



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**Instalación fotovoltaica en un centro termal
polifuncional en Adeje.**

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y
Automática

Autor: Javier Padilla Pérez

Tutor: José Francisco Gómez González

Curso 2021-2022

Abstract

In this project, a complete study of a self-consumption photovoltaic installation is carried out in a thermal center located in Adeje in the south of the island of Tenerife.

Firstly, the layout of panels is studied to install a power not exceeding 100 kW, since, due to the promoter's requirements, it is intended to take advantage of the economic compensation modality for possible surpluses, and therefore it will not be necessary to register as a producer. The energy produced by the photovoltaic plant will be completely self-consumed, because the consumption of the thermal center is significantly higher than that of the projected installation, which intends to cover part of this demand. The installed power will therefore be 88.56 kW.

It has a metal roof with an orientation of 30 degrees southeast and an available area of 1060 square meters. The total number of photovoltaic modules to be installed is 164 panels with a power of 540kW from the Ja Solar brand, divided into 10 strings, all oriented in the same direction of the roof, and with an inclination of 27 degrees using Sunfer brand supports. Two Huawei inverters will be used, one of 60 kW, to which 6 strings of 18 panels each will be connected; and another 30 kW inverter, to which 4 strings of 14 panels each will be connected.

Finally, a budget is made for the installation and considering the maintenance and electricity costs of a specific rate, and the loss of annual performance of the solar panels, the amortization period of the installation is calculated, which in this case it will be 5 years.

Hoja de Identificación

Título del proyecto:

Instalación fotovoltaica en un centro termal polifuncional en Adeje, Tenerife.

Localización:

Calle Galicia, 38660 Torvisca Alto, Costa Adeje, Santa Cruz de Tenerife.

Promotor:**Trabajo de Fin de Grado**

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología de la Universidad de La Laguna

Tutor:

José Francisco Gómez González

Ingeniero:

Javier Padilla Pérez

Índice general

Abstract	1
Hoja de Identificación	2
1. Memoria.....	6
Conclusions	21
2. Anexos.....	26
3. Planos.....	115
4. Pliego de condiciones.....	125
5. Mediciones y presupuesto.....	130



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

MEMORIA

Instalación fotovoltaica en un centro termal polifuncional en Adeje.

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y
Automática

Autor: Javier Padilla Pérez

Tutor: José Francisco Gómez González

Curso 2021-2022

Índice Memoria

1.	Memoria.....	6
1.1	Objeto.....	6
1.2	Alcance.....	6
1.3	Antecedentes.....	6
1.4	Normas y referencias.....	6
1.4.1	Disposiciones legales y normas aplicadas.....	6
1.4.2	Software utilizado.....	7
1.4.3	Bibliografía.....	7
1.5	Definiciones y abreviaturas.....	7
1.6	Requisitos de diseño.....	8
1.6.1	Peticionario.....	8
1.6.2	Redactor y alumno.....	8
1.6.3	Situación y emplazamiento.....	8
1.6.4	Datos de partida.....	8
1.7	Análisis de soluciones.....	9
1.8	Resultados finales.....	10
1.8.1	Módulos fotovoltaicos.....	13
1.8.2	Inversores.....	14
1.8.3	Soportes.....	15
1.8.4	Protecciones.....	16
1.8.5	Cableado.....	18
1.9	Planificación.....	20

1. Memoria

1.1 Objeto.

El objeto de este Trabajo de Fin de Grado es el de diseñar una instalación fotovoltaica conectada a red para un centro termal polifuncional ubicado en Tenerife, con el fin de reducir la dependencia energética con la compañía eléctrica y su consiguiente ahorro económico. Además, se pretende promover el uso de las energías renovables en todos los ámbitos, en concreto esta instalación solar, que producirá energía procedente de una fuente totalmente limpia, renovable e inagotable como es la energía solar fotovoltaica.

1.2 Alcance.

El alcance del proyecto comprende todo en lo que la instalación solar fotovoltaica de este centro termal se refiere. Lo que supone dimensionar todos los elementos de la instalación para una correcta puesta en marcha. Cabe destacar que en este proyecto no se ha llevado a cabo el estudio previo del análisis estructural de la cubierta para que soporte el peso de la instalación fotovoltaica. Se ha supuesto que la cubierta puede albergar la instalación y es capaz de soportar el tránsito de los operarios que llevarán a cabo las tareas de instalación y mantenimiento.

1.3 Antecedentes.

El proyecto parte de una instalación eléctrica ya realizada de un centro termal, con esto se pretende llegar a un autoconsumo de una parte de la energía consumida por el establecimiento gracias a una instalación fotovoltaica de autoconsumo con conexión a red. Como objetivo se busca reducir el coste de la factura debido al encarecimiento de la energía que se ha sufrido a lo largo de este año, y así conseguir reducir los costes fijos relativos a la energía que tiene el local actualmente, mejorando con ello su margen de beneficios.

1.4 Normas y referencias.

1.4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas.

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- 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.
- Norma UNE 157001:2014 por la que se establecen los criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de suministro de UNELCO, S.A.
- Guías Técnicas de aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

1.4.2 Software utilizado.

- Visor de GRAFCAN.
- AutoCAD.
- Google Maps.
- Microsoft Excel.
- Microsoft Word.
- CYPE (versión educativa) -> Arquímedes.
- Google Earth.

1.4.3 Bibliografía.

- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDAE.
https://www.idae.es/sites/default/files/documentos_5654_FV_pliego_condiciones_tecnicas_instalaciones_conectadas_a_red_C20_Julio_2011_3498eaaf.pdf [Accedido en mayo 2022]
- IDAE y ENERAGEN, Guía Profesional de Tramitación del Autoconsumo v.4.1, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) y Asociación de Agencias Españolas de Gestión de la Energía (ENERAGEN), Madrid.
https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/2022-06_Guia_Profesional_Tramitacion_autoconsumo_v.4.1.pdf [Accedido en mayo 2022]
- Autosolar. <https://autosolar.es/> [Accedido en mayo 2022]
- Generador de precios de la construcción. España. CYPE Ingenieros, S.A.
<http://www.generadordeprecios.info> [Accedido en junio 2022]
- Climate-data.org <https://es.climate-data.org> [Accedido en abril 2022]
- Endesa. <https://www.endesa.com> [Accedido en junio 2022]
- Grafcan. <https://visor.grafcan.es> [Accedido en marzo 2022]
- PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System).
https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/ [Accedido en enero 2022]

1.5 Definiciones y abreviaturas.

- **PCT:** Pliego de Condiciones Técnicas
- **IDAE:** Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
- **Irradiancia:** se define como la potencia de la radiación solar por unidad de área [kW/m^2]
- **Irradiación:** se define como la energía por unidad de área de radiación solar incidente en una superficie [kWh/m^2]
- **Autoconsumo:** sistema que consiste en producir la propia energía que se consume.
- **Módulo solar fotovoltaico:** son dispositivos formados por células fotovoltaicas que generan electricidad a partir de la luz que incide sobre ellas.
- **String fotovoltaico:** serie de paneles fotovoltaicos conectados en serie.
- **CC:** Corriente Continua.
- **CA:** Corriente Alterna.

- **Performance Ratio (PR):** es el coeficiente que se utiliza para medir el rendimiento de un sistema fotovoltaico con la relación entre la producción real de un sistema fotovoltaico teniendo en cuenta sus pérdidas y la irradiación solar recibida en el lugar.
- **CGBT:** Cuadro General de Baja Tensión.

1.6 Requisitos de diseño.

1.6.1 Peticionario.

- **Promotor:** Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología de la Universidad de La Laguna.
- **Dirección:** Camino San Francisco de Paula, 19. Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología, 38200, San Cristóbal de La Laguna
- **Tutor del Trabajo de Fin de Grado:** José Francisco Gómez González

1.6.2 Redactor y alumno.

- **Título del proyecto:** “Instalación fotovoltaica en un centro termal polifuncional en Adeje.”
- **Autor:** Javier Padilla Pérez
- **Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática**

1.6.3 Situación y emplazamiento.

El centro termal está ubicado en la Calle Galicia, 6 Torviscas Alto, en el municipio de Adeje. Sus coordenadas son (28° 5' 15.576" N, 16° 43' 28.619" O) y su altitud de 93 m s. n. m.

A continuación, se muestra una vista aérea del lugar citado.



Ilustración 1 Emplazamiento del centro termal

1.6.4 Datos de partida.

El centro termal en donde se va a realizar la instalación solar está ubicado en el municipio de Adeje, en el sur de la isla de Tenerife. Se trata de un centro donde se llevan a cabo multitud de actividades deportivas y de ocio. Tiene el mayor spa de Canarias con una superficie de 1000m² de circuito termal. Con un aforo de 200 personas la hora solo en su parte de spa. En

su conjunto, este centro termal puede llegar a recibir una gran cantidad de personas en sus 6000m² de instalaciones.

El horario del centro es de 10h a 21h de lunes a domingo para el circuito de SPA y de lunes a sábado de 8h a 21h para el gimnasio. Su superficie total es de 6000m² y se pretende usar la cubierta metálica que está encima de las piscinas para albergar la instalación de los módulos fotovoltaicos, esta tiene una superficie de 1060m² con una gran claraboya en el centro.

La instalación tendrá como límite los 100kW de potencia pico ya que se requiere acogerse a la modalidad de autoconsumo con excedentes según requiere el promotor. Además, no será necesario darse de alta como productor al no superar la potencia instalada de 100kWp.

Como parte del estudio de este proyecto, se tendrá un porcentaje de autoconsumo cercano al 100% donde prácticamente no existirán excedente, esto se debe a que los centros deportivos y ocio de tal envergadura, que tienen piscinas de gran tamaño superan fácilmente la potencia de 100kWp. En los casos puntuales en los que su consumo diario se vea reducido, el sistema se encargará de verter los excedentes y recibir una compensación económica por ello.

Se hará uso de la red interior del centro para introducir la energía generada por los paneles al circuito existente, usando el mismo contador bidireccional de la compañía eléctrica. El cableado desde los inversores hasta el cuadro General de Baja Tensión tendrá que circular por toda la última planta, donde se encuentran tres canchas de pádel al aire libre. La instalación irá sobre pared, y tendrá que bordear las canchas en todo su perímetro, hasta llegar al muro que baja directamente al punto de conexión con la red interior.

1.7 Análisis de soluciones.

En un principio se tuvieron en cuenta tres módulos fotovoltaicos que podrían encajar en la instalación solar fotovoltaica de 88,56 kW, su relación en cuanto a cantidad, potencia y precios se muestran a continuación en la siguiente tabla:

Cantidad	Modelo	Potencia	Precio unitario	Total
164	JAM72S30-540/MR	540	255,11 €	41.838,04 €
230	JAM60S20-385/MR	385	216,25 €	49.737,50 €
218	JAM54S30-405/MR	405	199,16 €	43.416,88 €

Como resultado de la comparación, se eligió el modelo de 540Wp de Ja Solar, este además de ser el modelo que requiere de menos cantidad de placas para llegar a la potencia requerida, tiene un precio inferior a los demás comparados, por lo que resulta ser el elegido. En lo que se refiere a la inclinación elegida, se utilizaron soportes de 30 grados debido a su alta disponibilidad en el mercado. Las pérdidas ocasionadas por el cambio de inclinación respecto a la ideal de 23 grados no son significativas, se estima en un 4,18 % en pérdidas según los cálculos del apartado 2.1.3 del presente documento, por lo que se considera una inclinación apta para la instalación fotovoltaica.

En cuanto a los inversores, se barajaron dos opciones:

En la primera opción se utilizarían 3 Inversores de 30 kW para llegar a la potencia requerida, sin embargo, comprar 3 inversores por separado presenta una diferencia en cuanto al coste del conjunto de inversores de la segunda opción, en la que utilizando dos inversores uno de 60 kW, y otro 30 kW, se alcanza la potencia requerida con un precio notablemente inferior.

Opción 1		
3x Inversor 30kW		
Unidades	Modelo	Precio
3	SUN2000-30KTL-M3	3.080,53 €
<i>TOTAL</i>		9.241,59 €
Opción 2		
1x Inversor 30kW + 1x Inversor 60kW		
Unidades	Modelo	Precio
1	SUN2000-60KTL-M0	4.900,60 €
1	SUN2000-30KTL-M3	3.080,53 €
<i>TOTAL</i>		7.981,13 €

1.8 Resultados finales.

En total se ha realizado una instalación de 88,56 kW, formada por dos inversores de 60kW y 30 kW y un total de 164 módulos fotovoltaicos de 540W. Las conexiones entre los módulos y los inversores se harán mediante la conexión de un total de 10 string, 6 para el inversor de 60kW y 4 para el inversor de 30kW.

La salida de ambos inversores llegará a una caja de protecciones donde se encuentran los inversores y a través de una línea independiente para cada inversor, llegará al punto de conexión con la red interior, denominado como *CGBT (Cuadro General de Baja Tensión)*.

A continuación, se muestra un esquema de la instalación:

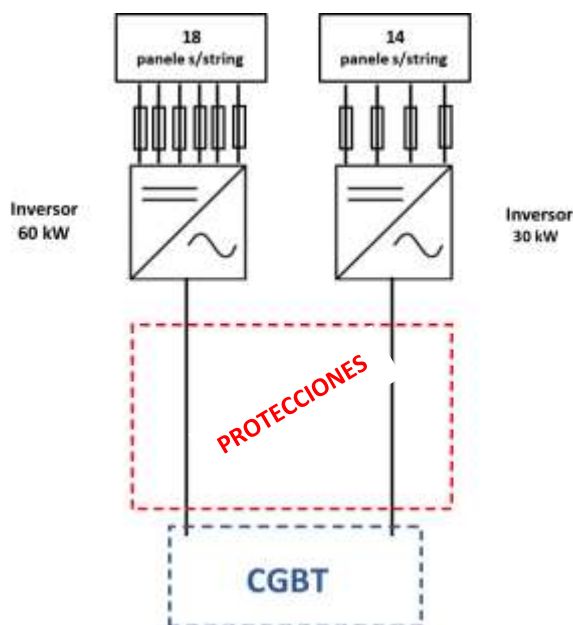


Ilustración 2 Esquema de la instalación

Los módulos fotovoltaicos quedarán dispuestos de la siguiente forma, teniendo en cuenta el espacio disponible y la orientación e inclinación de los módulos.

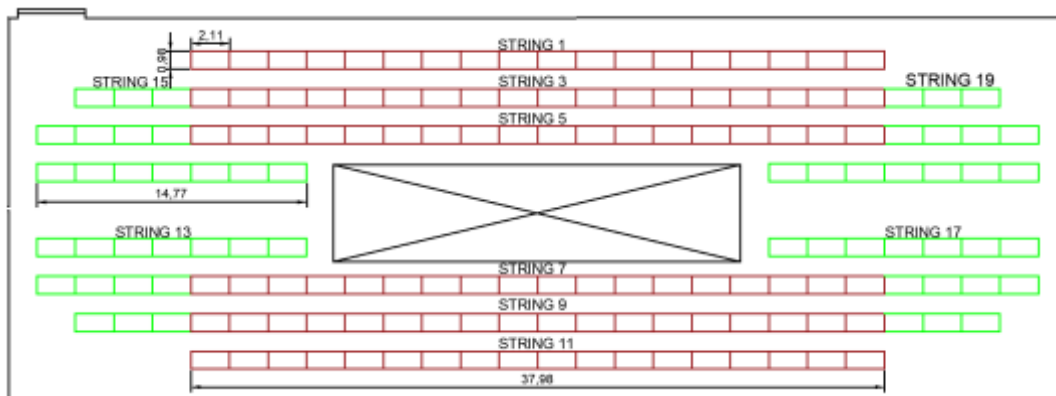


Ilustración 3 Distribución de paneles en la cubierta

Por último, el resumen del Presupuesto General del proyecto será de:

Presupuesto de Ejecución Material (PEM)	93.827,37
Gastos Generales (13%)	12.197,56
Beneficio Industrial (6%)	5.629,64
Suma	111.654,57
IGIC (7%)	7.815,82
Presupuesto de ejecución por contrata	119.470,39

El presupuesto de ejecución contrata que se estima asciende a CIENTO DIECINUEVE MIL CUATROCIENTOS SETENTA EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

A continuación, se muestra la tabla de amortización del Anexo 4. Amortización y Ahorro., en la que se observa que el proyecto será amortizado en un total de **5 años**.

		MES	Energía producida (kWh)	Autoconsumo (kWh)	Ahorro acumulado	Ahorro mensual	Amortización
AÑO 1	JUNIO	1	13530,79	13530,79	2.505,32 €	2.505,32 €	-116.965,07 €
	JULIO	2	15275,86	15275,86	5.626,73 €	3.121,42 €	-113.843,66 €
	AGOSTO	3	14992,59	14992,59	8.690,27 €	3.063,54 €	-110.780,12 €
	SEPTIEMBRE	4	12870,87	12870,87	11.320,26 €	2.629,99 €	-108.150,13 €
	OCTUBRE	5	11949,98	11949,98	13.762,08 €	2.441,82 €	-105.708,31 €
	NOVIEMBRE	6	10081,43	10081,43	15.782,87 €	2.020,79 €	-103.687,52 €
	DICIEMBRE	7	10478,39	10478,39	17.883,23 €	2.100,36 €	-101.587,16 €
	ENERO	8	10987,42	10987,42	20.050,16 €	2.166,93 €	-99.420,23 €
	FEBRERO	9	10838,14	10838,14	22.187,65 €	2.137,49 €	-97.282,74 €
	MARZO	10	13699,53	13699,53	24.889,46 €	2.701,81 €	-94.580,93 €
	ABRIL	11	13664,48	13664,48	27.419,53 €	2.530,07 €	-92.050,86 €
	MAYO	12	13985,77	13985,77	30.009,09 €	2.589,56 €	-89.461,30 €
AÑO 2	JUNIO	13	13456,37	13456,37	32.000,63 €	1.991,54 €	-87.469,76 €
	JULIO	14	15191,84	15191,84	35.104,88 €	3.104,25 €	-84.365,51 €
	AGOSTO	15	14910,13	14910,13	38.151,56 €	3.046,69 €	-81.318,83 €
	SEPTIEMBRE	16	12800,08	12800,08	40.767,09 €	2.615,53 €	-78.703,30 €
	OCTUBRE	17	11884,25	11884,25	43.195,48 €	2.428,39 €	-76.274,91 €
	NOVIEMBRE	18	10025,98	10025,98	45.205,15 €	2.009,67 €	-74.265,24 €
	DICIEMBRE	19	10420,75	10420,75	47.293,96 €	2.088,81 €	-72.176,43 €
	ENERO	20	10926,98	10926,98	49.448,97 €	2.155,01 €	-70.021,42 €
	FEBRERO	21	10778,53	10778,53	51.574,70 €	2.125,73 €	-67.895,69 €
	MARZO	22	13624,19	13624,19	54.261,66 €	2.686,95 €	-65.208,73 €
	ABRIL	23	13589,33	13589,33	56.777,81 €	2.516,15 €	-62.692,58 €
	MAYO	24	13908,85	13908,85	59.353,13 €	2.575,32 €	-60.117,26 €
AÑO 3	JUNIO	25	13382,36	13382,36	61.330,96 €	1.977,83 €	-58.139,43 €
	JULIO	26	15024,73	15024,73	64.401,07 €	3.070,10 €	-55.069,32 €
	AGOSTO	27	14746,12	14746,12	67.414,24 €	3.013,17 €	-52.056,15 €
	SEPTIEMBRE	28	12659,28	12659,28	70.000,99 €	2.586,76 €	-49.469,40 €
	OCTUBRE	29	11753,53	11753,53	72.402,67 €	2.401,68 €	-47.067,72 €
	NOVIEMBRE	30	9915,69	9915,69	74.390,24 €	1.987,57 €	-45.080,15 €
	DICIEMBRE	31	10306,13	10306,13	76.456,07 €	2.065,83 €	-43.014,32 €
	ENERO	32	10806,79	10806,79	78.587,38 €	2.131,31 €	-40.883,01 €
	FEBRERO	33	10659,97	10659,97	80.689,73 €	2.102,35 €	-38.780,66 €
	MARZO	34	13474,32	13474,32	83.347,12 €	2.657,40 €	-36.123,27 €
	ABRIL	35	13439,84	13439,84	85.835,60 €	2.488,48 €	-33.634,79 €
	MAYO	36	13755,85	13755,85	88.382,59 €	2.546,99 €	-31.087,80 €
AÑO 4	JUNIO	37	13161,55	13161,55	90.319,54 €	1.936,95 €	-29.150,85 €
	JULIO	38	14776,83	14776,83	93.338,98 €	3.019,45 €	-26.131,41 €
	AGOSTO	39	14502,81	14502,81	96.302,44 €	2.963,46 €	-23.167,95 €
	SEPTIEMBRE	40	12450,41	12450,41	98.846,51 €	2.544,07 €	-20.623,88 €
	OCTUBRE	41	11559,59	11559,59	101.208,56 €	2.362,05 €	-18.261,83 €
	NOVIEMBRE	42	9752,08	9752,08	103.163,34 €	1.954,77 €	-16.307,05 €
	DICIEMBRE	43	10136,07	10136,07	105.195,08 €	2.031,74 €	-14.275,31 €
	ENERO	44	10628,48	10628,48	107.291,22 €	2.096,14 €	-12.179,17 €
	FEBRERO	45	10484,08	10484,08	109.358,88 €	2.067,66 €	-10.111,51 €
	MARZO	46	13251,99	13251,99	111.972,43 €	2.613,55 €	-7.497,96 €
	ABRIL	47	13218,09	13218,09	114.419,85 €	2.447,42 €	-5.050,54 €
	MAYO	48	13528,88	13528,88	116.924,81 €	2.504,96 €	-2.545,58 €
AÑO 5	JUNIO	49	12871,99	12871,99	118.808,15 €	1.883,34 €	-662,24 €
	JULIO	50	14451,74	14451,74	121.761,17 €	2.953,02 €	2.290,78 €
	AGOSTO	51	14183,75	14183,75	124.659,43 €	2.898,26 €	5.189,04 €
	SEPTIEMBRE	52	12176,50	12176,50	127.147,53 €	2.488,10 €	7.677,14 €
	OCTUBRE	53	11305,28	11305,28	129.457,61 €	2.310,08 €	9.987,22 €
	NOVIEMBRE	54	9537,54	9537,54	131.369,38 €	1.911,77 €	11.898,99 €
	DICIEMBRE	55	9913,08	9913,08	133.356,43 €	1.987,04 €	13.886,04 €
	ENERO	56	10394,65	10394,65	135.406,45 €	2.050,03 €	15.936,06 €
	FEBRERO	57	10253,43	10253,43	137.428,63 €	2.022,17 €	17.958,24 €
	MARZO	58	12960,45	12960,45	139.984,68 €	2.556,05 €	20.514,29 €
	ABRIL	59	12927,29	12927,29	142.378,25 €	2.393,57 €	22.907,86 €
	MAYO	60	13231,25	13231,25	144.828,11 €	2.449,85 €	25.357,72 €

1.8.1 Módulos fotovoltaicos.

Los módulos fotovoltaicos elegidos tienen una potencia de 540 Wp, son de la marca Ja Solar y sus dimensiones son de 2279mmx1134mm. Estarán dispuestos de forma horizontal sobre la cubierta, ya que en vertical producirían más sombra y las filas entre paneles deberían estar más separadas. Su orientación será 30 grados hacia el sureste al igual que la cubierta y su inclinación de 27 grados, con un soporte diseñado para cubiertas metálicas.

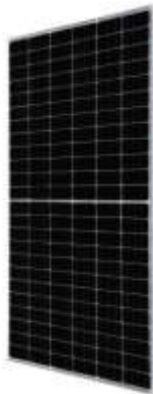


Ilustración 4 Panel solar de 540Wp Ja Solar

A continuación, se muestra la hoja de especificaciones.

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC	
TYPE	JAM72S30-540/MR
Rated maximum power (Pmax) [W]	540
Open circuit voltage (Voc) [V]	49,60
Maximum power voltage (Vmp) [V]	41,64
Short circuit current (Isc) [A]	13,86
Maximum power current (Imp) [A]	12,97
Module efficiency [%]	20,9
Power tolerance	0-+5W
Temperature coefficient of Isc	+0,045%/°C
Temperature coefficient of Voc	-0,275%/°C
Temperature coefficient of Pmax	-0,350%/°C
STC	IRRADIANCE 1000W/M², CELL TEMPERATURE 25°C, AM1.5G

1.8.2 Inversores.

Se utilizarán dos inversores trifásicos de la marca Huawei, modelo SUN2000 con potencias de 60kW y 30kW. A continuación, se muestran las hojas de especificaciones de ambos.



Ilustración 5 Inversor Huawei SUN2000-30KTL-M3

Especificaciones técnicas	SUN2000-30KTL-M3	SUN2000-36KTL-M3	SUN2000-40KTL-M3
Eficiencia			
Máxima eficiencia	98.7%		
Eficiencia europea ponderada	98.4%		
Entrada			
Tensión máxima de entrada ¹	1,100 V		
Intensidad de entrada máxima por MPPT	26 A		
Intensidad de cortocircuito máxima	40 A		
Tensión de arranque	200 V		
Rango de tensión de operación ²	200 V – 1000 V		
Tensión nominal de entrada	600 V		
Cantidad de entradas	8		
Cantidad de MPPTs	4		
Salida			
Potencia nominal activa de CA	30,000 W	36,000 W	40,000 W
Máx. potencia aparente de CA	33,000 VA	40,000 VA	44,000 VA
Tensión nominal de Salida	230 Vac / 400 Vac, 3W/N+PE		
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz		
Intensidad nominal de salida	43.3 A	52.0 A	57.8 A
Máx. intensidad de salida	47.9 A	58.0 A	63.8 A
Factor de potencia ajustable	0.8 LG – 0.8 LD		
Máx. distorsión armónica total	< 3%		
Características y protecciones			
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí		
Protección anti-ista	Sí		
Protección contra sobreintensidad de CA	Sí		
Protección contra polaridad inversa CC	Sí		
Monitorización a nivel de string	Sí		
Descargador de sobretensiones de CC	Sí		
Descargador de sobretensiones de CA	Sí		
Detección de resistencia de aislamiento CC	Sí		
Monitorización de corriente residual	Sí		
Protección ante fallo por arco eléctrico	Sí		
Control del receptor Ripple	Sí		
Recuperación PID integrada ³	Sí		



Ilustración 6 Inversor Huawei SUN2000-60KTL-M0

Especificaciones técnicas	SUN2000-60KTL-M0
	Eficiencia
Eficiencia máxima	98.9% @480 Vac; 98.7% @380 Vac / 400 Vac
Eficiencia europea	98.7% @480 Vac; 98.5% @380 Vac / 400 Vac
	Entrada
Máx. tensión de entrada	1,100 V
Máx. intensidad por MPPT	22 A
Máx. intensidad de cortocircuito por MPPT	30 A
tensión de entrada inicial	200 V
Rango de tensión de operación de MPPT	200 V-1,000 V
tensión nominal de entrada	800 V @380 Vac / 400 Vac; 720 V @480 Vac
Máx. cantidad de entradas	12
Cantidad de MPPT	6
	Salida
Potencia nominal activa de CA	60,000 W
Máx. potencia aparente de CA	66,000 VA
Máx. potencia activa de CA (cosφ=1)	66,000 W
tensión nominal de salida	220V / 380V, 230V / 400V, default 3W+N+PE; 3W+PE optional in settings
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz
intensidad de salida nominal	91.2 A @380 Vac; 98.7 A @400 Vac; 72.2 A @480 Vac
Máx. intensidad de salida	100 A @380 Vac; 95.3 A @400 Vac; 79.4 A @480 Vac
Factor de potencia ajustable	0.8 LG ... 0.8 LD
Máx. distorsión armónica total	< 3%
	Protección
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	SI
Protección contra funcionamiento en isla	SI
Protección contra sobrentensión de CA	SI
Protección contra polaridad inversa de CC	SI
monitorización de fallos en string de sistemas fotovoltaicos	SI
Protector contra sobrentensión de CC	Tipo II
Protector contra sobrentensión de CA	Tipo II
Detección de aislamiento de CC	SI
Unidad de monitorización de la intensidad Residual	SI

1.8.3 Soportes

Los soportes en los que irán anclados los módulos fotovoltaicos son de la marca Sunfer, en concreto el modelo 20H para módulos en horizontal. Tienen una inclinación de 30 grados y son compatibles con módulos de hasta 2279mmx1150mm. En total se hará uso de 164 soportes tal y como muestra la siguiente tabla.

