMOS (194554,06€)

5.2. Subvención de la instalación

Se ha comprobado que en estos momentos las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red para autoconsumo no cuentan con ninguna ayuda o subvención.

5.3. Criterios de rentabilidad

Indica el periodo que transcurre para la recuperación de la inversión teniendo en cuenta los flujos de caja de cada año, que indican el beneficio neto para cada año, se ha considerado que los flujos de caja se mantienen constantes, el estudio se realizará para un periodo de tiempo de 30 años, que es el tiempo de garantía del fabricante para la conservación de las propiedades del módulo. La tasa de descuento nos indica la pérdida que se tiene por no haber invertido en una alternativa de inversión similar.

Se tendrá en cuenta una tasa de descuento del 3%, se ha elegido esta tasa de descuento en base a los valores actuales del tipo de interés ofrecido por parte de varias entidades bancarias.

5.3.1. Valor Actual neto (VAN)

Para calcular el valor actual neto de la instalación se han tenido en cuenta los siguientes valores:

Coste total de la instalación: 194554,06 €

Gastos de mantenimiento/año (0,1 % del coste total)= 194,554 €

Ahorro por año en la tarifa eléctrica: 12285,87 €

Flujo de caja = ahorro por año – gastos de mantenimiento = 12091,4 €

Tasa de descuento: 3%

Año	VAN
0	-194554,06
1	-182820,2018
2	-171428,1065
3	-160367,8197
4	-149629,6773
5	-139204,2963
6	-129082,5671
7	-119255,6456
8	-109714,9451
9	-100452,1291
10	-91459,10383
11	-82728,01135
12	-74251,22254
13	-66021,33048
14	-58031,14402
15	-50273,68144
16	-42742,16437
17	-35430,01187
18	-28330,83469
19	-21438,42966
20	-14746,77429
21	-8250,021506
22	-1942,49453
23	4181,318068
24	10126,76719
25	15899,0479

Tabla 67 Cálculo del VAN para cada año

Como en el año 25 el VAN es positivo (15899,0479 €) este criterio de rentabilidad nos indica que sería factible la puesta en marcha de la instalación con un plazo de recuperación (pay back) de 23 años.

5.3.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Para determinar si es conveniente realizar la inversión, se ha estudiado la tasa interna de retorno (TIR).

Según este criterio se debe cumplir que la TIR sea mayor que la tasa de descuento.

Se ha obtenido el valor de la TIR calculando el valor que debe tener la tasa de descuento para que el VAN tenga un valor de 0.

$$0 = -A + \frac{Q_1}{(1+TIR)^1} + \frac{Q_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+TIR)^n}$$

Se ha obtenido un valor del TIR del 4 %, valor que supera al valor de la tasa de descuento, de 3%, por lo tanto, según este criterio de rentabilidad sería viable llevar a cabo la instalación.

6. Estudio básico de seguridad y salud

6.1.	Justificación	138
6.2.	Objeto	138
6.3.	Contenido del EBSS	139

6.1. Justificación

La instalación proyectada requiere la redacción de un Estudio Básico de Seguridad y Salud, ya que se cumplen las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 450.760,00 euros.
- b) No se cumple que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen estimado de mano de obra, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, no es superior a 500 días.
- d) No se trata de una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

6.2. Objeto

En el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se definen las medidas a adoptar encaminadas a la prevención de los riesgos de accidente y enfermedades profesionales que pueden ocasionarse durante la ejecución de la obra, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Se exponen unas directrices básicas de acuerdo con la legislación vigente, en cuanto a las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud, con el fin de que el contratista cumpla con sus obligaciones en cuanto a la prevención de riesgos profesionales.

Los objetivos que pretende alcanzar el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud son:

Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores

Evitar acciones o situaciones peligrosas por improvisación, o por insuficiencia o falta de medios

Delimitar y esclarecer atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad de las personas que intervienen en el proceso constructivo

Determinar los costes de las medidas de protección y prevención

Referir la clase de medidas de protección a emplear en función del riesgo

Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de la ejecución de la obra

Aplicar técnicas de ejecución que reduzcan al máximo estos riesgos

6.3. Contenido del EBSS

El Estudio Básico de Seguridad y Salud precisa las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello, así como la relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas, además de cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma.

En el Estudio Básico de Seguridad y Salud se contemplan también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores de reparación o mantenimiento, siempre dentro del marco de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Datos generales

Agentes

Entre los agentes que intervienen en materia de seguridad y salud en la obra objeto del presente estudio, se reseñan:

Promotor: Universidad de Jaén

Autor del proyecto: Francisco Olivera Mellado

Características generales del Proyecto de Ejecución

Denominación del proyecto: Instalación fotovoltaica conectada a red para autoconsumo en una industria del sector agroalimentario

Presupuesto de ejecución material: 194,554.06 €

Plazo de ejecución: 3 meses

Núm. máx. operarios: 5

Actividades a realizar

Instalación de módulos fotovoltaicos

Instalación de red de baja tensión en red de corriente continua y alterna.

Instalación de componentes eléctricos, como inversores, cajas de conexión, interruptores etc.

Emplazamiento

La instalación se encuentra en la calle Antonio Muñoz Molina, 1, Jaén (Jaén), sus coordenadas geográficas son:

Latitud: 37,78°, hemisferio norte

Longitud: -3,78°, Oeste

Durante los periodos en los que se produzca entrada y salida de vehículos se señalizará convenientemente el acceso de los mismos, tomándose todas las medidas oportunas establecidas por la Dirección General de Tráfico y por la Policía Local, para evitar posibles accidentes de circulación.

Medios de auxilio

La evacuación de heridos a los centros sanitarios se llevará a cabo exclusivamente por personal especializado, en ambulancia. Tan solo los heridos leves podrán trasladarse por otros medios, siempre con el consentimiento y bajo la supervisión del responsable de emergencias de la obra.

Se dispondrá en lugar visible de la obra un cartel con los teléfonos de urgencias y de los centros sanitarios más próximos.

Medios de auxilio en obra

En la obra se dispondrá de un armario botiquín portátil modelo B con destino a empresas de 5 a 25 trabajadores, en un lugar accesible a los operarios y debidamente equipado.