Tabla 1 Número de soportes de módulos por fila

Fila	Número de soportes
1	18
2	24
3	26
4	14
5	14
6	26
7	24
8	18
Total	164



Ilustración 7 Soporte Sunfer 20H

1.8.4 Protecciones.

Las protecciones utilizadas en el sistema quedan recogidas en la siguiente tabla.

- Para el tramo de CC entre los string y los inversores:

TRAMO CC		
STRING 1	INVERSOR	Fusible de 15 A
STRING 3		Fusible de 15 A
STRING 5		Fusible de 15 A
STRING 7		Fusible de 15 A
STRING 9		Fusible de 15 A
STRING 11		Fusible de 15 A
STRING 13		Fusible de 15 A
STRING 15		Fusible de 15 A
STRING 17		Fusible de 15 A
STRING 19		Fusible de 15 A
+ 1 Protector de sobretensiones transitorias por cada string (10)		



Ilustración 8 Fusible gPV 15A



Ilustración 9 Portafusibles cilíndrico doble 10x38

Además, se utilizará un protector de sobretensiones para corriente continua en cada string:

(Modelo: PSM3-40/1000 PV)



Ilustración 10. Protector sobretensiones CC.

- **Para el tramo CA:**

CANTIDAD	Descripción
2	Interruptor magnetotérmico de 125 A
1	Interruptor diferencial 125 A, 30 mA
2	Interruptor magnetotérmico 63 A
1	Interruptor diferencial 63 A, 30 mA
2	Protector de sobretensiones transitorias

1.8.5 Cableado

Se utilizará cable unipolar H1Z2Z2-K de Prysun para la parte de corriente continua, y cable multipolar RZ1-K (AS) para la parte de corriente alterna.

A continuación, se muestra una tabla con las secciones resultantes en cada uno de los tramos.

- **Para el tramo CC:**

Tabla 2 Secciones tramo CC

			Nº de string	Imp (A)	Vmp (V)	Sección normalizada (mm ²)
STRING - INVERSOR	Inversor 60 kW	MPPT 1	1	12,97	749,52	4,00
			2			
		MPPT 2	3	12,97	749,52	4,00
			4			
		MPPT 3	5	12,97	749,52	4,00
			6			
		MPPT 4	7	12,97	749,52	6,00
			8			
		MPPT 5	9	12,97	749,52	6,00
			10			
		MPPT 6	11	12,97	749,52	6,00
			12			
	Inversor 30 kW	MPPT 7	13	12,97	582,96	6,00
			14			
		MPPT 8	15	12,97	582,96	4,00
			16			
		MPPT 9	17	12,97	582,96	10,00
			18			
		MPPT 10	19	12,97	582,96	10,00
			20			

- **Para el tramo CA:**

Tabla 3 Secciones tramo CA

		Im _{máx} (A) 125%	Sección normalizada (mm ²)
Inversor - CGBT	Inversor 60 kW	119,13	95,00
	Inversor 30 kW	59,88	50,00

1.9 Planificación.

En el siguiente Diagrama de Gantt se muestra la planificación de las actividades que se tendrán que realizar y el tiempo de duración de cada una de ellas.

Los turnos de trabajo serán 8h diarias de lunes a sábado.

Actividad	FECHA INICIO	FECHA FIN	DURACIÓN (DÍAS)	01-jun	02-jun	03-jun	04-jun	05-jun	06-jun	07-jun	08-jun	09-jun	10-jun	11-jun	12-jun	13-jun	14-jun	15-jun	16-jun	17-jun	18-jun	19-jun	20-jun	21-jun	22-jun	23-jun	24-jun	25-jun	26-jun	27-jun	28-jun	29-jun	30-jun	01-jul	02-jul	03-jul	04-jul	05-jul	06-jul	07-jul	08-jul					
Trámites administrativos	01-06-22	06-06-22	5																																											
Compra de materiales	07-06-22	13-06-22	6																																											
Instalación de soportes	14-06-22	21-06-22	7																																											
Instalación de los módulos	22-06-22	27-06-22	5																																											
Instalación de los inversores	28-06-22	29-06-22	2																																											
Instalación de las canalizaciones y cableado	30-06-22	04-07-22	4																																											
Conexión de los equipos	05-07-22	06-07-22	2																																											
Pruebas de funcionamiento y evaluación	07-07-22	08-07-22	2																																											
		TOTAL	33																																											

Conclusions

In conclusion, the self-consumption photovoltaic installation carried out will allow the installations to have significant economic savings that will cover part of the center's consumption.

After performing all the necessary checks, calculations and applying current legislation, 164 photovoltaic panels and two inverters, one of 60kW with 108 panels and another of 30kW with 56 panels were used to reach a peak power of 88,56kW. We conclude that the monthly energy produced is estimated at 12,7 MWh and the useful life of the installation will be between 25 and 30 years, with its annual loss of performance of only 0.55% respectively. The amortization of the installation will be 5 years.

With this project we collaborate in reducing polluting emissions and improving the quality of life on our planet. In addition to being more self-sufficient and participating in what refers to electrical energy.



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

ANEXOS

Instalación fotovoltaica en un centro termal polifuncional en Adeje.

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y
Automática

Autor: Javier Padilla Pérez

Tutor: José Francisco Gómez González

Curso 2021-2022

Índice Anexos.

2.	Anexos.....	26
2.1	Anexo 1. Cálculos.....	26
2.2	Anexo 2. Estudio Básico de Seguridad y Salud.....	53
2.3	Anexo 3. Documentación técnica.....	84
2.4	Anexo 4. Amortización y Ahorro.....	110



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

ANEXO 1

Cálculos

**Instalación fotovoltaica en un centro termal
polifuncional en Adeje.**

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y
Automática

Autor: Javier Padilla Pérez

Tutor: José Francisco Gómez González

Curso 2021-2022

Índice Anexo 1. Cálculos.

2.1	Anexo 1. Cálculos.	26
2.1.1	Características de la instalación	26
2.1.2	Selección del módulo fotovoltaico y distribución de paneles en la cubierta.....	26
2.1.3	Orientación e inclinación de los módulos.	27
2.1.4	Selección del inversor.....	31
2.1.4.1	Comprobación rango de voltaje de operación e intensidades máximas.	31
2.1.5	Dimensionamiento del cableado.	36
2.1.5.1	Longitudes.	36
2.1.5.2	Secciones.....	37
2.1.6	Canalizaciones.....	42
2.1.7	Protecciones.....	43
2.1.7.1	Sobretensiones.....	44
2.1.7.2	Protecciones en CC.....	44
2.1.7.3	Protecciones en CA.....	45
2.1.8	Elección de soportes.	45
2.1.9	Performance Ratio (PR).....	46
2.1.10	Estimación de energía producida.....	48

2. Anexos.

2.1 Anexo 1. Cálculos.

2.1.1 Características de la instalación

En total se ha realizará una instalación formada por dos inversores de 60kW y 30 kW y un total de 164 módulos fotovoltaicos de 540W. Las conexiones entre los módulos y los inversores se harán mediante la conexión de un total de 10 string, 6 para el inversor de 60kW y 4 para el inversor de 30kW.

La salida de ambos inversores llegará de manera independiente al punto de conexión con la red interior, denominado como CGBT (Cuadro General de Baja Tensión). A continuación, se muestra un esquema de la instalación.

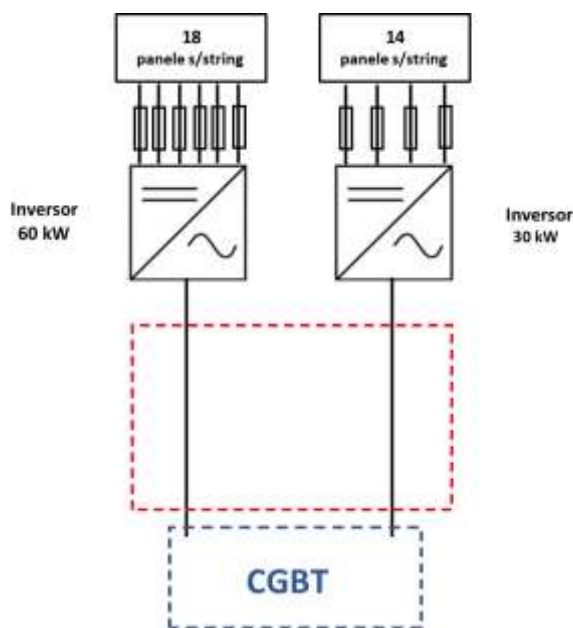


Ilustración 11 Esquema de la instalación

2.1.2 Selección del módulo fotovoltaico y distribución de paneles en la cubierta.

El principal criterio a la hora de elegir la cantidad de paneles y su potencia ha sido la distribución de paneles en la superficie disponible de la cubierta (1060 m²) y el criterio de no superar los 100 kW. Nos resulta en un total de 164 paneles.

El panel elegido es de la marca JA Solar con una potencia de 540Wp

A continuación, se muestra una figura de la cubierta con los módulos distribuidos.

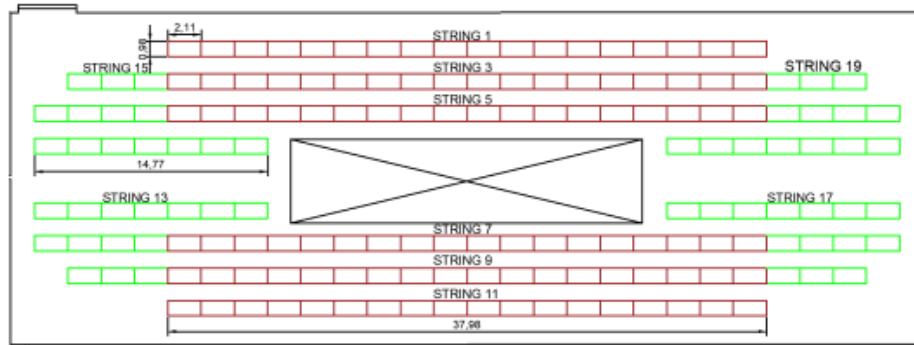


Ilustración 12 Distribución de paneles en la cubierta

Procedemos a calcular la potencia instalada para 164 paneles:

$$\text{Potencia instalada} = \text{Número de paneles} \cdot \text{Potencia pico panel}$$

$$\text{Potencia instalada} = 164 \text{ paneles} \cdot 540 \text{ W} = 88,56 \text{ kW}$$

La potencia instalada será de 88,56 kW

2.1.3 Orientación e inclinación de los módulos.

A partir de lo establecido en el PCT del IDAE, colocaremos adecuadamente los módulos fotovoltaicos. Para hay que tener claro los siguientes conceptos:

- **Ángulo de inclinación β** , definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Su valor es 0° para módulos horizontales y 90° para verticales.

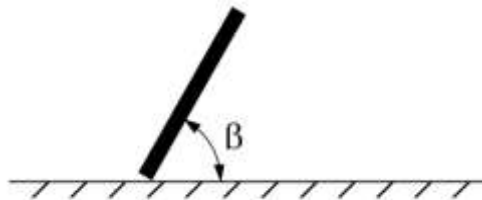


Ilustración 13 Ángulo de inclinación

- **Ángulo de azimut α** , definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar. Su valor es 0° para módulos orientados al Sur, -90° para módulos orientados al Este y $+90^\circ$ para módulos orientados al Oeste.

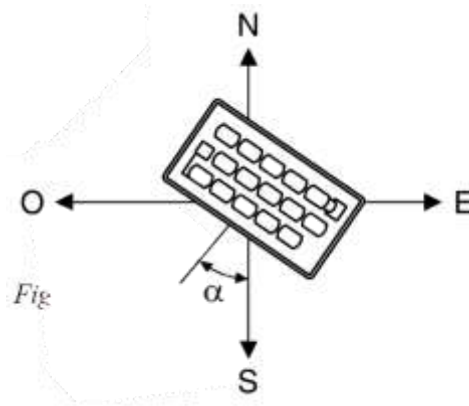


Ilustración 14 Ángulo de azimut

La cubierta sobre la que se instalarán los módulos tiene una inclinación de unos 3° y está orientada 30° sureste. Según el PCT, si el ángulo de inclinación de la cubierta no difiere mucho de 0° se podrá suponer que se trata de una cubierta plana. Por lo que utilizando la herramienta de PVGIS obtenemos el valor óptimo de inclinación para la latitud del lugar.

Según la herramienta de PVGIS, la inclinación óptima de los módulos es de 23° , sin embargo, utilizaremos una inclinación con soportes de 30° para que las placas tengan como resultado una inclinación de 27° teniendo en cuenta la inclinación de la cubierta. Además, los soportes de 30° son los más abundantes y tienen unos precios más reducidos que los soportes regulables para inclinaciones determinadas.

Cabe destacar que los paneles solares serán instalados en horizontal, ya que al tratarse de un panel de alta potencia sus dimensiones son más grandes de lo habitual y en forma vertical habría mucho riesgo de que el viento hiciera daños en los paneles. Sus dimensiones son de unos $2279\text{mm} \times 1134\text{mm}$.

- **Distancia entre filas de paneles.**

Se procede a calcular la distancia mínima entre filas de paneles para que no hagan sombra entre ellos mediante la siguiente expresión:

$$d \geq h \cdot k$$

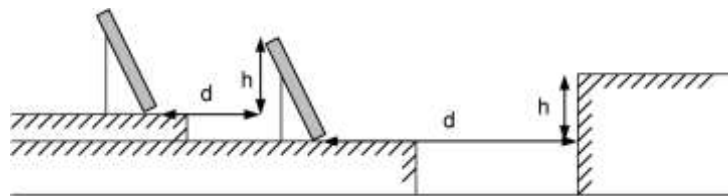


Ilustración 15 Distancia entre filas de módulos

Mediante trigonometría se calcula la altura del panel a una inclinación de 27° :

$$h = A \cdot \text{sen}(\alpha) = 1,13\text{m} \cdot \text{sen}(27^\circ) = 0,52\text{m}$$

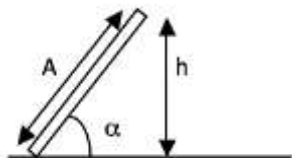


Ilustración 16 Relación trigonométrica inclinación módulo

Se calcula el parámetro k en función de la latitud del lugar a estudiar (28°):

$$k = \frac{1}{\tan(61^\circ - \text{latitud})} = \frac{1}{\tan(61^\circ - 28^\circ)} = 1,54$$

Con la altura del lado más corto del panel y el parámetro k, calculamos la distancia necesaria:

$$d \geq 1,13 \cdot \text{sen}(27^\circ) \cdot 1,54 \geq 0,79 \text{ m}$$

Por último, llegamos a la conclusión de que serán necesarios como mínimo unos 0,79 m para que no haya sombras entre filas de paneles. En la práctica dejaremos algo más de un metro para facilitar en mayor medida las tareas a los operarios de instalación y mantenimiento del sistema.

- **Pérdidas por orientación e inclinación.**

Según el PCT del IDAE, las pérdidas máximas por orientación e inclinación para una instalación general es del 10%. Se comprobará que se cumple para una inclinación de 27°.

Tabla 4 Pérdidas por orientación e inclinación y sombras

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

La cubierta que tiene el edificio está orientada 30 grados hacia el sureste, por lo que tiene un azimut α de -30° . El valor de inclinación β es de 27° .

Se procede a usar estos datos en el diagrama del IDAE.

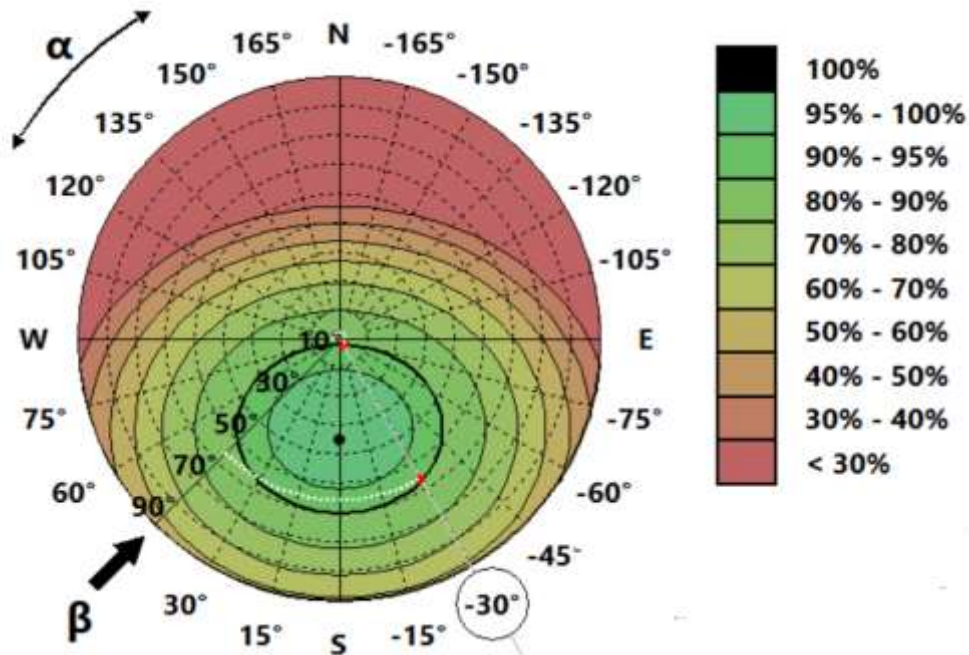


Ilustración 17 Cálculo gráfico de las pérdidas por orientación e inclinación

Como resultado tenemos unos valores de:

- **Inclinación máxima** = $2,52^\circ - (41^\circ - 28^\circ) = -10,48^\circ$, tomamos 0°
- **Inclinación mínima** = $56,06^\circ - (41^\circ - 28^\circ) = 43,06^\circ$

Por lo que $0 \leq 27^\circ \leq 43,06^\circ$, cumple con las pérdidas del 10%.

En concreto, con unas pérdidas dadas por la siguiente fórmula:

$$\text{Pérdidas}(\%) = 100 \cdot [1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \phi + 10)^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2]$$

Donde:

- β → Ángulo de inclinación [°]
- ϕ → Latitud del lugar [°]
- α → Ángulo de azimut [°]

Sustituyendo los valores nos resulta en unas pérdidas de: 4, 12%

- **Pérdidas por sombras.**

No existen pérdidas por sombra, ya que no hay ningún elemento con cota mayor a la de la cubierta donde se instalarán las placas fotovoltaicas. Las propias placas y la distancia calculada entre filas de estas, también asegura que no se produzcan sombras.

2.1.4 Selección del inversor

Se ha optado por utilizar dos inversores de 60 kW y 30 kW de la marca HUAWEI, modelo SUN2000. El inversor de 60 kW dispone de un total de 6 MPPT con 2 entradas cada uno y el de 30 kW tiene 4 MPPT con 2 entradas cada uno.

- **Inversor Huawei 60 kW**

Para que la distribución entre los MPPT del inversor esté equilibrada de la mejor manera posible, se elige un número de placas que sea divisible entre los 6 MPPT. El valor más próximo es de 108 placas.

$$\frac{108 \text{ paneles}}{6 \text{ MPPT}} = 18 \text{ paneles por MPPT}$$

- **Inversor Huawei 30 kW**

Para que la distribución entre los MPPT del inversor esté equilibrada de la mejor manera posible, se elige un número de placas que sea divisible entre las 4 MPPT. El valor más próximo es de 56 placas.

$$\frac{56 \text{ paneles}}{4 \text{ MPPT}} = 14 \text{ paneles por MPPT}$$

2.1.4.1 Comprobación rango de voltaje de operación e intensidades máximas.

Las variaciones de temperatura del lugar harán que los parámetros de tensión e intensidad de los paneles. Habrá que estudiar los diferentes casos en los que se producirán estas variaciones.

La mínima tensión que puede producir un módulo fotovoltaico es a temperaturas altas, ya que su coeficiente de variación es negativo. Por otro lado, para temperaturas bajas se tendrá el valor máximo de tensión.

Sin embargo, para la corriente será mayor a mayor temperatura y menor en el caso contrario, ya que su coeficiente es positivo.

Según la documentación técnica, esta tiene una variación de $-0,275\%/^{\circ}\text{C}$ para el voltaje y de $+0,045\%/^{\circ}\text{C}$ para la intensidad. Se comprueba que está dentro del rango tensión e intensidad de operación del inversor.

En primer lugar, se tiene que calcular la temperatura de la célula fotovoltaica con la siguiente expresión:

$$T_{\text{máx/mín}} = T_a + \left(\frac{TONC - 20}{800} \right) \cdot G$$

Donde:

- $T_{m\acute{a}x/m\acute{i}n}$ → Temperatura de la célula. [$^{\circ}C$]
- T_a → Temperatura ambiente del lugar. [$^{\circ}C$]
- T_{ONC} → Temperatura de operación nominal de la célula. [$^{\circ}C$]
- G → Irradiación según consideraciones indicadas. [W/m^2]

Se han extraído de diferentes fuentes los datos mensuales de irradiancia y temperatura del lugar.

Datos de temperatura -> <https://es.climatedata.org/europe/espana/canarias/adeje-26737/>

Datos de irradiancia -> PVGIS

Mes	Irradiancia (W/m^2)	Temperatura ($^{\circ}C$)	
		Máxima	Mínima
Enero	748,01	17,5	13,2
Febrero	750,92	17,4	13,1
Marzo	816,86	18,7	13,8
Abril	810,67	19,2	14,3
Mayo	799,07	20,6	15,5
Junio	795,86	22,7	17,2
Julio	915,84	25,5	19,5
Agosto	913,72	26,5	20,4
Septiembre	808,62	24,4	19,4
Octubre	743,74	22,8	18,3
Noviembre	712,86	20,2	16,2
Diciembre	709,3	18,6	14,5

Podemos sacar en conclusión que la temperatura máxima en Costa Adeje se da en el mes de agosto con $26,5^{\circ}C$ y su irradiancia global diaria en agosto es de $913,72 W/m^2$

Por otro lado, la temperatura mínima en Costa Adeje se da en el mes de febrero con $13,1^{\circ}C$ y su irradiancia global diaria en febrero es de $750,92 W/m^2$

A continuación, se procede a calcular las temperaturas de las células solares en estos dos meses:

$$T_{m\acute{a}x} = 26,5 + \left(\frac{45 - 20}{800} \right) \cdot 913,72 = 55,05^{\circ}C$$

$$T_{m\acute{i}n} = 13,1 + \left(\frac{45 - 20}{800} \right) \cdot 750,92 = 36,57^{\circ}C$$

Con las Temperatura máximas y mínimas que alcanzan las células, podemos calcular directamente la variación en tensión y voltaje y comprobar que esté dentro de los rangos admisibles de ambos inversores.

Las fórmulas para calcular las variaciones de voltaje y temperatura son las siguientes:

$$\Delta V_{oc} \text{ ó } \Delta V_{mp} = \beta \cdot (V_{oc/mp-string}) \cdot (T_{m\acute{a}x/m\acute{i}n} - 25^{\circ}\text{C})$$

Donde:

- $T_{m\acute{a}x/m\acute{i}n}$ → Temperatura de la célula. [$^{\circ}\text{C}$]
- ΔV → Variación del voltaje. [V]
- β → Coeficiente de temperatura del módulo solar para el voltaje. [$\%/^{\circ}\text{C}$]

$$\Delta I_{sc} \text{ ó } \Delta I_{mp} = \alpha \cdot (I_{sc/mp-string}) \cdot (T_{m\acute{a}x/m\acute{i}n} - 25^{\circ}\text{C})$$

Donde:

- $T_{m\acute{a}x/m\acute{i}n}$ → Temperatura de la célula. [$^{\circ}\text{C}$]
- ΔI → Variación de la corriente. [A]
- α → Coeficiente de temperatura del módulo solar para el voltaje. [$\%/^{\circ}\text{C}$]

A continuación, utilizando las fórmulas indicadas obtenemos los valores de tensión e intensidad que se muestran resumidos en la siguiente tabla:

Tabla 5 Comprobaciones de voltaje e intensidad Inversor Huawei 60 kW

Inversor Huawei SUN2000-60KTL-M0 (60 kW)		STRING 1,3,5,7,9,11
Máxima tensión de entrada	1100 V	CUMPLE ✓
Máxima intensidad por MPPT	22 A	CUMPLE ✓
Máxima intensidad de cortocircuito por MPPT	30 A	CUMPLE ✓
Rango de tensión de operación de MPPT	200 V – 1000 V	CUMPLE ✓

Tabla 6 Comprobaciones de voltaje e intensidad Inversor Huawei 30 kW

Inversor Huawei SUN2000-30KTL-M3 (30 kW)		STRING 13,15,17,19
Máxima tensión de entrada	1100 V	CUMPLE ✓
Máxima intensidad por MPPT	26 A	CUMPLE ✓
Máxima intensidad de cortocircuito por MPPT	40 A	CUMPLE ✓
Rango de tensión de operación de MPPT	200 V – 1000 V	CUMPLE ✓

Por último, se muestra una tabla en la que se han calculado los valores máximos y mínimos de voltaje e intensidad para las temperaturas que se dan a lo largo del año.

Tal y como se puede observar, todos los valores están dentro de los rangos que permiten ambos inversores.

			Variaciones por temperatura												
			Vmp (V)			Voc (V)			Isc (A)			Imp (A)			
			Número de placas	STC	13,1°C	26,2°C	STC	13,1°C	26,2°C	STC	13,1°C	26,2°C	STC	13,1°C	26,2°C
INVERSOR 60 kW	MPPT 1	STRING 1		18	749,52	725,68	688,19	892,8	864,40	819,75	13,86	13,93	14,05	12,97	13,04
		STRING 2													
	MPPT 2	STRING 3	18	749,52	725,68	688,19	892,8	864,40	819,75	13,86	13,93	14,05	12,97	13,04	13,14
		STRING 4													
	MPPT 3	STRING 5	18	749,52	725,68	688,19	892,8	864,40	819,75	13,86	13,93	14,05	12,97	13,04	13,14
		STRING 6													
	MPPT 4	STRING 7	18	749,52	725,68	688,19	892,8	864,40	819,75	13,86	13,93	14,05	12,97	13,04	13,14
		STRING 8													
	MPPT 5	STRING 9	18	749,52	725,68	688,19	892,8	864,40	819,75	13,86	13,93	14,05	12,97	13,04	13,14
		STRING 10													
	MPPT 6	STRING 11	18	749,52	725,68	688,19	892,8	864,40	819,75	13,86	13,93	14,05	12,97	13,04	13,14
		STRING 12													
INVERSOR 30 kW	MPPT 7	STRING 13	14	582,96	564,42	535,26	694,4	672,31	637,58	13,86	13,93	14,05	12,97	13,04	13,14
		STRING 14													
	MPPT 8	STRING 15	14	582,96	564,42	535,26	694,4	672,31	637,58	13,86	13,93	14,05	12,97	13,04	13,14
		STRING 16													
	MPPT 9	STRING 17	14	582,96	564,42	535,26	694,4	672,31	637,58	13,86	13,93	14,05	12,97	13,04	13,14
		STRING 18													
	MPPT 10	STRING 19	14	582,96	564,42	535,26	694,4	672,31	637,58	13,86	13,93	14,05	12,97	13,04	13,14
		STRING 20													

2.1.5 Dimensionamiento del cableado.

Se utilizará cable unipolar H1Z2Z2-K de Prysun para la parte de corriente continua, y cable multipolar RZ1-K (AS) para la parte de corriente alterna.

2.1.5.1 Longitudes.

A continuación, se muestran las tablas que recogen las distancias de los tramos de CC y CA.

Tabla 7 Distancias tramo CC

			Nº de string	Nº de placas	Distancia (m)
STRING - INVERSOR	Inversor 60 kW	MPPT 1	1	18	54
			2		
		MPPT 2	3	18	57
			4		
		MPPT 3	5	18	59
			6		
		MPPT 4	7	18	70
			8		
		MPPT 5	9	18	73
			10		
		MPPT 6	11	18	75
			12		
	Inversor 30 kW	MPPT 7	13	14	57
			14		
		MPPT 8	15	14	43
			16		
		MPPT 9	17	14	92
			18		
		MPPT 10	19	14	98
			20		

Tabla 8 Distancias tramo AC

		Distancia (m)
Inversor – Cuadro General de Baja Tensión	Inversor 60 kW	63
	Inversor 30 kW	63

2.1.5.2 Secciones.

Para calcular las secciones de los conductores se tendrán en cuenta el criterio térmico y el criterio de caída de tensión. La normativa que regula estos valores son en este caso el IDAE y la ITC-BT-40.