Su contenido mínimo será:

Desinfectantes y antisépticos autorizados

Gasas estériles

Algodón hidrófilo

Vendas

Esparadrapo

Apósitos adhesivos

Tijeras

Pinzas y guantes desechables

Medicamentos para picaduras de insecto

El responsable de emergencias revisará periódicamente el material de primeros auxilios, reponiendo los elementos utilizados y sustituyendo los productos caducados.

Medios de auxilio en caso de accidente: centros asistenciales más próximos

Se aporta la información de los centros sanitarios más próximos a la obra, que puede ser de gran utilidad si se llegara a producir un accidente laboral.

NIVEL ASISTENCIAL	NOMBRE, EMPLAZAMIENTO Y TELÉFONO	DISTANCIA APROX. (KM)
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Asistencia primaria (Urgencias)	Hospital Neuro-Traumatológico Carr. Bailén-Motril, 32A 953 00 80 00	5,00 km

La distancia al centro asistencial más próximo situado en Carr. Bailén-Motril, 32A se estima en 15 minutos, en condiciones normales de tráfico.

Instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores

Los servicios higiénicos de la obra cumplirán las "Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras" contenidas en la legislación vigente en la materia.

Dadas las características y el volumen de la instalación, los operarios podrán utilizar los aseos del supermercado siempre que requieran hacer uso de ellos.

Vestuarios

Los vestuarios dispondrán de una superficie total de 2,0 m² por cada trabajador que deba utilizarlos simultáneamente, incluyendo bancos y asientos suficientes, además de taquillas dotadas de llave y con la capacidad necesaria para guardar la ropa y el calzado.

Aseos

La dotación mínima prevista para los aseos es de:

- 1 ducha por cada 10 trabajadores o fracción que trabajen simultáneamente en la obra
- 1 retrete por cada 25 hombres o fracción y 1 por cada 15 mujeres o fracción
- 1 lavabo por cada retrete
- 1 urinario por cada 25 hombres o fracción
- 1 secamanos de celulosa o eléctrico por cada lavabo
- 1 jabonera dosificadora por cada lavabo
- 1 recipiente para recogida de celulosa sanitaria
- 1 portarrollos con papel higiénico por cada inodoro

adoptar

A continuación se expone la relación de los riesgos más frecuentes que pueden surgir durante las distintas fases de la obra, con las medidas preventivas y de protección colectiva a adoptar con el fin de eliminar o reducir al máximo dichos riesgos, así como los equipos de protección individual (EPI) imprescindibles para mejorar las condiciones de seguridad y salud en la obra.

Riesgos generales más frecuentes

- Caída de objetos y/o materiales al mismo o a distinto nivel
- Desprendimiento de cargas suspendidas.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Exposición a vibraciones y ruido.
- Cortes y golpes en la cabeza y extremidades.
- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Sobreesfuerzos, movimientos repetitivos o posturas inadecuadas.
- Electrocuciones por contacto directo o indirecto

Dermatosis por contacto con yesos, escayola, cemento, pinturas, pegamentos, etc.

Intoxicación por inhalación de humos y gases

Medidas preventivas y protecciones colectivas de carácter general

La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.

Se colocarán carteles indicativos de las medidas de seguridad en lugares visibles de la obra

Se prohibirá la entrada a toda persona ajena a la obra.

Los recursos preventivos de la obra tendrán presencia permanente en aquellos trabajos que entrañen mayores riesgos.

Las operaciones que entrañen riesgos especiales se realizarán bajo la supervisión de una persona cualificada, debidamente instruida.

Se suspenderán los trabajos en caso de tormenta y cuando llueva con intensidad o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.

Cuando las temperaturas sean extremas, se evitará, en la medida de lo posible, trabajar durante las horas de mayor insolación.

La carga y descarga de materiales se realizará con precaución y cautela, preferentemente por medios mecánicos, evitando movimientos bruscos que provoquen su caída

La manipulación de los elementos pesados se realizará por personal cualificado, utilizando medios mecánicos o palancas, para evitar sobreesfuerzos innecesarios.

Ante la existencia de líneas eléctricas aéreas, se guardarán las distancias mínimas preventivas, en función de su intensidad y voltaje.

No se realizará ningún trabajo dentro del radio de acción de las máquinas o vehículos

Los operarios no desarrollarán trabajos, ni permanecerán, debajo de cargas suspendidas.

Se evitarán o reducirán al máximo los trabajos en altura.

Se utilizarán escaleras normalizadas, sujetas firmemente, para el descenso y ascenso a las zonas excavadas

Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas

Dentro del recinto de la obra, los vehículos y máquinas circularán a una velocidad reducida, inferior a 20 km/h

Equipos de protección individual (EPI) a utilizar en las distintas fases de ejecución de la obra:

Casco de seguridad homologado.

Casco de seguridad con barboquejo.

Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.

Cinturón portaherramientas

Guantes de goma

Guantes de cuero.

Guantes aislantes

Calzado con puntera reforzada

Calzado de seguridad con suela aislante y anticlavos.

Botas de caña alta de goma

Ropa de trabajo impermeable.

Faja antilumbago.

Gafas de seguridad antiimpactos

Protectores auditivos.

Durante los trabajos previos a la ejecución de la obra

Se expone la relación de los riesgos más frecuentes que pueden surgir en los trabajos previos a la ejecución de la obra, con las medidas preventivas, protecciones colectivas y equipos de protección individual (EPI), específicos para dichos trabajos.

Instalación eléctrica provisional

Riesgos más frecuentes

Electrocuciones por contacto directo o indirecto

Cortes y heridas con objetos punzantes

Proyección de partículas en los ojos

Incendios

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

Prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, mediante el sistema de protección de puesta a tierra y dispositivos de corte (interruptores diferenciales)

Se respetará una distancia mínima a las líneas de alta tensión de 6 m para las líneas aéreas y de 2 m para las líneas enterradas

Se comprobará que el trazado de la línea eléctrica no coincide con el del suministro de agua

Se ubicarán los cuadros eléctricos en lugares accesibles, dentro de cajas prefabricadas homologadas, con su toma de tierra independiente, protegidas de la intemperie y provistas de puerta, llave y visera

Se utilizarán solamente conducciones eléctricas antihumedad y conexiones estancas

En caso de tender líneas eléctricas sobre zonas de paso, se situarán a una altura mínima de 2,2 m si se ha dispuesto algún elemento para impedir el paso de vehículos y de 5,0 m en caso contrario

Los cables enterrados estarán perfectamente señalizados y protegidos con tubos rígidos, a una profundidad superior a 0,4 m

Las tomas de corriente se realizarán a través de clavijas blindadas normalizadas

Quedan terminantemente prohibidas las conexiones triples (ladrones) y el empleo de fusibles caseros, empleándose una toma de corriente independiente para cada aparato o herramienta

Equipos de protección individual (EPI):

Calzado aislante para electricistas

Guantes dieléctricos.

Banquetas aislantes de la electricidad.

Comprobadores de tensión.

Herramientas aislantes.

Ropa de trabajo impermeable.

Ropa de trabajo reflectante.

Vallado de obra

Riesgos más frecuentes

- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o de partículas
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Exposición a vibraciones y ruido.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se retirarán los clavos y todo el material punzante resultante del vallado

- Se localizarán las conducciones que puedan existir en la zona de trabajo, previamente a la excavación

Equipos de protección individual (EPI):

- Calzado con puntera reforzada
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo reflectante.

Durante las fases de ejecución de la obra

Instalaciones en general

Riesgos más frecuentes

- Electrocuciones por contacto directo o indirecto
- Quemaduras producidas por descargas eléctricas

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

El personal encargado de realizar trabajos en instalaciones estará formado y adiestrado en el empleo del material de seguridad y de los equipos y herramientas específicas para cada labor

Se utilizarán solamente lámparas portátiles homologadas, con manguera antihumedad y clavija de conexión normalizada, alimentadas a 24 voltios

Se utilizarán herramientas portátiles con doble aislamiento

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes aislantes en pruebas de tensión
- Calzado con suela aislante ante contactos eléctricos

Banquetas aislantes de la electricidad.

Comprobadores de tensión.

Herramientas aislantes.

Durante la utilización de medios auxiliares.

La prevención de los riesgos derivados de la utilización de los medios auxiliares de la obra se realizará atendiendo a la legislación vigente en la materia.

En ningún caso se admitirá la utilización de andamios o escaleras de mano que no estén normalizados y cumplan con la normativa vigente.

En el caso de las plataformas de descarga de materiales, sólo se utilizarán modelos normalizados, disponiendo de barandillas homologadas y enganches para cinturón de seguridad, entre otros elementos.

Relación de medios auxiliares previstos en la obra con sus respectivas medidas preventivas y protecciones colectivas:

Escalera de mano

Se revisará periódicamente el estado de conservación de las escaleras.

Dispondrán de zapatas antideslizantes o elementos de fijación en la parte superior o inferior de los largueros.

Se transportarán con el extremo delantero elevado, para evitar golpes a otros objetos o a personas.

Se apoyarán sobre superficies horizontales, quedando prohibido el uso como cuña de cascotes, ladrillos, bovedillas o elementos similares.

Los travesaños quedarán en posición horizontal y la inclinación de la escalera será inferior al 75% respecto al plano horizontal.

El extremo superior de la escalera sobresaldrá 1,0 m de la altura de desembarque, medido en la dirección vertical.

El operario realizará el ascenso y descenso por la escalera en posición frontal (mirando los peldaños), sujetándose firmemente con las dos manos en los peldaños, no en los largueros.

Se evitará el ascenso o descenso simultáneo de dos o más personas.

Cuando se requiera trabajar sobre la escalera en alturas superiores a 3,5 m, se utilizará siempre el cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.

Durante la utilización de maquinaria y herramientas

Las medidas preventivas a adoptar y las protecciones a emplear para el control y la reducción de riesgos debidos a la utilización de maquinaria y herramientas durante la ejecución de la obra se desarrollarán en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, conforme a los siguientes criterios:

a) Todas las máquinas y herramientas que se utilicen en la obra dispondrán de su correspondiente manual de instrucciones, en el que estarán especificados claramente tanto los riesgos que entrañan para los trabajadores como los procedimientos para su utilización con la debida seguridad.

b) No se aceptará la utilización de ninguna máquina, mecanismo o artificio mecánico sin reglamentación específica.

Camión de caja basculante

Las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico.

Se comprobará que el freno de mano está activado antes de la puesta en marcha del motor, al abandonar el vehículo y durante las operaciones de carga y descarga.

No se circulará con la caja izada después de la descarga.

Camión para transporte

Las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico.

Las cargas se repartirán uniformemente en la caja, evitando acopios con pendientes superiores al 5% y protegiendo los materiales sueltos con una lona

Antes de proceder a las operaciones de carga y descarga, se colocará el freno en posición de frenado y, en caso de estar situado en pendiente, calzos de inmovilización debajo de las ruedas

En las operaciones de carga y descarga se evitarán movimientos bruscos que provoquen la pérdida de estabilidad, permaneciendo siempre el conductor fuera de la cabina

Camión grúa

El conductor accederá al vehículo descenderá del mismo con el motor apagado, en posición frontal, evitando saltar al suelo y haciendo uso de los peldaños y asideros.

Se cuidará especialmente de no sobrepasar la carga máxima indicada por el fabricante.

La cabina dispondrá de botiquín de primeros auxilios y de extintor timbrado y revisado.

Los vehículos dispondrán de bocina de retroceso.

Se comprobará que el freno de mano está activado antes de la puesta en marcha del motor, al abandonar el vehículo y durante las operaciones de elevación.

La elevación se realizará evitando operaciones bruscas, que provoquen la pérdida de estabilidad de la carga.

Martillo picador

Las mangueras de aire comprimido deben estar situadas de forma que no dificulten ni el trabajo de los operarios ni el paso del personal.

No se realizarán ni esfuerzos de palanca ni operaciones similares con el martillo en marcha.

Se verificará el perfecto estado de los acoplamientos de las mangueras.

Se cerrará el paso del aire antes de desarmar un martillo.

Herramientas manuales diversas

La alimentación de las herramientas se realizará a 24 V cuando se trabaje en ambientes húmedos o las herramientas no dispongan de doble aislamiento.

El acceso a las herramientas y su uso estará permitido únicamente a las personas autorizadas.

No se retirarán de las herramientas las protecciones diseñadas por el fabricante.

Se prohibirá, durante el trabajo con herramientas, el uso de pulseras, relojes, cadenas y elementos similares.

Las herramientas eléctricas dispondrán de doble aislamiento o estarán conectadas a tierra

En las herramientas de corte se protegerá el disco con una carcasa antiproyección.