- Según el PCT del IDAE, “Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %.”
- Según ITC-BT-40, “Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5%, para la intensidad nominal.”

Se resumen los criterios que se aplicarán en la siguiente tabla para que la caída de tensión total de la instalación sea de 1,5 %:

Tabla 9 Criterios cálculo secciones

Caída de tensión máxima admisible	
Tramo CC	1 %
Tramo CA	0,5 %

*Cables dimensionados para un 125% de Intensidad máxima del generador.

La fórmula que se utiliza para calcular la sección mínima por criterio de caída de tensión es la siguiente:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\gamma \cdot \Delta u} \quad (\text{Líneas monofásicas})$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 2 \cdot L \cdot I \cdot \cos(\phi)}{\gamma \cdot \Delta u} \quad (\text{Líneas trifásicas})$$

Donde:

- S → Sección mínima. [mm^2]
- L → Longitud del cable. [m]
- I → Intensidad circulante. [A]
- γ → Conductividad del cobre. [$\frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$]
- Δu → Caída de tensión máxima permitida. [V]
- $\cos(\phi)$ → Factor de potencia.

Para el criterio térmico se comprobará que los cables estén dimensionados para soportar una corriente un 125% que la intensidad máxima circulante. Se utilizarán las tablas correspondientes de la norma UNE-HD 60364-5-52:2014

TABLA B.52-1 (UNE-HD 60364-5-52: 2014) Métodos de instalación de referencia

Instalación de referencia		Tabla y columna				
		Intensidad admisible para los circuitos simples				
		Aislamiento PVC		Aislamiento XLPE o EPR		
		Número de conductores				
		2	3	2	3	
	Conductores aislados en un conducto en una pared térmicamente aislante	A1	Tabla C.52-1 bis columna 4	Tabla C.52-1 bis columna 3	Tabla C.52-1 bis columna 7a	Tabla C.52-1 bis columna 6b
	Cable multiconductor en un conducto en una pared térmicamente aislante	A2	Tabla C.52-1 bis columna 3	Tabla C.52-1 bis columna 2	Tabla C.52-1 bis columna 6b	Tabla C.52-1 bis columna 5b
	Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B1	Tabla C.52-1 bis columna 6a	Tabla C.52-1 bis columna 5a	Tabla C.52-1 bis columna 10b	Tabla C.52-1 bis columna 9b
	Cable multiconductor en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B2	Tabla C.52-1 bis columna 5a	Tabla C.52-1 bis columna 4	Tabla C.52-1 bis columna 8b	Tabla C.52-1 bis columna 7b
	Cables empalmados o multipolares sobre una pared de madera o mampostería	C	Tabla C.52-1 bis columna 8a	Tabla C.52-1 bis columna 6a	Tabla C.52-1 bis columna 11	Tabla C.52-1 bis columna 9b
	Cable multiconductor en conductos empalmados	D1	Tabla C.52-2 bis columna 3	Tabla C.52-2 bis columna 4	Tabla C.52-2 bis columna 5	Tabla C.52-2 bis columna 6
	Cables con cubierta empalmados o multipolares directamente en el suelo	D2	Tabla C.52-2 bis columna 3	Tabla C.52-2 bis columna 4	Tabla C.52-2 bis columna 5	Tabla C.52-2 bis columna 6
	Cable multiconductor al aire libre. Distancia al suelo no inferior a 0,5 veces el diámetro del cable	E	Tabla C.52-1 bis columna 9a	Tabla C.52-1 bis columna 7a	Tabla C.52-1 bis columna 12	Tabla C.52-1 bis columna 10b
	Cables empalmados en contacto al aire libre. Distancia al suelo no inferior a 0,5 veces el diámetro del cable	F	Tabla C.52-1 bis columna 10a	Tabla C.52-1 bis columna 8a	Tabla C.52-1 bis columna 13	Tabla C.52-1 bis columna 11
	Cables empalmados espaciados al aire libre. Distancia entre ellos como mínimo el diámetro del cable	G	Ver UNE-HD 60364-5-52			

XLPE: Polietileno reticulado (90°C) EPR: Etileno-propileno (90°C) PVC: Policloruro de vinilo (70°C)

Cable: 200 = 1/50 (mm²/m) Aislamiento: 200 = 1/35 (mm²/m)

$\rho = K_0 \cdot 200$ Para el cobre y el aluminio: $\theta = 70^\circ\text{C} \rightarrow K_0 = 1,20$; $\theta = 90^\circ\text{C} \rightarrow K_0 = 1,28$

POTENCIAS NORMALIZADAS DE TRANSFORMADORES (EN kVA)

5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000

FACTORES DE MAYORACIÓN K_0 : 1,25 para motores y 1,8 para lámparas de descarga

TABLA C.52-1 bis (UNE-HD 60364-5-52: 2014)
Intensidades admisibles en amperios. Temperatura ambiente 40 °C en el aire

Número de instalación de referencia de la tabla B.52-1	Número de conductores cargados y tipos de aislamiento																		
	Número de conductores cargados y tipos de aislamiento																		
	PVC 3	PVC 2	XLPE 3	XLPE 2	XLPE 3	XLPE 2	XLPE 3	XLPE 2	XLPE 3	XLPE 2	XLPE 3	XLPE 2	XLPE 3						
1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13	
Sección mm²																			
Cable																			
2,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	18	20	20	20	21	23	—	
4	15	15,5	17	18	18	20	20	21	22	23	24	25	27	28	28	30	32	—	
6	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	—	
10	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	48	52	57	—	
16	32	33	40	42	45	46	48	50	54	54	57	60	62	62	66	72	78	—	
25	45	46	53	56	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	—	
35	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146	
50	—	—	—	—	96	100	104	109	114	119	124	127	133	137	143	153	169	182	
70	—	—	—	—	115	121	122	128	133	139	143	151	155	162	167	174	188	204	220
95	—	—	—	—	145	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282
120	—	—	—	—	180	188	185	194	203	210	218	224	234	241	252	259	275	298	323
150	—	—	—	—	207	217	218	226	240	251	260	272	285	293	301	314	330	373	397
180	—	—	—	—	—	—	—	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430
240	—	—	—	—	—	—	—	281	294	314	326	341	356	368	385	391	408	460	483
300	—	—	—	—	—	—	—	335	345	368	385	401	419	435	451	468	499	545	583
Ala. mínima																			
2,5	11,5	12	13	14	15	16	16,5	17	17,5	18	19	20	20	20	21	23	25	—	
4	15	16	17	18	20	21	22	22	23	24	25	26	28	28	29	31	34	—	
6	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	—	
10	26	27	31	33	35	36	40	40	41	42	44	46	46	48	50	52	56	60	
16	35	37	41	44	48	50	52	55	57	60	63	66	68	70	73	76	82	—	
25	46	49	54	60	63	63	66	67	70	72	75	76	81	84	86	91	96	100	
35	—	—	—	—	74	78	79	81	85	87	89	93	97	101	104	109	114	122	
50	—	—	—	—	90	94	95	100	101	105	108	113	118	123	127	132	140	149	
70	—	—	—	—	115	121	121	127	130	136	138	145	151	156	162	170	180	192	
95	—	—	—	—	140	146	147	154	159	165	169	177	183	192	197	208	216	233	
120	—	—	—	—	161	169	171	179	184	192	196	205	213	222	228	239	254	273	
150	—	—	—	—	—	—	—	196	205	213	223	227	237	246	257	264	276	294	
180	—	—	—	—	—	—	—	227	232	243	254	259	271	281	293	301	315	327	
240	—	—	—	—	—	—	—	281	273	287	300	309	320	332	347	355	372	395	
Aislamientos termoplásticos (90°C)																			
XLPE: Polietileno reticulado									EPR: Etileno-propileno										
Aislamientos termoplásticos (70°C)																			
PVC: Policloruro de vinilo																			

Tramo CC

Criterio de caída de tensión:

- String 1.

$$S = \frac{2 \cdot 54 \text{ m} \cdot 12,97 \text{ A}}{56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \cdot (749,52 \cdot \frac{1}{100})} = 3,34 \text{ mm}^2$$

- String 3.

$$S = \frac{2 \cdot 57 \text{ m} \cdot 12,97 \text{ A}}{56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \cdot (749,52 \cdot \frac{1}{100})} = 3,52 \text{ mm}^2$$

- String 5.

$$S = \frac{2 \cdot 59 \text{ m} \cdot 12,97 \text{ A}}{56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \cdot (749,52 \cdot \frac{1}{100})} = 3,65 \text{ mm}^2$$

- String 7.

$$S = \frac{2 \cdot 70 \text{ m} \cdot 12,97 \text{ A}}{56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \cdot (749,52 \cdot \frac{1}{100})} = 4,33 \text{ mm}^2$$

- String 9.

$$S = \frac{2 \cdot 73 \text{ m} \cdot 12,97 \text{ A}}{56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \cdot (749,52 \cdot \frac{1}{100})} = 4,51 \text{ mm}^2$$

- String 11.

$$S = \frac{2 \cdot 75 \text{ m} \cdot 12,97 \text{ A}}{56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \cdot (749,52 \cdot \frac{1}{100})} = 4,64 \text{ mm}^2$$

- String 13.

$$S = \frac{2 \cdot 57 \text{ m} \cdot 12,97 \text{ A}}{56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \cdot (582,96 \cdot \frac{1}{100})} = 4,53 \text{ mm}^2$$

- String 15.

$$S = \frac{2 \cdot 57 \text{ m} \cdot 12,97 \text{ A}}{56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \cdot (582,96 \cdot \frac{1}{100})} = 3,42 \text{ mm}^2$$

- String 17.

$$S = \frac{2 \cdot 57 \text{ m} \cdot 12,97 \text{ A}}{56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \cdot (582,96 \cdot \frac{1}{100})} = 7,31 \text{ mm}^2$$

- String 19.

$$S = \frac{2 \cdot 57 \text{ m} \cdot 12,97 \text{ A}}{56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \cdot (582,96 \cdot \frac{1}{100})} = 7,79 \text{ mm}^2$$

Como condición para elegir la mínima sección, utilizaremos el valor de 4 mm², ya que las conexiones de los propios paneles solares ya están precableadas a esta sección y los inversores preparados en sus bornas de CC para esa sección mínima. Se resumen los resultados en la siguiente tabla:

Tabla 10 Cálculos de sección por caída de tensión tramo CC

Nº de string	Nº de placas	Distancia (m)	I _{mp} (A)	V _{mp} (V)	Sección mínima según c.d.t. (mm ²)	Sección normalizada (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
1	18	54	12,97	749,52	3,34	4,00	6,25	0,83%
2								
3	18	57	12,97	749,52	3,52	4,00	6,60	0,88%
4								
5	18	59	12,97	749,52	3,65	4,00	6,83	0,91%
6								
7	18	70	12,97	749,52	4,33	6,00	5,40	0,72%
8								
9	18	73	12,97	749,52	4,51	6,00	5,64	0,75%
10								
11	18	75	12,97	749,52	4,64	6,00	5,79	0,77%
12								
13	14	57	12,97	582,96	4,53	6,00	4,40	0,75%
14								
15	14	43	12,97	582,96	3,42	4,00	4,98	0,85%
16								
17	14	92	12,97	582,96	7,31	10,00	4,26	0,73%
18								
19	14	98	12,97	582,96	7,79	10,00	4,54	0,78%
20								

Criterio térmico:

Al tratarse de conductores unipolares bajo tubo, método de instalación B1, consultamos la columna 10b de la tabla C.52-1 bis de la norma UNE-HD 60364-5-52:2014 para las secciones resultantes de los 10 string.

Llegamos a la conclusión de que los valores de secciones normalizadas cumplen con el criterio térmico ya que los valores de intensidad están dentro de la máxima admisible para cada sección.

Por todos los string circula la misma corriente, por lo que solamente comprobando el valor de máxima intensidad para la sección más pequeña de 4 mm² ya sabemos que cumplirá para las superiores.

$$12,97 A \leq 38 A (4 \text{ mm}^2)$$

Tramo CA

Criterio de caída de tensión:

- **Inversor 60 kW – Cuadro General de Baja Tensión**

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 2 \cdot 63 \text{ m} \cdot 95,3 \text{ A}}{56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \cdot (400 \cdot \frac{0,5}{100})} = 92,85 \text{ mm}^2$$

- **Inversor 30 kW – Cuadro General de Baja Tensión**

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 2 \cdot 63 \text{ m} \cdot 47,9 \text{ A}}{56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \cdot (400 \cdot \frac{0,5}{100})} = 46,67 \text{ mm}^2$$

A continuación, se muestra una tabla con el resumen de cálculo de caída de tensión para el tramo CA:

Tabla 11 Cálculo de sección por caída de tensión para tramo CA

		Distancia (m)	Imáx (A)	Voltaje (V)	Sección mínima según c.d.t. (mm ²)	Sección normalizada (mm ²)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
Inversor - CGBT	Inversor 60 kW	63	95,3	400	92,85	95,00	1,95	0,49%
	Inversor 30 kW	63	47,9	400	46,67	50,00	1,87	0,47%

Criterio térmico:

Para el criterio térmico se comprobará que los cables estén dimensionados para soportar una corriente un 125% que la intensidad máxima circulante. Al tratarse de conductores multipolares bajo tubo, método de instalación B2, consultamos la columna 7b de la tabla C.52-1 bis de la norma UNE-HD 60364-5-52:2014 para las secciones resultantes de los dos inversores.

A continuación, se comprobarán las secciones de cada tramo para verificar que la intensidad circulante no está por encima de la máxima admisible de cada conductor.

- **Inversor 60 kW – Cuadro General de Baja Tensión**

$$119,13 \text{ A} \leq 216 \text{ A} (95 \text{ mm}^2) \rightarrow \text{SÍ CUMPLE}$$

- **Inversor 30 kW – Cuadro General de Baja Tensión**

$$59,9 \text{ A} \leq 139 \text{ A} (50 \text{ mm}^2) \rightarrow \text{SÍ CUMPLE}$$

Llegamos a la conclusión de que los valores de secciones normalizadas elegidos cumplirán también con el criterio térmico. A continuación, se muestran en una tabla las secciones resultantes para dichos tramos.

Tabla 12 Cálculo secciones por criterio térmico tramo CA

		Imáx (A) 125%	Sección normalizada (mm ²)
Inversor – Cuadro General de Baja Tensión	Inversor 60 kW	119,13	95,00
	Inversor 30 kW	59,88	50,00

2.1.6 Canalizaciones.

Para dimensionar las canalizaciones que albergarán los conductores de la instalación, se tendrá que consultar la ITC-BT-21.

Las características mínimas que deben de tener las canalizaciones superficiales fijas serán las que establece esta misma ITC y que están determinadas por la siguiente tabla:

Tabla 13 Características mínimas para tubos en canalizaciones superficiales ordinarias fijas

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D > 1 mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

En cuanto al diámetro exterior mínimo de las canalizaciones, viene determinado según el número de los conductores que irán en el interior del tubo. Los valores están en la siguiente tabla:

Tabla 14 Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	–
185	50	63	75	–	–
240	50	75	–	–	–

En resumen, los valores de diámetros exteriores mínimos resultantes para las canalizaciones son los recogidos en la siguiente tabla:

Tabla 15 Diámetros exteriores mínimos para los tramos de CC y CA.

	Sección del conductor (mm ²)	Número de conductores	Diámetro exterior de los tubos (mm)
STRING 1	4,00	3	20
STRING 3	4,00	3	20
STRING 5	4,00	3	20
STRING 7	6,00	3	20
STRING 9	6,00	3	20
STRING 11	6,00	3	20
STRING 13	6,00	3	20
STRING 15	4,00	3	20
STRING 17	10,00	3	25
STRING 19	10,00	3	25
INVERSOR 60 kW – CGBT	95,00	5	75
INVERSOR 30 kW - CGBT	50,00	5	50

2.1.7 Protecciones.

Las protecciones serán calculadas para cada uno de los circuitos de corriente alterna y continua.

2.1.7.1 Sobretensiones.

Los inversores a instalar en el proyecto incluyen limitadores de sobretensiones tanto en corriente continua como en corriente alterna, tal y como muestran los esquemas eléctricos en sus respectivas hojas de datos. Sin embargo, se incluirá un extra de protección utilizando protectores de sobretensiones externos, tanto para la parte de CA como de CC.

- Para el tramo CA.

El modelo de sobretensiones elegido será el CS4P-40/400 IR.



Ilustración 18. Protector sobretensiones CA.

- Para el tramo de CC.

El modelo de sobretensiones CC elegido será el PSM3-40/1000 PV IR.



Ilustración 19. Protector sobretensiones CC.

Ambos sobretensiones son de la marca CIRPROTEC.

2.1.7.2 Protecciones en CC.

Las protecciones de CC se situarán entre los inversores y los módulos fotovoltaicos. En este caso la protección se llevará a cabo mediante el uso de fusibles.

Ya que la corriente que circulará por cada uno de los string será de 13,14 A en las peores condiciones de temperatura, por lo que se elegirán un total de 20 fusibles de 15 A con un voltaje máximo de 1000 V. Habrá un fusible por cada polo para los 10 string. Así se protegerán los inversores.

Según la ITC-BT-22:

$$I_D \leq I_N \leq I_Z \rightarrow 13,1 A \leq 15 A \leq 38 A$$

$$1,6 \cdot I_N \leq 1,45 \cdot I_Z \rightarrow 24,15 A \leq 55,1 A$$

$$I_N \leq 1,25 \cdot I_{SC} \rightarrow 15 A \leq 17,53 A$$

$$V_D \leq V_N \rightarrow 749,52 V \leq 1000 V$$

El fusible cumple con las condiciones

2.1.7.3 Protecciones en CA.

Las protecciones de CA se situarán a la salida de ambos inversores. En este caso las protecciones se llevarán a cabo mediante el uso de interruptores magnetotérmicos, diferenciales y limitadores de sobretensiones.

En el caso del inversor de 60kW, el propio manual recomienda un valor para el interruptor magnetotérmico que se instalará a la salida. Utilizaremos el valor de 125A presente en el manual después de comprobar que es adecuado para la sección de cableado elegido anteriormente.

$$I_{\text{máx inversor}} < I_{\text{int magnetotérmico}} < I_{\text{máx admisible conductor}}$$

Sustituyendo los valores:

$$100 A < \mathbf{125 A} < 216 A$$

Por otro lado, para el inversor de 30 kW también se tendrá que calcular la protección adecuada. Sabiendo que la intensidad que circula por el conductor es de 59,88 A.

$$I_{\text{máx inversor}} < I_{\text{int magnetotérmico}} < I_{\text{máx admisible conductor}}$$

$$59,88 A < \mathbf{63 A} < 139 A$$

También se instalarán dos interruptores diferenciales, uno para la salida de cada inversor, estos tendrán una sensibilidad de 30 mA y deberán soportar una corriente de 125 A y 63 A respectivamente.

2.1.8 Elección de soportes.

Los soportes elegidos son de la marca Sunfer, en concreto el modelo 20H para cubiertas metálicas que permite la instalación de paneles en horizontal de como máximo 2279mmx1150mm y tienen una inclinación de 30 grados. Los soportes son de un módulo por lo que serán necesarios un total de 164 soportes.

En la siguiente tabla se resumen la cantidad de soportes que habrá por cada fila:

Tabla 16 Número de soportes por fila

Fila	Número de soportes
1	18
2	24
3	26
4	14
5	14
6	26
7	24
8	18
Total	164

2.1.9 Performance Ratio (PR)

El Performance Ratio (PR) o también denominado coeficiente de rendimiento se define como la relación que hay entre la producción real de un sistema fotovoltaico teniendo en cuenta todas las pérdidas del sistema y la irradiación solar recibida, se utiliza para determinar la calidad de la instalación fotovoltaica. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$PR = \mu_{inv} \cdot [100\% - P_C - P_D - P_S - P_T - P_O]$$

Donde:

- μ_{inv} → Rendimiento del inversor [%]
- P_C → Pérdidas en el cableado. [%]
- P_D → Pérdidas por dispersión. [%]
- P_S → Pérdidas por suciedad. [%]
- P_T → Pérdidas por temperatura. [%]
- P_O → Pérdidas por orientación e inclinación. [%]
- PR → Performance Ratio [%]

Antes de proceder al cálculo del PR, se deberán de tener en cuenta las pérdidas del sistema y el rendimiento de los inversores.

- **Pérdidas en el cableado de CC:**

Según el PCT del IDAE, se estableció un máximo en pérdidas del tramo de corriente continua en 1,5%. Resultaron después de los cálculos en unas pérdidas de 1,3%.

- **Pérdidas por dispersión y polvo:**

Según el PCT del IDEA, se toma el valor de 2% para las posibles pérdidas en el sistema por dispersión un 3% por pérdidas relacionadas con el polvo.

- **Pérdidas por temperatura:**

Las pérdidas por temperatura varían a lo largo del año, ya que los valores de irradiancia y temperatura ambiente son diferentes en cada mes.

Tabla 17 Pérdidas por temperatura en cada mes

	Irradiancia (W/m ²)	T ^a media (°C)	T ^a célula (°C)	Pérdidas por temperatura (%)
Enero	748,01	15,2	38,58	3,73%
Febrero	750,92	15,1	38,57	3,73%
Marzo	816,86	16,1	41,63	4,57%
Abril	810,67	16,6	41,93	4,66%
Mayo	799,07	18	42,97	4,94%
Junio	795,86	19,9	44,77	5,44%
Julio	915,84	22,2	50,82	7,10%
Agosto	913,72	23,1	51,65	7,33%
Septiembre	808,62	21,7	46,97	6,04%
Octubre	743,74	20,5	43,74	5,15%
Noviembre	712,86	18,1	40,38	4,23%
Diciembre	709,3	16,4	38,57	3,73%

- **Pérdidas por orientación e inclinación:**

Las pérdidas por orientación e inclinación ya fueron calculadas en el apartado 2.1.3, donde tuvieron que calcular las pérdidas para poder evaluar si la inclinación y orientación eran adecuadas a los valores que establece el PCT del IDAE. Resultaron en unas pérdidas de 4,12%.

- **Rendimiento del inversor.**

Al haber dos inversores en el sistema se tendrá que calcular el rendimiento total de ambos inversores trabajando en conjunto.

El rendimiento de ambos inversores queda recogido en la siguiente tabla con datos extraídos de sus respectivas fichas técnicas.

Tabla 18 Rendimiento de inversores

	Rendimiento
SUN2000-60KTL-M0	98,5%
SUN2000-30KTL-M3	98,4%
Promedio	98,45%

Sustituyendo todas las pérdidas del sistema y el rendimiento de los inversores en la fórmula del PR:

Tabla 19 Pérdidas del sistema

Pérdidas por dispersión	2%
Pérdidas por polvo	3%
Pérdidas por temperatura	Varía en función del mes
Pérdidas por orientación e inclinación	4,18%
Pérdidas en el cableado	1,3%
Rendimiento del inversor	93,45%

$$PR = \mu_{inv} \cdot [100\% - P_C - P_D - P_S - P_T - P_O]$$

A continuación, se muestra una tabla resumen con el PR de cada mes teniendo en cuenta todas las pérdidas anteriores.

Tabla 20 PR mensual

Mes	PR
Enero	0,84
Febrero	0,84
Marzo	0,84
Abril	0,84
Mayo	0,83
Junio	0,83
Julio	0,81
Agosto	0,81
Septiembre	0,82
Octubre	0,83
Noviembre	0,84
Diciembre	0,84
Promedio	0,83

El valor medio del Performance Ratio es del 83%, lo que significa que la instalación tiene un nivel de rendimiento dentro de los parámetros considerados como normales.

2.1.10 Estimación de energía producida

Para la estimación de energía producida se utilizará la siguiente expresión del apartado 7.2.4 del PCT del IDAE:

$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) \cdot P_{mp} \cdot PR}{G_{CEM}} \text{ [kWh/día]}$$

Donde:

- $E_p \rightarrow$ Energía producida. [kWh/día]
- $G_{dm}(\alpha, \beta) \rightarrow$
Valor medio mensual de la irradiación diaria sobre el plano del generador [$\frac{kWh}{m^2} \cdot$
día]
- $P_{mp} \rightarrow$ Potencia pico del generador [kW]
- $PR \rightarrow$ Performance Ratio [%]
- $G_{CEM} \rightarrow 1 \text{ kW}/m^2$

Sustituyendo en la expresión nos resulta unos valores de producción que se resumirán en la siguiente tabla:

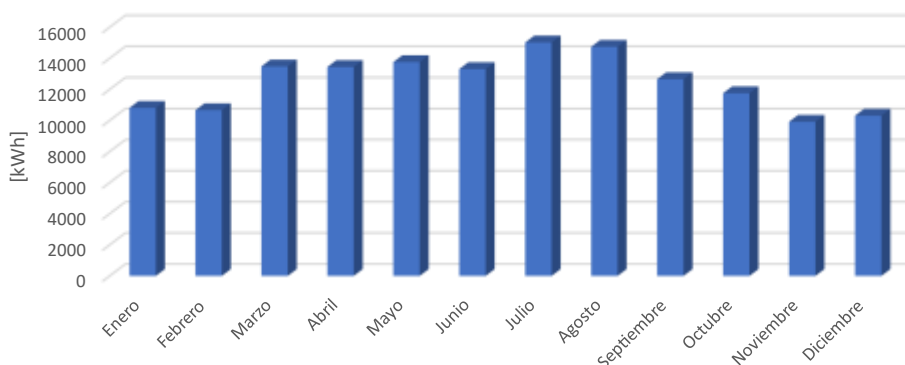
Tabla 21 Estimación de la energía producida

	$G_{dm}(\alpha=-30, \beta=27)$ [kWh/m ² ·dia]	PR	$E_p(\text{diario})$ [kWh/dia]	$E_p(\text{mensual})$ [kWh/mes]
Enero	4,74	0,84	354,43	10987,42
Febrero	5,18	0,84	387,08	10838,14
Marzo	5,97	0,84	441,92	13699,53
Abril	6,16	0,84	455,48	13664,48
Mayo	6,12	0,83	451,15	13985,77
Junio	6,15	0,83	451,03	13530,79
Julio	6,86	0,81	492,77	15275,86
Agosto	6,75	0,81	483,63	14992,59
Septiembre	5,89	0,82	429,03	12870,87
Octubre	5,24	0,83	385,48	11949,98
Noviembre	4,52	0,84	336,05	10081,43
Diciembre	4,52	0,84	338,01	10478,39
Promedio	5,67	0,83	417,17	12696,27

Tal y como se puede observar, los meses en los que más energía se producirá será en julio y agosto (verano). Por otro lado, los meses donde menos energía se producirá será en noviembre y diciembre (invierno)

A continuación, se muestra una gráfica con los valores de producción mensual a lo largo del año.

Estimación de energía producida por mes





**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

ANEXO 2

Estudio Básico de Seguridad y Salud

**Instalación fotovoltaica en un centro termal
polifuncional en Adeje.**

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y
Automática

Autor: Javier Padilla Pérez

Tutor: José Francisco Gómez González

Curso 2021-2022

Índice Anexo 2. Estudio Básico de Seguridad y Salud

2.2	Anexo 2. Estudio Básico de Seguridad y Salud.....	53
2.2.1	Consideraciones preliminares: justificación, objeto y contenido	53
2.2.1.1	Justificación	53
2.2.1.2	Objeto.....	53
2.2.1.3	Contenido del Estudio Básico de Seguridad y Salud	53
2.2.2	Datos generales.....	54
2.2.2.1	Agentes.....	54
2.2.2.2	Características generales del Proyecto de Ejecución	54
2.2.2.3	Emplazamiento y condiciones del entorno	54
2.2.2.4	Características generales de la obra.....	55
2.2.3	Medios de auxilio	55
2.2.3.1	Medios de auxilio en obra	55
2.2.3.2	Medios de auxilio en caso de accidente: centros asistenciales más próximos.....	56
2.2.4	Instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores	57
2.2.4.1	Vestuarios.....	57
2.2.4.2	Aseos	57
2.2.5	Identificación de riesgos y medidas preventivas a adoptar	57
2.2.5.1	Durante los trabajos previos a la ejecución de la obra	59
2.2.5.2	Durante las fases de ejecución de la obra.....	60
2.2.5.3	Durante la utilización de medios auxiliares.....	61
2.2.5.4	Durante la utilización de maquinaria y herramientas.....	62
2.2.6	Identificación de los riesgos laborales evitables.....	65
2.2.6.1	Caídas al mismo nivel	65
2.2.6.2	Caídas a distinto nivel.....	65
2.2.6.3	Polvo y partículas	65
2.2.6.4	Ruido	65
2.2.6.5	Esfuerzos	65
2.2.6.6	Incendios	66
2.2.6.7	Intoxicación por emanaciones	66
2.2.7	Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse	66
2.2.7.1	Caída de objetos.....	66
2.2.7.2	Dermatosis	66
2.2.7.3	Electrocuciones	67
2.2.7.4	Quemaduras.....	67
2.2.7.5	Golpes y cortes en extremidades.....	67

2.2.8	Condiciones de seguridad y salud, en trabajos posteriores de reparación y mantenimiento.....	67
2.2.8.1	Trabajos en cerramientos exteriores y cubiertas.....	68
2.2.8.2	Trabajos en instalaciones	68
2.2.8.3	Trabajos con pinturas y barnices.....	68
2.2.9	Trabajos que implican riesgos especiales	68
2.2.10	Medidas en caso de emergencia.....	69
2.2.11	Medidas de prevención para hacer frente a la crisis sanitaria ocasionada por la COVID-1969	
2.2.12	Presencia de los recursos preventivos del contratista.....	70
2.2.13	Normativa y legislación aplicable.....	70

2.2 Anexo 2. Estudio Básico de Seguridad y Salud.

2.2.1 Consideraciones preliminares: justificación, objeto y contenido

2.2.1.1 *Justificación*

La obra 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.

2.2.1.2 *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

2.2.1.3 *Contenido del Estudio Básico de Seguridad y Salud*

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 previsible trabajos posteriores de reparación o mantenimiento, siempre dentro del marco de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

2.2.2 Datos generales

2.2.2.1 Agentes

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

- Promotor: Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología
- Autor del proyecto: Javier Padilla Pérez
- Constructor - Jefe de obra: Pendiente de designar
- Coordinador de seguridad y salud: Pendiente de designar

2.2.2.2 Características generales del Proyecto de Ejecución

De la información disponible en la fase de proyecto básico y de ejecución, se aporta aquella que se considera relevante y que puede servir de ayuda para la redacción del plan de seguridad y salud.

- Denominación del proyecto: Instalación fotovoltaica en centro termal de Adeje
- Presupuesto de ejecución material: 88.001,68 €
- Plazo de ejecución: 33 días

(El plazo de ejecución es mayor a 30 días, pero no es objeto de este proyecto la realización de un Estudio de Seguridad y Salud al completo)

- Núm. máx. operarios: 4

2.2.2.3 Emplazamiento y condiciones del entorno

En el presente apartado se especifican, de forma resumida, las condiciones del entorno a considerar para la adecuada evaluación y delimitación de los riesgos que pudieran causar.

- Dirección: Calle Galicia, Adeje (Santa Cruz de Tenerife)
- Accesos a la obra: 1
- Condiciones climáticas y ambientales: Clima del sur de Tenerife (Adeje)



Durante los períodos 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.

Se conservarán los bordillos y el pavimento de las aceras colindantes, causando el mínimo deterioro posible y reponiendo, en cualquier caso, aquellas unidades en las que se aprecie algún desperfecto.

2.2.2.4 Características generales de la obra

Descripción de las características de las unidades de la obra que pueden influir en la previsión de los riesgos laborales:

2.2.2.4.1 Estructura

Estructura solar de aluminio inclinada sobre cubierta metálica.

2.2.2.4.2 Instalaciones

Instalación Eléctrica de Baja Tensión tanto en interior como en exterior.

2.2.3 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.

2.2.3.1 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:

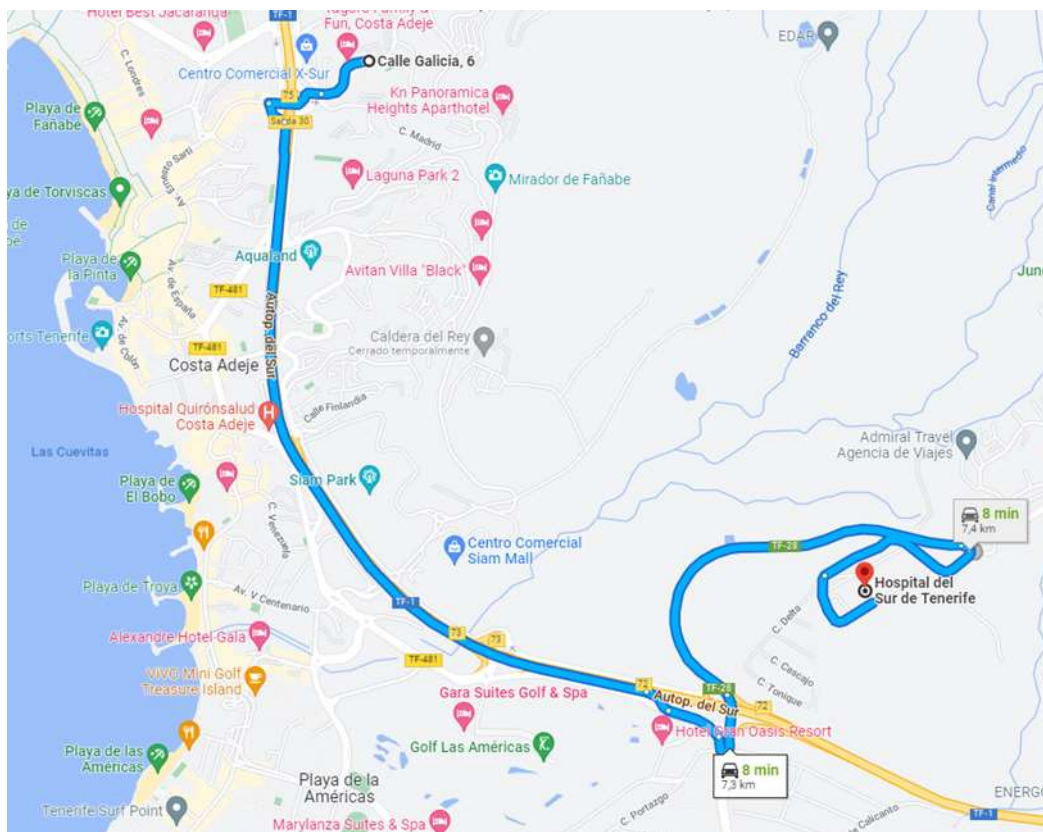
- Desinfectantes y antisépticos autorizados
- Gasas estériles
- Algodón hidrófilo
- Vendas
- Esparadrapo
- Apósitos adhesivos
- Tijeras
- Pinzas y guantes desechables

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

2.2.3.2 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 del Sur Carretera de Arona, s/n, El Mojón, 38650, Arona 922174867	7,50 km



La distancia al centro asistencial más próximo Carretera de Arona, s/n, El Mojón, 38650, Arona se estima en 10 minutos, en condiciones normales de tráfico.

2.2.4 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 obra, se ha previsto la colocación de instalaciones provisionales tipo caseta prefabricada para los vestuarios y aseos, pudiéndose habilitar posteriormente zonas en la propia obra para albergar dichos servicios, cuando las condiciones y las fases de ejecución lo permitan.

2.2.4.1 Vestuarios

El centro dispone de vestuarios disponibles, por lo que no será necesario su instalación.

2.2.4.2 Aseos

El centro dispone de aseos disponibles, por lo que no será necesario su instalación.

2.2.5 Identificación de riesgos y medidas preventivas a 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.
- Electrocutaciones por contacto directo o indirecto
- Dermatitis 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 anticlavo.
- Botas de caña alta de goma
- Mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra
- Ropa de trabajo impermeable.
- Faja antilumbago.
- Gafas de seguridad antiimpactos
- Protectores auditivos.

2.2.5.1 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.

2.2.5.1.1 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 prohibirá el aparcamiento en la zona destinada a la entrada de vehículos a la obra
- 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.

2.2.5.2 Durante las fases de ejecución de la obra

2.2.5.2.1 Estructura

Riesgos más frecuentes

- Desprendimientos de los materiales de encofrado por apilado incorrecto
- Caída del encofrado al vacío durante las operaciones de desencofrado
- Cortes al utilizar la sierra circular de mesa o las sierras de mano

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se protegerá la vía pública con una visera de protección formada por ménsula y entablado
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas

Equipos de protección individual (EPI):

- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.
- Guantes homologados para el trabajo con hormigón
- Guantes de cuero para la manipulación de las armaduras
- Botas de goma de caña alta para hormigonado
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes

2.2.5.2.2 Cubiertas

Riesgos más frecuentes

- Caída por los bordes de cubierta o deslizamiento por los faldones

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- El acopio de los materiales de cubierta se realizará en zonas alejadas de los bordes o aleros, y fuera de las zonas de circulación, preferentemente sobre vigas o soportes
- El acceso a la cubierta se realizará mediante escaleras de mano homologadas, ubicadas en huecos protegidos y apoyadas sobre superficies horizontales, sobrepasando 1,0 m la altura de desembarque
- Se instalarán anclajes en la cumbrera para amarrar los cables y/o los cinturones de seguridad

Equipos de protección individual (EPI):

- Calzado con suela antideslizante
- Ropa de trabajo impermeable.
- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.

2.2.5.2.3 Instalaciones en general

Riesgos más frecuentes

- Electrocutaciones por contacto directo o indirecto
- Quemaduras producidas por descargas eléctricas
- Intoxicación por vapores procedentes de la soldadura
- Incendios y explosiones

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.

2.2.5.3 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:

2.2.5.3.1 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, con la planeidad adecuada para que sean estables e inmóviles, 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.

2.2.5.3.2 Andamio de borriquetas

- Los andamios de borriquetas se apoyarán sobre superficies firmes, estables y niveladas.
- Se empleará un mínimo de dos borriquetas para la formación de andamios, quedando totalmente prohibido como apoyo el uso de bidones, ladrillos, bovedillas u otros objetos.
- Las plataformas de trabajo estarán perfectamente ancladas a las borriquetas.
- Queda totalmente prohibido instalar un andamio de borriquetas encima de otro.

2.2.5.3.3 Plataforma motorizada

- Los elementos que denoten algún fallo técnico o mal comportamiento se desmontarán de forma inmediata para su reparación o sustitución.
- Se balizará la zona situada bajo el andamio de cremallera para evitar el acceso a la zona de riesgo.
- Se cumplirán las indicaciones del fabricante en cuanto a la carga máxima.
- No se permitirán construcciones auxiliares realizadas in situ para alcanzar zonas alejadas.

2.2.5.4 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.

Relación de máquinas y herramientas que está previsto utilizar en la obra, con sus correspondientes medidas preventivas y protecciones colectivas:

2.2.5.4.1 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

2.2.5.4.2 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.

2.2.5.4.3 Sierra circular

- Su uso está destinado exclusivamente al corte de elementos o piezas de la obra
- Para el corte de materiales cerámicos o pétreos se emplearán discos abrasivos y para elementos de madera discos de sierra.
- Deberá existir un interruptor de parada cerca de la zona de mando.
- La zona de trabajo deberá estar limpia de serrín y de virutas, para evitar posibles incendios.
- Las piezas a serrar no contendrán clavos ni otros elementos metálicos.
- El trabajo con el disco agresivo se realizará en húmedo.
- No se utilizará la sierra circular sin la protección de prendas adecuadas, tales como mascarillas antipolvo y gafas.

2.2.5.4.4 Sierra circular de mesa

- Será utilizado exclusivamente por la persona debidamente autorizada.
- El trabajador que utilice la sierra circular estará debidamente formado en su uso y manejo, conocerá el contenido del manual de instrucciones, las correctas medidas preventivas a adoptar y el uso de los EPI necesarios
- Las sierras circulares se ubicarán en un lugar apropiado, sobre superficies firmes y secas, a distancias superiores a tres metros del borde de los forjados, salvo que éstos estén debidamente protegidos por redes, barandillas o petos de remate
- En los casos en que se superen los valores de exposición al ruido indicados en el artículo 51 del Real Decreto 286/06 de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas, tales como el empleo de protectores auditivos
- La sierra estará totalmente protegida por la parte inferior de la mesa, de manera que no se pueda acceder al disco
- La parte superior de la sierra dispondrá de una carcasa metálica que impida el acceso al disco de sierra, excepto por el punto de introducción del elemento a cortar, y la proyección de partículas
- Se utilizará siempre un empujador para guiar el elemento a cortar, de modo que en ningún caso la mano quede expuesta al disco de la sierra
- La instalación eléctrica de la máquina estará siempre en perfecto estado y condiciones, comprobándose periódicamente el cableado, las clavijas y la toma de tierra
- Las piezas a serrar no contendrán clavos ni otros elementos metálicos.
- El operario se colocará a sotavento del disco, evitando la inhalación de polvo

2.2.5.4.5 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 conexiones eléctricas a través de clemas se protegerán con carcasas anticontactos eléctricos.
- 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.

2.2.6 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.

2.2.6.1 *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.

2.2.6.2 *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.

2.2.6.3 *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.

2.2.6.4 *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.

2.2.6.5 *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.

2.2.6.6 Incendios

- No se fumará en presencia de materiales fungibles ni en caso de existir riesgo de incendio

2.2.6.7 Intoxicación por emanaciones

- Los locales y las zonas de trabajo dispondrán de ventilación suficiente.
- Se utilizarán mascarillas y filtros apropiados.

2.2.7 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.

2.2.7.1 Caída de objetos

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se montarán marquesinas en los accesos.
- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.
- Se evitará el amontonamiento de materiales u objetos sobre los andamios.
- No se lanzarán cascotes ni restos de materiales desde los andamios.

Equipos de protección individual (EPI):

- Casco de seguridad homologado.
- Guantes y botas de seguridad.
- Uso de bolsa portaherramientas.

2.2.7.2 Dermatitis

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se evitará la generación de polvo de cemento.

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes y ropa de trabajo adecuada.

2.2.7.3 *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.

2.2.7.4 *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.

2.2.7.5 *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.

2.2.8 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 del edificio construido que entrañan mayores riesgos.

2.2.8.1 Trabajos en cerramientos exteriores y 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 andamios 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.

2.2.8.2 Trabajos en instalaciones

Los trabajos correspondientes a las instalaciones de fontanería, eléctrica y de gas, deberán realizarse por personal cualificado, cumpliendo las especificaciones establecidas en su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, así como en la normativa vigente en cada materia.

Antes de la ejecución de cualquier trabajo de reparación o de mantenimiento de los ascensores y montacargas, deberá elaborarse un Plan de Seguridad suscrito por un técnico competente en la materia.

2.2.8.3 Trabajos con pinturas y barnices

Los trabajos con pinturas u otros materiales cuya inhalación pueda resultar tóxica deberán realizarse con ventilación suficiente, adoptando los elementos de protección adecuados.

2.2.9 Trabajos que implican riesgos especiales

En la obra objeto del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud concurren los siguientes riesgos especiales presentes en el Anexo II. "Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores" del R.D. 1627/97 de 24 de Octubre.

- Trabajos con riesgos especialmente graves de sepultamiento, hundimiento o caída de altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo. (Punto 1)
- Trabajos en los que la exposición a agentes químicos o biológicos suponga un riesgo de especial gravedad, o para los que la vigilancia específica de la salud de los trabajadores sea legalmente exigible. (Punto 2)
- Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados pesados. (Punto 10)

Estos riesgos están presentes a la hora de instalar los módulos fotovoltaicos y los inversores.

2.2.10 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.

2.2.11 Medidas de prevención para hacer frente a la crisis sanitaria ocasionada por la COVID-19

- 1) Sin perjuicio del cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales y del resto de la normativa laboral que resulte de aplicación, el director del centro de trabajo deberá:
 - a. Adoptar medidas de ventilación, limpieza y desinfección adecuadas a las características e intensidad de uso de los centros de trabajo, con arreglo a los protocolos que se establezcan en cada caso.
 - b. Poner a disposición de los trabajadores agua y jabón, o geles hidroalcohólicos o desinfectantes con actividad virucida, autorizados por las autoridades sanitarias para la limpieza de manos.
 - c. Adaptar las condiciones de trabajo, incluida la ordenación de los puestos de trabajo y la organización de los turnos, así como el uso de los lugares comunes de forma que se garantice el mantenimiento de una distancia de seguridad interpersonal mínima entre los trabajadores, de acuerdo con la regulación vigente. Cuando ello no sea posible, deberá proporcionarse a los trabajadores equipos de protección adecuados al nivel de riesgo.
 - d. Adoptar medidas para evitar la coincidencia masiva de personas, tanto trabajadores como clientes o usuarios, en los centros de trabajo durante las franjas horarias de mayor afluencia previsible.
 - e. Adoptar medidas para la reincorporación progresiva de forma presencial a los puestos de trabajo y la potenciación del uso del teletrabajo cuando por la naturaleza de la actividad laboral sea posible.
- 2) Las personas que presenten síntomas compatibles con COVID-19 o estén en aislamiento domiciliario debido a un diagnóstico por COVID-19 o que se encuentren en periodo de cuarentena domiciliaria por haber tenido contacto estrecho con alguna persona con COVID-19 no deberán acudir a su centro de trabajo.
- 3) Si un trabajador empezara a tener síntomas compatibles con la enfermedad, se contactará de inmediato con el teléfono habilitado para ello por las autoridades sanitarias, y, en su caso, con los correspondientes servicios de prevención de riesgos laborales. De manera inmediata, el trabajador se colocará una mascarilla y será aislado del resto del personal, siguiendo las recomendaciones que se le indiquen, hasta que su situación médica sea valorada por un profesional sanitario.

2.2.12 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.

2.2.13 Normativa y legislación 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

Seguridad y Salud en los lugares de trabajo

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

Manipulación de cargas

Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

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

Utilización de equipos de trabajo

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 7 de agosto de 1997

Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 25 de octubre de 1997

Real Decreto por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión

Real Decreto 709/2015, de 24 de julio, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

B.O.E.: 2 de septiembre de 2015

Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias

Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

B.O.E.: 11 de octubre de 2021

Señalización de seguridad y salud en el trabajo

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

Utilización de equipos de protección individual

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 12 de junio de 1997

Orden por la que se establece el suministro a las empresas de botiquines con material de primeros auxilios en caso de accidente de trabajo, como parte de la acción protectora del sistema de la Seguridad Social

Orden TAS/2947/2007, de 8 de octubre, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 11 de octubre de 2007

DB-HS Salubridad

Código Técnico de la Edificación (CTE). Documento Básico HS.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, del Ministerio de Vivienda.

B.O.E.: 28 de marzo de 2006

Modificado por el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, del Ministerio de Vivienda.

B.O.E.: 23 de octubre de 2007

Corrección de errores.

B.O.E.: 25 de enero de 2008

Criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano

Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 21 de febrero de 2003

Criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis

Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, del Ministerio de Sanidad y Consumo.

B.O.E.: 18 de julio de 2003

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

B.O.E.: Suplemento al nº 224, de 18 de septiembre de 2002

Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones

Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 1 de abril de 2011

Instrucción 8.3-IC Señalización de obras

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

Señalización de seguridad y salud en el trabajo

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

2.1.5.2. YSH. Señalización horizontal**Instrucción 8.3-IC Señalización de obras**

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

Instrucción 8.3-IC Señalización de obras

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

Instrucción 8.3-IC Señalización de obras

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

Señalización de seguridad y salud en el trabajo

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

2.2.14 Pliego de cláusulas administrativas

2.2.14.1 Disposiciones generales

2.2.14.1.1 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 en centro termal de Adeje", situada en Calle Galicia, Adeje (Santa Cruz de Tenerife), según el proyecto redactado por Javier Padilla Pérez. 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.

2.2.14.2 Disposiciones facultativas

2.2.14.2.1 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".

2.2.14.2.2 El promotor

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

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.

2.2.14.2.3 El proyectista

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

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.

2.2.14.2.4 El contratista y subcontratista

Contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor, con medios humanos y materiales propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras, con sujeción al proyecto y al contrato.

Subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

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.

2.2.14.2.5 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.

2.2.14.2.6 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.

2.2.14.2.7 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.

2.2.14.2.8 Trabajadores Autónomos

Es la persona física, distinta del contratista y subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo y que asume contractualmente ante el promotor, el contratista o el subcontratista, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

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.

2.2.14.2.9 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.

2.2.14.2.10 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.

2.2.14.2.11 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.

2.2.14.3 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.

2.2.14.4 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.

2.2.14.5 Salud e higiene en el trabajo

2.2.14.5.1 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.

2.2.14.5.2 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.

2.2.14.6 Documentación de obra

2.2.14.6.1 Estudio Básico de Seguridad y Salud

Es el documento elaborado por el técnico competente designado por el promotor, donde se precisan 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.

Incluye también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

2.2.14.6.2 Plan de seguridad y salud

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

El coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra aprobará el plan de seguridad y salud antes del inicio.

El plan de seguridad y salud podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones

que puedan surgir durante el desarrollo de esta, siempre con la aprobación expresa del Coordinador de Seguridad y Salud y la dirección facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos y de la dirección facultativa.

2.2.14.6.3 Acta de aprobación del plan

El plan de seguridad y salud elaborado por el contratista será aprobado por el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, por la dirección facultativa o por la Administración en el caso de obras públicas, quien deberá emitir un acta de aprobación como documento acreditativo de dicha operación, visado por el Colegio Profesional correspondiente.

2.2.14.6.4 Comunicación de apertura de centro de trabajo

La comunicación de apertura del centro de trabajo a la autoridad laboral competente será previa al comienzo de los trabajos y se presentará únicamente por los empresarios que tengan la consideración de contratistas.

La comunicación contendrá los datos de la empresa, del centro de trabajo y de producción y/o almacenamiento del centro de trabajo. Deberá incluir, además, el plan de seguridad y salud.

2.2.14.6.5 Libro de incidencias

Con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, en cada centro de trabajo existirá un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado a tal efecto.

Será facilitado por el colegio profesional que vise el acta de aprobación del plan o la oficina de supervisión de proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las administraciones públicas.

El libro de incidencias deberá mantenerse siempre en la obra, en poder del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, teniendo acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, deberá notificar al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste, sobre las anotaciones efectuadas en el libro de incidencias.

Cuando las anotaciones se refieran a cualquier incumplimiento de las advertencias u observaciones anteriores, se remitirá una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas. En todo caso, deberá especificarse si la anotación se trata de una nueva observación o supone una reiteración de una advertencia u observación anterior.

2.2.14.6.6 Libro de órdenes

En la obra existirá un libro de órdenes y asistencias, en el que la dirección facultativa reseñará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

Las anotaciones así expuestas tienen rango de órdenes o comentarios necesarios de ejecución de obra y, en consecuencia, serán respetadas por el contratista de la obra.

2.2.14.6.7 Libro de subcontratación

El contratista deberá disponer de un libro de subcontratación, que permanecerá en todo momento en la obra, reflejando por orden cronológico desde el comienzo de los trabajos, todas y cada una de las subcontrataciones realizadas en una determinada obra con empresas subcontratistas y trabajadores autónomos.

Al libro de subcontratación tendrán acceso el promotor, la dirección facultativa, el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, las empresas y trabajadores autónomos intervinientes en la obra, los técnicos de prevención, los delegados de prevención, la autoridad laboral y los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la ejecución de la obra.

2.2.14.7 Disposiciones Económicas

El marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra, se fija en el pliego de condiciones del proyecto o en el correspondiente contrato de obra entre el promotor y el contratista, debiendo contener al menos los puntos siguientes:

- Fianzas
- De los precios
 - Precio básico
 - Precio unitario
 - Presupuesto de Ejecución Material (PEM)
 - Precios contradictorios
 - Reclamación de aumento de precios
 - Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios
 - De la revisión de los precios contratados
 - Acopio de materiales
 - Obras por administración
- Valoración y abono de los trabajos
- Indemnizaciones Mutuas
- Retenciones en concepto de garantía
- Plazos de ejecución y plan de obra
- Liquidación económica de las obras
- Liquidación final de la obra

2.2.15 Pliego de condiciones técnicas particulares

2.2.15.1 Medios de protección colectiva

Los medios de protección colectiva se colocarán según las especificaciones del plan de seguridad y salud antes de iniciar el trabajo en el que se requieran, no suponiendo un riesgo en sí mismos.

Se repondrán siempre que estén deteriorados, al final del periodo de su vida útil, después de estar sometidos a solicitaciones límite, o cuando sus tolerancias sean superiores a las admitidas o aconsejadas por el fabricante.

El mantenimiento será vigilado de forma periódica (cada semana) por el Delegado de Prevención.

2.2.15.2 Medios de protección individual

Dispondrán de marcado CE, que llevarán inscrito en el propio equipo, en el embalaje y en el folleto informativo.

Serán ergonómicos y no causarán molestias innecesarias. Nunca supondrán un riesgo en sí mismos, ni perderán su seguridad de forma involuntaria.

El fabricante los suministrará junto con un folleto informativo en el que aparecerán las instrucciones de uso y mantenimiento, nombre y dirección del fabricante, grado o clase de protección, accesorios que pueda llevar y características de las piezas de repuesto, límite de uso, plazo de vida útil y controles a los que se ha sometido. Estará redactado de forma comprensible y, en el caso de equipos de importación, traducidos a la lengua oficial.

Serán suministrados gratuitamente por el empresario y se reemplazarán siempre que estén deteriorados, al final del periodo de su vida útil o después de estar sometidos a solicitaciones límite.

Se utilizarán de forma personal y para los usos previstos por el fabricante, supervisando el mantenimiento el Delegado de Prevención.

2.2.15.3 Instalaciones provisionales de salud y confort

Los locales destinados a instalaciones provisionales de salud y confort tendrán una temperatura, iluminación, ventilación y condiciones de humedad adecuadas para su uso. Los revestimientos de los suelos, paredes y techos serán continuos, lisos e impermeables, acabados preferentemente con colores claros y con material que permita la limpieza con desinfectantes o antisépticos.

El contratista mantendrá las instalaciones en perfectas condiciones sanitarias (limpieza diaria), estarán provistas de agua corriente fría y caliente y dotadas de los complementos necesarios para higiene personal, tales como jabón, toallas y recipientes de desechos.

2.2.15.3.1 Vestuarios

Serán de fácil acceso, estarán próximos al área de trabajo y tendrán asientos y taquillas independientes bajo llave, con espacio suficiente para guardar la ropa y el calzado.

Se dispondrá una superficie mínima de 2 m² por cada trabajador destinada a vestuario, con una altura mínima de 2,30 m.

Cuando no se disponga de vestuarios, se habilitará una zona para dejar la ropa y los objetos personales bajo llave.

2.2.15.3.2 Aseos y duchas

Estarán junto a los vestuarios y dispondrán de instalación de agua fría y caliente, ubicando al menos una cuarta parte de los grifos en cabinas individuales con puerta con cierre interior.

Las cabinas tendrán una superficie mínima de 2 m² y una altura mínima de 2,30 m.

La dotación mínima prevista para los aseos será de:

- 1 ducha por cada 10 trabajadores o fracción que trabajen en la misma jornada
- 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

2.2.15.3.3 Retretes

Serán de fácil acceso y estarán próximos al área de trabajo. Se ubicarán preferentemente en cabinas de dimensiones mínimas 1,2x1,0 m con altura de 2,30 m, sin visibilidad desde el exterior y provistas de percha y puerta con cierre interior.

Dispondrán de ventilación al exterior, pudiendo no tener techo siempre que comuniquen con aseos o pasillos con ventilación exterior, evitando cualquier comunicación con comedores, cocinas, dormitorios o vestuarios.

Tendrán descarga automática de agua corriente y en el caso de que no puedan conectarse a la red de alcantarillado se dispondrá de letrinas sanitarias o fosas sépticas.

2.2.15.3.4 Comedor y cocina

Los locales destinados a comedor y cocina estarán equipados con mesas, sillas de material lavable y vajilla, y dispondrán de calefacción en invierno. Quedarán separados de las áreas de trabajo y de cualquier fuente de contaminación ambiental.

En el caso de que los trabajadores lleven su propia comida, dispondrán de calentaplatos, prohibiéndose fuera de los lugares previstos la preparación de la comida mediante fuego, brasas o barbacoas.

La superficie destinada a la zona de comedor y cocina será como mínimo de 2 m² por cada operario que utilice dicha instalación.



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

ANEXO 3

Documentación técnica

**Instalación fotovoltaica en un centro termal
polifuncional en Adeje.**

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y
Automática

Autor: Javier Padilla Pérez

Tutor: José Francisco Gómez González

Curso 2021-2022

2.3 Anexo 3. Documentación técnica.

DEEP BLUE 3.0

Mono

550W MBB Half-cell Module

JAM72S30 525-550/MR Series

Introduction

Assembled with 11BB PERC cells, the half-cell configuration of the modules offers the advantages of higher power output, better temperature-dependent performance, reduced shading effect on the energy generation, lower risk of hot spot, as well as enhanced tolerance for mechanical loading.