Las herramientas se mantendrán en perfecto estado de uso, con los mangos sin grietas y limpios de residuos, manteniendo su carácter aislante para los trabajos eléctricos.

Las herramientas eléctricas estarán apagadas mientras no se estén utilizando y no se podrán usar con las manos o los pies mojados.

En los casos en que se superen los valores de exposición al ruido que establece la legislación vigente en materia de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas, tales como el empleo de protectores auditivos.

Identificación de los riesgos laborales evitables

En este apartado se reseña la relación de las medidas preventivas a adoptar para evitar o reducir el efecto de los riesgos más frecuentes durante la ejecución de la obra.

Caídas al mismo nivel

La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.

Se habilitarán y balizarán las zonas de acopio de materiales.

Caídas a distinto nivel.

Se dispondrán escaleras de acceso para salvar los desniveles.

Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante barandillas y redes homologadas.

Se mantendrán en buen estado las protecciones de los huecos y de los desniveles.

Las escaleras de acceso quedarán firmemente sujetas y bien amarradas.

Polvo y partículas

Se regará periódicamente la zona de trabajo para evitar el polvo.

Se usarán gafas de protección y mascarillas antipolvo en aquellos trabajos en los que se genere polvo o partículas.

Ruido

Se evaluarán los niveles de ruido en las zonas de trabajo.

Las máquinas estarán provistas de aislamiento acústico.

Se dispondrán los medios necesarios para eliminar o amortiguar los ruidos.

Esfuerzos

Se evitará el desplazamiento manual de las cargas pesadas.

Se limitará el peso de las cargas en caso de desplazamiento manual.

Se evitarán los sobreesfuerzos o los esfuerzos repetitivos.

Se evitarán las posturas inadecuadas o forzadas en el levantamiento o desplazamiento de cargas.

Incendios

No se fumará en presencia de materiales fungibles ni en caso de existir riesgo de incendio.

Intoxicación por emanaciones

Los locales y las zonas de trabajo dispondrán de ventilación suficiente.

Se utilizarán mascarillas y filtros apropiados.

Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse

Los riesgos que difícilmente pueden eliminarse son los que se producen por causas inesperadas (como caídas de objetos y desprendimientos, entre otras). No obstante, pueden reducirse con el adecuado uso de las protecciones individuales y colectivas, así como con el estricto cumplimiento de la normativa en materia de seguridad y salud, y de las normas de la buena construcción.

Caída de objetos

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.

Se evitará el amontonamiento de materiales u objetos sobre las cubiertas.

No se lanzarán cascotes ni restos de materiales desde las cubiertas.

Electrocuciones

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

Se revisará periódicamente la instalación eléctrica.

El tendido eléctrico quedará fijado a los paramentos verticales.

Los alargadores portátiles tendrán mango aislante.

La maquinaria portátil dispondrá de protección con doble aislamiento.

Toda la maquinaria eléctrica estará provista de toma de tierra.

Equipos de protección individual (EPI):

Guantes dieléctricos.

Calzado aislante para electricistas

Banquetas aislantes de la electricidad.

Quemaduras

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.

Equipos de protección individual (EPI):

Guantes, polainas y mandiles de cuero.

Golpes y cortes en extremidades

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.

Equipos de protección individual (EPI):

Guantes y botas de seguridad.

Condiciones de seguridad y salud, en trabajos posteriores de reparación y mantenimiento

En este apartado se aporta la información útil para realizar, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento de la instalación que entrañan mayores riesgos.

Trabajos en las cubiertas

Para los trabajos en cerramientos, aleros de cubierta, revestimientos de paramentos exteriores o cualquier otro que se efectúe con riesgo de caída en altura, deberán utilizarse escaleras y sistemas de protección que cumplan las condiciones especificadas en el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Durante los trabajos que puedan afectar a la vía pública, se colocará una visera de protección a la altura de la primera planta, para proteger a los transeúntes y a los vehículos de las posibles caídas de objetos.

Trabajos en instalaciones

Los trabajos correspondientes a las instalación eléctrica, deberá realizarse por personal cualificado, cumpliendo las especificaciones establecidas en su correspondiente REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales

Trabajos que implican riesgos especiales

El trabajo de mantenimiento implica un riesgo especial en la parte de corriente continua de la instalación fotovoltaica y se deberá llevar a cabo siempre por parte de personal especializado en instalaciones fotovoltaicas.

Medidas en caso de emergencia

El contratista deberá reflejar en el correspondiente plan de seguridad y salud las posibles situaciones de emergencia, estableciendo las medidas oportunas en caso de primeros auxilios y designando para ello a personal con formación, que se hará cargo de dichas medidas.

Los trabajadores responsables de las medidas de emergencia tienen derecho a la paralización de su actividad, debiendo estar garantizada la adecuada administración de los primeros auxilios y, cuando la situación lo requiera, el rápido traslado del operario a un centro de asistencia médica.

Presencia de los recursos preventivos del contratista

Dadas las características de la obra y los riesgos previstos en el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, cada contratista deberá asignar la presencia de sus recursos preventivos en la obra, según se establece en la legislación vigente en la materia.

A tales efectos, el contratista deberá concretar los recursos preventivos asignados a la obra con capacitación suficiente, que deberán disponer de los medios necesarios para vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el correspondiente plan de seguridad y salud.

Dicha vigilancia incluirá la comprobación de la eficacia de las actividades preventivas previstas en dicho Plan, así como la adecuación de tales actividades a los riesgos que pretenden prevenirse o a la aparición de riesgos no previstos y derivados de la situación que determina la necesidad de la presencia de los recursos preventivos.

Si, como resultado de la vigilancia, se observa un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas que tengan asignada la presencia harán las indicaciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas oportunas para corregir las deficiencias observadas.

Normativa y regulación aplicable

Ley de Prevención de Riesgos Laborales

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 10 de noviembre de 1995

Completada por:

Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 24 de mayo de 1997

Modificada por:

Ley de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social

Ley 50/1998, de 30 de diciembre, de la Jefatura del Estado.

Modificación de los artículos 45, 47, 48 y 49 de la Ley 31/1995.