Higher output power



Lower LCOE



Less shading and lower resistive loss

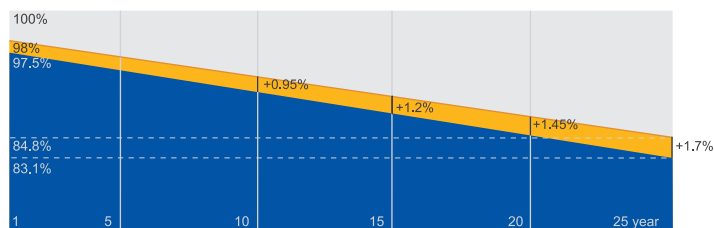


Better mechanical loading tolerance

Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 25-year linear power output warranty

0.55% Annual Degradation Over 25 years



■ New linear power warranty ■ Standard module linear power warranty

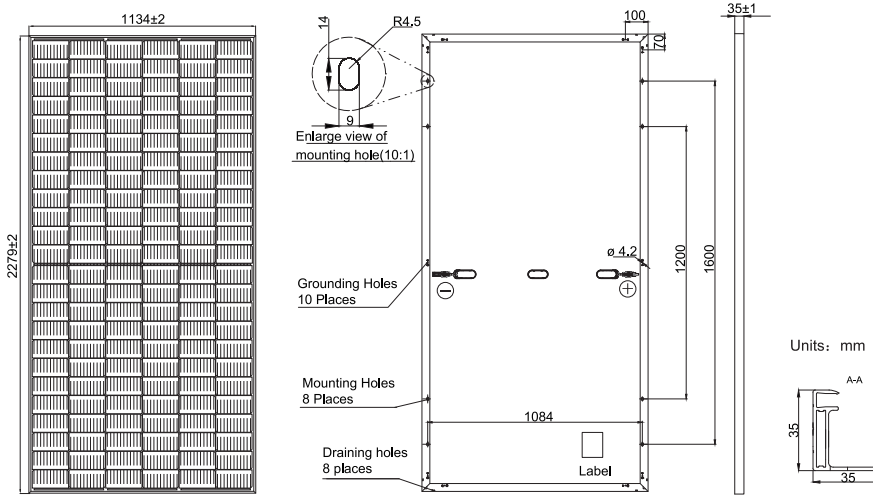
Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001: 2018 Occupational health and safety management systems
- IEC TS 62941: 2016 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Guidelines for increased confidence in PV module design qualification and type approval



MECHANICAL DIAGRAMS

SPECIFICATIONS



Cell	Mono
Weight	28.6kg±3%
Dimensions	2279±2mm×1134±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm ² (IEC) , 12 AWG(UL)
No. of cells	144(6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/400mm(-); Landscape: 1300mm(+)/1300mm(-)
Packaging Configuration	31pcs/Pallet, 620pcs/40ft Container

Remark: customized frame color and cable length available upon request

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM72S30 -525/MR	JAM72S30 -530/MR	JAM72S30 -535/MR	JAM72S30 -540/MR	JAM72S30 -545/MR	JAM72S30 -550/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	525	530	535	540	545	550
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.15	49.30	49.45	49.60	49.75	49.90
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	41.15	41.31	41.47	41.64	41.80	41.96
Short Circuit Current(Isc) [A]	13.65	13.72	13.79	13.86	13.93	14.00
Maximum Power Current(Imp) [A]	12.76	12.83	12.90	12.97	13.04	13.11
Module Efficiency [%]	20.3	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α _{Isc})	+0.045%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β _{Voc})	-0.275%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ _{Pmp})	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25°C, AM1.5G					

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer.They only serve for comparison among different module types.

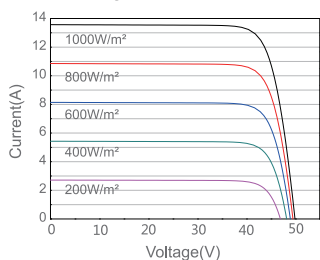
ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

OPERATING CONDITIONS

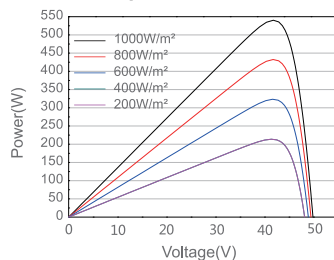
TYPE	JAM72S30 -525/MR	JAM72S30 -530/MR	JAM72S30 -535/MR	JAM72S30 -540/MR	JAM72S30 -545/MR	JAM72S30 -550/MR		
Rated Max Power(Pmax) [W]	397	401	405	408	412	416	Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	46.05	46.18	46.31	46.43	46.55	46.68	Operating Temperature	-40°C~+85°C
Max Power Voltage(Vmp) [V]	38.36	38.57	38.78	38.99	39.20	39.43	Maximum Series Fuse Rating	25A
Short Circuit Current(Isc) [A]	10.97	11.01	11.05	11.09	11.13	11.17	Maximum Static Load,Front* Maximum Static Load,Back*	5400Pa(112lb/ft ²) 2400Pa(50lb/ft ²)
Max Power Current(Imp) [A]	10.35	10.39	10.43	10.47	10.51	10.55	NOCT	45±2°C
NOCT	Irradiance 800W/m ² , ambient temperature 20°C,wind speed 1m/s, AM1.5G						Safety Class	Class II
							Fire Performance	UL Type 1

CHARACTERISTICS

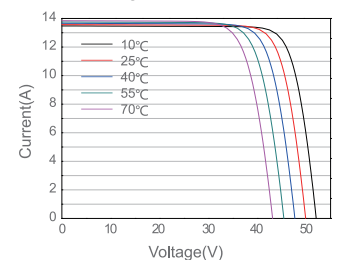
Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Power-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



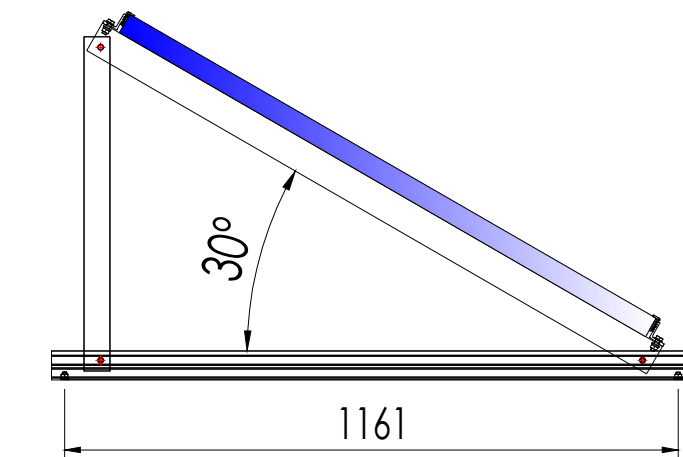
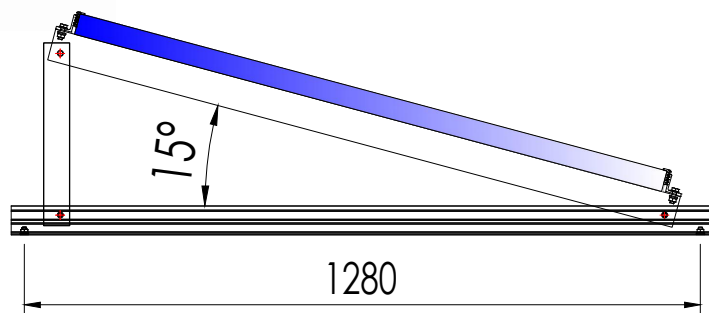
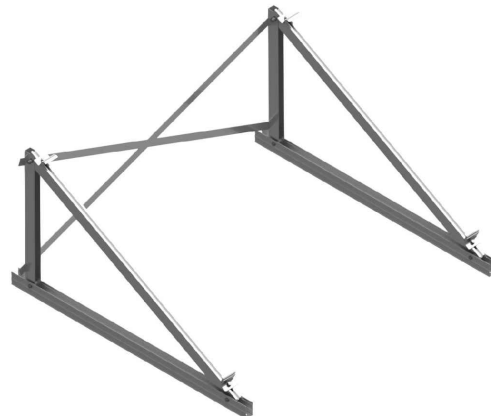
Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Ficha técnica

Soporte inclinado cerrado para cubierta metálica,
1 módulo.

20H



- Soporte inclinado para cubierta metálica o subestructura.
- Anclaje a chapa.
- Soporte premontado.
- Sin perfil guía.
- Disposición de los módulos: Horizontal.
- Valido para espesores de módulos de 30 hasta 45 mm.
- Tornillería de anclaje no incluida.
- Kits unitarios de 1 módulo.
- Inclinación estándar 15° y 30°

Viento: Hasta 150 Km/h (Ver documento de velocidades del viento)

Materiales: Perfilera de aluminio EN AW 6005A T6
Tornillería de acero inoxidable A2-70

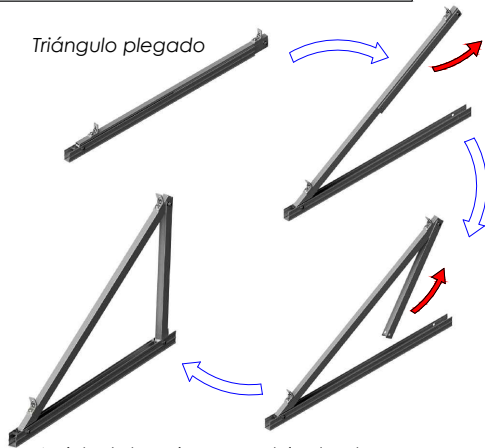
Comprobar el buen estado y la capacidad portante de la cubierta antes de cualquier instalación.

Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada.

Para módulos de hasta 2279x1150 - Sistema Kit

2279x1150  (Ver página 2)

Triángulo plegado



Apriete de las uniones y anclaje al suelo mediante tornillo de hasta M10

Par de apriete:

Tornillo Presor	7 Nm
Tornillo M8 Hexagonal	20 Nm
Tornillo M10 Hexagonal	40 Nm
Tornillo M6.3 Hexagonal	10 Nm

Herramientas necesarias:



Seguridad:



Reservado el derecho a efectuar modificaciones. Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.

Inversor de String Inteligente

SUN2000-60KTL-M0



Inteligente

- monitorización inteligente de 12 strings y resolución rápida de problemas.
- Soporte de comunicaciones por línea de alimentación eléctrica (PLC).
- Soporte de diagnóstico inteligente de curvas I-V.

Eficiente

- Máxima eficiencia del 98,9%, eficiencia europea del 98,7% (@480Vac)
- Máxima eficiencia del 98,9%, eficiencia europea del 98,7% (@380Vac / 400Vac)
- 6 MPPT para adaptarse de manera versátil a distintas disposiciones

Seguro

- Desconexión de CC integrada; mantenimiento seguro y práctico.
- Unidad de monitorización de la intensidad Residual (RCMU) integrada.
- Diseño sin fusibles.

Confiable

- Tecnología de enfriamiento natural.
- Clase de protección IP65.
- Protectores de sobreintensidad tipo II tanto para CC como para CA.

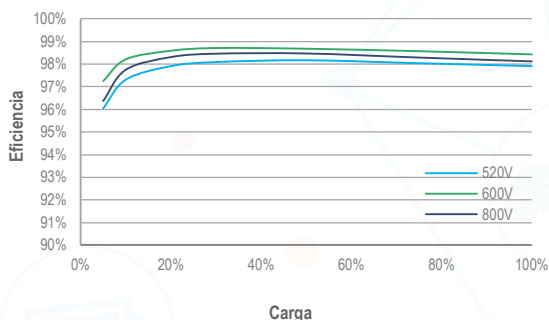
Inversor de String Inteligente (SUN2000-60KTL-M0)



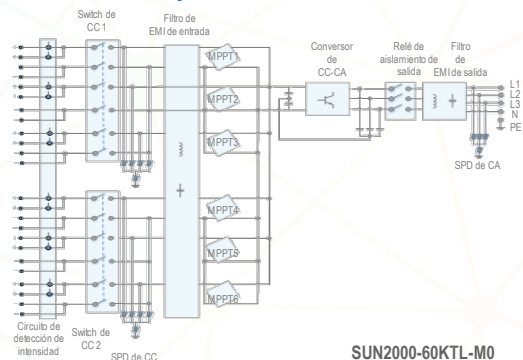
Especificaciones técnicas	SUN2000-60KTL-M0
	Eficiencia
Eficiencia máxima	98.9% @480 Vac; 98.7% @380 Vac / 400 Vac
Eficiencia europea	98.7% @480 Vac; 98.5% @380 Vac / 400 Vac
	Entrada
Máx. tensión de entrada	1,100 V
Máx. intensidad por MPPT	22 A
Máx. intensidad de cortocircuito por MPPT	30 A
tensión de entrada inicial	200 V
Rango de tensión de operación de MPPT	200 V~1,000 V
tensión nominal de entrada	600 V @380 Vac / 400 Vac; 720 V @480 Vac
Máx. cantidad de entradas	12
Cantidad de MPPT	6
	Salida
Potencia nominal activa de CA	60,000 W
Máx. potencia aparente de CA	66,000 VA
Máx. potencia activa de CA (cosφ=1)	66,000 W
tensión nominal de salida	220V / 380V, 230V / 400V, default 3W+N+PE; 3W+PE optional in settings 277V / 480V, 3W+PE
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz
intensidad de salida nominal	91.2 A @380 Vac, 86.7 A @400 Vac, 72.2 A @480 Vac
Máx. intensidad de salida	100 A @380 Vac, 95.3 A @400 Vac, 79.4 A @480 Vac
Factor de potencia ajustable	0.8 LG ... 0.8 LD
Máx. distorsión armónica total	< 3%
	Protección
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Si
Protección contra funcionamiento en isla	Si
Protección contra sobreintensidad de CA	Si
Protección contra polaridad inversa de CC	Si
monitorización de fallas en strings de sistemas fotovoltaicos	Si
Protector contra sobreintensidad de CC	Tipo II
Protector contra sobreintensidad de CA	Tipo II
Detección de aislamiento de CC	Si
Unidad de monitorización de la intensidad Residual	Si
	Comunicación
Visualización	Indicadores LED, Bluetooth + APP
RS485	Si
USB	Si
Comunicación por línea de alimentación eléctrica (PLC)	Si
	General
Dimensiones (ancho x altura x profundidad)	1,075 x 555 x 300 mm (42.3 x 21.9 x 11.8 pulgadas)
Peso (con soporte de montaje)	74 kg (163.1 lb.)
Rango de temperatura de operación	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Enfriamiento	Convección natural
Altitud de operación	4,000 m (13,123 ft.)
Humedad relativa	0 ~ 100%
Conector de CC	Amphenol Helios H4
Conector de CA	Terminal de PG resistente al agua + Arandela
Clase de protección	IP65
Topología	Sin transformador
	Cumplimiento de normas (Más información disponible a pedido)
Certificado	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 62910, IEC 60068, IEC 61683
Código de red	IEC 61727, VDE 4105/0126, UTE C 15-712-1, EN 50438, CLC/TS 50549-1, CEI 0-16/21, C10/11, RD 1699, PO 12.9

Curva de eficiencia

SUN2000-60KTL-M0@400V



Esquema eléctrico



SUN2000-60KTL-M0

El texto y las figuras reflejan el estado técnico actual al momento de la impresión. Sujeto a cambios técnicos. Se exceptúan errores y omisiones. Huawei no será responsable de errores de impresión o de otro tipo. Para obtener mayor información, visite el sitio web solar.huawei.com. Versión No.:01-(201806)

SUN2000-30/36/40KTL-M3 Smart PV Controller



Inteligente

Monitorización a nivel de string



Eficiente

Eficiencia máxima del 98.7%



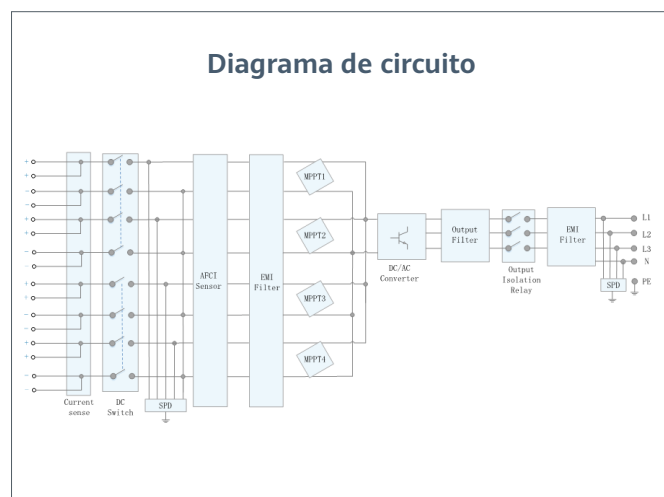
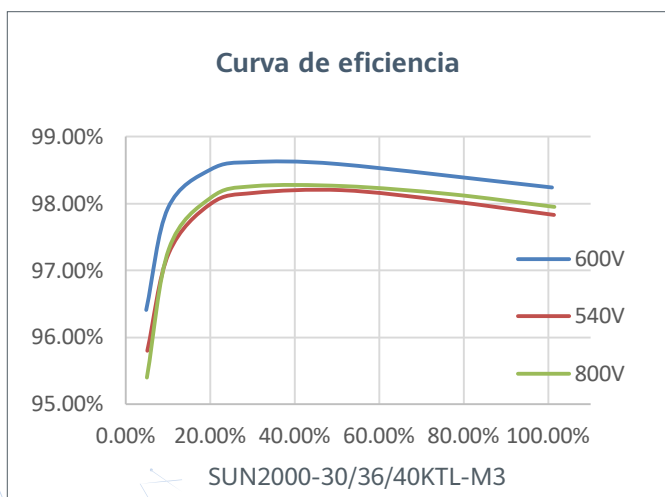
Seguro

Diseño sin fusibles



Confiable

Descargadores de sobretensión tipo II de CC y CA



Especificaciones técnicas	SUN2000-30KTL-M3	SUN2000-36KTL-M3	SUN2000-40KTL-M3
---------------------------	------------------	------------------	------------------

Eficiencia	
Máxima eficiencia	98.7%
Eficiencia europea ponderada	98.4%

Entrada	
Tensión máxima de entrada ¹	1,100 V
Intensidad de entrada máxima por MPPT	26 A
Intensidad de cortocircuito máxima	40 A
Tensión de arranque	200 V
Rango de tensión de operación ²	200 V ~ 1000 V
Tensión nominal de entrada	600 V
Cantidad de entradas	8
Cantidad de MPPTs	4

Salida			
Potencia nominal activa de CA	30,000 W	36,000 W	40,000 W
Máx. potencia aparente de CA	33,000 VA	40,000 VA	44,000 VA
Tensión nominal de Salida	230 Vac / 400 Vac, 3W/N+PE		
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz		
Intensidad nominal de salida	43.3 A	52.0 A	57.8 A
Máx. intensidad de salida	47.9 A	58.0 A	63.8 A
Factor de potencia ajustable	0.8 LG ... 0.8 LD		
Máx. distorsión armónica total	< 3%		

Características y protecciones	
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí
Protección anti-isla	Sí
Protección contra sobreintensidad de CA	Sí
Protección contra polaridad inversa CC	Sí
Monitorización a nivel de string	Sí
Descargador de sobretensiones de CC	Sí
Descargador de sobretensiones de CA	Sí
Detección de resistencia de aislamiento CC	Sí
Monitorización de corriente residual	Sí
Protección ante fallo por arco eléctrico	Sí
Control del receptor Ripple	Sí
Recuperación PID integrada ³	Sí

Comunicación	
Display	Indicadores LED, WLAN Integrado + FusionSolar APP
RS485	Sí
Smart Dongle	WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Opcional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Opcional)
Monitoring BUS (MBUS)	Sí (transformador de aislamiento requerido)

Especificaciones generales	
Dimensiones (Ancho x Profundo x Alto)	640 x 530 x 270 mm (25.2 x 20.9 x 10.6 inch)
Peso (Kit de herramientas para soporte de suelo incluido)	43 kg (94.8 lb)
Nivel de Ruido	< 46 dB
Rango de temperaturas en operación	-25 ~ + 60 °C (-13 °F ~ 140 °F)
Ventilación	Convección natural
Max. Altitud de operación	0 - 4,000 m (13,123 ft.)
Humedad relativa	0% RH ~ 100% RH
Conector de CC	Staubli MC4
Conector de CA	Terminal PG impermeable + conector OT/DT
Grado de Protección	IP 66
Tipología	Sin transformador
Consumo de energía durante la noche	≤ 5.5W

Compatibilidad con optimizador	
Optimizador compatible con DC MBUS	SUN2000-450W-P

Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)	
Seguridad	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683
Estándares de conexión a red eléctrica	IEC 61727, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, BDEW, G59/3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 661, RD 1699, P.O. 12.3, RD 413, EN-50438-Turkey, EN-50438-Ireland, C10/11, MEA, Resolution No.7, NRS 097-2-1, AS/NZS 4777.2, DEWA


1. El voltaje de entrada máximo es el límite superior del voltaje de CC. Cualquier voltaje DC de entrada más alto probablemente dañaría el inversor.

2. Cualquier voltaje de entrada de CC más allá del rango de voltaje de funcionamiento puede provocar un funcionamiento incorrecto del inversor.

3. SUN2000-30-40KTL-M3 aumenta por encima de cero la tensión entre la FV- y tierra a través de la función de recuperación PID, con el fin de recuperar la degradación del módulo debido al efecto PID. Compatible con módulos tipo-P (mono, poli), tipo-N (nPERT, HIT)



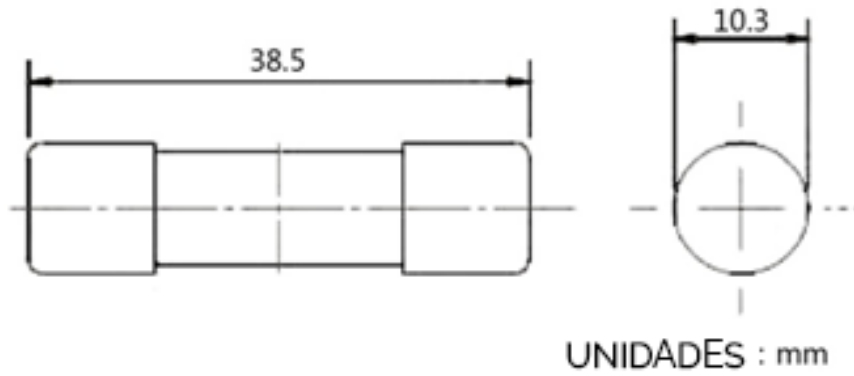
Ficha técnica
FUSIBLE SOLAR DC
10x38 ZTPV-25

MODELO	ZTPV 25
Imagen	
Tamaño (mm)	10x38
Tensión nominal Ue (V)	DC1000
Corriente nominal In (A)	1 2 3 4 5 6 8 10 12 15 16 20 25 30 32
Capacidad de ruptura nominal (33)	33
Clase de operación	gPV
Temperatura de trabajo	-50~105
Altitud (m)	≤ 2000
Peso (g)	10
Estándar	IEC60269.6

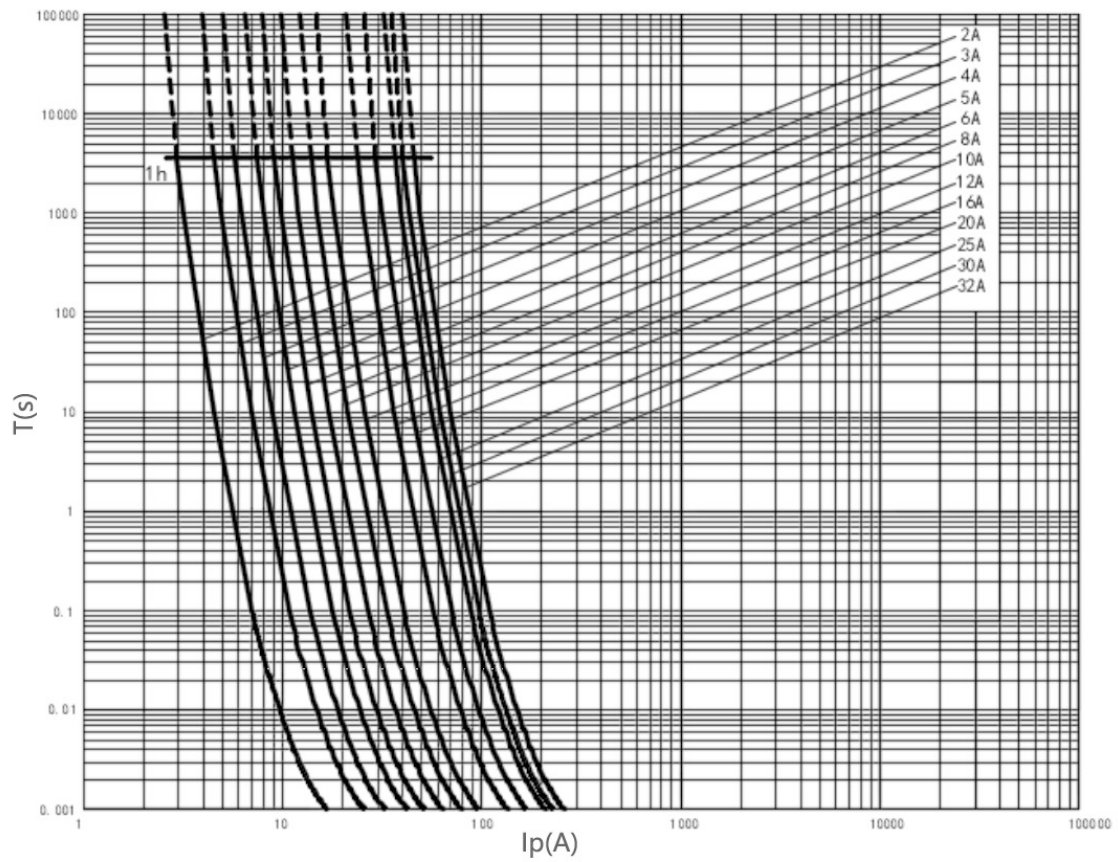
Detalles del material

Nombre de la pieza	Tapa	Cuerpo	Elemento fusible	Agente extintor de arcos
Material	Cobre rojo	Óxido de aluminio	Plata	Silicio

DIBUJO ACOTADO



CURVA DE CARACTERÍSTICAS



Características Tiempo-Corriente

PRYSUN H1Z2Z2-K

Tensión asignada: 1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.)
1,5/1,5 kVdc (1,8/1,8 kVdc máx.)

Norma de referencia: EN 50618; IEC 62930

Designación genérica: H1Z2Z2-K



CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS



NO PROPAGACIÓN DE LA LLAMA
EN 60332-1-2
IEC 60332-1-2
NFC 32070-C2



LIBRE DE HALÓGENOS
HALOGEN FREE
IEC 62821-1 Anexo B
EN 50525-1 Anexo B



BAJA OPACIDAD DE HUMOS
EN 61034-2
IEC 61034-2



DESCÁRGATE
la DoP (Declaración de Prestaciones) en este código QR.
<https://es.prysmiangroup.com/DoP>



Nº DoP 1009483



MÁXIMA RESISTENCIA AL AGUA (AD7)



RESISTENCIA AL FRÍO



CABLE FLEXIBLE



RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETA



RESISTENCIA A LOS GOLPES



RESISTENCIA A LOS AGENTES QUÍMICOS



RESISTENCIA AL OZONO



RESISTENCIA AL CALOR HÚMEDO



ENSAYOS ADICIONALES CABLE FV PRYSUN

Vida estimada	25 años
Certificación	Bureau Veritas LCIE
Servicios móviles	SI
Doble aislamiento (clase II)	SI
Tª máxima de conductor	90°C (120°C, 20 000 h)
Resistencia al ozono	IEC 62930 Tab.3 según IEC 60811-403 ; EN 50618 Tab.2 según EN 50396 tipo de prueba B
Resistencia a los rayos UVA	IEC 62930 Anexo E; EN 50618 Anexo E
Protección contra el agua	(AD7) Inmersión
Resistencia a ácidos y bases	IEC 62930 y EN 50618 Anexo B 7 días, 23 °C N-ácido oxálico, N-hidróxido sódico (según IEC 60811-404; EN 60811-404)
Prueba de contracción	IEC 62930 Tab 2 según IEC 60811-503; EN 50618 Tab 2 según EN 60811-503 (máxima contracción 2 %)
Resistencia al calor húmedo	IEC 62930 Tab.2 y EN 50618 Tab.2 1000h a 90°C y 85% de humedad según IEC 60068-2-78, EN- 60068-2-78
Resistencia de aislamiento a largo plazo	IEC 62821-2 ; EN 50395-9 (240h/85°C water/1,8kV DC)
Respetuoso con el medioambiente	Directiva RoHS 2011/65/EU de la Unión Europea
Ensayo de penetración dinámica	IEC 62930 Anexo D; EN 50618 Anexo D
Doblado a baja temperatura	Doblado y alargamiento a -40°C según IEC 62930 Tab.2 según IEC60811-504 y -505 y EN 50618 Tab.2 según EN 60811-1-4 y EN 60811-504 y -505
Resistencia al impacto en frío	Resistencia al impacto a -40° C según IEC 62930 Anexo C según IEC 60811-506 y EN 50618 Anexo C según EN 60811-506
Durabilidad del marcado	IEC 62930; EN 50396

- Temperatura de servicio: -40 °C, +90 °C (120 °C, 20 000 h).
- Tensión continua de diseño: 1,5/1,5 kV.
- Tensión continua máxima: 1,8 kV.
- Tensión alterna de diseño: 1/1 kV.
- Tensión alterna máxima: 1,2 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 6,5 kV.
- Ensayo de tensión continua durante 5 min: 15 kV.
- Radio mínimo de curvatura estático (posición final instalado): 4D (D = diámetro exterior del cable máximo).

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): **Eca**. 8secciones desde 1x4 a 1x25.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo: EN 60332-1-2.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- No propagación de la llama: EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- Libre de halógenos: IEC 62821-1 Anexo B, EN 50525-1 Anexo B.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.

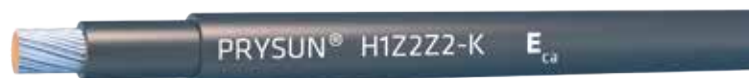
PRYSUN

H1ZZZ2-K

Tensión asignada: 1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kV_{ac} máx.)
1,5/1,5 kV_{dc} (1,8/1,8 kV_{dc} máx.)

Norma de referencia: EN 50618; IEC 62930

Designación genérica: H1ZZZ2-K



CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR

Metal: cobre estañado.
Flexibilidad: flexible, clase 5, según UNE EN 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 90 °C (120 °C, por 20 000 h)
Compuesto reticulado libre de halógenos: 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Compuesto reticulado según tabla B.1 de anexo B de EN 50618.

CUBIERTA

Material: Compuesto reticulado libre de halógenos según tabla B.1 de anexo B de EN 50618.
Colores: negro, rojo o azul.

APLICACIONES

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

Indicado también el lado de corriente continua en instalaciones de autoconsumo solar fotovoltaico.

DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm ²	DIÁMETRO MÁXIMO DEL CONDUCTOR mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE (VALOR MÁXIMO) mm	RADIO MÍNIMO DE CURBATURA DINÁMICO	RADIO MÍNIMO DE CURBATURA ESTÁTICO	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A 20 °C Ω/km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE. T AMBIENTE 60 °C y T CONDUCTOR 120 °C (3)	CAIDA DE TENSIÓN V/(A·km) (2)
1 x 1,5	1,8	5,4	22	16	33	13,7	24	30	27,4
1 x 2,5	2,4	5,9	24	18	45	8,21	34	41	16,42
1 x 4	3,0	6,6	26	20	61	5,09	46	55	10,18
1 x 6	3,9	7,4	30	22	80	3,39	59	70	6,78
1 x 10	5,1	8,8	35	26	124	1,95	82	98	3,90
1 x 16	6,3	10,1	40	30	186	1,24	110	132	2,48
1 x 25	7,8	12,5	63	50	286	0,759	140	176	1,59
1 x 35	9,2	14,0	70	56	390	0,565	182	218	1,13
1 x 50	11,0	16,3	82	65	542	0,393	220	276	0,786
1 x 70	13,1	18,7	94	75	792	0,277	282	347	0,554
1 x 95	15,1	20,8	125	83	953	0,210	343	416	0,42
1 x 120	17,0	22,8	137	91	1206	0,164	397	488	0,328
1 x 150	19,0	25,5	153	102	1500	0,132	458	566	0,264
1 x 185	21,0	28,5	171	114	1843	0,108	523	644	0,216
1 x 240	24,0	32,1	193	128	2394	0,0817	617	775	0,1634

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación monofásica o corriente continua en bandeja perforada al aire (40 °C). Con exposición directa al sol, multiplicar por 0,9.
→ XLPE2 con instalación tipo F → columna 13. (UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52).

(3) Instalación de conductores separados con renovación eficaz del aire en toda su cubierta (cables suspendidos).
Temperatura ambiente 60 °C (a la sombra) y temperatura máxima en el conductor 120 °C.
Valor que puede soportar el cable, 20 000 h a lo largo de su vida estimada (25 años).

Cables 0,6/1 kV

RZ1-K (AS) 0,6/1 kV CPR



Descripción

Los cables libres de halógenos RZ1-K (AS) CPR cumplen con los criterios de clasificación de productos de la construcción según Reglamento CPR 305/2011 y la norma EN 50575, siendo los indicados para instalaciones fijas, protegidas o no, donde en caso de incendio se requiera una baja emisión de humos y gases corrosivos, como locales de pública concurrencia, hospitales, escuelas, centros comerciales y aeropuertos. Son adecuados para instalaciones interiores y exteriores. Su gran flexibilidad los hace muy apropiados en instalaciones complejas y de gran dificultad.

Los cables RZ1-K (AS) 0,6/1kV se fabrican con cubierta de color verde según la norma UNE 21123. Los cables RZ1-K (AS) 0,6/1kV pueden fabricarse en otros colores según la norma IEC 60502. Normas de Referencia: UNE 21123 y HD 603 S1

Aplicaciones

Según el REBT 2002, para las siguientes instalaciones:

- ITC-BT 09 Redes de alimentación subterránea para instalaciones de alumbrado exterior
- ITC-BT 14 Línea general de alimentación
- ITC-BT 15 Derivación individual
- ITC-BT 20 Instalaciones interiores o receptoras
- ITC-BT 28 Locales de pública concurrencia

Igualmente se pueden utilizar en las siguientes:

- ITC-BT 07 Redes subterráneas para distribución en baja tensión
- ITC-BT 11 Redes de distribución de energía eléctrica. Acometidas subterráneas
- ITC-BT 30 Instalaciones en locales de características especiales

Apropiados para instalaciones en las que se quiera aumentar la protección contra incendios.

Adecuados para instalaciones interiores y exteriores, sobre soportes al aire, en tubos o enterrados.

Características Técnicas

1. Conductor	Cobre electrolítico flexible (Clase V) según UNE-EN 60228, EN 60228 e IEC 60228
2. Aislamiento	Polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 según UNE 21123, HD 603 S1 e IEC 60502-1
3. Cubierta	Polioléfina termoplástica tipo DMZ-E según UNE 21123 y UNE-HD 603-1 y ST8 según IEC 60502-1
Tensión nominal	0,6/1 kV
Tensión de ensayo	3.500 V C.A.
Temperatura máxima	90 °C

Otras características

Resistencia UV: ensayo climático según UNE 211605

Color según UNE 21089 y HD 308 S2 (marcados con colores para menos de cinco conductores), UNE-EN 50334 y EN 50334 (marcados por inscripción para más de cinco conductores)

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1-2, EN 60332-1-2 e IEC 60332-1-2

No propagación del incendio según EN 50399.

Bajo contenido de halógenos según IEC 60754-1 y 60754-2

Baja emisión de gases corrosivos según UNE-EN 50267, EN 50267 e IEC 60754-1 y 60754-2

Baja emisión de humos opacos según UNE-EN 61034-2, EN 61034-2 e IEC 61034-2

El uso de polietileno reticulado (XLPE) admite una mayor densidad de corriente, a igualdad de sección, respecto al aislamiento con PVC

Clasificación CPR según EN 50575

Dimensiones

Sección (mm ²)	Resistencia a 20 °C (Ohm/km)	Diámetro Exterior (mm)	Peso (kg/km)	Clase
1x1,5	13,3	6,50	58	Cca- s1b, d1, a1
1x2,5	7,98	6,85	72	Cca- s1b, d1, a1
1x4	4,95	7,55	92	Cca- s1b, d1, a1
1x6	3,3	8,25	117	Cca- s1b, d1, a1
1x10	1,91	9,00	159	Cca- s1b, d1, a1
1x16	1,21	10,00	220	Cca- s1b, d1, a1
1x25	0,78	12,10	312	Cca- s1b, d1, a1
1x35	0,554	13,25	406	Cca- s1b, d1, a1
1x50	0,386	15,10	571	Cca- s1b, d1, a1
1x70	0,272	16,95	765	Cca- s1b, d1, a1
1x95	0,206	19,75	1.010	Cca- s1b, d1, a1
1x120	0,161	21,45	1.246	Cca- s1b, d1, a1
1x150	0,129	23,80	1.543	Cca- s1b, d1, a1
1x185	0,106	25,70	1.885	Cca- s1b, d1, a1
1x240	0,0801	28,90	2.396	Cca- s1b, d1, a1
1x300	0,0641	32,20	2.982	Cca- s1b, d1, a1
2x1,5	13,3	9,80	133	Cca- s1b, d1, a1
2x2,5	7,98	10,85	157	Cca- s1b, d1, a1
2x4	4,95	11,90	216	Cca- s1b, d1, a1
2x6	3,3	13,05	273	Cca- s1b, d1, a1
2x10	1,91	14,80	385	Cca- s1b, d1, a1
2x16	1,21	17,00	544	Cca- s1b, d1, a1
3G1,5	13,3	10,20	155	Cca- s1b, d1, a1
3G2,5	7,98	11,20	194	Cca- s1b, d1, a1
3G4	4,95	12,40	249	Cca- s1b, d1, a1
3G6	3,3	13,70	325	Cca- s1b, d1, a1
3G10	1,91	15,50	466	Cca- s1b, d1, a1

Sección (mm ²)	Resistencia a 20 °C (Ohm/km)	Diámetro Exterior (mm)	Peso (kg/km)	Clase
3x16	1,21	18,00	679	Cca- s1b, d1, a1
3x25	0,78	21,85	979	Cca- s1b, d1, a1
3G35	0,554	23,75	1.290	Cca- s1b, d1, a1
4G1,5	13,3	11,20	176	Cca- s1b, d1, a1
4G2,5	7,98	12,25	217	Cca- s1b, d1, a1
4G4	4,95	13,30	294	Cca- s1b, d1, a1
4G6	3,3	14,85	390	Cca- s1b, d1, a1
4G10	1,91	16,70	565	Cca- s1b, d1, a1
4x16	1,21	19,65	837	Cca- s1b, d1, a1
4x25	0,78	24,75	1.204	Cca- s1b, d1, a1
4x35	0,554	27,05	1.615	Cca- s1b, d1, a1
4x50	0,386	31,20	2.284	Cca- s1b, d1, a1
5G1,5	13,3	12,00	201	Cca- s1b, d1, a1
5G2,5	7,98	13,15	245	Cca- s1b, d1, a1
5G4	4,95	14,50	348	Cca- s1b, d1, a1
5G6	3,3	16,10	459	Cca- s1b, d1, a1
5G10	1,91	18,15	670	Cca- s1b, d1, a1
5G16	1,21	21,35	991	Cca- s1b, d1, a1
5G25	0,78	26,60	1.447	Cca- s1b, d1, a1
5G35	0,554	29,95	1.954	Cca- s1b, d1, a1
5G50	0,386	34,85	2.754	Cca- s1b, d1, a1
5G70	0,272	39,75	3.841	Cca- s1b, d1, a1
6G1,5	13,3	10,60	162	Eca
6G2,5	7,98	11,80	224	Eca
7G1,5	13,3	10,60	177	Eca
7G2,5	7,98	13,75	315	Eca
7G6	3,3	16,40	537	Eca

Dimensiones

Sección (mm ²)	Resistencia a 20 °C (Ohm/km)	Diámetro Exterior (mm)	Peso (kg/km)	Clase
7G10	1,91	18,30	790	Eca
8G1,5	13,3	11,70	206	Eca
8G2,5	7,98	13,10	305	Eca
10G1,5	13,3	13,25	265	Eca
10G2,5	7,98	14,95	375	Eca
12G1,5	13,3	13,30	286	Eca
12G2,5	7,98	14,95	404	Eca
14G1,5	13,3	15,00	345	Eca
14G2,5	7,98	15,90	452	Eca
14G6	3,3	20,80	938	Eca
16G1,5	13,3	15,20	365	Eca
16G2,5	7,98	17,00	513	Eca
19G1,5	13,3	16,60	433	Eca
19G2,5	7,98	17,85	585	Eca
24G1,5	13,3	20,00	614	Eca
24G2,5	7,98	19,75	719	Eca
30G1,5	13,3	20,00	635	Eca

PSM3-40/1000 PV

77707852



Protector contra sobretensiones transitorias Tipo 2, 40kA I_{max} (8/20), Y PV, 1000Vdc, Fotovoltaico, 3 Polos, Desenchufable, 3 Módulos

[Link a la página de producto](#)

Datos técnicos	Valor	Unidades
Datos mercantiles		
Código	77707852	
Descripción	PSM3-40/1000 PV	
Estado	Disponible	
EAN	8435297826637	
Partida arancelaria	8536.30.90	
Dimensiones		
Altura producto	90	[mm]
Anchura producto	54	[mm]
Profundidad producto	70	[mm]
Peso producto	344	[gr]
Datos generales		
Configuración interna	Y	
Nº polos	3	
Nº módulos DIN	3	
Instalación	(L+/PE/L-)	
Formato	Desenchufable	
Configuración de red	PV	
Normas Producto	IEC 61643-31; EN 50539-11	
Certificaciones	CE; UL+C 1449 4th Edition	
Clasificación según EN 50539-11	PV Tipo 2	
Material aislante y clase	PA6 CT1; V-0	
Grado de protección del envoltente	IP 20	
Rango temperatura	-40 °C ... +85 °C	

Características técnicas

Tensión de red		1000 [Vdc]	
Tensión máxima de servicio CC	Ucpv	1060	[V]
Corriente máxima de descarga (8/20) (L-L)	I _{max} (L-L)	40	[kA]
Corriente nominal de descarga (8/20) (L-L)	I _n (L-L)	20	[kA]
Corriente nominal de descarga (8/20)	I _n	20	[kA]
Nivel de protección en tensión (L-L) a I _n	U _p (L-L)	4,0	[kV]
Nivel de protección en tensión (L-PE) a I _n	U _p (L-PE)	4,0	[kV]
Capacidad de cortocircuito	I _{scpv}	10000	[A]
Tiempo de respuesta (L-L)	t _A (L-L)	25	[ns]
Indicación remota		No	
Indicación visual final de vida		Si	
Desconexión dinámica térmica (L-L)		Si	

Características técnicas UL

File UL		E360120	
Tipo SPD UL		2CA	
Tensión máxima de servicio continuo (DC+-DC-)	MCOV (DC+-DC-)	1000	[V]
Tensión máxima de servicio continuo (DC+-G)	MCOV (DC+ -G)	1000	[V]
Tensión máxima de servicio continuo (DC- -G)	MCOV (DC- - G)	1000	[V]
Corriente nominal de descarga (UL)	I _n	20	[kA]
Nivel de protección en tensión (DC+ - DC-)	VPR (DC+ - DC-)	3000	[V]
Nivel de protección en tensión (DC+ - G)	VPR (DC+ - G)	3000	[V]
Nivel de protección en tensión (DC- - G)	VPR (DC- - G)	3000	[V]
Corriente de corto-circuito máxima	SCCR	50	[kA]

Certificaciones	Valor	Unidades
Normas Producto	IEC 61643-31; EN 50539-11	
Certificaciones	CE; UL+C 1449 4th Edition	

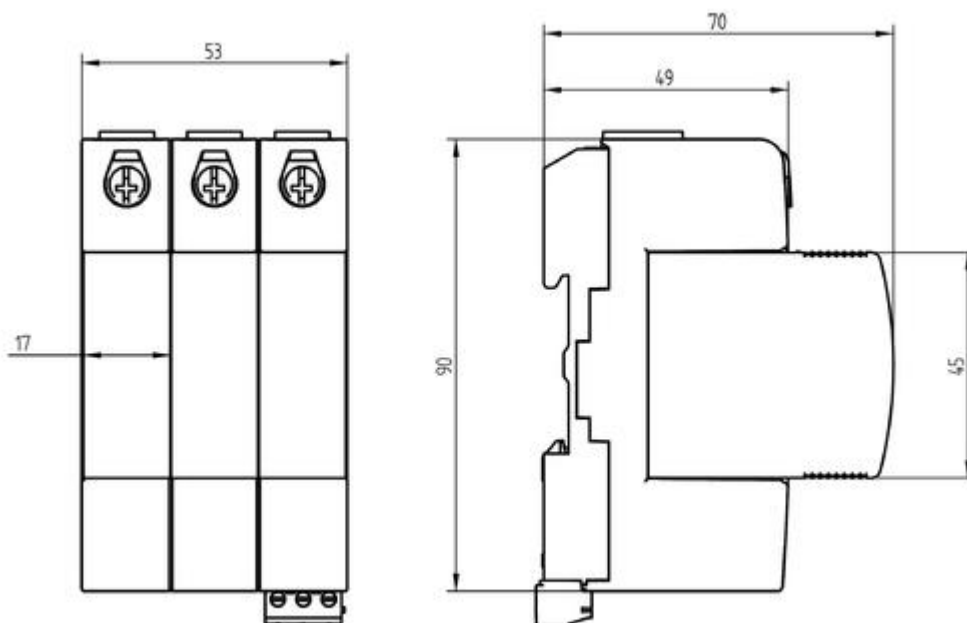
Accesorios



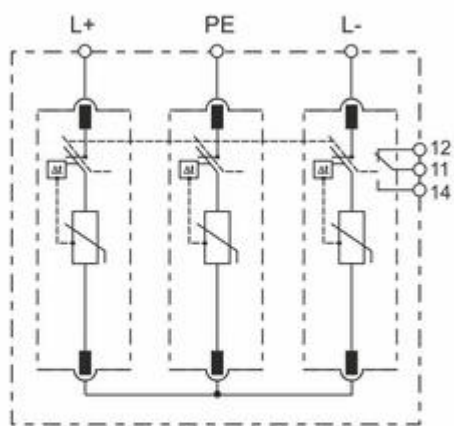
Código	77707657
Referencia	PSM-40/1000 PV
Descripción	Cartucho recambio, Tipo2, L-N, 40kA(8/20), 585V CC, PV

Esquemas

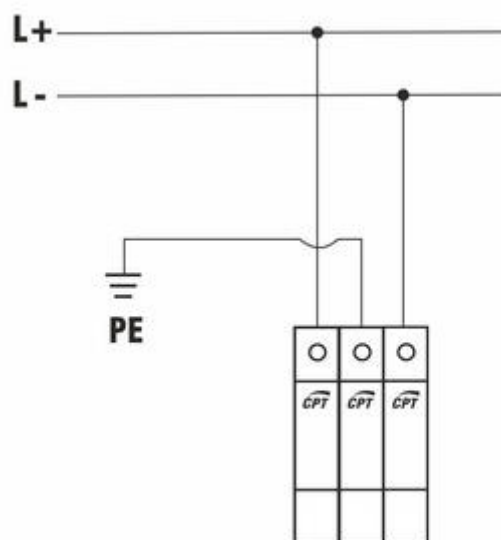
Dimensiones



Configuración interna



Esquema de conexión



Descargas

Ficha de instalación

[CPT-FAP-PROTECCION-CONTRA-SOBRETENSIONES-PSM3-40-PV.pdf](#)

Dirección



Barcelona

Cirprotec, S.L.U.

C/ Lepanto, 49

08223 - Terrassa (Barcelona)

Tel.902 932 702

Fax.902 932 703

www.cirprotec.com

Copyright © Cirprotec, S.L.

[Información legal](#)

CS4-40/400 IR

77705452



Protector contra sobretensiones transitorias, tipo 2, 400 V, 40 kA, con IR y trifásico (tetrapolar).

Escanee este código QR y conozca la gama completa



[Link a la página de producto](#)

Datos técnicos	Valor	Unidades
Datos mercantiles		
Código	77705452	
Descripción	CS4-40/400 IR	
Estado	Disponible	
EAN	8435297808800	
Partida arancelaria	8536.30.90	
Dimensiones		
Altura producto	90	[mm]
Anchura producto	72	[mm]
Profundidad producto	69	[mm]
Peso producto	282	[gr]
Datos generales		
Configuración interna	3P+N	
Nº polos	4	
Nº módulos DIN	4	
Instalación	(L1-L2-L3-N-PE)	
Formato	Monobloc	
Configuración de red	TT, TNS	
Normas Producto	IEC 61643-11; EN 61643-11	
Certificaciones	CE	
Clasificación según EN 61643-11	Tipo 2	
Clasificación según IEC 61643-11	Clase II	
Material aislante y clase	PC+FV; UL 94 V-0	
Grado de protección del envoltorio	IP 20	

Rango temperatura

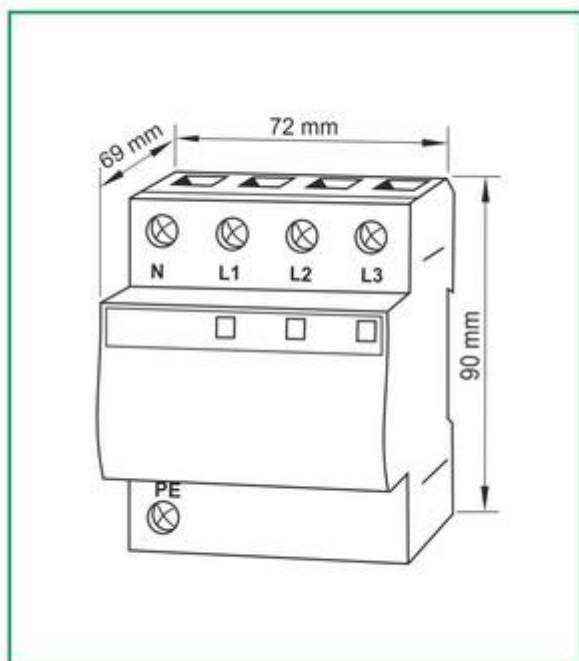
-40 °C ... +80 °C**Características técnicas**

Tensión de red		230 / 400 [V]	
Tensión nominal AC 50-60 Hz (L-N)	Un (L-N)	230	[V]
Tensión nominal AC 50-60 Hz (L-L)	Un (L-L)	400	[V]
Tensión máxima de servicio (L-N)	Uc (L-N)	275	[V]
Tensión máxima de servicio (N-PE)	Uc (N-PE)	255	[V]
Corriente máxima de descarga (8/20) (L-N)	I _{max} (L-N)	40	[kA]
Corriente nominal de descarga (8/20) (L-N)	I _n (L-N)	20	[kA]
Corriente nominal de descarga (8/20)	I _n	20	[kA]
Nivel de protección en tensión (L-N) a I _n	Up (L-N)	1,3	[kV]
Nivel de protección en tensión (N-PE) a I _n	Up (N-PE)	1,5	[kV]
Fusible previo máximo		80	A [gG]
Capacidad de cortocircuito	I _{sc}	25	[kA]
Tiempo de respuesta (L-N)	t _A (L-N)	25	[ns]
Tiempo de respuesta (N-PE)	t _A (N-PE)	100	[ns]
Indicación remota		Si	
Indicación visual final de vida		Si	

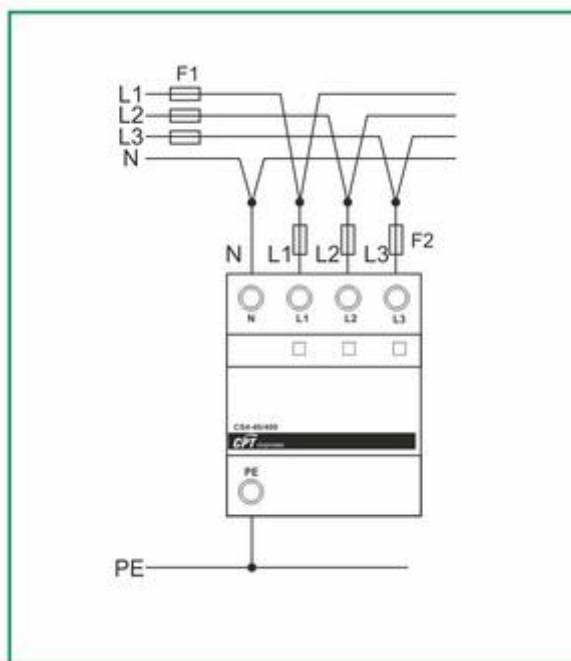
Certificaciones	Valor	Unidades
Normas Producto	IEC 61643-11; EN 61643-11	
Certificaciones	CE	

Esquemas

Dimensiones



Esquema de conexión



Descargas

Ficha técnica	CPT-FT-PROTECCION-CONTRA-SOBRETENSIONES-CS4-40.pdf
Ficha de instalación	CPT-FAP-PROTECCION-CONTRA-SOBRETENSIONES-CS4-40.pdf
Esquema de conexión (CAD)	CPT-CAD-PROTECCION-CONTRA-SOBRETENSIONES-CS4-40-400-IR-77705452.dwg
Esquema de conexión (PDF)	CPT-CIP-PROTECCION-CONTRA-SOBRETENSIONES-CS4-40-400-IR-77705452.pdf

Dirección



Barcelona

Cirprotec, S.L.U.

C/ Lepanto, 49

08223 - Terrassa (Barcelona)

Tel.902 932 702

Fax.902 932 703

www.cirprotec.com

Copyright © Cirprotec, S.L.

[Información legal](#)



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

ANEXO 4

AMORTIZACIÓN Y AHORRO

**Instalación fotovoltaica en un centro termal
polifuncional en Adeje.**

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y
Automática

Autor: Javier Padilla Pérez

Tutor: José Francisco Gómez González

Curso 2021-2022

2.4 Anexo 4. Amortización y Ahorro.

Para llevar a cabo este apartado, se supondrá una tarifa 3.0TD, trifásica y mayor a 15 kW. Por lo que se ha tomado como referencia una tarifa de Endesa con los siguientes precios de energía:

Período	€/kWh
P1	0,2234
P2	0,2130
P3	0,2040
P4	0,1929
P5	0,1774
P6	0,1832

*Precios con impuestos. IGIC 3%

En la tarifa 3.0TD el coste de la energía depende del día de la semana, del mes y de la zona geográfica donde se encuentre el consumidor. A continuación, se hará una media ponderada entre los períodos que tienen relevancia por cada mes.

TEMPORADA	ENERO MEDIA	FEBRERO MEDIA	MARZO MEDIA	ABRIL BAJA	MAYO BAJA	JUNIO BAJA	JULIO ALTA	AGOSTO ALTA	SEPTIEMBRE ALTA	OCTUBRE ALTA	NOVIEMBRE MEDIA ALTA	DICIEMBRE MEDIA ALTA
0:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
1:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
2:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
3:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
4:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
5:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
6:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
7:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
8:00	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P3	P3	P3	P3	P3	P3
9:00	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P3	P3	P3	P3	P3	P3
10:00	P2	P2	P2	P4	P4	P4	P1	P1	P1	P1	P2	P2
11:00	P2	P2	P2	P4	P4	P4	P1	P1	P1	P1	P2	P2
12:00	P2	P2	P2	P4	P4	P4	P1	P1	P1	P1	P2	P2
13:00	P2	P2	P2	P4	P4	P4	P1	P1	P1	P1	P2	P2
14:00	P2	P2	P2	P4	P4	P4	P1	P1	P1	P1	P2	P2
15:00	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P3	P3	P3	P3	P3	P3
16:00	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P3	P3	P3	P3	P3	P3
17:00	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P3	P3	P3	P3	P3	P3
18:00	P2	P2	P2	P4	P4	P4	P1	P1	P1	P1	P2	P2
19:00	P2	P2	P2	P4	P4	P4	P1	P1	P1	P1	P2	P2
20:00	P2	P2	P2	P4	P4	P4	P1	P1	P1	P1	P2	P2
21:00	P2	P2	P2	P4	P4	P4	P1	P1	P1	P1	P2	P2
22:00	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P3	P3	P3	P3	P3	P3
23:00	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P3	P3	P3	P3	P3	P3
P1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	38%	38%	38%	38%	0%	0%
P2	38%	38%	38%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	38%	38%
P3	0%	0%	0%	0%	0%	0%	29%	29%	29%	29%	29%	29%
P4	29%	29%	29%	38%	38%	38%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
P5	0%	0%	0%	29%	29%	29%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
P6	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%

Lo que resulta en un coste medio por período de energía para cada mes de:

MES	€/kWh
ENERO	0,1972
FEBRERO	0,1972
MARZO	0,1972
ABRIL	0,1852
MAYO	0,1852
JUNIO	0,1852
JULIO	0,2043
AGOSTO	0,2043
SEPTIEMBRE	0,2043
OCTUBRE	0,2043
NOVIEMBRE	0,2004
DICIEMBRE	0,2004

Aplicando estos costes de energía a la producida por el sistema, se podrá calcular el ahorro mensual y por tanto la amortización de la instalación. Sin embargo, también se tendrán en cuenta otros parámetros:

- Mantenimiento de 500 € al año.
- Pérdida de rendimiento fotovoltaico de 0,55% al año (según fabricante de los módulos fotovoltaicos Ja Solar)
- El 100% de la energía producida es autoconsumida, ya que la instalación fotovoltaica cubrirá una parte del consumo total de las instalaciones.
- Inversión inicial de 119.470,39€.
- La potencia contrada sigue siendo la misma, por lo que el coste fijo asociado a la potencia no varía los resultados del análisis.