B.O.E.: 31 de diciembre de 1998

Completada por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal

Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 24 de febrero de 1999

Completada por:

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completada por:

Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 21 de junio de 2001

PLIEGO

Pliego de cláusulas administrativas

Objeto del Pliego de condiciones

El presente Pliego de condiciones junto con las disposiciones contenidas en el correspondiente Pliego del Proyecto de ejecución, tienen por objeto definir las atribuciones y obligaciones de los agentes que intervienen en materia de Seguridad y Salud, así como las condiciones que deben cumplir las medidas preventivas, las protecciones individuales y colectivas de la construcción de la obra "Instalación fotovoltaica conectada a red para autoconsumo en una industria del sector agroalimentario", situada en Calle Antonio Muñoz Molina, 1, Jaén (Jaén), según el proyecto redactado por Francisco Olivera Mellado. Todo ello con fin de evitar cualquier accidente o enfermedad profesional, que pueden ocasionarse durante el transcurso de la ejecución de la obra o en los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento.

Disposiciones facultativas

Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación

Las atribuciones y las obligaciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas en sus aspectos generales por la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación".

El promotor

Tiene la responsabilidad de contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud - o Estudio Básico, en su caso - al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, facilitando copias a las empresas contratistas, subcontratistas o trabajadores autónomos contratados directamente por el promotor, exigiendo la presentación de cada Plan de Seguridad y Salud previamente al comienzo de las obras.

El promotor tendrá la consideración de contratista cuando realice la totalidad o determinadas partes de la obra con medios humanos y recursos propios, o en el caso de

contratar directamente a trabajadores autónomos para su realización o para trabajos parciales de la misma.

El proyectista

Tomará en consideración en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto básico y de ejecución, los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y de salud, de acuerdo con la legislación vigente.

El contratista y subcontratista

El contratista comunicará a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud.

Adoptará todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos Laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio Básico de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, cumpliendo las órdenes efectuadas por el coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra.

Supervisará de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

Entregará la información suficiente al coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra, donde se acredite la estructura organizativa de la empresa, sus responsabilidades, funciones, procesos, procedimientos y recursos materiales y humanos disponibles, con el fin de garantizar una adecuada acción preventiva de riesgos de la obra.

Entre las responsabilidades y obligaciones del contratista y de los subcontratistas en materia de seguridad y salud, cabe destacar:

Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

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, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales, durante la ejecución de la obra.

Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas y precisas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo referente a su seguridad y salud en la obra.

Atender las indicaciones y consignas del coordinador en materia de seguridad y salud, cumpliendo estrictamente sus instrucciones durante la ejecución de la obra.

Responderán de la correcta ejecución de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la Dirección facultativa y del promotor, no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

La Dirección Facultativa

Se entiende como Dirección Facultativa:

El técnico o los técnicos competentes designados por el promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

Las responsabilidades de la Dirección facultativa y del promotor, no eximen en ningún caso de las atribuibles a los contratistas y a los subcontratistas.

Coordinador de Seguridad y Salud en Proyecto

Es el técnico competente designado por el promotor para coordinar, durante la fase del proyecto de ejecución, la aplicación de los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y salud.

Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, es el técnico competente designado por el promotor, que forma parte de la Dirección Facultativa.

Asumirá las tareas y responsabilidades asociadas a las siguientes funciones:

Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad, tomando las decisiones técnicas y de organización, con el fin de planificar las distintas tareas o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente, estimando la duración requerida para la ejecución de las mismas.

Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva recogidos en la legislación vigente.

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.

Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de un coordinador.

Trabajadores Autónomos

Cuando el trabajador autónomo emplee en la obra a trabajadores por cuenta ajena, tendrá la consideración de contratista o subcontratista.

Los trabajadores autónomos cumplirán lo establecido en el plan de seguridad y salud.

Trabajadores por cuenta ajena

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

El contratista facilitará a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones.

Fabricantes y suministradores de equipos de protección y materiales de construcción

Los fabricantes, importadores y suministradores de maquinaria, equipos, productos y útiles de trabajo, deberán suministrar la información que indique la forma correcta de utilización por los trabajadores, las medidas preventivas adicionales que deban tomarse y los riesgos laborales que conlleven tanto su uso normal como su manipulación o empleo inadecuado.

Recursos preventivos

Con el fin de verificar el cumplimiento de las medidas incluidas en el Plan de Seguridad y Salud, el empresario designará para la obra los recursos preventivos correspondientes, que podrán ser:

- a) Uno o varios trabajadores designados por la empresa.
- b) Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.
- c) Uno o varios miembros del servicio o los servicios de prevención ajenos.

Las personas a las que se asigne esta vigilancia deberán dar las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas. En caso de observar un deficiente cumplimiento de las mismas o una ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las mismas, se informará al empresario para que éste adopte las medidas necesarias para su corrección, notificándose a su vez al Coordinador de Seguridad y Salud y al resto de la Dirección Facultativa.

En el Plan de Seguridad y Salud se especificarán los casos en que la presencia de los recursos preventivos es necesaria, especificándose expresamente el nombre de la persona o personas designadas para tal fin, concretando las tareas en las que inicialmente se prevé necesaria su presencia.

Formación en Seguridad

Con el fin de que todo el personal que acceda a la obra disponga de la suficiente formación en las materias preventivas de seguridad y salud, la empresa se encargará de su formación para la adecuada prevención de riesgos y el correcto uso de las protecciones colectivas e individuales. Dicha formación alcanzará todos los niveles de la empresa, desde los directivos hasta los trabajadores no cualificados, incluyendo a los técnicos, encargados, especialistas y operadores de máquinas entre otros.

Reconocimientos médicos

La vigilancia del estado de salud de los trabajadores quedará garantizada por la empresa contratista, en función de los riesgos inherentes al trabajo asignado y en los casos establecidos por la legislación vigente.

Dicha vigilancia será voluntaria, excepto cuando la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre su salud, o para verificar que su estado de salud no constituye un peligro para otras personas o para el mismo trabajador.

Salud e higiene en el trabajo

Primeros auxilios

El empresario designará al personal encargado de la adopción de las medidas necesarias en caso de accidente, con el fin de garantizar la prestación de los primeros auxilios y la evacuación del accidentado.

Se dispondrá, en un lugar visible de la obra y accesible a los operarios, un botiquín perfectamente equipado con material sanitario destinado a primeros auxilios.

El contratista instalará rótulos con caracteres legibles hasta una distancia de 2 m, en el que se suministre a los trabajadores y participantes en la obra la información suficiente para establecer rápido contacto con el centro asistencial más próximo.