Se ha elaborado una tabla en la que figura el ahorro mensual, el ahorro acumulado y la amortización en función de los meses y la energía producida.

		MES	Energía producida (kWh)	Autoconsumo (kWh)	Ahorro acumulado	Ahorro mensual	Amortización
AÑO 1	JUNIO	1	13530,79	13530,79	2.505,32 €	2.505,32 €	-116.965,07 €
	JULIO	2	15275,86	15275,86	5.626,73 €	3.121,42 €	-113.843,66 €
	AGOSTO	3	14992,59	14992,59	8.690,27 €	3.063,54 €	-110.780,12 €
	SEPTIEMBRE	4	12870,87	12870,87	11.320,26 €	2.629,99 €	-108.150,13 €
	OCTUBRE	5	11949,98	11949,98	13.762,08 €	2.441,82 €	-105.708,31 €
	NOVIEMBRE	6	10081,43	10081,43	15.782,87 €	2.020,79 €	-103.687,52 €
	DICIEMBRE	7	10478,39	10478,39	17.883,23 €	2.100,36 €	-101.587,16 €
	ENERO	8	10987,42	10987,42	20.050,16 €	2.166,93 €	-99.420,23 €
	FEBRERO	9	10838,14	10838,14	22.187,65 €	2.137,49 €	-97.282,74 €
	MARZO	10	13699,53	13699,53	24.889,46 €	2.701,81 €	-94.580,93 €
	ABRIL	11	13664,48	13664,48	27.419,53 €	2.530,07 €	-92.050,86 €
	MAYO	12	13985,77	13985,77	30.009,09 €	2.589,56 €	-89.461,30 €
AÑO 2	JUNIO	13	13456,37	13456,37	32.000,63 €	1.991,54 €	-87.469,76 €
	JULIO	14	15191,84	15191,84	35.104,88 €	3.104,25 €	-84.365,51 €
	AGOSTO	15	14910,13	14910,13	38.151,56 €	3.046,69 €	-81.318,83 €
	SEPTIEMBRE	16	12800,08	12800,08	40.767,09 €	2.615,53 €	-78.703,30 €
	OCTUBRE	17	11884,25	11884,25	43.195,48 €	2.428,39 €	-76.274,91 €
	NOVIEMBRE	18	10025,98	10025,98	45.205,15 €	2.009,67 €	-74.265,24 €
	DICIEMBRE	19	10420,75	10420,75	47.293,96 €	2.088,81 €	-72.176,43 €
	ENERO	20	10926,98	10926,98	49.448,97 €	2.155,01 €	-70.021,42 €
	FEBRERO	21	10778,53	10778,53	51.574,70 €	2.125,73 €	-67.895,69 €
	MARZO	22	13624,19	13624,19	54.261,66 €	2.686,95 €	-65.208,73 €
	ABRIL	23	13589,33	13589,33	56.777,81 €	2.516,15 €	-62.692,58 €
	MAYO	24	13908,85	13908,85	59.353,13 €	2.575,32 €	-60.117,26 €
AÑO 3	JUNIO	25	13382,36	13382,36	61.330,96 €	1.977,83 €	-58.139,43 €
	JULIO	26	15024,73	15024,73	64.401,07 €	3.070,10 €	-55.069,32 €
	AGOSTO	27	14746,12	14746,12	67.414,24 €	3.013,17 €	-52.056,15 €
	SEPTIEMBRE	28	12659,28	12659,28	70.000,99 €	2.586,76 €	-49.469,40 €
	OCTUBRE	29	11753,53	11753,53	72.402,67 €	2.401,68 €	-47.067,72 €
	NOVIEMBRE	30	9915,69	9915,69	74.390,24 €	1.987,57 €	-45.080,15 €
	DICIEMBRE	31	10306,13	10306,13	76.456,07 €	2.065,83 €	-43.014,32 €
	ENERO	32	10806,79	10806,79	78.587,38 €	2.131,31 €	-40.883,01 €
	FEBRERO	33	10659,97	10659,97	80.689,73 €	2.102,35 €	-38.780,66 €
	MARZO	34	13474,32	13474,32	83.347,12 €	2.657,40 €	-36.123,27 €
	ABRIL	35	13439,84	13439,84	85.835,60 €	2.488,48 €	-33.634,79 €
	MAYO	36	13755,85	13755,85	88.382,59 €	2.546,99 €	-31.087,80 €
AÑO 4	JUNIO	37	13161,55	13161,55	90.319,54 €	1.936,95 €	-29.150,85 €
	JULIO	38	14776,83	14776,83	93.338,98 €	3.019,45 €	-26.131,41 €
	AGOSTO	39	14502,81	14502,81	96.302,44 €	2.963,46 €	-23.167,95 €
	SEPTIEMBRE	40	12450,41	12450,41	98.846,51 €	2.544,07 €	-20.623,88 €
	OCTUBRE	41	11559,59	11559,59	101.208,56 €	2.362,05 €	-18.261,83 €
	NOVIEMBRE	42	9752,08	9752,08	103.163,34 €	1.954,77 €	-16.307,05 €
	DICIEMBRE	43	10136,07	10136,07	105.195,08 €	2.031,74 €	-14.275,31 €
	ENERO	44	10628,48	10628,48	107.291,22 €	2.096,14 €	-12.179,17 €
	FEBRERO	45	10484,08	10484,08	109.358,88 €	2.067,66 €	-10.111,51 €
	MARZO	46	13251,99	13251,99	111.972,43 €	2.613,55 €	-7.497,96 €
	ABRIL	47	13218,09	13218,09	114.419,85 €	2.447,42 €	-5.050,54 €
	MAYO	48	13528,88	13528,88	116.924,81 €	2.504,96 €	-2.545,58 €
AÑO 5	JUNIO	49	12871,99	12871,99	118.808,15 €	1.883,34 €	-662,24 €
	JULIO	50	14451,74	14451,74	121.761,17 €	2.953,02 €	2.290,78 €
	AGOSTO	51	14183,75	14183,75	124.659,43 €	2.898,26 €	5.189,04 €
	SEPTIEMBRE	52	12176,50	12176,50	127.147,53 €	2.488,10 €	7.677,14 €
	OCTUBRE	53	11305,28	11305,28	129.457,61 €	2.310,08 €	9.987,22 €
	NOVIEMBRE	54	9537,54	9537,54	131.369,38 €	1.911,77 €	11.898,99 €
	DICIEMBRE	55	9913,08	9913,08	133.356,43 €	1.987,04 €	13.886,04 €
	ENERO	56	10394,65	10394,65	135.406,45 €	2.050,03 €	15.936,06 €
	FEBRERO	57	10253,43	10253,43	137.428,63 €	2.022,17 €	17.958,24 €
	MARZO	58	12960,45	12960,45	139.984,68 €	2.556,05 €	20.514,29 €
	ABRIL	59	12927,29	12927,29	142.378,25 €	2.393,57 €	22.907,86 €
	MAYO	60	13231,25	13231,25	144.828,11 €	2.449,85 €	25.357,72 €

Tal y como se puede observar en la tabla, el coste de la instalación será amortizado en el año 5.



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

PLANOS

**Instalación fotovoltaica en un centro termal
polifuncional en Adeje.**

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y
Automática

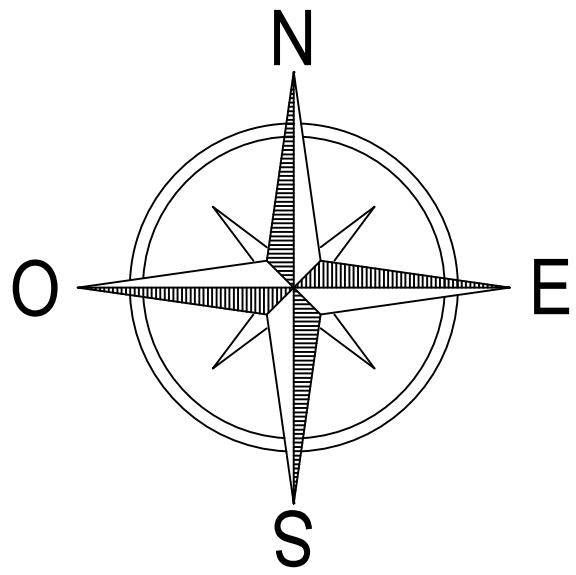
Autor: Javier Padilla Pérez


Tutor: José Francisco Gómez González

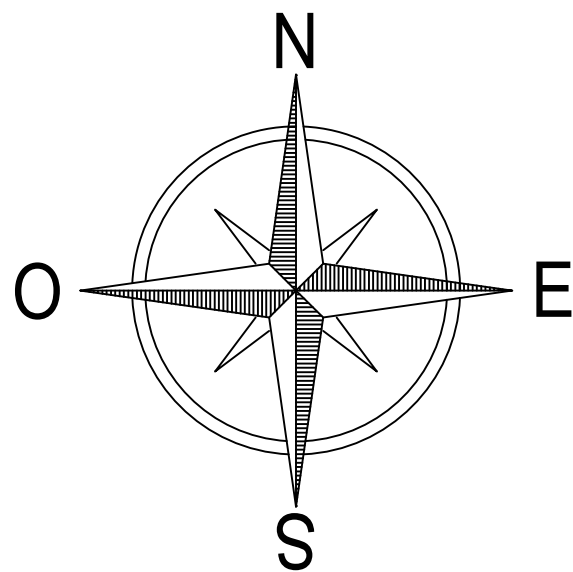
Curso 2021-2022


Índice Planos

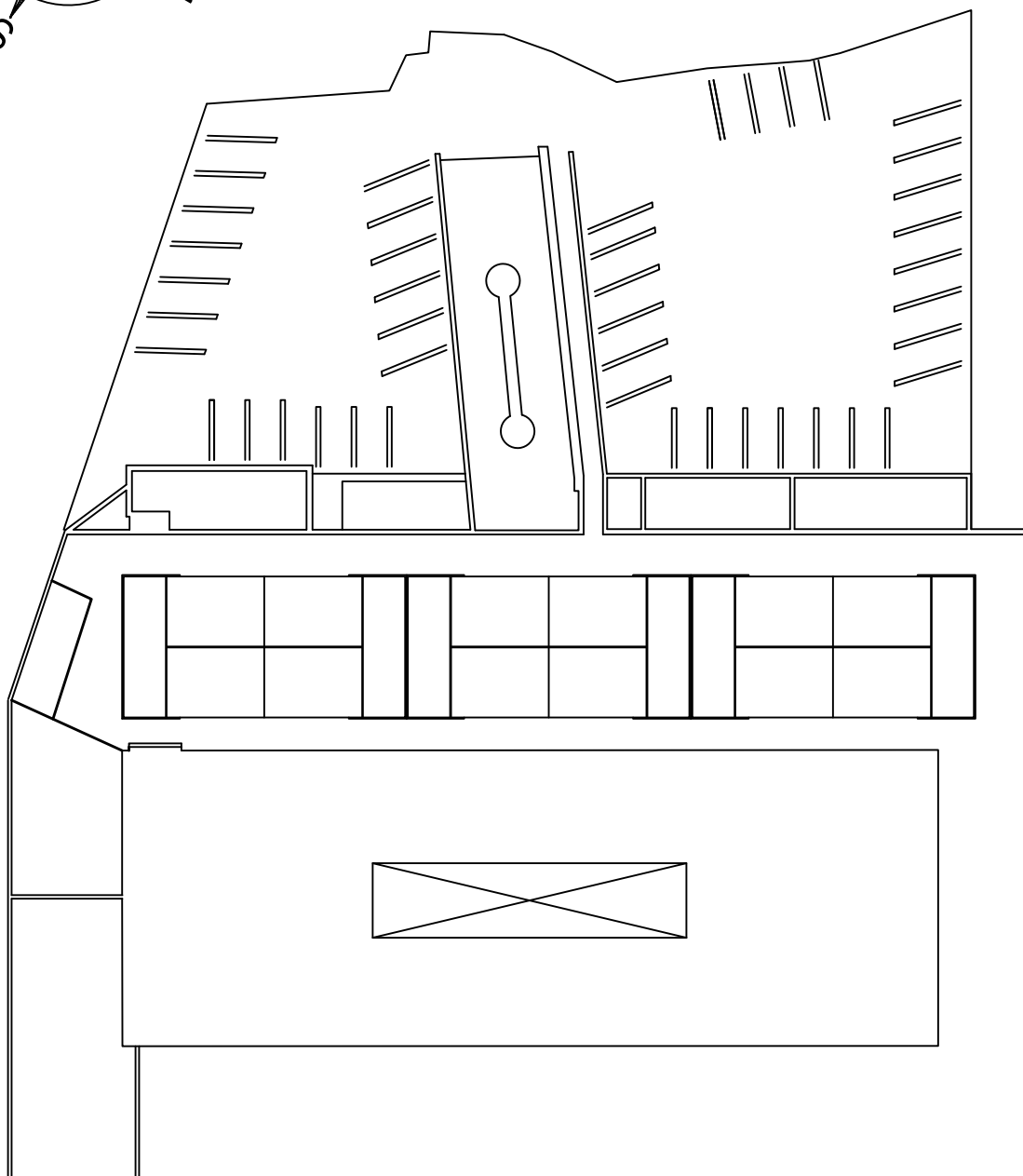
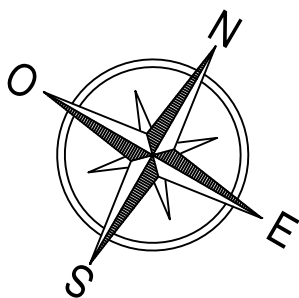
3.	Planos.....	115
3.1	PLANO DE SITUACIÓN.....	115
3.2	PLANO DE EMPLAZAMIENTO.....	116
3.3	PLANO DE PLANTA DE LAS INSTALACIONES.....	117
3.4	PLANO ACOTADO DE PLANTA DE LAS INSTALACIONES.....	118
3.5	PLANO DE PLANTA CON DISTRIBUCIÓN DE PANELES.....	119
3.6	PLANO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE CUBIERTA.....	120
3.7	PLANO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	121
3.8	ESQUEMA UNIFILAR.....	122



TFG. Instalación fotovoltaica en un centro termal polifuncional en Adeje.			
Fecha	Julio 2022	Autor	 G.I.E.I.A Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado(nombre)	JAVIER		
Dib.(apellidos)	PADILLA PÉREZ		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: SIN ESCALA	PLANO DE SITUACIÓN		Nº P.: 1.01 Nom.Arch:

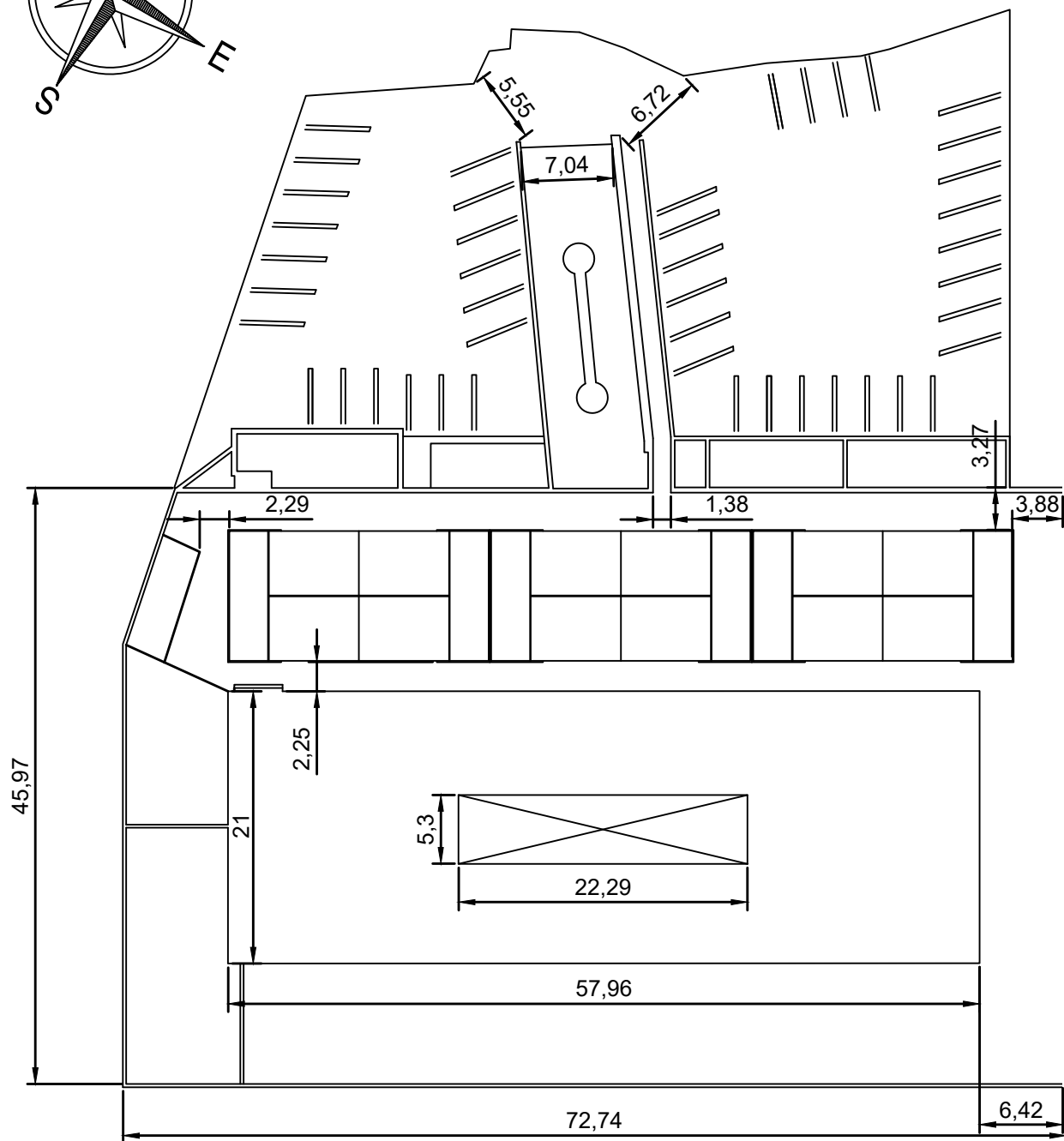
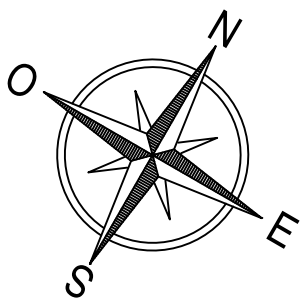


TFG. Instalación fotovoltaica en un centro termal polifuncional en Adeje.			
Fecha	Julio 2022	Autor	 G.I.E.I.A Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado(nombre)	JAVIER		
Dib.(apellidos)	PADILLA PÉREZ		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: SIN ESCALA	PLANO DE EMPLAZAMIENTO		Nº P. : 1.02 Nom.Arch:



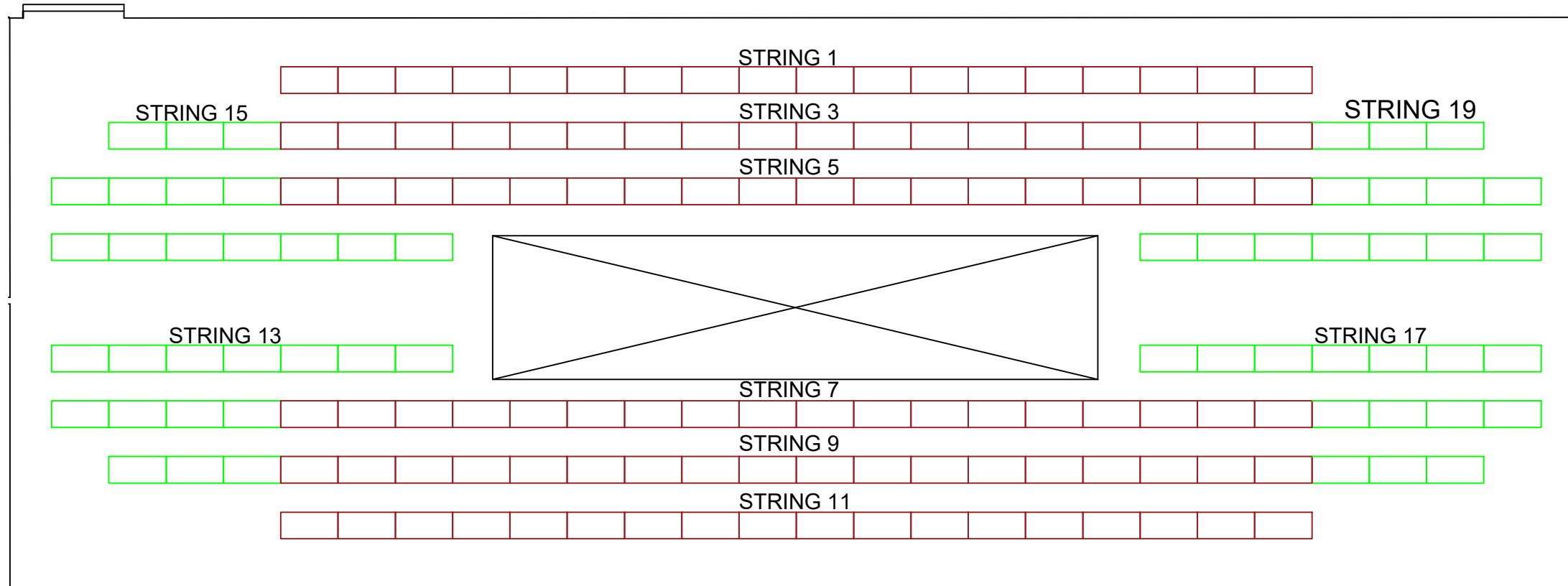
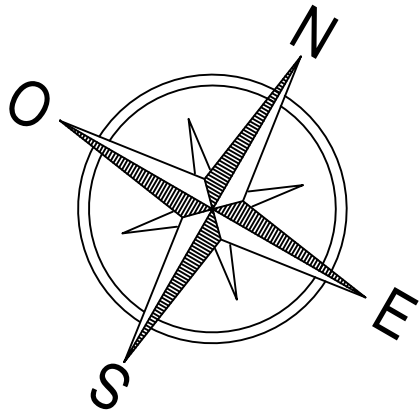
TFG. Instalación fotovoltaica en un centro termal polifuncional en Adeje.


Fecha	Julio 2022	Autor		G.I.E.I.A Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado(nombre)	JAVIER			
Dib.(apellidos)	PADILLA PÉREZ			
Id. s. normas	UNE-EN-DIN			
ESCALA: 1:500	PLANO DE PLANTA DE LAS INSTALACIONES		Nº P. : 1.03	
			Nom.Arch:	

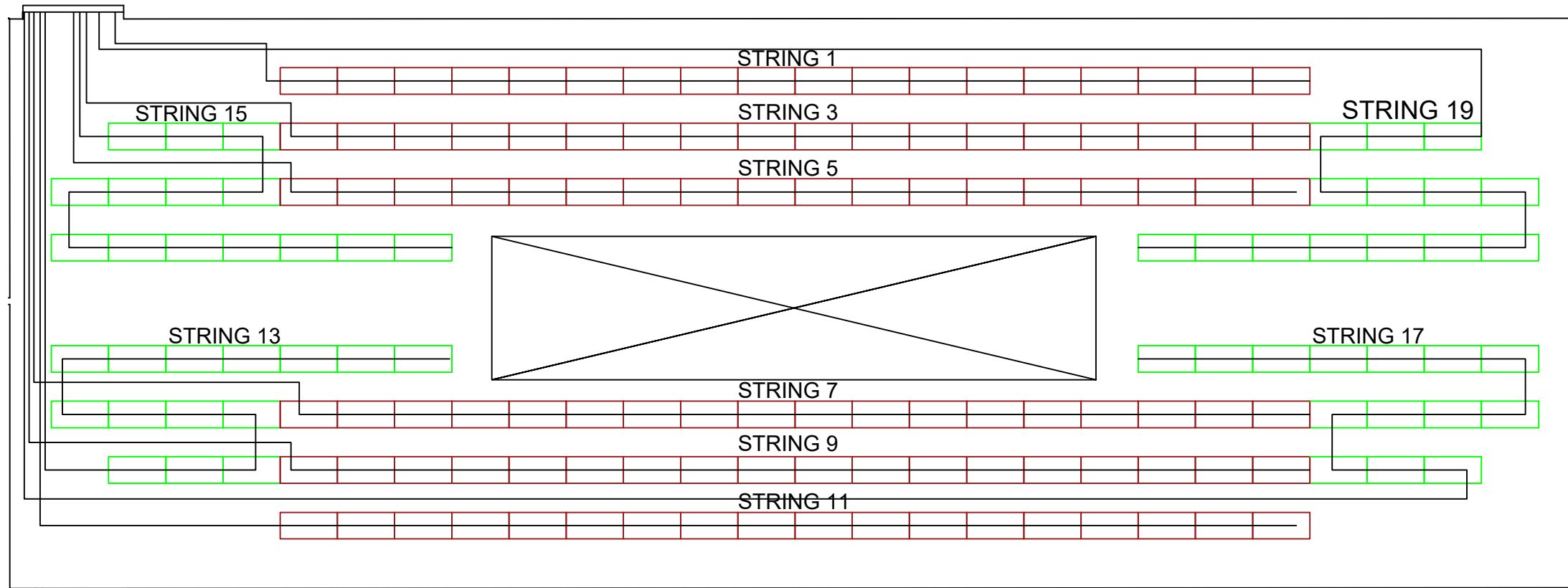
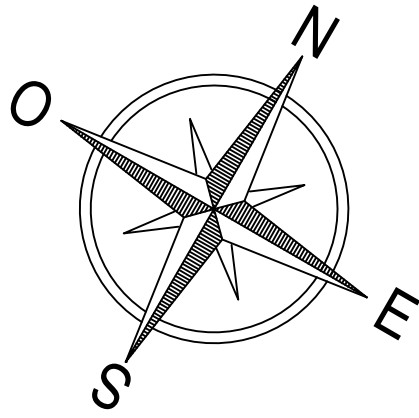



TFG. Instalación fotovoltaica en un centro termal polifuncional en Adeje.

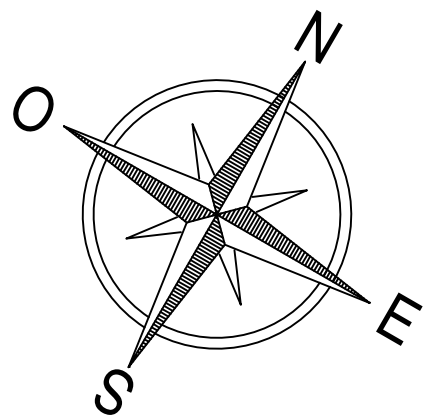
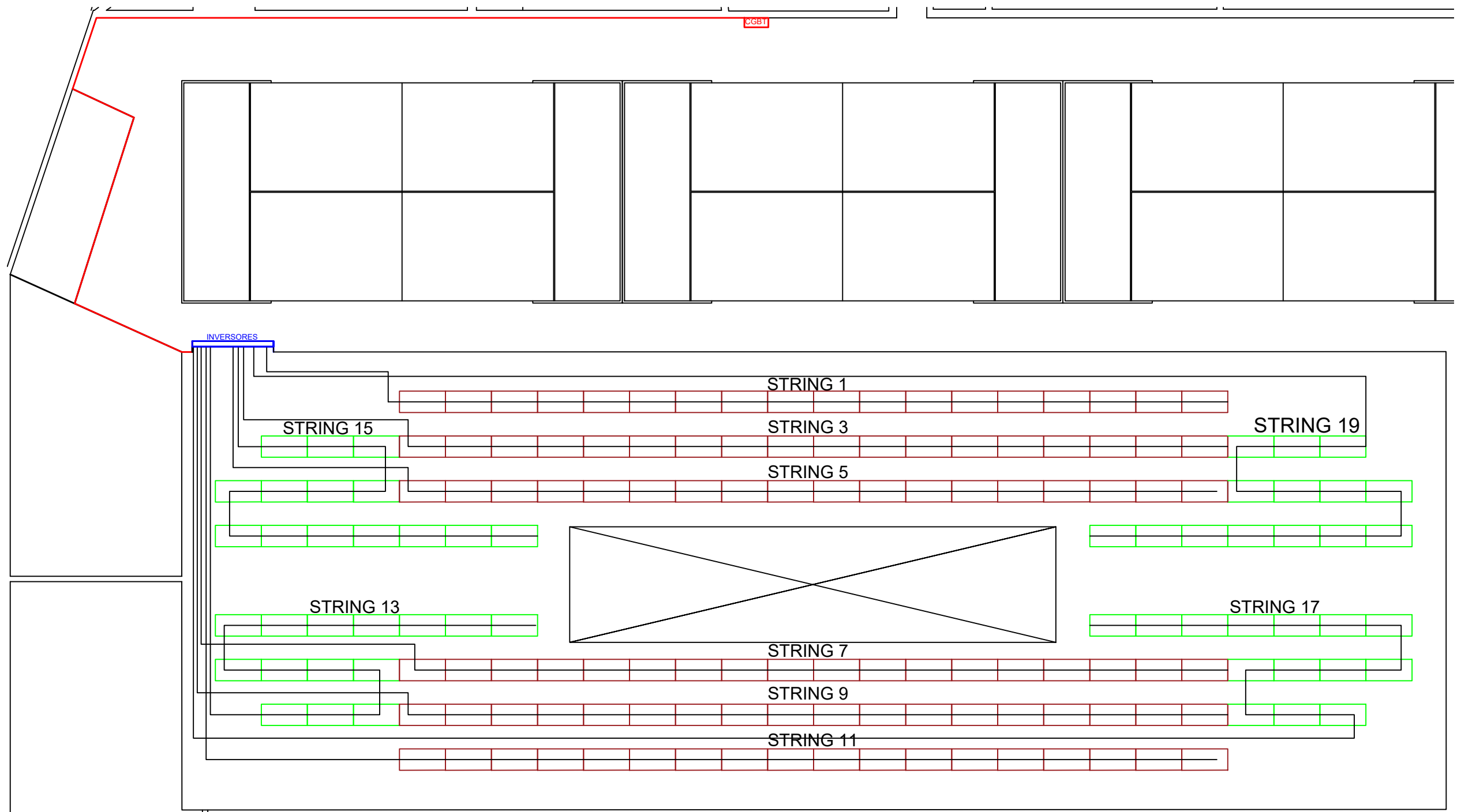
Fecha	Julio 2022	Autor		<p>G.I.E.I.A. Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna</p>
Dibujado(nombre)	JAVIER			
Dib.(apellidos)	PADILLA PÉREZ			
Id. s. normas	UNE-EN-DIN			
ESCALA: 1:500	PLANO ACOTADO DE PLANTA DE INSTALACIONES		Nº P.: 1.04	Nom.Arch:





TFG. Instalación fotovoltaica en un centro termal polifuncional en Adeje.			
Fecha	Julio 2022	Autor	 G.I.E.I.A Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado(nombre)	JAVIER		
Dib.(apellidos)	PADILLA PÉREZ		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: 1:200	PLANO DE PLANTA CON DISTRIBUCIÓN DE PANELES		Nº P.: 1.05 Nom.Arch:




TFG. Instalación fotovoltaica en un centro termal polifuncional en Adeje.			
Fecha	Julio 2022	Autor	 G.I.E.I.A Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado(nombre)	JAVIER		
Dib.(apellidos)	PADILLA PÉREZ		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: 1:200	PLANO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE CUBIERTA		Nº P.: 1.06 Nom.Arch:

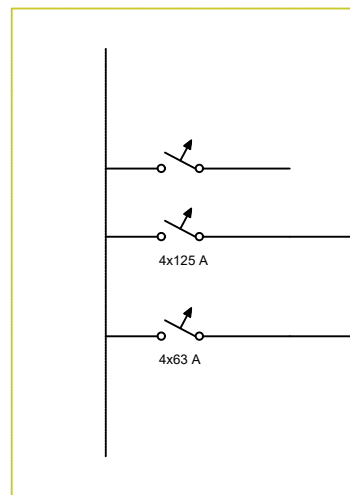


LEYENDA

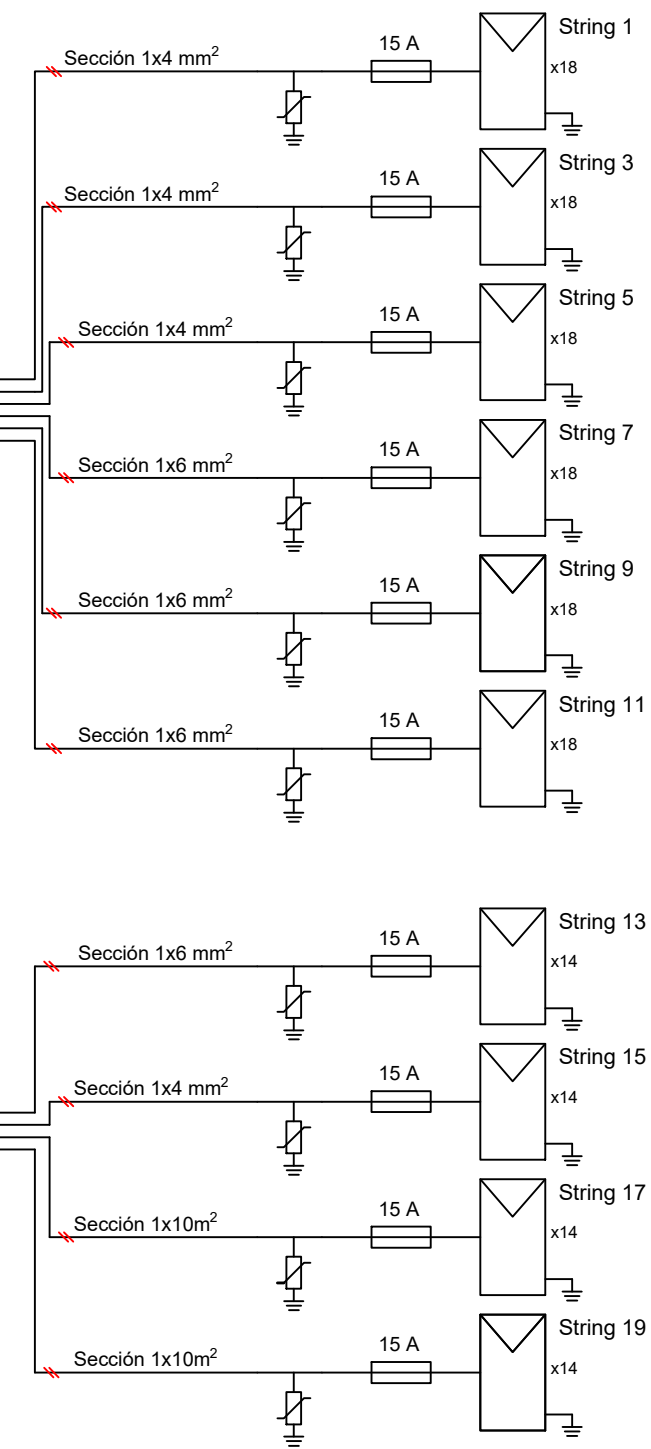
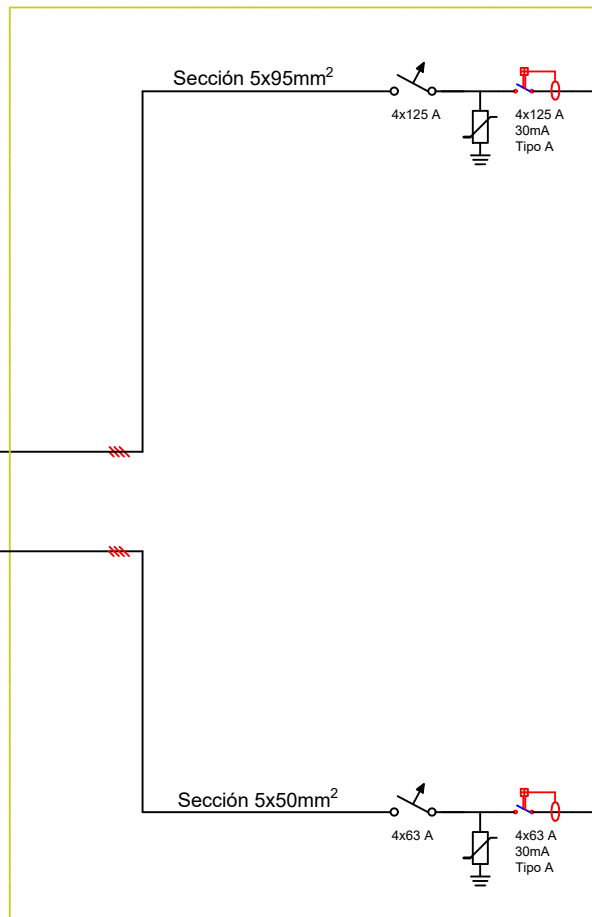
	CGBT - CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN
	CUADRO INVERSORES

TFG. Instalación fotovoltaica en un centro termal polifuncional en Adeje.			
Fecha	Julio 2022	Autor	
Dibujado(nombre)	JAVIER		
Dib.(apellidos)	PADILLA PÉREZ		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		G.I.E.I.A Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
ESCALA: 1:200	PLANO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA		Nº P.: 1.07 Nom.Arch:

CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN



CUADRO INVERSORES



LEYENDA

	Fusible		Inversor
	Interruptor diferencial		Conductor trifásico
	Interruptor magnetotérmico		Conductor monofásico
	Descargador de sobretensiones		Módulo Fotovoltaico
	Tierra		

TFG. Instalación fotovoltaica en un centro termal polifuncional en Adeje.			
Fecha	Julio 2022	Autor	
Dibujado(nombre)	JAVIER		G.I.E.I.A Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dib.(apellidos)	PADILLA PÉREZ		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: SIN ESCALA	ESQUEMA UNIFILAR		Nº P. : 1.08 Nom.Arch:



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

PLIEGO DE CONDICIONES

**Instalación fotovoltaica en un centro termal
polifuncional en Adeje.**

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y
Automática

Autor: Javier Padilla Pérez

Tutor: José Francisco Gómez González

Curso 2021-2022

Índice Pliego de Condiciones

4.	Pliego de condiciones.....	125
4.1	Objeto.....	125
4.2	Normas que deberá de cumplir el instalador.	125
4.3	Componentes de la instalación	125
4.3.1	Inversores	125
4.3.2	Soporte para los módulos fotovoltaicos	126
4.3.3	Módulos fotovoltaicos.....	126
4.3.4	Cableado.....	126
4.3.5	Protecciones.....	127
4.3.6	Puesta a tierra	127

4. Pliego de condiciones.

4.1 Objeto.

Este pliego de condiciones recoge los aspectos que el contratista del proyecto debe tener en cuenta a la hora de suministrar, instalar y tramitar la documentación pertinente de las instalaciones solares fotovoltaicas de autoconsumo, para garantizar su funcionamiento, calidad de materiales, las garantías y la seguridad de la instalación.

Se valorará el rendimiento final de la instalación en cuanto a su rendimiento, producción e integración.

4.2 Normas que deberá de cumplir el instalador.

Los materiales utilizados en la instalación asegurarán la calidad del suministro eléctrico en todo momento, para evitar que el funcionamiento del sistema provoque en la red interior del edificio, así como en la red propiedad de la distribuidora, averías o alteraciones de las condiciones de calidad y de seguridad admitidas por la normativa aplicables.

El grado de aislamiento en lo referente a equipos fotovoltaicos, como a los materiales utilizados por el instalador (cajas, conductores y armarios de conexión) será de clase I para las protecciones y el cableado de la instalación, de doble aislamiento tipo 2 con un grado de protección mínimo de IP 65.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. En la memoria de diseño o proyecto de ejecución se incluirán todos los elementos de seguridad y protecciones de las personas que trabajen en los sistemas, así como de la instalación fotovoltaica para evitar cortocircuitos y sobrecargas y poner en riesgo la seguridad de la instalación y de las personas.

4.3 Componentes de la instalación

4.3.1 Inversores

Los inversores cumplirán una serie de características mínimas, según la siguiente normativa vigentes:

- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:
 - Cortocircuitos en alterna.
 - Tensión de red fuera de rango.
 - Frecuencia de red fuera de rango.
 - Sobretensiones, mediante varistores o similares.
 - Perturbaciones presentes en la red como micro cortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

También ha de cumplirse la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.

4.3.2 Soporte para los módulos fotovoltaicos

Los soportes elegidos para los módulos fotovoltaicos cumplirán con las siguientes especificaciones:

- Se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad, sobrecargas de viento y nieve, etc.
- La estructura soporte permitirá dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos fotovoltaicos, siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Los puntos de anclaje y sujeción para los módulos fotovoltaicos serán los suficientes, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición, de forma que no se produzcan flexiones en ninguno de los módulos superiores a las admisibles por el fabricante y los métodos homologados para el módulo.
- El diseño de la estructura se realizará para la orientación e inclinación óptimo, siempre que sea técnica y económicamente viable.
- Los materiales presentes en la estructura del soporte serán los adecuados para proteger el sistema contra la acción de los agentes ambientales, preferentemente, de hormigón o de aluminio, debido a la cercanía con el mar de la zona.
- La tornillería será realizada en acero inoxidable.
- La propia estructura no proyectará sombra sobre los módulos.

4.3.3 Módulos fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos tendrán que incorporar el marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión. Además, tendrán que cumplir con la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.

Adicionalmente, en función de la tecnología del módulo, éste deberá satisfacer las siguientes normas:

UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.

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

4.3.4 Cableado

Todo el cableado de la instalación deberá cumplir con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus respectivas Instrucciones Técnicas Complementarias.

Según la normativa vigente, los polos positivo y negativo de cada string de módulos se conducirán por separado y correctamente protegidos.

El instalador dimensionará el cableado con una sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. La sección será suficiente como para que la caída de tensión no sea mayor a un 1,5% según el Pliego de Condiciones técnicas del IDAE.

El conductor será utilizado será el cobre. El cable deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos que componen la instalación.

El cableado de corriente continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado.

4.3.5 Protecciones

Tendrá que garantizarse la seguridad de las personas, tanto usuarios como operarios, así como el correcto funcionamiento del sistema fotovoltaico.

Las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 842/2002 Reglamento electrotécnico de baja tensión y cualquier otra normativa de aplicación.

Las instalaciones contarán con un sistema de protecciones que garantice su desconexión en caso de fallo de red o internos de la instalación.

Las instalaciones no producirán sobretensiones. Los equipos instalados deberán cumplir los límites de emisión de perturbaciones de compatibilidad electromagnética.

4.3.6 Puesta a tierra

Las instalaciones cumplirán con el Real Decreto 1699/2011 (artículo 15) sobre protecciones en instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

La puesta a tierra de las instalaciones se hará siempre de forma que se asegure que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

**Instalación fotovoltaica en un centro termal
polifuncional en Adeje.**

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y
Automática

Autor: Javier Padilla Pérez

Tutor: José Francisco Gómez González

Curso 2021-2022

Índice Mediciones y Presupuesto

5.	Mediciones y presupuesto.....	130
5.1	Mediciones.....	130
5.1.1	Instalación fotovoltaica.....	130
5.1.2	Cableado.....	130
5.1.3	Protecciones.....	130
5.1.4	Canalizaciones.....	131
5.2	Presupuesto.....	131
5.2.1	Instalación fotovoltaica.....	131
5.2.2	Cableado.....	132
5.2.3	Protecciones.....	135
5.2.4	Canalizaciones.....	137
5.3	Presupuesto de Ejecución Material (PEM).....	139
5.4	Gastos Generales y Beneficio Industrial.....	139
5.5	Resumen de Presupuesto General.....	139

5. Mediciones y presupuesto.

5.1 Mediciones.

5.1.1 Instalación fotovoltaica.

Cantidad	Unidad	Descripción
164	Ud	Soportes de los módulos
164	Ud	Módulos fotovoltaicos
1	Ud	Inversor Huawei SUN2000-60KTL-M0.
1	Ud	Inversor Huawei SUN2000-30KTL-M3.

5.1.2 Cableado.

Cantidad	Unidad	Descripción
550	m	Cable eléctrico para baja tensión 1x6mm ² H1Z2Z2-K (tramos CC) 1/2 rojo, 1/2 negro
426	m	Cable eléctrico para baja tensión 1x4mm ² H1Z2Z2-K (tramos CC) 1/2 rojo, 1/2 negro
380	m	Cable eléctrico para baja tensión 1x10mm ² H1Z2Z2-K (tramos CC) 1/2 rojo, 1/2 negro
63	m	Cable eléctrico multipolar para baja tensión 5G95mm ² , RZ1-K (AS)
63	m	Cable eléctrico multipolar para baja tensión 5G50mm ² , RZ1-K (AS)
275	m	Cable de tierra 6mm ² , H07Z1-K (AS)
190	m	Cable de tierra 10mm ² , H07Z1-K (AS)
213	m	Cable de tierra 4mm ² , H07Z1-K (AS)

5.1.3 Protecciones.

Cantidad	Unidad	Descripción
10	Ud	Conjunto Fusibles cilíndricos gPV y base portafusibles doble.
2	Ud	Interruptor automático magnetotérmico 125A
1	Ud	Interruptor diferencial 125A 30mA
2	Ud	Interruptor automático magnetotérmico 63A
1	Ud	Interruptor diferencial 63A 30 mA

5.1.4 Canalizaciones.

Cantidad	Unidad	Descripción
488	m	Tubo PVC canalización 20mm
190	m	Tubo PVC canalización 25mm
63	m	Tubo PVC canalización 75mm
63	m	Tubo PVC canalización 50mm

5.2 Presupuesto.

5.2.1 Instalación fotovoltaica.

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Importe
SMF	Ud	Soportes módulos fotovoltaicos	164,000	119,21	19.550,44
1	Ud	Soportes módulos fotovoltaicos para cubierta inclinada de la marca SUNFER modelo 20H de 1 módulo	1,000	99,640	99,64
2	h	Oficial 1ª instalador de captadores solares.	0,389	18,290	7,11
	h	Ayudante instalador de captadores solares.	0,389	17,270	6,72
3	%	Costes directos complementarios	2	113,47	2,27

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Importe
MF	Ud	Módulos fotovoltaicos	164,000	282,55	46.338,20
1	Ud	Módulo solar fotovoltaico de 540W.	1,000	255,11	255,11
2	h	Oficial 1ª instalador de captadores solares.	0,389	18,290	7,11
	h	Ayudante instalador de captadores solares.	0,389	17,270	6,72
3	%	Costes directos complementarios	2	268,94	5,38

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Importe
IF01	Ud	Inversor Huawei 60 kW	1,000	5.214,16	5.214,16
1	Ud	Inversor Huawei 60 kW modelo SUN2000-60KTL-M0.	1,000	4.900,600	4.900,600
2	h	Oficial 1ª electricista.	0,972	18,290	17,78
	h	Ayudante electricista.	0,972	17,270	16,79
	h	Camión grúa de hasta 6 t.	0,519	53,680	27,86
3	%	Costes directos complementarios	2	4.963,03	99,26

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Importe
IF02	Ud	Inversor Huawei 30 kW	1,000	3.301,99	3.301,99
1	Ud	Inversor Huawei 30 kW modelo SUN2000-30KTL-M3.	1,000	3.080,53	3.080,53
2	h	Oficial 1ª electricista.	0,972	18,290	17,78
	h	Ayudante electricista.	0,972	17,270	16,79
	h	Camión grúa de hasta 6 t.	0,519	53,680	27,86
3	%	Costes directos complementarios	2	3.142,66	62,86

5.2.2 Cableado.

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Importe
C01	Ud	Cable eléctrico para baja tensión 1x6mm²	550,000	1,51	830,50
1	Ud	Cable eléctrico para baja tensión 1x6mm ² aislamiento XLPE, H1Z2Z2-K	1,000	0,760	0,76
2	h	Oficial 1ª electricista.	0,019	18,290	0,35
	h	Ayudante electricista.	0,019	17,270	0,35
3	%	Costes directos complementarios	2	1,44	0,03

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Importe
C02	Ud	Cable eléctrico para baja tensión 1x10mm²	380,000	2,29	870,20
1	Ud	Cable eléctrico para baja tensión 1x10mm ² aislamiento XLPE, H1Z2Z2-K	1,000	0,760	0,76
2	h	Oficial 1ª electricista.	0,019	18,290	0,35
	h	Ayudante electricista.	0,019	17,270	0,35
3	%	Costes directos complementarios	2	1,44	0,03

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Importe
C03	Ud	Cable eléctrico para baja tensión 1x4mm²	426,000	1,26	536,76
1	Ud	Cable eléctrico para baja tensión 1x4mm ² aislamiento XLPE, H1Z2Z2-K	1,000	0,560	0,56
2	h	Oficial 1ª electricista.	0,018	18,290	0,33
	h	Ayudante electricista.	0,018	17,270	0,31
3	%	Costes directos complementarios	2	1,20	0,02

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Importe
C04	Ud	Cable eléctrico multipolar para baja tensión 5G95mm²	63,000	99,75	6.284,25
1	Ud	Cable eléctrico multipolar para baja tensión 5G95mm ² aislamiento XLPE, RZ1-K (AS)	1,000	91,740	91,74
2	h	Oficial 1ª electricista.	0,090	18,290	1,65
	h	Ayudante electricista.	0,090	17,270	1,55
3	%	Costes directos complementarios	2	94,94	1,90

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Importe
C05	Ud	Cable eléctrico multipolar para baja tensión 5G50mm²	63,000	60,77	3.828,51
1	Ud	Cable eléctrico multipolar para baja tensión 5G50mm ² aislamiento XLPE, RZ1-K (AS)	1,000	55,530	55,53
2	h	Oficial 1ª electricista.	0,065	18,290	1,19
	h	Ayudante electricista.	0,065	17,270	1,12
3	%	Costes directos complementarios	2	57,84	1,16

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Importe
C06	Ud	Cable de tierra 6 mm²	275,000	2,21	607,75
1	Ud	Cable eléctrico unipolar de 6 mm ² , H07Z1-K (AS)	1,000	1,580	1,58
2	h	Oficial 1ª electricista.	0,015	18,290	0,27
	h	Ayudante electricista.	0,015	17,270	0,26
3	%	Costes directos complementarios	2	2,11	0,04

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Importe
C07	Ud	Cable de tierra 4 mm².	213,000	1,51	321,63
1	Ud	Cable eléctrico unipolar de 4 mm ² , H07Z1-K (AS).	1,000	1,090	1,09
2	h	Oficial 1ª electricista.	0,010	18,290	0,18
	h	Ayudante electricista.	0,010	17,270	0,17
3	%	Costes directos complementarios	2	1,44	0,03

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Importe
C08	Ud	Cable de tierra 10 mm².	190,000	3,50	665,00
1	Ud	Cable eléctrico unipolar de 10 mm ² , H07Z1-K (AS).	1,000	2,800	2,80
2	h	Oficial 1ª electricista.	0,015	18,290	0,27
	h	Ayudante electricista.	0,015	17,270	0,26
3	%	Costes directos complementarios	2	3,33	0,07

5.2.3 Protecciones.

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Importe
P01	Ud	Conjunto Fusibles cilíndricos gPV y base portafusibles doble.	10,000	16,61	166,10
1	Ud	Fusible cilíndrico curva gPV, intensidad nominal 15 A, voltaje 1000VDC, tamaño 10x38.	2,000	3,620	7,24
2	Ud	Base portafusibles doble para fusibles cilíndricos 10x38	1,000	4,000	4,00
3	h	Oficial 1ª electricista.	0,250	18,290	4,57
4	%	Costes directos complementarios	2	15,81	0,32

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Importe
P02	Ud	Interruptor automático magnetotérmico 125A	2	530,63	1.061,26
1	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 125 A, poder de corte 10 kA, curva C, "SCHNEIDER ELECTRIC", de 108x81x73 mm	1,000	498,670	498,67
2	h	Oficial 1ª electricista.	0,350	18,290	6,40
3	%	Costes directos complementarios	2	505,07	10,10

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Importe
P03	Ud	Interruptor diferencial 125A 30mA	1	410,70	410,70
1	Ud	Interruptor diferencial de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 125 A, sensibilidad 30 mA, poder de corte 10 kA, clase A, de 36x80x77,8 mm,	1,000	384,520	384,52
2	h	Oficial 1ª electricista.	0,350	18,290	6,40
3	%	Costes directos complementarios	2	390,92	7,82

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Importe
P04	Ud	Interruptor automático magnetotérmico 63A	2,000	116,82	233,64
1	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A	1,000	104,800	104,80
2	h	Oficial 1ª electricista.	0,350	18,290	6,40
3	%	Costes directos complementarios	2	111,20	2,22

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Importe
P05	Ud	Interruptor diferencial 63A 30 mA	1,000	889,77	889,77
1	Ud	Interruptor diferencial de 4 módulos, tetrapolar (4P), intensidad nominal 63 A, sensibilidad 30 mA	1,000	840,510	840,51
2	h	Oficial 1ª electricista.	0,350	18,290	6,40
3	%	Costes directos complementarios	2	846,91	16,94

5.2.4 Canalizaciones.

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Importe
CAN01	Ud	Tubo canalización 20mm	488,000	2,86	1.395,68
1	Ud	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal	1,000	1,140	1,14
2	h	Oficial 1ª electricista.	0,040	18,290	0,73
	h	Ayudante electricista.	0,050	17,270	0,86
3	%	Costes directos complementarios	2	2,73	0,05

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Importe
CAN02	Ud	Tubo canalización 25mm	190,000	3,50	665,00
1	Ud	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 25 mm de diámetro nominal	1,000	1,680	1,68
2	h	Oficial 1ª electricista.	0,043	18,290	0,79
	h	Ayudante electricista.	0,050	17,270	0,86
3	%	Costes directos complementarios	2	3,33	0,07

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Importe
CAN03	Ud	Tubo canalización 75mm	63,000	5,91	372,33
1	Ud	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 75 mm de diámetro nominal	1,000	3,670	3,67
2	h	Oficial 1ª electricista.	0,060	18,290	1,10
	h	Ayudante electricista.	0,050	17,270	0,86
3	%	Costes directos complementarios	2	5,63	0,11

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Coste	Importe
CAN04	Ud	Tubo canalización 50mm	63,000	4,50	283,50
1	Ud	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 50 mm de diámetro nominal	1,000	2,410	2,41
2	h	Oficial 1ª electricista.	0,055	18,290	1,01
	h	Ayudante electricista.	0,050	17,270	0,86
3	%	Costes directos complementarios	2	4,28	0,09

5.3 Presupuesto de Ejecución Material (PEM).

Capítulo	Resumen	Presupuesto (EUROS)
1	Instalación fotovoltaica	74.404,79
2	Cableado	13.944,60
3	Protecciones	2.761,47
4	Canalizaciones	2.716,51
Presupuesto de Ejecución Material (PEM)		93.827,37

5.4 Gastos Generales y Beneficio Industrial.

Gastos Generales (13%)	12.197,56
Beneficio Industrial (6%)	5.629,64

5.5 Resumen de Presupuesto General.

Presupuesto de Ejecución Material (PEM)	93.827,37
Gastos Generales (13%)	12.197,56
Beneficio Industrial (6%)	5.629,64
Suma	111.654,57
IGIC (7%)	7.815,82
Presupuesto de ejecución por contrata	119.470,39

El presupuesto de ejecución contrata que se estima asciende a CIENTO DIECINUEVE MIL CUATROCIENTOS SETENTA EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

Santa Cruz de Tenerife a 15 de junio de 2022.

El Promotor

La dirección facultativa

Firmado:

Javier Padilla Pérez