Actuación en caso de accidente

En caso de accidente se tomarán solamente las medidas indispensables hasta que llegue la asistencia médica, para que el accidentado pueda ser trasladado con rapidez y sin riesgo. En ningún caso se le moverá, excepto cuando sea imprescindible para su integridad.

Se comprobarán sus signos vitales (consciencia, respiración, pulso y presión sanguínea), se le intentará tranquilizar, y se le cubrirá con una manta para mantener su temperatura corporal.

No se le suministrará agua, bebidas o medicamento alguno y, en caso de hemorragia, se presionarán las heridas con gasas limpias.

El empresario notificará el accidente por escrito a la autoridad laboral, conforme al procedimiento reglamentario.

7. Estudio medio ambiental

7.1. Impacto debido al funcionamiento de la instalación	163
7.2. Emisiones a la atmosfera	163
7.3. Flora y fauna	163
7.4. Vertidos tóxicos y peligrosos	163
7.5. Impacto debido a la fabricación de los componentes.....	164

La instalación objeto de este proyecto tiene un impacto medioambiental prácticamente nulo debido a que es una instalación en la cubierta no interfiere.

7.1. Impacto debido al funcionamiento de la instalación

El funcionamiento de la instalación no crea ningún impacto, en cuanto al ruido, ni los módulos ni el resto de la instalación crean ningún tipo de ruido.

7.2. Emisiones a la atmosfera

Las instalaciones fotovoltaicas no emiten ninguna emisión contaminante a la atmosfera, ya que no requieren de ningún proceso de combustión para generar energía eléctrica.

7.3. Flora y fauna

Al estar la instalación fotovoltaica objeto de este proyecto en una cubierta a la cual no tienen acceso la flora y fauna se puede concluir que esta instalación fotovoltaica no causará ningún impacto a la flora y fauna.

7.4. Vertidos tóxicos y peligrosos

No es necesaria la utilización de ningún producto que esté compuesto componentes tóxicos o peligrosos ni para el funcionamiento de la instalación ni para su mantenimiento.

7.5. Impacto debido a la fabricación de los componentes

Este es el impacto a tener en cuenta en la instalación, ya que para la producción de los elementos de la instalación es necesario recurrir a un proceso de fabricación que conlleva la necesidad de emisiones de gases a la atmosfera e incrementa el vertido de residuos tóxicos y peligrosos.

El vertido de residuos está regulado por Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.

En este documento se recoge la debida actuación para el tratamiento de este tipo de residuos, el debido etiquetado y un correcto almacenamiento de estos residuos hasta que la empresa especializada los recoja y los trate son unas de las medidas principales de este Real Decreto.

En cuanto a la energía consumida para realizar el proceso de fabricación de módulos, se ha comprobado que los módulos fotovoltaicos generan una energía superior a la que ha sido necesaria para su fabricación en un periodo de menos de 5 años, un valor muy bajo si lo comparamos con la vida útil de los módulos, superior a 25 años.

Teniendo en cuenta los escasos impactos medio ambientales provocados por las instalaciones fotovoltaicas se puede concluir que esta fuente de energía renovable es una de las fuentes de energía más respetuosa con el medio ambiente.

8. Planos

Plano N°1: Situación

Plano N°2: Emplazamiento

Plano N°3: Esquema unifilar parte DC

Plano N°4: Esquema unifilar parte AC

Plano N°5: Conexionado de módulos cubierta inclinada

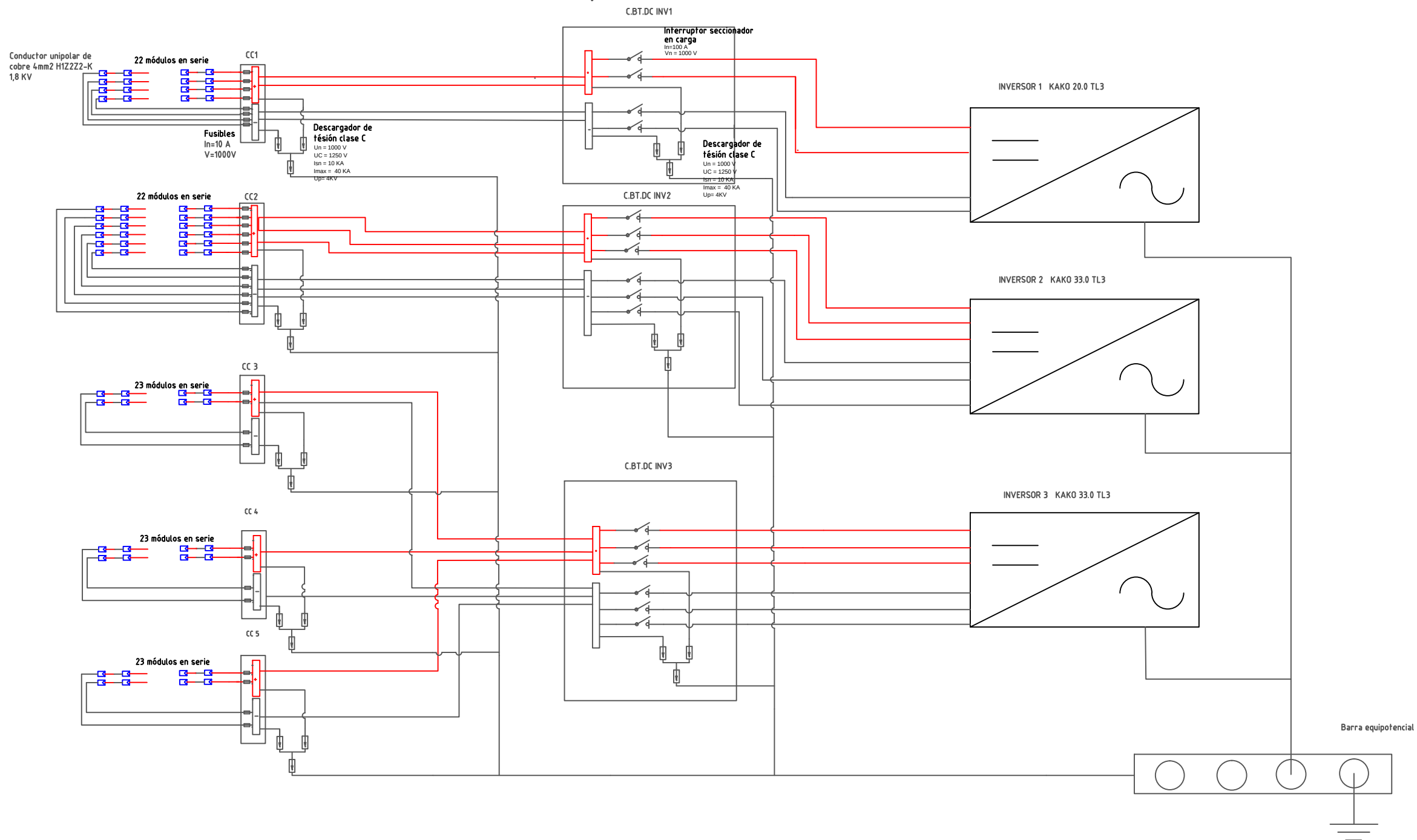
Plano N°6: Conexionado de módulos cubierta plana



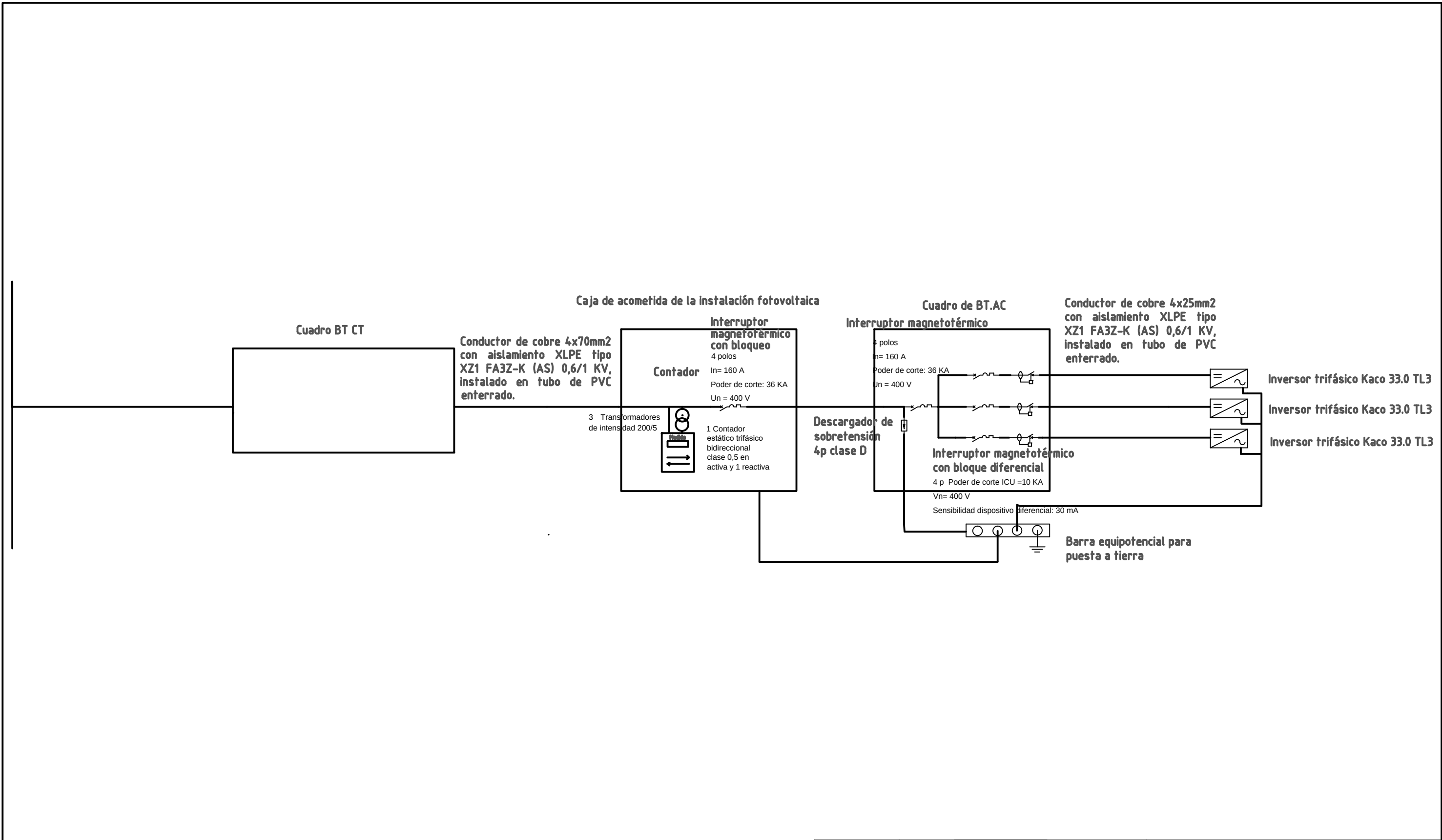
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR JAÉN	
DIBUJADO		Francisco Olivera			
COMPROBADO		Pedro Gómez			
ESCALA: 1:25000	Situación				Nº PLANO 1
					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:



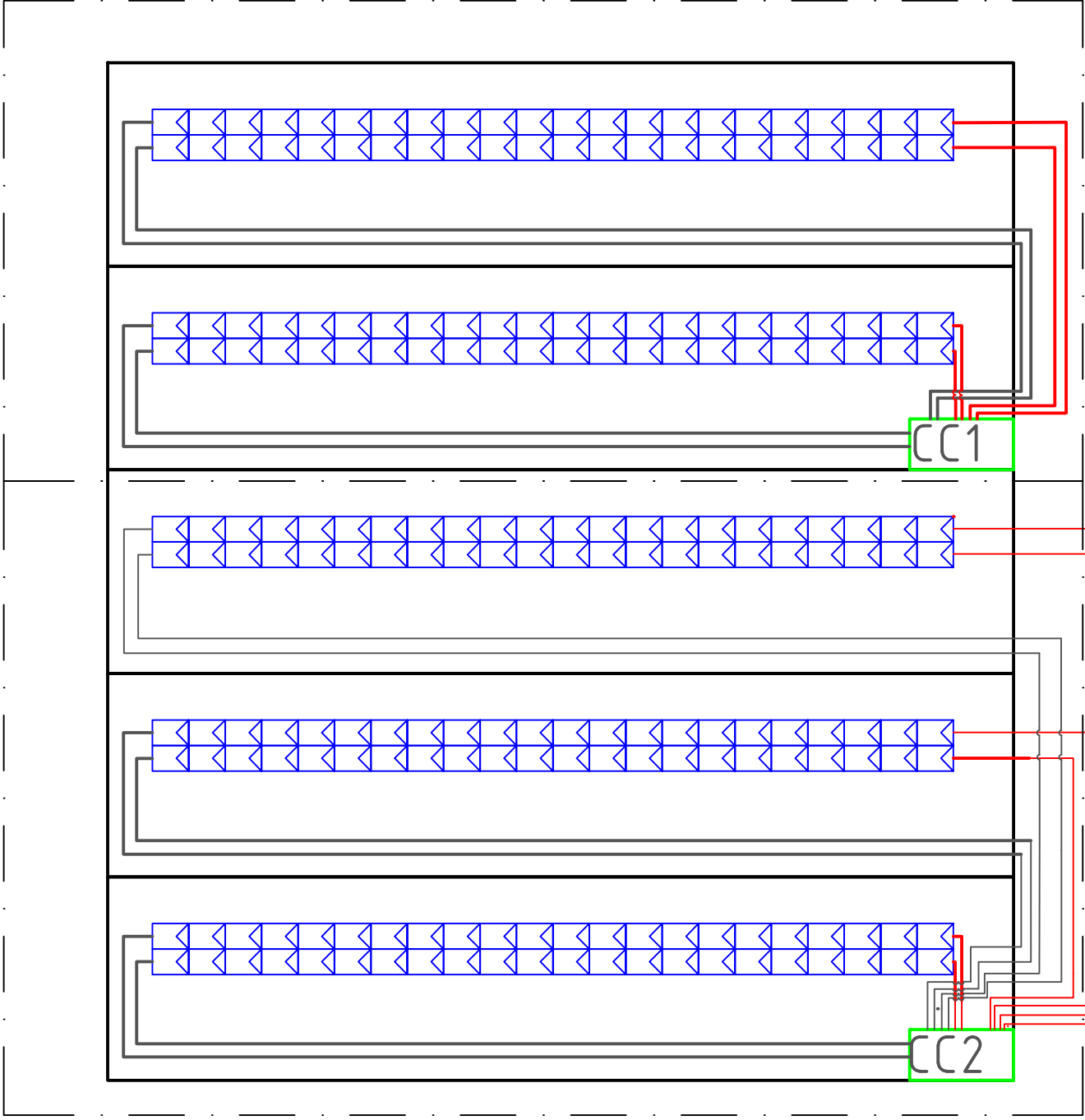
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR JAÉN	
DIBUJADO		Francisco Olivera			
COMPROBADO		Pedro Gómez			
ESCALA:	Emplazamiento			Nº PLANO	2
1:2000				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR JAÉN
DIBUJADO		Francisco Olivera		
COMPROBADO		Pedro Gómez		
ESCALA:	Esquema unifilar parte DC			Nº PLANO 3
S/E				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



		FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR JAÉN
	DIBUJADO		Francisco Olivera		
	COMPROBADO		Pedro Gómez		
ESCALA: S/E	Esquema unifilar parte AC				Nº PLANO 4
					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:



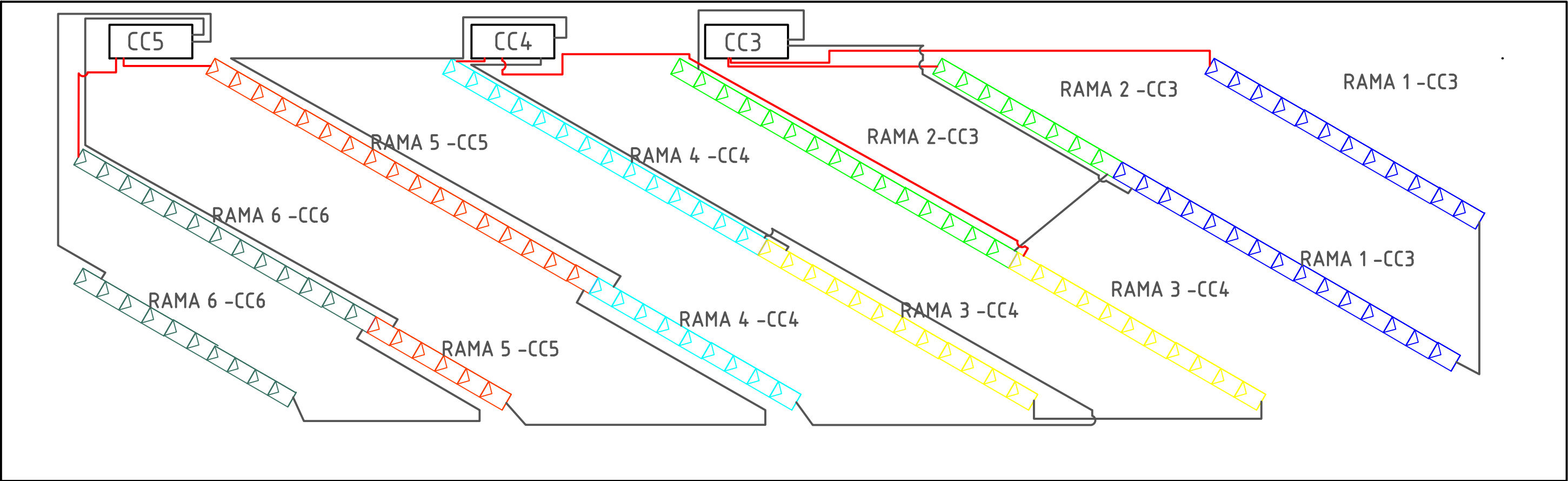
Generador 1
4 ramas de
22 módulos en
serie

Generador 2
4 ramas de
22 módulos en
serie

cable de cobre H1Z2Z2-K 1,8 KV
de 4 mm2 de sección

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR JAÉN	
DIBUJADO		Francisco Olivera			
COMPROBADO		Pedro Gómez			
ESCALA:	Conexionado de módulos cubierta inclinada			Nº PLANO	
S/E				5	
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	

Generador 3
 6 ramas de 23 módulos en serie



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR JAÉN
DIBUJADO		Francisco Olivera		
COMPROBADO		Pedro Gómez		
ESCALA:	Conexionado módulos cubierta plana			Nº PLANO 6
S/E				SUSTITUYE A:
S/E				SUSTITUIDO POR: