



**Universidad
de La Laguna**

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y
TECNOLOGÍA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

DISEÑO DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN
DE AUTOCONSUMO PARA EL CENTRO SOCIAL DE
TEGUISE, LANZAROTE

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Autora: Suleima González Aguiar

Tutores: Benjamín González Díaz – Sara González Pérez

JULIO 2018

Hoja de identificación

Título del proyecto:

Diseño de una planta fotovoltaica en régimen de autoconsumo para el Centro Social de Teguiise, Lanzarote

Emplazamiento de las instalaciones del proyecto:

Avenida Los Cernícalos, KM 3. Nazaret. Isla de Lanzarote (Las Palmas).

Latitud 29° 0,2' Norte; Longitud 13° 33' Oeste.

Trabajo Fin de Grado:

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología (ESIT) de la Universidad de La Laguna (ULL)

TUTORES:

Benjamín González Díaz

Sara González Pérez

AUTORA:

Suleima González Aguiar

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

✚ Abstract

✚ Memoria

✚ Conclusions

✚ Anexos

1. Datos de partida
2. Cálculos
3. Ahorro neto
4. Estudio Básico de Seguridad y Salud
5. Características Técnicas

✚ Planos

1. Emplazamiento
2. Situación
3. Conexiones
4. Esquema unifilar

✚ Pliego de condiciones

✚ Mediciones

✚ Presupuesto

Abstract

This project defines the steps that have been followed to carry out the installation of a photovoltaic plant for the “Centro Socio Cultural Ubigue”, located in Nazaret (Lanzarote).

The first thing to size the plant is to know how much energy is consumed per day. For this, a study is carried out contemplating the electrical devices that are available and how much they are used per day.

With this information, it is decided to size the plant to generate a peak of 10.88 kW. The plant will be composed of 34 photovoltaic modules, an inverter and the corresponding electrical protections. The panels will be of the ATERSA brand and generate a power of 320 W each. Regarding the inverter, which will convert the DC generated by the panels into AC to consume it, it will be of the SMA brand and will supply a power of 12 kW. The panels will be placed on aluminum supports, brand K2.

The panels will be located in the main roof of the center, oriented to the south with an inclination of 24°, while the inverter and other measurement equipment will be in a room enabled for it.

Once the plant has been dimensioned, it must be designed in such a way that the elements are compatible with each other and that the existing legislation is complied with.

To complete the project, a budget must be made to know what will be the cost of the installation and in how many years the investment will be amortized taking into account the savings that the reduction in the electricity bill of light will imply.



I – MEMORIA

DISEÑO DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE
AUTOCONSUMO PARA EL CENTRO SOCIAL DE TEGUISE,
LANZAROTE

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Autora: Suleima González Aguiar

Tutores: Benjamín González Díaz – Sara González Pérez

JULIO 2018

Índice

1	Objeto.....	1
2	Alcance.....	1
3	Antecedentes	1
4	Normas y referencias	3
4.1	Normas aplicadas.....	3
4.2	Programas de cálculo.....	4
4.3	Bibliografía.....	5
5	Definiciones y abreviaturas.....	5
6	Requisitos de diseño	6
6.1	Peticionario	6
6.2	Alumna y redactora	6
6.3	Situación y emplazamiento.....	7
6.4	Descripción del emplazamiento	7
6.5	Punto de conexión	8
7	Condiciones definidas por la instalación	9
8	Análisis de soluciones.....	10
9	Resultados finales	13
10	Planificación	19
11	Orden de prioridad.....	21

1 Objeto

Este proyecto se redacta con el objetivo de analizar y diseñar una instalación fotovoltaica, en régimen de autoconsumo, para el Centro Socio Cultural “Ubigue” en Lanzarote. De este modo se pretende reducir el coste de la factura de la luz ya que una parte de la energía que se consume será generada por dicha instalación, fomentando además el uso de energías limpias.

Como base del análisis y diseño de la planta se ha hecho uso del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones conectadas a Red, del Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE).

2 Alcance

Este centro pertenece al municipio de Tegüise y se encuentra ubicado en avenida Los Cernícalos, Nazaret. El centro socio cultural Ubigue (en adelante, CSC Ubigue) es un local de ocio donde se realizan diversas actividades y que además consta con un bar con un aforo máximo de 50 comensales. El CSC Ubigue también comprende una pequeña escuela unitaria y un local utilizado por la asociación de petanca, que, aunque estén en edificaciones contiguas, su punto de conexión a red es el mismo.

Para comenzar con el análisis primero se debe conocer la cantidad de energía que se consume en el centro. Para ello se ha hecho una aproximación teniendo en cuenta los electrodomésticos, luminarias y demás aparatos eléctricos y electrónicos que se encuentran en el local y su horario de uso.

La instalación se hará en el propio techo del CSC Ubigue y generará una potencia máxima de pico de 10,88 kW.

3 Antecedentes

Para la realización de este proyecto se han facilitado los planos del CSC Ubigue por parte del ayuntamiento.

Las instalaciones ya existentes en el centro son:

- Instalación de fontanería

- Instalación eléctrica
- Instalación contraincendios

La instalación fotovoltaica tendrá que abastecer, en la medida de lo posible, la potencia que se consume en el centro. Este se compone por varias salas de juego, un salón de baile, una oficina, un bar, una cancha de fútbol y otra de bola canaria, la pequeña escuela que consta de dos aulas y un patio, y la asociación que cuenta con una cancha de petanca además de una sala.

Para el análisis de la instalación se ha previsto el consumo teniendo en cuenta las actividades que se ofrecen en el centro y el horario de apertura. Con estos datos se ha obtenido el perfil de consumo en el que se basará el estudio del proyecto.

El horario del bar es:

- Martes, miércoles, jueves y domingos de 13:00 horas a 22:00 horas
- Viernes y sábados de 13:00 horas a 00:00 horas.
- Lunes permanece cerrado.

El horario de las diferentes actividades que se realizan en el centro se muestra a continuación:

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
0:00							
1:00							
2:00							
3:00	CERRADO	CERRADO	CERRADO	CERRADO	CERRADO		
4:00							
5:00							
6:00						CERRADO	CERRADO
7:00							
8:00							
9:00							
10:00							
11:00	Colegio	Colegio	Colegio	Colegio	Colegio		
12:00							
13:00							
14:00							
15:00							
16:00							
17:00		Biblioteca	Biblioteca	Biblioteca			
18:00							
19:00	CERRADO						
20:00		Cancha	Cancha		Oficina + Cancha + Petanca		Cancha + Petanca
21:00					Cancha + Petanca		
22:00		CERRADO	CERRADO	CERRADO	Salón + Petanca	Petanca	CERRADO
23:00							

Ilustración I Horario de actividades

4 Normas y referencias

4.1 Normas aplicadas

- Orden del Ministerio de Industria y Energía. 17/11/1989. Modificación del R.D. 245/1989, 27/02/1989.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/ 1997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.

- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico (BOE número 285 de 28/11/1977)
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto-ley 14/2010, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de baja tensión y sus correspondientes actualizaciones.
- Estatuto de los trabajadores (Ley 8/1980, Ley 32/1984, Ley 11/1.994).
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto-ley 6/2009, de 30 de abril, por el que se adoptan determinadas medidas en el sector energético y se aprueba el bono social.
- Norma UNE 157001. Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones conectadas a red del Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía.
- Ley 15/2012, de 27 de diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto-ley 2/2013, de 1 de febrero, de medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero.

4.2 Programas de cálculo

- AutoCAD: software CAD utilizado para el dibujo en 2D. Programa muy usado en el ámbito de la arquitectura, el diseño industrial y la ingeniería.
- Microsoft Excel: aplicación de hojas de cálculo que permite la realización de tareas contables, trabajar con datos numéricos y realización de gráficos.
- Google Maps: software que permite la visualización de cualquier lugar, permitiendo ver las imágenes de satélite y mapas entre otros.

- Visor Grafcan: software similar a Google Maps, a nivel de Canarias, en el que además de tener la vista satélite, contiene mucha más información como puede ser la irradiación que se tiene en el lugar o la caracterización del suelo entre otros.
- PVWatts Calculator: software que calcula de forma estimada la producción de energía mensual teniendo en cuenta los datos de irradiancia de su base de datos.
- Generador de precios (CYPE): software que permite obtener el coste ajustándose al mercado además de proporcionar características detalladas del elemento.
- SunnyDesign: software para configurar una planta fotovoltaica tanto en régimen de autoconsumo como en régimen aislada. Se le puede ingresar los datos propios del consumo y a partir de ahí, te da una serie de sugerencias.

4.3 Bibliografía

- ❖ Boletín Oficial del Estado (BOE), <https://www.boe.es/>
- ❖ Krannich solar, <http://es.krannich-solar.eu/2015/10/20/aprovechar-real-decreto-de-autoconsumo/>
- ❖ ClimateData, <https://es.climate-data.org/location/21584/>
- ❖ Circutor, <http://circutor.es/es>
- ❖ SMA, Solar Technology <https://www.sma.de/en.html>
- ❖ Atersa, <https://atersa.com>
- ❖ Endesa Clientes, <https://www.endesaclientes.com/articulos/tarifas-reguladas-luz-gas.html>

5 Definiciones y abreviaturas

- PCT IDAE: Pliego de Condiciones Técnicas del Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía.
- REBT: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
- ITC-BT: Instrucción Técnica Complementaria de Baja Tensión
- CEM: Condiciones Estándar de Medida
- PAT: Puesta a tierra.
- IPC: Índice de Precios de Consumo
- CC (o DC): Corriente Continua (o Direct Current)
- CA (o AC): Corriente Alterna (o Altern Current)

- Ángulo de inclinación (β): se refiere al ángulo que estarán inclinados los paneles fotovoltaicos respecto de la superficie del techo, en este caso plano.
- Ángulo de azimut (α): es el ángulo que representa la desviación respecto del sur que tienen los paneles.
- String (fila): conjunto de paneles conectados en serie.
- Inversor: convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna.
- Irradiancia: densidad de potencia en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo. Su unidad de medida es kW/m².
- Radiación solar: energía procedente del sol en forma de ondas electromagnéticas.
- Irradiación: energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto periodo de tiempo. Su unidad de medida es kWh/m².
- Célula fotovoltaica: dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

6 Requisitos de diseño

6.1 Peticionario

Promotor: Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología (ESIT)

Dirección: Camino San Francisco de Paula, 17, San Cristóbal de La Laguna, 38203, Tenerife.

Contacto: 922 84 50 59

Tutores del TFG: Benjamín González Díaz – Sara González Pérez

Contacto: 922 31 86 45 – 922 31 81 01

Correo electrónico: bgdiaz@ull.edu.es – sgonzal@ull.edu.es

6.2 Alumna y redactora

Título: Diseño de una planta fotovoltaica en régimen de autoconsumo para el Centro Social de Tegui, Lanzarote.

Autora: Suleima González Aguiar.

Grado: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.

Dirección: Calle Las Corujas, 19.

Municipio: Tegui se

Correo electrónico: alu0100914344@ull.edu.es

6.3 Situación y emplazamiento

El centro socio cultural Ubigue se encuentra ubicado en la avenida Los Cernícalos, KM 3, Nazaret. Latitud 29° 0,2' Norte; Longitud 13° 33' Oeste. A continuación se muestra una imagen obtenida a través del visor “Grafcan”:



Ilustración II Ubicación del CSC Ubigue. Vista de planta

Además, como se puede observar en la ilustración II, el centro no tiene edificios contiguos ni cercanos, ni grandes árboles que puedan hacer sombra a los paneles solares, por lo que el entorno es idóneo para la instalación.

En el documento “Planos” se detalla más información.

6.4 Descripción del emplazamiento

La superficie del techo está construida a diferentes alturas, pero como no precisaremos de todo el espacio, se utilizará el techo de mayor altura.

El techo principal tiene unas medidas de 14 metros de ancho y 28 metros de largo lo que constituye un área útil total de 392 m². Cabe destacar que este techo es plano por lo que será más fácil la disposición de los módulos fotovoltaicos.



Ilustración III Techo principal

La latitud del lugar es de $29^{\circ} 0,2'$ Norte y la longitud es de $13^{\circ} 33'$ Oeste. Como el espacio es suficiente, los módulos estarán orientados hacia el sur y no siguiendo las líneas de construcción, ya que es la orientación óptima para la generación.

6.5 Punto de conexión

El punto de conexión del centro se encuentra ubicado a una distancia de 60 metros que se conectará con la CGP situada en una habitación existente en la parte trasera del almacén de la cocina.



Ilustración IV Situación Cuarto Eléctrico

7 Condiciones definidas por la instalación

En primer lugar, la instalación va a quedar definida por la potencia que se tiene contratada actualmente que es de 11,5 kW. Siguiendo el Real Decreto 900/2015 esto implica que la planta fotovoltaica se puede dimensionar para una potencia máxima de 11,5 kW.

Por otro lado, al tratarse de un centro en funcionamiento con la instalación eléctrica ya realizada, se va a disponer del mismo cuarto eléctrico donde actualmente se encuentra el contador y el cuadro de protecciones.

Las dimensiones de esta habitación son de 6 metros de largo y 4 de ancho, con una altura de 5 metros (misma altura que el techo donde se sitúan los paneles). Esta habitación cuenta con la ventilación necesaria proporcionada por unas rejillas existentes en la parte superior de uno de los laterales.

En esta sala se incluirán dos contadores independientes de la instalación existente, de modo que uno de los contadores que registre la energía generada por la instalación fotovoltaica y otro que registre la energía consumida por el centro. Los contadores serán de la de Endesa y Viesgo, trifásico que cuenta con sistemas PLC y contará con un grado de protección IP40, IK 09.

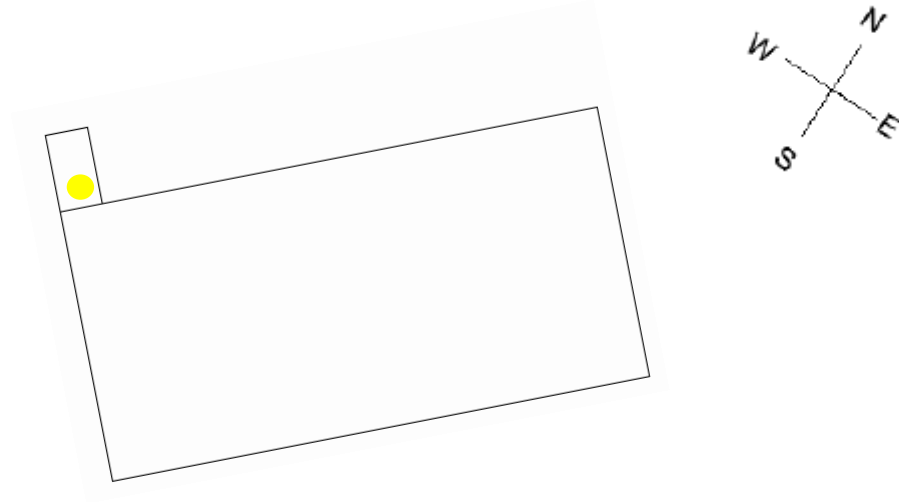


Ilustración V. Vista Planta

El punto amarillo representa el inversor, que se encuentra situado en la sala eléctrica, colocado a una altura de 1,70 metros respecto del suelo. El contador se colocará a su lado en un módulo con tapa precintable, a una altura de 1,50 metros respecto del suelo de modo que cumple con lo establecido en la ITC-16 del REBT.

8 Análisis de soluciones

Una vez conocido el consumo que se tiene en el emplazamiento y sabiendo cuál es la máxima potencia que se puede instalar se dimensiona la planta fotovoltaica. Sabiendo cuánto se pretende generar, en este caso 10,88 kWp se plantea qué es más conveniente. Por un lado, se estudia poner mayor cantidad de módulos fotovoltaicos que generan menos potencia cada uno a un coste más bajo. Por otro lado, se plantea colocar menor cantidad de paneles que cada uno de ellos genera más cantidad de potencia de pico, pero a un coste superior. Finalmente se observa que lo que más conviene es utilizar menor número de paneles de mayor potencia ya que la inversión será menor.

Aunque en la siguiente tabla no se ha tenido en cuenta, cabe destacar que cuanto mayor sea el número de paneles a instalar, mayor será el precio del cableado, mayor será el coste por mano de obra y las posibilidades para distribuir los paneles en la superficie serán más limitadas.

Potencia del módulo (W)	Cantidad necesaria	Precio/unidad (€)	Coste total (€)
260	42	176,96	7432,32
270	40	183,77	7350,8
310	35	201,62	7056,7
320	34	203,04	6903,36

Tabla I Estudio básico elección paneles

Por otro lado, con los datos de generación obtenidos en el “Anexo 2: Cálculos” se analiza el tipo de autoconsumo que se escoge tener.

Existen dos tipos de autoconsumo definidos en el PCT del IDAE como autoconsumo tipo 1 y autoconsumo tipo 2. La diferencia principal entre estos dos tipos es que en el autoconsumo tipo 2 se vende a la red el excedente de energía producida que no se consume, sin embargo, en esta modalidad se debe cubrir los peajes de acceso a las redes de transporte y distribución. En cuanto al autoconsumo tipo 1, se puede no inyectar a red, instalando un sistema de vertido nulo a la red, o por el contrario se puede inyectar el excedente sin pagar el peaje, pero sin conseguir una retribución por ello.

A continuación se muestran los gráficos donde se reflejan la producción frente al consumo más relevantes.

En primer lugar, se observa el mejor mes de producción que es marzo, donde existen momentos del día en lo que la producción es superior al consumo.

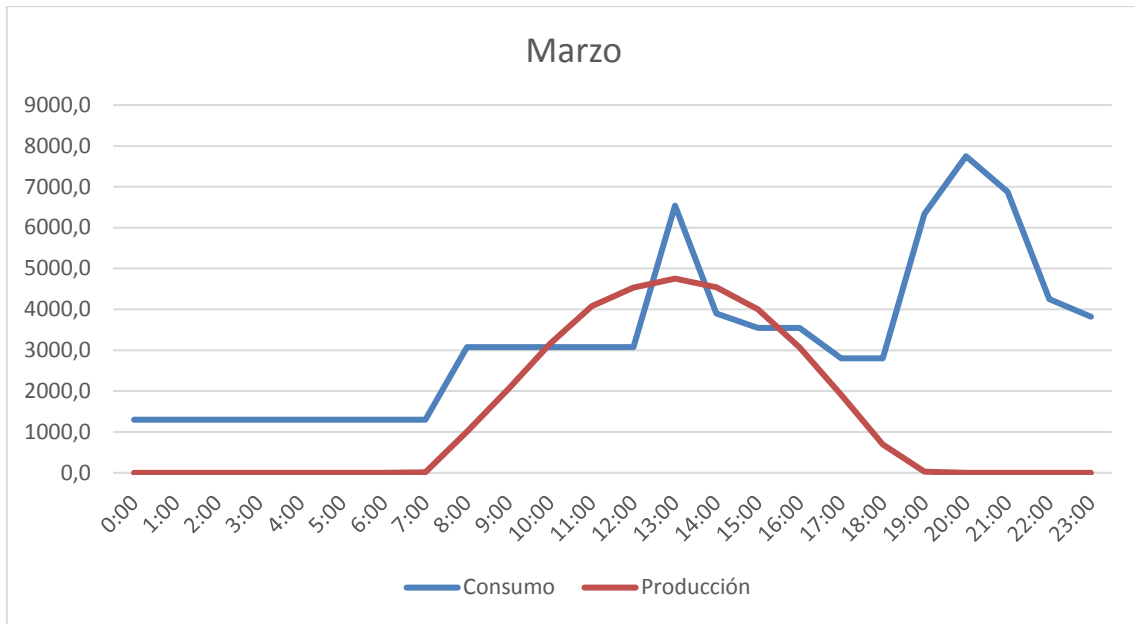


Ilustración VI Gráfica mes de marzo

En segundo lugar, se muestra lo que ocurre en el peor mes del año, que es noviembre, donde en ningún momento del día la producción supera el consumo.

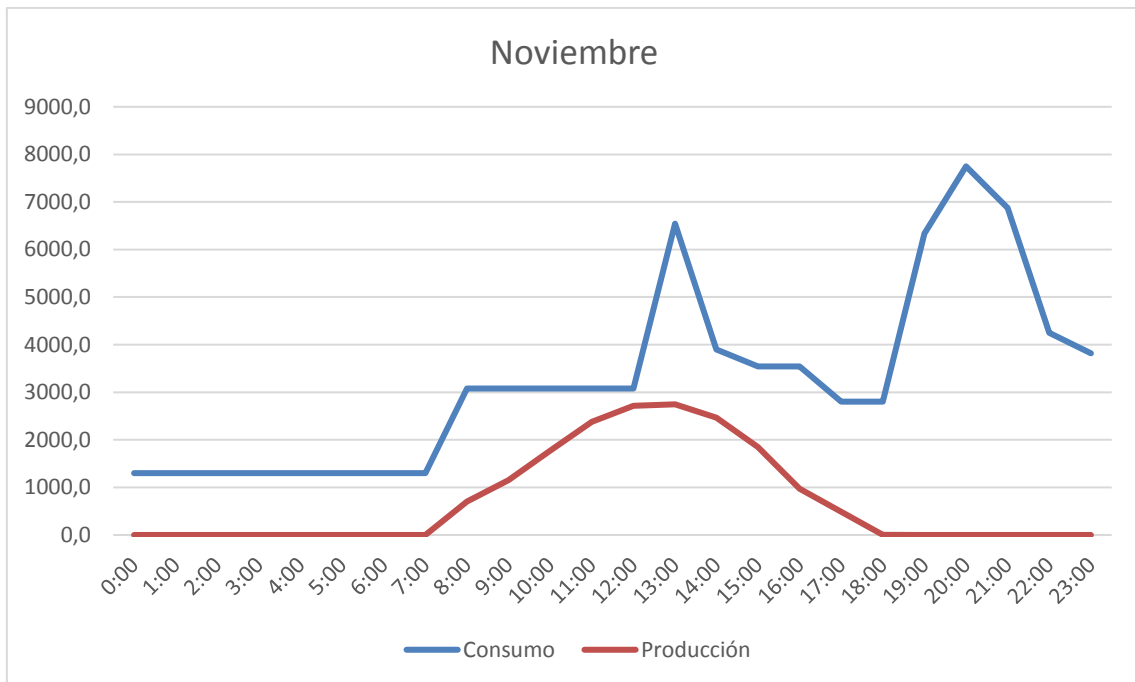


Ilustración VII Gráfica mes noviembre

Por último, se muestra un gráfico que refleja la poca producción existente en este mes, pues apenas supera el consumo de los lunes, que es el más bajo ya que el centro permanece cerrado y solo se tiene el consumo de la escuela unitaria y el consumo fijo.

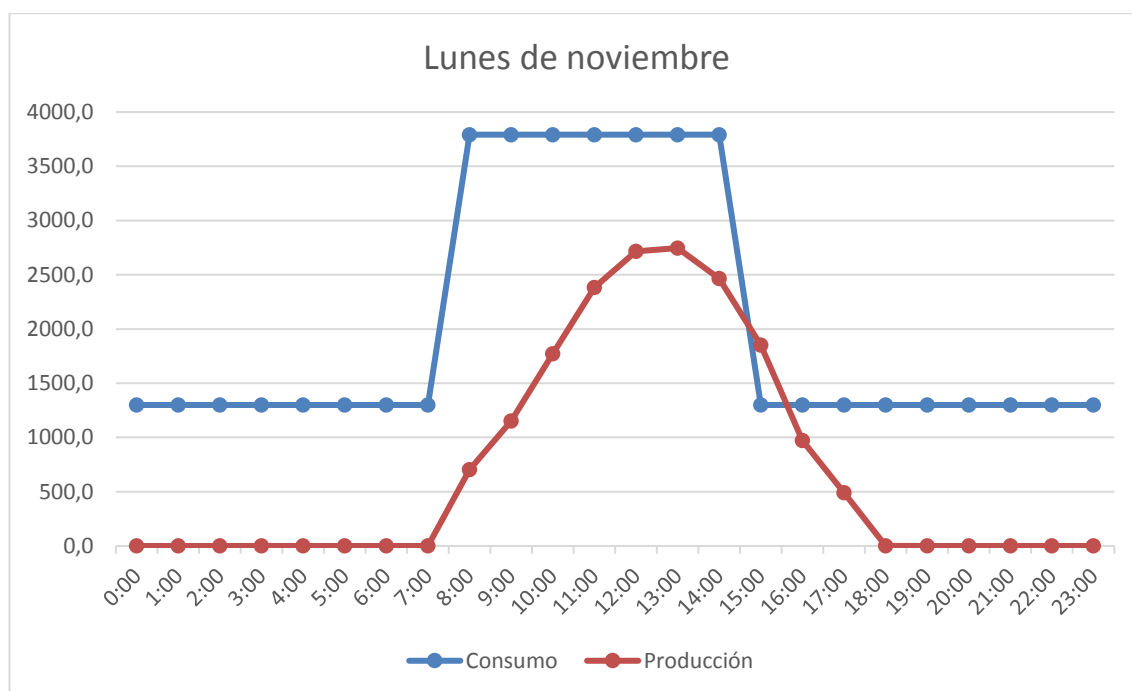


Ilustración VIII Gráfica Lunes en noviembre

Con los datos que se obtienen de la generación de esta planta se observa que en muy pocas ocasiones del año se produce un excedente de potencia, por lo que se decide:

Por una parte, que no saldrá rentable añadir baterías a la planta para la acumulación de la energía sobrante, pues esto no ocurre con facilidad. Además, al implantar las baterías, se debe de añadir un regulador que controle la cantidad de energía que le suministra a las baterías con el fin de que no se descarguen ni se sobrecarguen lo suficientemente rápido de modo que no se dañen las baterías.

Por otra parte, es preferible regalar la poca energía sobrante antes que invertir en un sistema de inyección cero. Además de este modo rebajaríamos el consumo de combustibles convencionales para la producción de energía eléctrica. No se vería recompensado económicamente, pero tampoco se ha de pagar por verter a la red, de modo que es opción más respetuosa con el medio ambiente.

9 Resultados finales

La planta fotovoltaica está compuesta por un conjunto de módulos fotovoltaicos colocados sobre unos soportes de aluminio, y conectados a un inversor el cuál convertirá la energía generada por los paneles, que es CC en energía apta para el consumo de los diversos aparatos conectados a la instalación, que ha de ser CA.

Los paneles elegidos para la generación son de tipo policristalinos, con una potencia de pico de 320 W de la marca Atersa. Para dimensionar la planta de modo que se pueda llegar a generar una potencia de 10,88 kW (superior al pico de consumo que se tiene) se instalarán un conjunto de 34 paneles. Estos paneles estarán situados en el techo principal, orientados hacia el sur con el fin de obtener mayor producción.



Ilustración IX Panel ATERSA 320 P Ultra

Características eléctricas (STC: 1kW/m ² , 25°C±2°C)	
A-320P	
Potencia Nominal (0/+5 W)	320 W
Eficiencia del módulo	16,45%
Corriente Punto de Máxima Potencia (Imp)	8,51 A
Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmp)	37,61 V
Corriente en Cortocircuito (Isc)	8,93 A
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	46,49 V

Ilustración X Características eléctricas panel

Características físicas	
Dimensiones (mm ± 2 mm)	1965x990x40
Peso (± 0,5 kg)	22,5
area (m ²)	1,95
Tipo de célula (± 1 mm.)	Policristalina 156x156 mm (6 pulgadas)
Células en serie	72 (6x12)
Cristal delantero	Cristal templado ultra claro de 3,2 mm
Marco	Aleación de aluminio anodizado o pintado en poliéster
Caja de conexiones / Opcional	TYCO IP67
Cables	Cable Solar 4 mm ² 1200 mm
Conectores	TYCO PV4

Ilustración XI Características físicas panel

La generación será conectada al inversor de la marca SMA, modelo Sunny Tripower STP 12000 – TL.



Ilustración XII Inversor Sunny Tripower

Datos técnicos	Sunny Tripower 12000TL ⁵
Entrada (CC)	
Potencia máxima de CC (con $\cos \phi = 1$)	12 275 W
Tensión de entrada máx.	1 000 V
Rango de tensión MPP / tensión asignada de entrada	440 V - 800 V / 580 V
Tensión de entrada mín. / de inicio	150 V / 188 V
Corriente máx. de entrada, entradas: A / B	18 A / 10 A
Corriente máx. de entrada por string, entradas: A / B	18 A / 10 A
Número de entradas de MPP independientes / strings por entrada de MPP	2 / A:2; B:2
Salida (CA)	
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	12 000 W
Potencia máx. aparente de CA	12 000 VA
Tensión nominal de CA	3 / N / PE; 220 / 380 V 3 / N / PE; 230 / 400 V 3 / N / PE; 240 / 415 V
Rango de tensión nominal de CA	160 V - 280 V
Frecuencia de red de CA / rango	50 Hz, 60 Hz/-5 Hz ... +5 Hz
Frecuencia / tensión asignada de red	50 Hz / 230 V
Corriente máx. de salida	17,4 A
Factor de potencia a potencia asignada	1

Ilustración XIII Datos técnicos inversor

Para comprobar que sea compatible con la planta se han realizar unas verificaciones y se ha tomado la distribución de los paneles idónea. En concreto se tienen tres strings en paralelo, dos de ellos conectados en la entrada A del inversor y el tercero conectado a la entrada B del inversor. Cada string que se conecta a la entrada A está compuesto por un grupo de 10 módulos fotovoltaicos conectados entre ellos en serie, mientras que a la entrada B se le conecta un único string compuesto por 14 módulos fotovoltaicos en serie.

Conociendo cómo estarán situados los paneles, se procede a la elección del soporte. El soporte a utilizar será de la marca K2, modelo System Triangle/MultiAngle, ideal para instalaciones sobre superficie plana. Este modelo permite tomar una inclinación regulable entre 10° y 45° , lo cual es perfecto para conseguir la inclinación que van a tener los paneles, que es de 24° . El modelo se ha elegido en la medida de 2,10 metros lo que permite que se coloquen dos paneles en cada soporte, pues se colocarán orientados verticalmente, necesitando un total de 17 soportes.

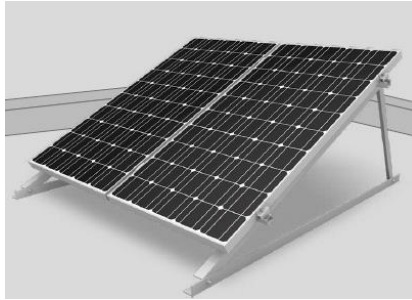


Ilustración XIV Soporte módulo FV K2

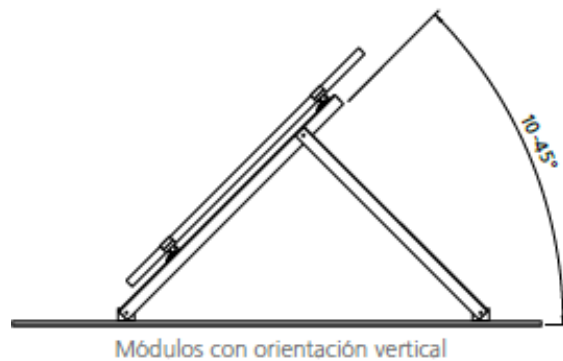


Ilustración XV Perfil soporte K2

Una vez se tiene la disposición a seguir por los paneles, se procede al cálculo del cableado necesario, así como las protecciones que se precisan. En la siguiente tabla se muestra un resumen que muestra la información más relevante respecto al cableado.

n°	Línea	Longitud (m)	Naturaleza	Intensidad a circular (A)	Intensidad admisible (A)	Sección (mm ²)
1	Entrada A (S1) – Inversor	41	Cu con aislante XLPE	21,28	68	10
2	Entrada A (S2) – Inversor	45	Cu con aislante XLPE	21,28	91	16
3	Entrada B – Inversor	51	Cu con aislante XLPE	10,64	38	4
4	Inversor – Punto de conexión	60	Cu con aislante XLPE	21,75	108	25

Tabla II Datos relativos al cableado

	Línea	Protecciones		
Corriente Continua	Línea 1	Fusible con $I_N = 25$ A	Limitador de sobretensiones. $I_{des} = 25kA$	
	Línea 2	Fusible con $I_N = 25$ A	Limitador de sobretensiones. $I_{des} = 25kA$	
	Línea 3	Fusible con $I_N = 16$ A	Limitador de sobretensiones. $I_{des} = 25kA$	
Corriente Alterna	Línea 4	Interruptor Diferencial con $I_N = 25$ A y sensibilidad 30 mA	Limitador de sobretensiones. $I_{cc} = 1000$ A $I_{des} = 25kA$	Interruptor Magnetotérmico $I_N = 25$ A y PdC = 10 kA

Tabla III Protecciones

En cuanto a la instalación de puesta a tierra, se hará con un anillo compuesto de cuatro picas de 3 metros de longitud, enterrados a una distancia de 1 metro bajo la superficie. La resistencia de cada una de ellas es de 100 ohmios teniéndose así una resistencia equivalente de 25 ohmios, inferior a la máxima permitida por el REBT. El conductor es un cable de cobre desnudo de 35 mm² de sección y 24 metros de longitud.

Aunque la planta esté dimensionada para una producción ideal de 10,88 kWp, este valor no se llega a conseguir nunca, pues la planta fotovoltaica tiene unas pérdidas asociadas. Estas pérdidas son debidas al propio rendimiento tanto del inversor como de los módulos fotovoltaicos, y a que las condiciones ideales de generación no son las condiciones reales de trabajo.

Las pérdidas más significativas que se han tenido en cuenta son las pérdidas por temperatura, las pérdidas en el cableado y las pérdidas por dispersión y suciedad.

En cuanto a las pérdidas por temperatura, se han obtenido los datos de irradiancia y se ha calculado la temperatura a la que se encontrarán las células del panel, obteniendo así un porcentaje de pérdidas en función del mes del año en el que se encuentre.

Para las pérdidas del cableado se ha seguido la normativa, y se ha comprobado que efectivamente las pérdidas totales en la línea son inferiores al 1,5%. Finalmente se observa que se tienen unas pérdidas en el cableado del 0,9%.

Con respecto a las pérdidas por dispersión y suciedad, se toman unos valores estipulados en el PCT del IDAE donde se estipulan unas pérdidas por dispersión del 2% mientras que para las pérdidas por suciedad se toma un 3%.

En cuanto a las pérdidas que se pueden contemplar por orientación, inclinación y sombras, estas son casi nulas pues se ha acomodado la instalación para que esto sea así. Por un lado, las pérdidas por orientación no existen ya que los paneles se han orientados hacia el sur. Respecto a la inclinación, se ha tomado un grado que se encuentra dentro del porcentaje permitido en el PCT del IDAE. Además, no existen elementos en los alrededores que puedan hacer sombra a los paneles, y para que estos no se la hagan entre sí se han dispuesto a una distancia entre unos y otros suficiente.

Una vez hallado esto, se procede a estimar cuál será la generación de la planta fotovoltaica. Para ello se hace uso del performance ratio (PR) que define la eficiencia de la

planta fotovoltaica teniendo en cuenta estas pérdidas. Con los datos obtenidos se ha observado que el mes en el que más se genera es el mes de marzo mientras que noviembre es el mes en el que menos se produce.

En el documento básico “Presupuesto” se detalla con más información el coste por capítulos de la instalación. El coste total de la instalación asciende a la cantidad de diecisiete mil trescientos cincuenta y cuatro euros con siete céntimos de euro.

En el año siete la instalación generará beneficios aunque no los necesarios para contrarrestar la factura de la luz. A partir del siguiente año, los beneficios serán suficientes para cubrir las facturas de la luz que se tiene por el consumo de energía de la red.

10 Planificación

Respecto a la planificación, se han marcado la duración límite que tendrán los trabajos a realizar. El horario por parte de los trabajadores será de lunes a sábado, ocho horas diarias.

El trabajo finalizará en cuatro semanas, y se llevará a cabo en el mes de octubre. Con los tiempos establecidos se pretende que se comiencen el 1 de octubre de 2018 y se finalicen el 27 de octubre de 2018.

nº	Nombre de la tarea	Duración (días)	Comienzo	Fin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	Trámites administrativos	3	01/10/2018	04/10/2018	■	■	■																								
2	Compra materiales	5	05/10/2018	09/10/2018					■	■	■	■																			
3	Instalación soportes	3	10/10/2018	13/10/2018									■	■	■																
4	Instalación módulos	3	15/10/2018	17/10/2018															■	■	■										
5	instalación cableado y fusibles	1	18/10/2018	19/10/2018																		■									
6	Instalación inversor	1	20/10/2018	22/10/2018																			■		■						
7	Instalación eléctrica	1	23/10/2018	24/10/2018																						■	■				
8	Evaluación del servicio	2	25/10/2018	27/10/2018																								■	■		

Ilustración XVI Planificación

11 Orden de prioridad

El orden de prioridad establecido de los documentos que constituyen el proyecto es el siguiente:

1. Planos
2. Pliego de condiciones
3. Presupuesto
4. Memoria

Conclusions

This photovoltaic system is designed to generate a peak power of 10.88 kW under ideal conditions.

In order to know how much approximate power will be generated, the power losses are considered and the performance ratio is calculated.

In the design of the installation, there are several requirements to ensure the correct functioning of the components.

In this way it is determined that the panels will be distributed into three strings. Two strings will have 10 panels it, connected in series each and will be connected to the A input of the inverter. The third string will have of 14 panels connected in series and will be connected to B input of the inverter.

With regard to wiring and protections, it has been followed what the REBT (Electrical Low Voltage Regulation) dictates to calculate the wire section and the protection to be carried.

Finally, although it has been considered the possibility of placing batteries to accumulate the surplus of energy produced, it has been concluded that it will not compensate the expense that has to be made, because a charge regulator must also be introduced, which would save by storing the excess energy.

In this way we have a photovoltaic system in self-consumption regime type 1 without batteries or zero injection system, so that the surplus energy produced will be poured into the electrical network without receiving any compensation for it.



II – ANEXOS

DISEÑO DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN
DE AUTOCONSUMO PARA EL CENTRO SOCIAL DE
TEGUISE, LANZAROTE

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Autora: Suleima González Aguiar

Tutores: Benjamín González Díaz – Sara González Pérez

JULIO 2018

Índice

- 1 Anexo 1: Datos de partida
- 2 Anexo 2: Cálculos
- 3 Anexo 3: Ahorro neto
- 4 Anexo 4: Estudio Básico de Seguridad y Salud
- 5 Anexo 5: Características Técnicas



ANEXO 1: DATOS DE PARTIDA

DISEÑO DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE
AUTOCONSUMO PARA EL CENTRO SOCIAL DE TEGUISE,
LANZAROTE

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Autora: Suleima González Aguiar

Tutores: Benjamín González Díaz – Sara González Pérez

JULIO 2018

1 Instalación eléctrica

En función del horario del CSC Ubigue y de los electrodomésticos, luminarias y demás aparatos eléctricos y electrónicos que se utilizan se ha creado un perfil de consumo.

Se ha tenido en cuenta las zonas en las que se divide el centro y se han contemplado los aparatos (y su consumo) que existen en cada una de las salas.

En las siguientes tablas se muestra un resumen:

	Equipo	Unidades	Consumo (Wh)	C. Total (Wh)
Escuela unitaria	Proyector	2	400	
	PC	2	220	2491,6
	Luminarias		1251,6	

Tabla I. Consumo energético de la escuela unitaria

	Equipo	Unidades	Consumo (Wh)	C. Total (Wh)
Asociación Petanca	Nevera	1	400	
	Televisión	1	300	
	Focos	2	600	2188,0
	Luminarias		288	

Tabla II. Consumo energético de la asociación de petanca

	Equipo	Unidades	Consumo (Wh)	C. Total (Wh)
Cancha bolas	Focos	2	600	1200,0

Tabla III. Consumo energético de la cancha de bola canaria

	Equipo	Unidades	Consumo (Wh)	C. Total (Wh)
Salón de baile	Equipo de música	1	250	
	Altavoz	2	200	
	Luces discoteca	6	15	1511,0
	Luminarias		771	

Tabla IV. Consumo energético del salón de baile

	Equipo	Unidades	Consumo (Wh)	C. Total (Wh)
Biblioteca	PC	4	220	
	Impresora	1	25	1109,0
	Luminarias		204	

Tabla V. Consumo energético de la biblioteca

	Equipo	Unidades	Consumo (Wh)	C. Total (Wh)
Cancha fútbol	Focos	4	600	
	Luminarias baño		33,2	2433,2

Tabla VI. Consumo energético de la cancha de fútbol

	Equipo	Unidades	Consumo (Wh)	C. Total (Wh)
Oficina	PC	2	220	
	Impresora	1	25	771,0
	Luminarias		306	

Tabla VII. Consumo energético de la oficina

	Equipo	Unidades	Consumo (Wh)	C. Total (Wh)
BAR	Caja registradora	1	40	
	Freidora	2	1500	
	Microondas	1	1200	
	Nevera	1	400	
	Congelador	1	500	
	Televisión	1	300	
	Lavavajillas industrial	2	2300	15923,6
	Batidora mano	1	400	
	Batidora vaso	1	750	
	Extractor (cocina)	1	400	
	Máquina de café	1	3500	
	Luminarias		833,6	

Tabla VIII. Consumo energético del bar

Cabe destacar que el consumo correspondiente al bar no es constante, sino que va a depender de la hora del día, pues en la tarde la cocina no es tan demandada como lo es en el horario de almuerzo o de cena.

Como en la mayoría de grandes cocinas, el horno y la plancha son de gas por lo que no se han contemplado en el estudio energético.

La estimación que se ha hecho para conocer el gasto por hora de los electrodomésticos se resume de la siguiente forma:

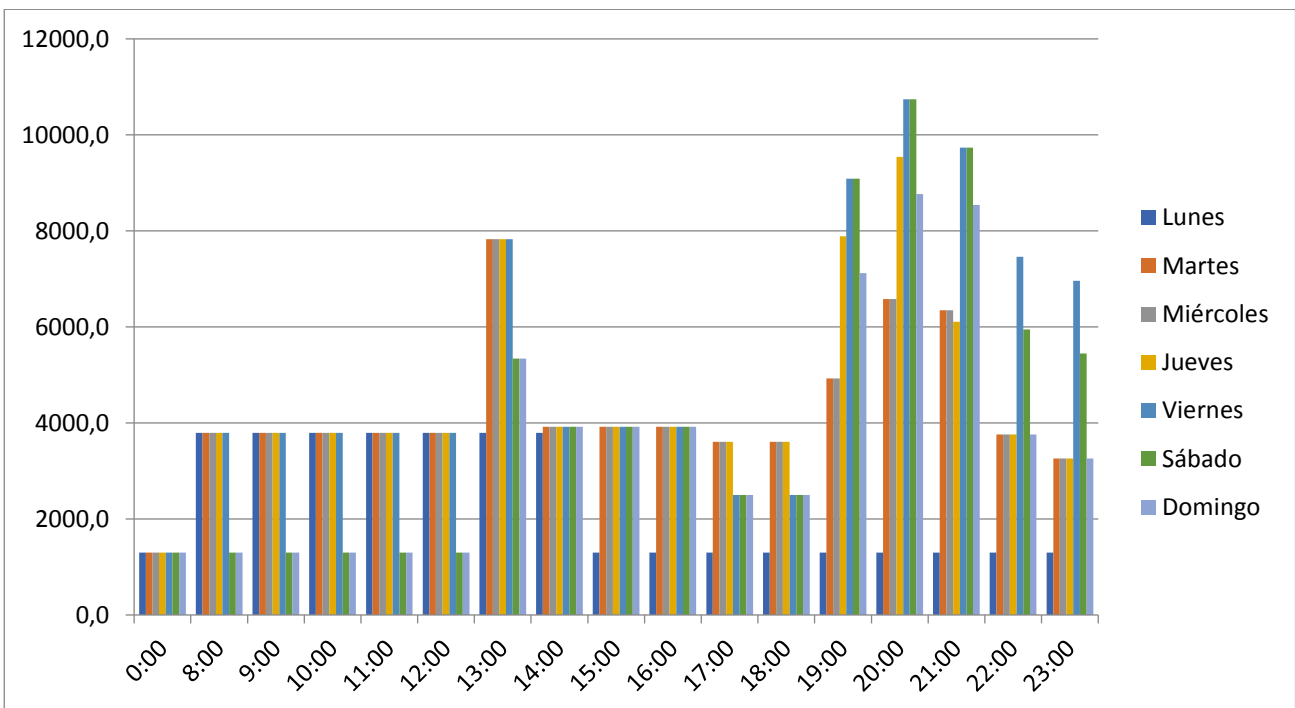
	Freidora (Wh)	Microondas (Wh)	Lavavajillas (Wh)	B.mano (Wh)	B.vaso (Wh)	Máquina café (Wh)
13:00	0	40	1150	33,33	25	1750,00
14:00	500	40	920	0	0	116,67
15:00	500	40	920	0	0	116,67
16:00	500	40	920	0	0	116,67
17:00	0	40	0	0	0	116,67
18:00	0	40	0	0	0	116,67
19:00	0	40	0	0	0	116,67
20:00	500	40	1150	0	0	116,67
21:00	500	40	920	0	0	116,67
22:00	500	0	920	0	0	0,00
23:00	0	0	920	0	0	0,00
00:00	0	0	0	0	0	0,00

Tabla IX. Consumo estimado en función de la hora

Con toda esta información, se ha obtenido el perfil de consumo horario en función de cada día de la semana.

Como el horario siempre es el mismo, independientemente de la época del año que sea, el perfil de consumo será constante en todos los meses.

La potencia de pico se consume los viernes y sábados entre las 20:00 y 21:00 horas y tiene un valor de 10,74 kW. La instalación soporta este consumo ya que el centro tiene contratada una potencia de 11,5 kW por lo que, conforme a la ley, este será el valor máximo que la instalación fotovoltaica puede generar.



Gráfica I. Perfil de consumo de potencia en función de la hora y el día



ANEXO 2: CÁLCULOS

DISEÑO DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE
AUTOCONSUMOPARA EL CENTRO SOCIAL DE TEGUISE,
LANZAROTE

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Autora: Suleima González Aguiar

Tutores: Benjamín González Díaz – Sara González Pérez

JULIO 2018

Índice

1	Características de la instalación.....	1
1.1	Elección de módulos fotovoltaicos	1
1.2	Elección del inversor	2
1.2.1	Distribución de paneles	7
1.3	Elección soporte.....	11
1.4	Dimensionado del cableado	11
1.4.1	Longitud del cableado	11
1.4.2	Conductividad.....	12
1.4.3	Caída de tensión	12
1.4.4	Sección del cableado	14
1.4.5	Canalizaciones	17
1.5	Protecciones	17
1.6	Puesta a tierra.....	19
2	Cálculo de pérdidas	20
2.1	Orientación e inclinación	20
2.2	Pérdidas de radiación solar por sombras.....	23
2.3	Pérdidas por temperatura	24
2.4	Pérdidas por cableado	26
2.5	Pérdidas por dispersión y suciedad.....	26
3	Generación de la planta fotovoltaica	26
3.1	Performance Ratio (PR).....	26
3.2	Energía estimada producida.....	28

1 Características de la instalación

Una vez conocida la potencia que consume el centro y la potencia máxima que se puede instalar, se procede al dimensionado de la instalación.

La potencia generada por la instalación fotovoltaica va a depender de varios factores, como son la orientación, la temperatura y las pérdidas que pueda tener por sombras, entre otros.

La instalación estará compuesta por la planta generadora, que será el conjunto de módulos fotovoltaicos, y un inversor que convertirá la corriente continua procedente de la planta en corriente alterna para posteriormente consumirse, además de las protecciones pertinentes.



1.1 Elección de módulos fotovoltaicos

Se tiene una potencia de pico de 10,74 kW y por lo tanto se va a dimensionar una planta que pretenda generar esta potencia. Para conocer la opción más económica, se han contemplado cuatro opciones donde el número de paneles varía en función de la potencia que suministra el modelo. Todos los modelos son de policristalino ya que son más económicos, de la marca Atersa, modelo Ultra. En la siguiente tabla se muestran los resultados.

Potencia del módulo (W)	Cantidad necesaria	Precio/unidad (€)	Coste total (€)
260	42	176,96	7432,32
270	40	183,77	7350,8
310	35	201,62	7056,7
320	34	203,04	6903,36

Tabla I Justificación elección del panel

Finalmente, se han elegido los paneles de la marca Atersa, modelo A-320-P TYCO, policristalino, que genera una potencia de 320 Wp cada uno. La planta estará compuesta por 34 módulos fotovoltaicos con el fin de generar una potencia de pico de 10,88 kW.

1.2 Elección del inversor

El programa Sunny Design ha servido de ayuda para la elección de un inversor adecuado, ya que te propone varias opciones acordes a los datos introducidos anteriormente como el número y modelo de paneles, la orientación e inclinación entre otros.

El inversor propuesto por el que se opta es el modelo Sunny Tripower, STP 12000-TL de la marca SMA.

El inversor dispone de dos entradas (A y B) y una salida. Sunny Design propone que a la entrada A se le conecten dos string de 10 módulos y a la entrada B se conecte un string de 14 módulos fotovoltaicos. La información que nos proporciona Sunny Design en relación a la compatibilidad del inversor seleccionado y la planta fotovoltaica es la siguiente:












Rendimiento		 Compatible con FV/inversor		
Parámetros	Inversor	Entrada A	Entrada B	
Ratio de potencia nominal: 113 %				
				
135 %				
87 %				
Eficiencia del inversor: 97,1 %				
				
90 %				
100 %				
Rendimiento energético anual: 17.738,82 kWh				
Rendimiento energético específico: 1630 kWh/kWp				
Coefficiente de rendimiento: 85,8 %				
Pérdidas de línea (% de la energía): --- %				
Parámetros	Inversor	Entrada A	Entrada B	
Potencia de CC máx.	12,28 kW	6,40 kWp	4,48 kWp	
Tensión de CC mín.	150 V	318 V	445 V	
Tensión FV normal		 343 V	 481 V	
Tensión de CC máx. (FV)	1000 V	 483 V	 676 V	
Corriente de entrada máx. por entrada de regulación del MPP	18/10 A	 17,0 A	 8,5 A	
Corriente de cortocircuito máx. por entrada de regulación del MPP	25/15 A	 17,9 A	 8,9 A	

Ilustración I Compatibilidad planta FV e inversor

La relación que existe entre el número de paneles en un string (fila) máximo y las tensiones del inversor y módulo es la siguiente:

$$n^{\circ} \text{ paneles en serie} = \frac{V_{string}}{V_{mp}}$$

Por lo que para calcular el número de paneles en serie por cada string tan solo es necesario conocer la tensión que tendríamos en cada string y la tensión en el punto de máxima potencia del panel (V_{mp}). Estos datos se extraen de la hoja de características del inversor y del módulo.

Características eléctricas (STC: 1kW/m ² , 25°C±2°C)	
A-320P	
Potencia Nominal (0/+5 W)	320 W
Eficiencia del módulo	16,45%
Corriente Punto de Máxima Potencia (I_{mp})	8,51 A
Tensión Punto de Máxima Potencia (V_{mp})	37,61 V
Corriente en Cortocircuito (I_{sc})	8,93 A
Tensión de Circuito Abierto (V_{oc})	46,49 V

$$V_{mp} = 37,61 \text{ V}$$

Ilustración II Características eléctricas módulo fotovoltaico

Para conocer V_{string} es necesario tener presente la curva de rendimiento del inversor donde se aprecia la tensión en el punto de máxima potencia, que en este caso sería:

$$V_{string} = 580 \text{ V}$$

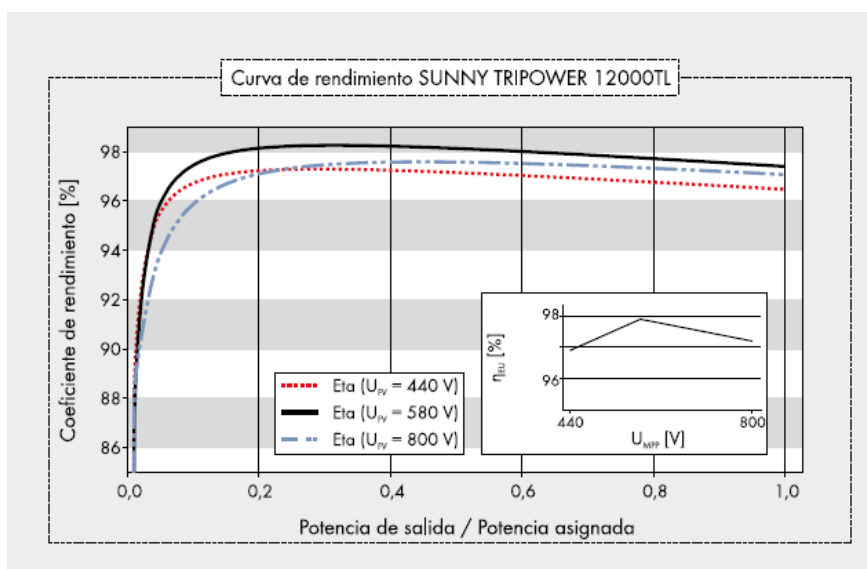


Ilustración III Curva de rendimiento del inversor

En consecuencia, se tiene que:

$$n^{\circ} \text{ paneles en serie} = \frac{580 \text{ V}}{37,61 \text{ V}} = 15,42$$

Por lo tanto, se tiene que 15 es el número máximo de paneles que se puede conectar en serie en un mismo string. En la disposición prevista de los módulos no se sobrepasa este límite.

Además de esto, es necesario comprobar que se cumplen varias condiciones para corroborar que el número de módulos es correcto.

Aunque el número máximo de módulos que se colocarán en un string en esta instalación es 14, los cálculos se realizarán con el número máximo posible, que en este caso es 15, ya que, si se cumple para este valor, lo hará para los inferiores.

$$I. \quad V_{ocstring} < V_{m\acute{a}x} \text{ del inversor}$$

Características eléctricas (STC: 1kW/m ² , 25°C±2°C)	
A-320P	
Potencia Nominal (0/+5 W)	320 W
Eficiencia del módulo	16,45%
Corriente Punto de Máxima Potencia (Imp)	8,51 A
Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmp)	37,61 V
Corriente en Cortocircuito (Isc)	8,93 A
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	46,49 V

Ilustración IV Características eléctricas módulo fotovoltaico

Datos técnicos	Sunny Tripower 12000TL ⁵
Entrada (CC)	
Potencia máxima de CC (con $\cos \phi = 1$)	12 275 W
Tensión de entrada máx.	1 000 V
Rango de tensión MPP / tensión asignada de entrada	440 V - 800 V / 580 V
Tensión de entrada mín. / de inicio	150 V / 188 V
Corriente máx. de entrada, entradas: A / B	18 A / 10 A
Corriente máx. de entrada por string, entradas: A / B	18 A / 10 A
Número de entradas de MPP independientes / strings por entrada de MPP	2 / A:2; B:2
Salida (CA)	
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	12 000 W
Potencia máx. aparente de CA	12 000 VA
Tensión nominal de CA	3 / N / PE; 220 / 380 V 3 / N / PE; 230 / 400 V 3 / N / PE; 240 / 415 V
Rango de tensión nominal de CA	160 V - 280 V
Frecuencia de red de CA / rango	50 Hz, 60 Hz/-5 Hz ... +5 Hz
Frecuencia / tensión asignada de red	50 Hz / 230 V
Corriente máx. de salida	17,4 A
Factor de potencia a potencia asignada	1

Ilustración V Datos técnicos inversor

- $V_{ocstring} = 46,49 V \times 15 = 697,35 V$
- $V_{m\acute{a}x} del inversor = 1000 V$

Se confirma que se cumple la condición $V_{ocstring} < V_{m\acute{a}x} del inversor$.

II. $V_{ocstring} < V_{m\acute{a}x} del m\acute{o}dulo$

Rango de funcionamiento	
Temperatura	-40°C a +85°C
Máxima Tensión del Sistema / Protección	1000 V / CLASS II
Carga Máxima Viento / Nieve	2400 Pa
Máxima Corriente Inversa (IR)	15,1 A

Ilustración VI.Rango de funcionamiento módulo fotovoltaico

- $V_{ocstring} = 697,35 V$
- $V_{m\acute{a}x} del m\acute{o}dulo = 1000 V$

Se confirma que se cumple la condición $V_{ocstring} < V_{m\acute{a}x}$ del m\u00f3dulo.

III. $V_{mpstring}$, debe encontrarse en el rango de trabajo del inversor.

Caracter\u00edsticas el\u00e9ctricas (STC: 1kW/m ² , 25\u00b0C\u00b12\u00b0C)	
A-320P	
Potencia Nominal (0/+5 W)	320 W
Eficiencia del m\u00f3dulo	16,45%
Corriente Punto de M\u00e1xima Potencia (Imp)	8,51 A
Tensi\u00f3n Punto de M\u00e1xima Potencia (Vmp)	37,61 V
Corriente en Cortocircuito (Isc)	8,93 A
Tensi\u00f3n de Circuito Abierto (Voc)	46,49 V

Ilustraci\u00f3n VII Caracter\u00edsticas el\u00e9ctricas del m\u00f3dulo fotovoltaico

Datos t\u00e9cnicos	Sunny Tripower 12000TL ⁵
Entrada (CC)	
Potencia m\u00e1xima de CC (con cos $\phi = 1$)	12 275 W
Tensi\u00f3n de entrada m\u00e1x.	1 000 V
Rango de tensi\u00f3n MPP / tensi\u00f3n asignada de entrada	440 V - 800 V / 380 V
Tensi\u00f3n de entrada m\u00edn. / de inicio	150 V / 188 V
Corriente m\u00e1x. de entrada, entradas: A / B	18 A / 10 A
Corriente m\u00e1x. de entrada por string, entradas: A / B	18 A / 10 A
N\u00famero de entradas de MPP independientes / strings por entrada de MPP	2 / A:2; B:2
Salida (CA)	
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	12 000 W
Potencia m\u00e1x. aparente de CA	12 000 VA
Tensi\u00f3n nominal de CA	3 / N / PE; 220 / 380 V 3 / N / PE; 230 / 400 V 3 / N / PE; 240 / 415 V
Rango de tensi\u00f3n nominal de CA	160 V - 280 V
Frecuencia de red de CA / rango	50 Hz, 60 Hz/-5 Hz ... +5 Hz
Frecuencia / tensi\u00f3n asignada de red	50 Hz / 230 V
Corriente m\u00e1x. de salida	17,4 A
Factor de potencia a potencia asignada	1

Ilustraci\u00f3n VIII Datos t\u00e9cnicos inversor

- $V_{mpstring} = 37,61 V \times 15 = 564,15 V$
- Rango de trabajo del inversor: 440 V - 800 V

Se confirma que se cumple la condici\u00f3n que indica que $V_{mpstring}$ se encuentre en el rango del inversor.

1.2.1 Distribución de paneles

Para comprobar que el número máximo de strings que se pueden conectar en paralelo, hay que tener en cuenta la máxima potencia del inversor y la potencia total de los módulos conectados a éste.

$$n^{\circ} \text{ máx strings} = \frac{P_{\text{máx inversor}}}{P_{\text{módulo}} \times n^{\circ} \text{ módulos en serie}} = \frac{12275}{320 \times 10} = 3,84$$

Tenemos un máximo de 3 strings, el cual no se supera ya que se tiene conectada a la entrada A del inversor dos strings y a la entrada B un string.

A partir de este resultado se debe corroborar que se cumplen las siguientes condiciones:

- I. El número de strings escogido ha de ser inferior al número de string que admite el inversor.

Datos técnicos	Sunny Tripower 12000TL ⁵
Entrada (CC)	
Potencia máxima de CC (con $\cos \phi = 1$)	12 275 W
Tensión de entrada máx.	1 000 V
Rango de tensión MPP / tensión asignada de entrada	440 V - 800 V / 580 V
Tensión de entrada mín. / de inicio	150 V / 188 V
Corriente máx. de entrada, entradas: A / B	18 A / 10 A
Corriente máx. de entrada por string, entradas: A / B	18 A / 10 A
Número de entradas de MPP independientes / strings por entrada de MPP	2 / A:2; B:2
Salida (CA)	
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	12 000 W
Potencia máx. aparente de CA	12 000 VA
Tensión nominal de CA	3 / N / PE; 220 / 380 V 3 / N / PE; 230 / 400 V 3 / N / PE; 240 / 415 V
Rango de tensión nominal de CA	160 V - 280 V
Frecuencia de red de CA / rango	50 Hz, 60 Hz/-5 Hz ... +5 Hz
Frecuencia / tensión asignada de red	50 Hz / 230 V
Corriente máx. de salida	17,4 A
Factor de potencia a potencia asignada	1

Ilustración IX Datos técnicos inversor

Cada entrada admite un máximo de dos strings, el cual no es superado.

	String 1	String 2
Entrada A	10	10
Entrada B	14	

Tabla II Distribución de paneles

II. La corriente máxima que soporta el inversor ha de ser mayor a la corriente máxima que entra en el inversor.

Datos técnicos	Sunny Tripower 12000TL ⁵
Entrada (CC)	
Potencia máxima de CC (con $\cos \phi = 1$)	12 275 W
Tensión de entrada máx.	1 000 V
Rango de tensión MPP / tensión asignada de entrada	440 V - 800 V / 580 V
Tensión de entrada mín. / de inicio	150 V / 188 V
Corriente máx. de entrada, entradas: A / B	18 A / 10 A
Corriente máx. de entrada por string, entradas: A / B	18 A / 10 A
Número de entradas de MPP independientes / strings por entrada de MPP	2 / A:2; B:2
Salida (CA)	
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	12 000 W
Potencia máx. aparente de CA	12 000 VA
Tensión nominal de CA	3 / N / PE; 220 / 380 V 3 / N / PE; 230 / 400 V 3 / N / PE; 240 / 415 V
Rango de tensión nominal de CA	160 V - 280 V
Frecuencia de red de CA / rango	50 Hz, 60 Hz/-5 Hz ... +5 Hz
Frecuencia / tensión asignada de red	50 Hz / 230 V
Corriente máx. de salida	17,4 A
Factor de potencia a potencia asignada	1

Ilustración X Datos técnicos inversor

Según se muestra en los datos técnicos, la entrada A admite una corriente de 18 amperios mientras que la entrada B admite una corriente de 10 amperios.

Características eléctricas (STC: 1kW/m ² , 25°C±2°C)	
A-320P	
Potencia Nominal (0/+5 W)	320 W
Eficiencia del módulo	16,45%
Corriente Punto de Máxima Potencia (Imp)	8,51 A
Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmp)	37,61 V
Corriente en Cortocircuito (Isc)	8,93 A
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	46,49 V

Ilustración XI Características eléctricas módulo fotovoltaico

La corriente que entra en el inversor por la entrada A será $8,51 A \times 2 = 17,02 A$.

- $17,02 A < 18 A$

La corriente que entra en el inversor por la entrada B será $8,51 A$.

- $8,51 A < 10 A$

Se cumple la condición.

En conclusión, los módulos fotovoltaicos estarán distribuidos en tres filas, dos de ellas serán de diez paneles en serie cada una conectadas en paralelo que irá vinculada a la entrada A del inversor. La tercera fila será un único string de catorce paneles en serie que estará vinculado a la entrada B del inversor.

En cuanto a la colocación en el techo quedará de la siguiente forma.

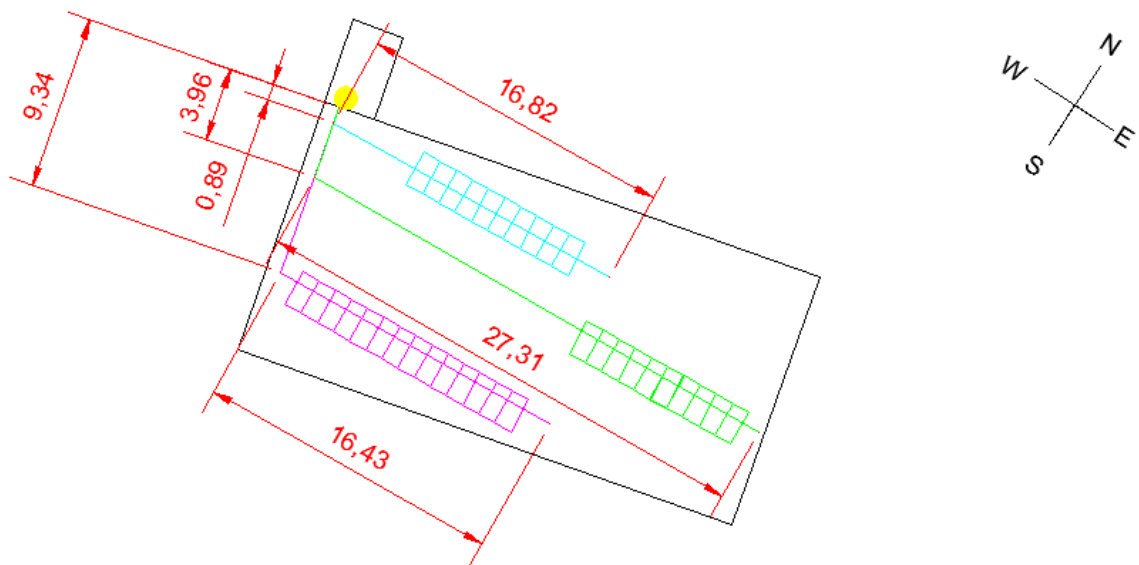


Ilustración XII Distribución paneles en planta

En el documento básico “Planos” se detalla con más información.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que la temperatura a la que se encuentren las células del panel fotovoltaico va a hacer variar sus características ya que diferirá de la temperatura nominal para la que se han recogido estos datos. Se ha de comprobar que en el rango de temperaturas al que estará expuesto, la variación de su voltaje se mantiene en el rango tolerado por el módulo fotovoltaico.

$$\Delta V_{T_{\min}} = \frac{-0,32}{100} \times V_{oc} \times (T_{\min} - T_{\text{célula}})$$

Se han recogido las temperaturas máximas y mínimas de un año en el municipio y son las siguientes:

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	14.7	15.1	16	15.5	18	19.8	21.7	22.2	21.6	20.3	17.9	15.9
Temperatura mín. (°C)	11.7	12	12.6	12.1	14.7	16.3	17.9	18	18	16.5	15.1	12.9
Temperatura máx. (°C)	17.8	18.2	19.5	19	21.3	23.4	25.6	26.5	25.2	24.2	20.8	19
Temperatura media (°F)	58.5	59.2	60.8	59.9	64.4	67.6	71.1	72.0	70.9	68.5	64.2	60.6
Temperatura mín. (°F)	53.1	53.6	54.7	53.8	58.5	61.3	64.2	64.4	64.4	61.7	59.2	55.2
Temperatura máx. (°F)	64.0	64.8	67.1	66.2	70.3	74.1	78.1	79.7	77.4	75.6	69.4	66.2
Precipitación (mm)	33	24	18	9	3	1	0	0	5	11	25	35

Tabla III Temperaturas medias Teguisse

*Datos obtenidos en <https://es.climate-data.org/location/21584/>

La temperatura mínima que se tiene en el lugar es de 11,7 ° C mientras que la máxima que se registra es de 26,5 ° C.

Parámetros térmicos	
Coefficiente de Temperatura de Isc (α)	0,04% /°C
Coefficiente de Temperatura de Voc (β)	-0,32% /°C
Coefficiente de Temperatura de P (γ)	-0,43% /°C

Ilustración XIII Parámetros térmicos módulo fotovoltaico

Según la ficha técnica del panel fotovoltaico, el coeficiente de temperatura varía a razón de -0,32 % /°C.

La tensión de circuito abierto para el panel es de 46,49 V. El máximo número de paneles conectados en serie es 14, que serán conectados a la entrada B, por lo que $V_{oc} = 650,86 V$.

La temperatura de la célula está relacionada con la temperatura ambiente (T_{amb}), la temperatura de operación nominal de la célula (TONC) y la irradiancia solar (E). Se puede obtener mediante la siguiente expresión:

$$T_{célula} = T_{amb} + \frac{(TONC - 20) \times E}{800}$$

Para el caso del panel fotovoltaico a utilizar, la ficha técnica proporciona un valor de TONC = 47 °C.

La irradiancia solar ha sido obtenida a través de la página web PVWatts, y, para el mes de enero tiene un valor de 542,428 W/m².

Con estos datos se tiene que la temperatura de la célula es: $T_{célula} = 30,01 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$\Delta V_{T_{\min}} = \frac{-0,32}{100} \times V_{oc} \times (T_{\min} - T_{\text{célula}})$$

Con lo que $\Delta V_{T_{\min}} = 38,13 \text{ V}$

$$V_{\text{total}} = 650,86 + 38,13 = 688,99 \text{ V}$$

Como se ha comentado anteriormente, el rango que se acepta a la entrada del inversor es 440 V – 800 V y el valor que se tendrá el día más frío es de 688,99 V, por lo que se encuentra dentro de este rango.

1.3 Elección soporte

Los módulos fotovoltaicos estarán dispuestos sobre unos soportes fabricados en aleación de aluminio (aluminio 6063 T66 AlMgSi) de la marca K2 system, concretamente sistema Triangle/Multiangle 10° – 45° que admite una regulación de la inclinación desde los 10° hasta los 45°. En este caso la inclinación será de 24° por lo que es el soporte adecuado.

En cuanto a las dimensiones disponibles, se seleccionará el soporte de 2,10 metros, lo que permitirá que se coloquen dos módulos fotovoltaicos en el mismo soporte de modo que se necesitarán un total de 17 soportes. Todos los soportes se instalarán con tornillería y piezas de agarre de acero inoxidable añadiendo además todos los accesorios correspondientes.

Las características del soporte vienen detalladas en el anexo “Características Técnicas”.

1.4 Dimensionado del cableado

Para realizar el dimensionado del cableado, hay que realizar ciertos cálculos.

1.4.1 Longitud del cableado

Hay que estudiar dos tramos, el primero que conecta los paneles entre sí y con el inversor, y el segundo que enlaza el inversor y el punto de conexión.

El inversor se encontrará en el cuarto eléctrico a una distancia del punto de conexión de 60 metros.

Cabe añadir que a las longitudes de las líneas que se visualizan en la distribución de los paneles se le ha sumado un porcentaje en torno al 10% a cada una para que el conductor quede holgado.

Color	Conexión	Entrada del inversor	Longitud (m)
Cian	String 1 de 10 módulos a inversor	Entrada A	37,42
Verde	String 2 de 10 módulos a inversor	Entrada A	64,54
Magenta	String de 14 módulos a inversor	Entrada B	53,54

Tabla IV Líneas conexión paneles a inversor

1.4.2 Conductividad

Todos cables que se utilizarán en este proyecto serán de cobre con una conductividad de 56 m/Wmm².

1.4.3 Tensión de servicio

La tensión de servicio de la instalación es de 400/230 V.

1.4.4 Caída de tensión

Tal y como lo estipula el REBT en la ITC-BT-40, la caída de tensión entre generador e instalación interior debe ser como máximo de 1,5% para la intensidad nominal. Se tomará una caída de tensión máxima de 1% para la parte de CC (generación a inversor) y 0,5% para la parte de CA (inversor a punto de conexión a red).

- Intensidad máxima admisible por el conductor

Para el cálculo de la máxima corriente admisible se hará uso de la siguiente fórmula:

$$I_{m\acute{a}x,admisible} = \frac{P}{V}$$

Para calcular la potencia y el voltaje se hace uso de la ficha de datos.

Características eléctricas (STC: 1kW/m ² , 25°C±2°C)	
A-320P	
→ Potencia Nominal (0/+5 W)	320 W
Eficiencia del módulo	16,45%
Corriente Punto de Máxima Potencia (Imp)	8,51 A
→ Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmp)	37,61 V
Corriente en Cortocircuito (Isc)	8,93 A
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	46,49 V

Ilustración XIV Características eléctricas módulo fotovoltaico

Para la entrada A del inversor se tienen 2 strings en paralelo, con 10 módulos conectados en serie a cada string, por lo que la potencia total que se tendrá en la entrada del inversor será:

$$P = 320W \times 10 \text{ módulos} \times 2 \text{ strings} = 6400 W.$$

En cuanto al voltaje que se tiene en la entrada del inversor será el mismo para cada string, es decir:

$$V = 37,61 V \times 10 \text{ módulos} = 376,1 V$$

$$I_{m\acute{a}x,admisible} = 17,02 A$$

Para la entrada B del inversor se tiene un string con 14 módulos conectados en serie.

La potencia total que se tendrá en dicha entrada es la siguiente:

$$P = 320W \times 14 \text{ módulos} = 4480 W$$

El voltaje será:

$$V = 37,61 V \times 14 \text{ módulos} = 526,54 V$$

Por consiguiente, se tiene una intensidad máxima admisible:

$$I_{m\acute{a}x,admisible} = 8,51 A$$

Respecto al cableado que va desde el inversor al punto de conexión, la intensidad máxima admisible viene expuesta en la ficha de datos del inversor.

Datos técnicos	Sunny Tripower 12000TL ⁵
Entrada (CC)	
Potencia máxima de CC (con $\cos \phi = 1$)	12 275 W
Tensión de entrada máx.	1 000 V
Rango de tensión MPP / tensión asignada de entrada	440 V - 800 V / 580 V
Tensión de entrada mín. / de inicio	150 V / 188 V
Corriente máx. de entrada, entradas: A / B	18 A / 10 A
Corriente máx. de entrada por string, entradas: A / B	18 A / 10 A
Número de entradas de MPP independientes / strings por entrada de MPP	2 / A:2; B:2
Salida (CA)	
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	12 000 W
Potencia máx. aparente de CA	12 000 VA
Tensión nominal de CA	3 / N / PE; 220 / 380 V 3 / N / PE; 230 / 400 V 3 / N / PE; 240 / 415 V
Rango de tensión nominal de CA	160 V - 280 V
Frecuencia de red de CA / rango	50 Hz, 60 Hz/-5 Hz ... +5 Hz
Frecuencia / tensión asignada de red	50 Hz / 230 V
Corriente máx. de salida	17,4 A
Factor de potencia a potencia asignada	1

Ilustración XV Datos técnicos inversor

$$I_{m\acute{a}x,admisible} = 17,4 A$$

1.4.5 Sección del cableado

La instalación elegida será monofásica tipo B, que tal como indica la ITC-BT-40 del REBT se corresponde con una instalación de conductores aislados en tubos en montaje superficial o en obra. El cable será de cobre y su aislante XLPE que admite una temperatura máxima en el conductor de 90 ° C.

Cabe añadir que según indica el REBT los cables se han de dimensionar para una intensidad de 125% de la máxima. Para el cálculo de la sección de los cables se hará uso de la siguiente fórmula:

$$S = \frac{2 \times L \times I}{\gamma \times \Delta u}$$

donde:

L: longitud del cable

I: Intensidad máxima admisible sobredimensionada en 125%

γ : Conductividad del cable

Δu : Máxima caída de tensión permitida.

$$S = \frac{2 \times L \times I}{\gamma \times \Delta u}$$

$$S(\text{string 1 a inversor entrada A}) = \frac{2 \times 37,42 m \times 21,28 A}{\frac{56mW}{mm^2} \times 0,01 \times 376,10 V} = 7,56 mm^2$$

$$S(\text{string 2 a inversor entrada A}) = \frac{2 \times 64,54 m \times 21,28 A}{\frac{56mW}{mm^2} \times 0,01 \times 376,10 V} = 13,04 mm^2$$

$$S(\text{string 1 a inversor entrada B}) = \frac{2 \times 53,54 m \times 10,64 A}{\frac{56mW}{mm^2} \times 0,01 \times 526,54 V} = 3,86 mm^2$$

$$S(\text{inversos a punto de conexión}) = \frac{2 \times 60 m \times 21,75 A}{\frac{56mW}{mm^2} \times 0,015 \times 230 V} = 40,53 mm^2$$

Estas serían las secciones mínimas necesarias para las líneas que conectan los módulos fotovoltaicos con el inversor y del inversor al cuadro de conexiones. A partir de estos cálculos se tomará la sección superior normalizada.

Cabe añadir, que, a pesar de haber calculado la sección mínima correspondiente a cada línea, se ha de comprobar que ésta soporta el paso de la corriente que circulará por ella. Se ha confirmado que en todas las líneas esto sucede.

A continuación, se muestra una tabla que resume los datos calculados anteriormente.

Nº	Línea	Longitud (m)	Intensidad (A)	Intensidad admisible (A)	Voltaje (V)	Caída de tensión (V)	Sección mínima (mm ²)	Sección normalizada (mm ²)
1	Entrada A (S1) – Inversor	41	21,28	68	376,10	2,84	7,56	10
2	Entrada A (S2) – Inversor	45	21,28	91	376,10	3,07	13,04	16
3	Entrada B – Inversor	51	10,64	38	526,54	5,08	3,86	4
4	Inversor – Punto de conexión	60	21,75	108	400	0,93	23,31	25

1.4.6 Canalizaciones

Haciendo uso de la ITC-BT-21, seleccionamos el tipo de canalización, que en este caso será canalización fija en superficie. Se extrae una tabla donde se indica el diámetro exterior de los tubos en función del número de conductores y su sección nominal.

Por este mismo tubo se pasarán las tres líneas que conectan los paneles fotovoltaicos con el inversor, por lo que su diámetro exterior será de 25 mm.

Para el caso de la línea 4, la canalización será de un tubo con diámetro exterior igual a 32 mm.

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	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50
35	25	40	40	50	50
50	32	40	50	50	63
70	32	50	63	63	63
95	40	50	63	75	75
120	40	63	75	75	—
150	50	63	75	—	—
185	50	75	—	—	—
240	63	75	—	—	—

Ilustración XVI Sección de canalizaciones. Obtenido en ITC-BT-21

1.5 Protecciones

Para la elección de las protecciones, se va a distinguir entre la parte de corriente continua y la de corriente alterna.

- Corriente continua

Como dispositivo de protección se hará uso de fusibles tipo gG que estarán calibrados para la intensidad que circula por el circuito que protege.

Para la línea que conecta los módulos en serie del string 1 con la entrada A del inversor (Línea 1), se tiene una corriente de 21,28 A, por lo que la intensidad nominal del fusible será 25 A. Del mismo modo para el string 2 (Línea 2) se tendrá otro fusible del mismo calibre ya que la intensidad que circula por esa línea es igual.

Para la línea que conecta los módulos en serie con la entrada B del inversor (Línea 3) se tiene una corriente de 10,64 A por lo que se seleccionará un fusible de calibre 16 A.

Los fusibles seleccionados son de la marca Temper, fusibles de cuchillas, que además cumplen con las normas UNE EN 60269-1.

	Intensidad nominal (A)	Calibre del fusible (A)
Línea 1	21,28	25
Línea 2	21,28	25
Línea 3	10,64	16

Tabla V Fusibles seleccionados

Además de los fusibles se utilizará un limitador de sobretensiones.

- Limitador de sobretensiones

Se utilizará un descargador de sobretensiones multipolar tipo 3 con grado de protección IP20. Tiene una intensidad de cortocircuito de 1000 A y una corriente máxima de descarga de 25kA.

- Corriente alterna

Para proteger la línea que enlaza el inversor con el punto de conexión (Línea 4), se hará uso de un interruptor magnetotérmico con lo que se tiene que confirmar la siguiente ecuación:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

Donde:

I_B : es la corriente nominal que circula por el cable

I_N : es la corriente asignada por el dispositivo de protección

I_Z : es la corriente máxima que soporta el cable

Con una sección de 50 mm² se tiene $I_Z = 175 A$.

$$I_B = 21,75 A$$

El siguiente calibre normalizado sería de 25 A, por lo que se selecciona un magnetotérmico con $I_N = 25 A$ de forma que sí se cumple la condición.

El poder de corte del magnetotérmico tiene que ser mayor que la corriente de cortocircuito, y siempre superior a 4,5kA según se indica en el REBT.

La corriente de cortocircuito se calcula de la siguiente manera:

$$I_{cc} = 0,8 \times \frac{V}{R}$$

$$R = \frac{L}{S \times \gamma} = 21,43 \text{ m}\Omega \rightarrow I_{cc} = 7,47 \text{ kA}$$

El magnetotérmico ha de tener un poder de corte superior a 7,47 kA. En este caso se tendrá un magnetotérmico con $I_N = 25 \text{ A}$ y poder de corte de 10 kA.

Además del interruptor magnetotérmico, se hará uso de un interruptor diferencial y un limitador de sobretensiones.

- Interruptor diferencial

Se hará uso de un interruptor diferencial clase AC, de la marca Scheneider para asegurar la protección tanto de las personas como de la propia instalación ante corrientes de defecto continua. Se tomará un calibre de 25 A para la protección “aguas abajo” con una sensibilidad de 30 mA.

- Limitador de sobretensiones

Se utilizará un descargador de sobretensiones multipolar tipo 3 con grado de protección IP20. Tiene una intensidad de cortocircuito de 1000 A y una corriente máxima de descarga de 25kA.

1.6 Puesta a tierra

Para el cálculo de la puesta a tierra se hará uso del REBT, concretamente de la ITC-18. El valor de la resistencia ha de corroborar que en ningún momento se den tensiones de contacto superiores a 24 V, en local o emplazamiento conductor, o 50 V en otro caso. La tensión máxima de contacto se halla multiplicando la intensidad máxima que podría pasar, que en este caso se trata de la sensibilidad del interruptor diferencial ($I = 30 \text{ mA}$), por la resistencia de tierra.

Para el cálculo de la resistencia de tierra se tiene que contemplar la resistividad del terreno. En este caso se trata de arena arcillosa con una resistividad aproximada de $300 \Omega m$.

Se hará uso de un conjunto de picas verticales de 3 metros de longitud separadas una distancia mínima de 4 metros entre sí.

$$R = \frac{\rho}{L}$$

donde:

ρ : es la resistividad del terreno (Ωm)

L: longitud de la pica (m)

$R = 100 \Omega$. Este valor es muy superior al permitido que es de 37 ohmios para edificios sin pararrayos por lo que se dispondrán cuatro resistencias en paralelo de 100 ohmios cada una de forma que sí cumple con las condiciones especificadas, pues la resistencia equivalente será de 25Ω .

En definitiva, la puesta a tierra estará formada por un anillo constituido por cuatro picas con resistencia de 100 ohmios cada una, separadas entre sí 6 metros de longitud. El anillo será un conductor de cobre desnudo de 35 mm^2 de sección.

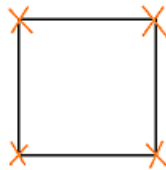


Ilustración XVII Esquema de
PAT

2 Cálculo de pérdidas

2.1 Orientación e inclinación

Para cumplir con el pliego de condiciones técnicas del IDAE se calcularán las pérdidas por orientación y de sombras, y se comprobará que no superan las máximas permitidas por el IDAE que son las siguientes:

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

Tabla VI Pérdidas máximas permitidas. Obtenido del PCT IDAE

La colocación de los módulos fotovoltaicos se contempla en el caso general por lo que las pérdidas por orientación e inclinación y sombras deben ser inferiores al 10 %. Además, las pérdidas totales debido a estos factores no deben superar el 15 %.

Las pérdidas por orientación se calcularán en función del ángulo de inclinación β y el ángulo azimut α .

Como se ha comentado anteriormente, la superficie de la que se dispone es apta para poder colocar los módulos fotovoltaicos orientados al sur, que es la orientación óptima para la generación, sin necesidad de seguir las líneas de construcción. Por lo tanto, el ángulo azimut (desviación de los paneles respecto del sur) será cero.

$$\alpha = 0^\circ$$

Conociendo el azimut y haciendo uso del diagrama que se proporciona en el PCT del IDAE se procede a calcular la inclinación máxima y mínima permitida teniendo en cuenta que se trata de caso general.

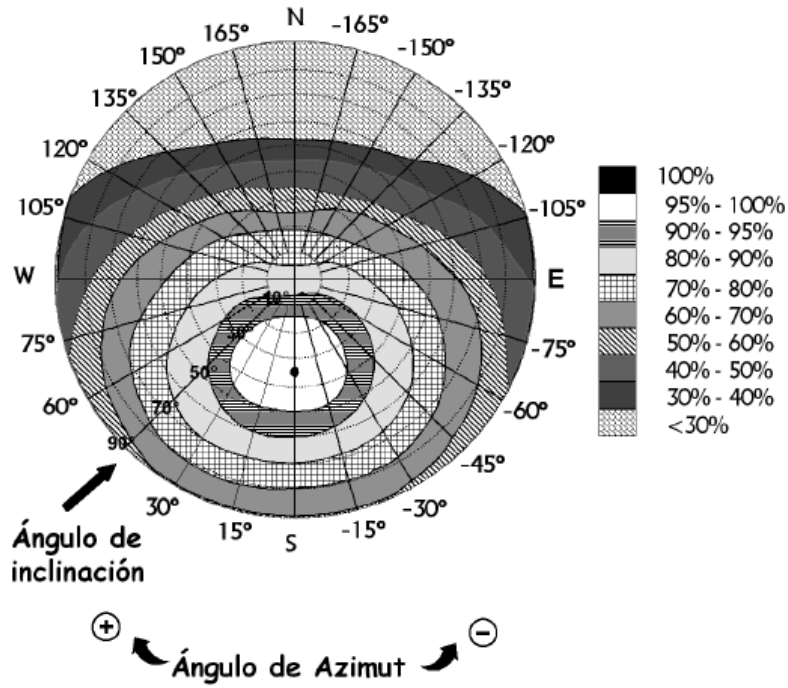


Ilustración XVIII Diagrama de pérdidas en función de α y β

La inclinación máxima viene dada por la siguiente fórmula:

$$\text{Inclinación máxima} = \text{Inclinación límite} (\phi = 41^\circ) - (41^\circ - \text{latitud del lugar})$$

De igual modo, la inclinación mínima viene dada por:

$$\text{Inclinación mínima} = \text{Inclinación límite} (\phi = 41^\circ) - (41^\circ - \text{latitud del lugar})$$

- Datos de orientación del CSC Ubigue:

Longitud del lugar: $13^\circ 33' 37,16''$ Oeste

Latitud del lugar: $29^\circ 08' 16,63''$ Norte; $\phi = 29^\circ$

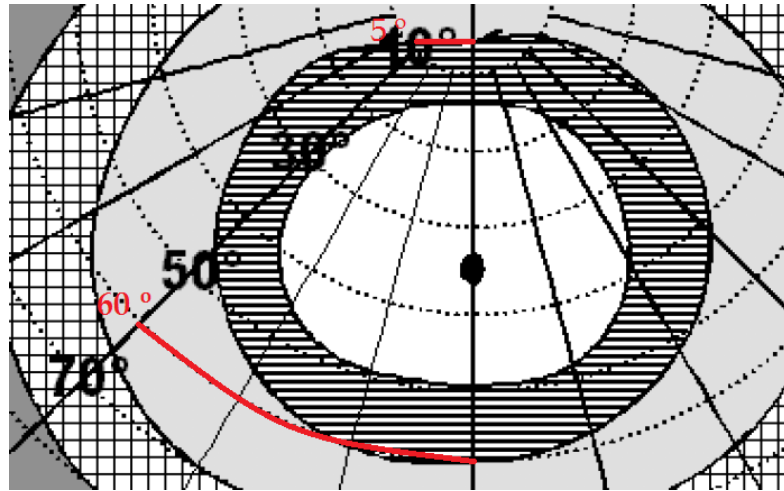


Ilustración XIX Zoom diagrama de pérdidas

Con los valores hallados se obtiene:

$$\text{Inclinación máxima} = 60^\circ - (41^\circ - 29^\circ) = 48^\circ$$

$\text{Inclinación mínima} = 5^\circ - (41^\circ - 29^\circ) = -7^\circ$ No se puede tomar una inclinación negativa, por lo que se tomará el ángulo de inclinación mínima 0° .

Se tomará un valor de $\beta = 24^\circ$.

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \times [1.2 \times 10^{-4} \times (\beta - \phi + 10)^2 + 3.5 \times 10^{-5} \times \alpha^2] = 0,30\%$$

2.2 Pérdidas de radiación solar por sombras

No se encuentra ningún elemento en las cercanías del centro que puedan hacer sombra a los módulos fotovoltaicos por lo que estas pérdidas son igual a cero.

Lo que sí va a afectar son los propios paneles y para que no se hagan sombra unos a otros se debe conocer la distancia mínima entre las filas. Esta se calculará multiplicando el factor k , que depende de la latitud del lugar, por la altura que tenga el módulo respecto de la superficie.

$$d = k \times h$$

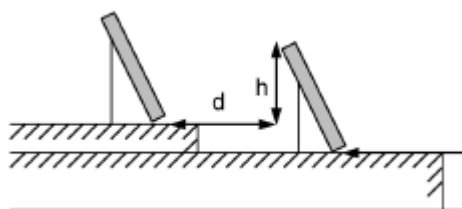


Ilustración XX Distancia mínima entre módulos. Obtenida en PCT IDAE

El factor k ya está estipulado en la tabla VII del anexo 2 del PCT del IDAE para la latitud del centro (29°):

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
k	1,600	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

$$k = 1,600$$

Tabla VIII Valores de k. Obtenida en PCT IDAE

$$d = 1,600 \times 1,794 = 2,87 \text{ metros}$$

Esta es la distancia mínima que ha de haber entre un panel y otro para que no se hagan sombras.

De este modo, las pérdidas debidas a orientación e inclinación, y sombras son inferiores al 15 % que es el máximo que se permite en el PCT.

2.3 Pérdidas por temperatura

Respecto a la temperatura, es necesario contemplar que la eficiencia de los paneles dependerá de las diferentes temperaturas a lo largo del año. El valor medio de la potencia que genera el panel fotovoltaico está estipulado para una temperatura de 25° C por lo que si la temperatura existente difiere de este valor se tendrá que contemplar las pérdidas por dicho factor.

En la siguiente tabla se muestra la temperatura media mensual de un año en la localización en la que se encuentra el CSC Ubigue.

Mes	Temperatura (°C)
Enero	14,7
Febrero	15,1
Marzo	16,0
Abril	15,5
Mayo	18,0
Junio	19,8
Julio	21,7
Agosto	22,2
Septiembre	21,6
Octubre	20,3
Noviembre	17,9
Diciembre	15,9

Tabla IX Temperaturas medias en Teguiise

Como se ha detallado anteriormente, para calcular la temperatura de la célula según el mes, se hará uso de la siguiente fórmula:

$$T_{célula} = T_{amb} + \frac{(TONC - 20) \times E}{800}$$

Con estos datos se procede al cálculo de las pérdidas de potencia por temperaturas con la siguiente ecuación:

$$Pérdidas (\%) = g \times (T_{célula} - 25)$$

donde g es el coeficiente de temperatura de potencia del módulo fotovoltaico.

A continuación, se muestra una tabla que muestra los resultados de los cálculos realizados en este apartado.

<i>Mes</i>	T^a media (°C)	Irradiancia (w/m²)	T^a célula (°C)	Pérdidas (%)
<i>Enero</i>	14,7	542,428	33,01	3,44
<i>Febrero</i>	15,1	576,437	34,55	4,11
<i>Marzo</i>	16	543,398	34,34	4,02
<i>Abril</i>	15,5	495,039	32,21	3,10
<i>Mayo</i>	18	522,511	35,63	4,57
<i>Junio</i>	19,8	547,648	38,28	5,71
<i>Julio</i>	21,7	544,861	40,09	6,49
<i>Agosto</i>	22,2	543,033	40,53	6,68
<i>Septiembre</i>	21,6	502,276	38,55	5,83
<i>Octubre</i>	20,3	542,142	38,60	5,85
<i>Noviembre</i>	17,9	546,756	36,35	4,88
<i>Diciembre</i>	15,9	552,982	34,56	4,11

Tabla X Pérdidas por temperatura

2.4 Pérdidas por cableado

Se ha estipulado que las pérdidas sean inferiores al 1% en la parte de corriente continua, e inferiores al 0,5% en la parte de corriente alterna de modo que se cumplan las especificaciones del REBT. Finalmente se tienen unas pérdidas totales en el cableado de 0,9%.

2.5 Pérdidas por dispersión y suciedad

Debido a que no se dispone de información precisa para el cálculo de pérdidas por dispersión y de suciedad, se ha tomado los valores medios indicados en el PCT del IDAE.

- Pérdidas por dispersión = 2%
- Pérdidas por polvo = 3%

3 Generación de la planta fotovoltaica

3.1 Performance Ratio (PR)

El performance ratio se define como la eficiencia que tendrá la planta fotovoltaica teniendo en cuenta las pérdidas ocasionadas por las condiciones de trabajo existentes. De este modo se tiene que el PR se hallará restándole al 100% las pérdidas ocasionadas por el rendimiento del inversor, así como las pérdidas por inclinación, temperatura, cableado, dispersión y existencia de polvo en los paneles.

Se tienen unas pérdidas generales que son constantes a lo largo de todo el año que se muestran a continuación:

<i>Inclinación</i>	0,3
<i>Cableado</i>	0,9
<i>Dispersión</i>	2
<i>Suciedad</i>	3

Tabla XI Pérdidas generales

Rendimiento del inversor = 97,9 %

Respecto a las pérdidas por temperatura, lo más conveniente es estudiarlas mensualmente ya que varía mucho entre los diferentes meses del año. Estas pérdidas han sido calculadas anteriormente y se muestran a continuación:

<i>Enero</i>	3,44
<i>Febrero</i>	4,11
<i>Marzo</i>	4,02
<i>Abril</i>	3,10
<i>Mayo</i>	4,57
<i>Junio</i>	5,71
<i>Julio</i>	6,49
<i>Agosto</i>	6,68
<i>Septiembre</i>	5,83
<i>Octubre</i>	5,85
<i>Noviembre</i>	4,88
<i>Diciembre</i>	4,11

Tabla XII Pérdidas por temperatura

Para hallar el PR se sigue la siguiente ecuación:

$$PR = [100 \% - (P_{inc} + P_{cab} + P_{dis} + P_{suc} + P_{tem})] \times \eta_{inv}$$

3.2 Energía estimada producida

Una vez obtenido el PR en función del mes del año que sea, se puede realizar el cálculo de la estimación de energía producida por la instalación fotovoltaica. Para ello se hará uso de la siguiente ecuación:

$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) \times P_{mp} \times PR}{G_{CEM}}$$

donde:

E_p : energía estimada que producirá la planta al día. (kWh/día)

$G_{dm}(\alpha, \beta)$: valor medio mensual de irradiación diaria sobre el plano del generador en función del azimut y la inclinación de los paneles (kWh/m²·día)

P_{mp} : potencia pico del generador (kWp)

PR: performance ratio

G_{CEM} : valor medio de irradiación en condiciones estándar de medida = 1 kWh/m²

Los valores de irradiación mensuales se han obtenido consultando el visor “Grafcan”, plano superficie inclinada.

A continuación, se muestra una tabla donde se ven reflejados los datos referidos al cálculo del PR y de la energía producida estimada.

Mes	Gdm (kWh/m ² día)	PR	Ep (kWh/día)	Ep mensual (kWh)
Enero	4,86	0,88	46,80	1450,76
Febrero	5,57	0,88	53,25	1491,01
→ Marzo	6,25	0,88	59,80	1853,70
Abril	6,22	0,89	60,05	1801,58
Mayo	6,23	0,87	59,19	1834,96
Junio	6,08	0,86	57,02	1710,54
Julio	6,01	0,85	55,88	1732,31
Agosto	6,18	0,85	57,34	1777,45
Septiembre	6,05	0,86	56,65	1699,55
Octubre	5,68	0,86	53,19	1648,97
→ Noviembre	4,63	0,87	43,85	1315,43
Diciembre	4,51	0,88	43,12	1336,87

Tabla XIII Estimación generación planta FV

Además, con los datos de producción proporcionados por “pvwatts”, para el peor y mejor caso se han reflejado en una gráfica el consumo horario del establecimiento junto con la producción aproximada por hora.

En cuanto al mejor caso, se presenta en el mes de marzo, donde sí que existen momentos del día en los que la producción es superior al consumo que se tiene.

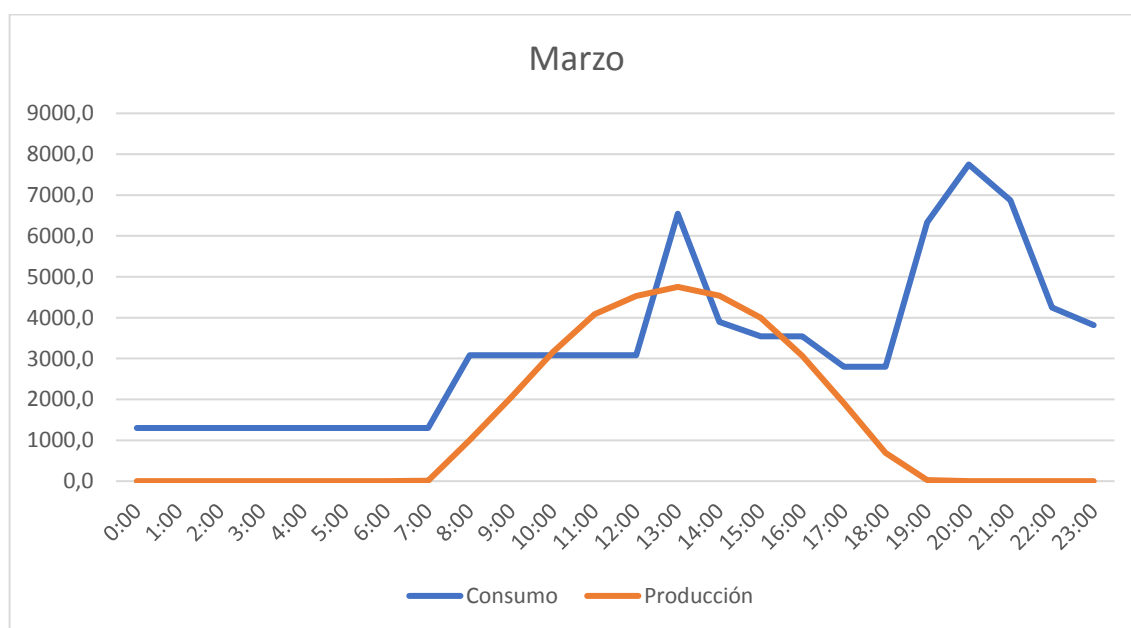


Ilustración XXI Consumo - Producción mes favorable

Esto ocurre entre las 10:00 horas y las 12:00 horas y también, aunque con menos excedente, entre las 14:00 horas y las 15:00 horas.

Sin embargo, en el peor de los casos, que se trata del mes de noviembre, en ningún momento del día la producción supera el consumo existente.

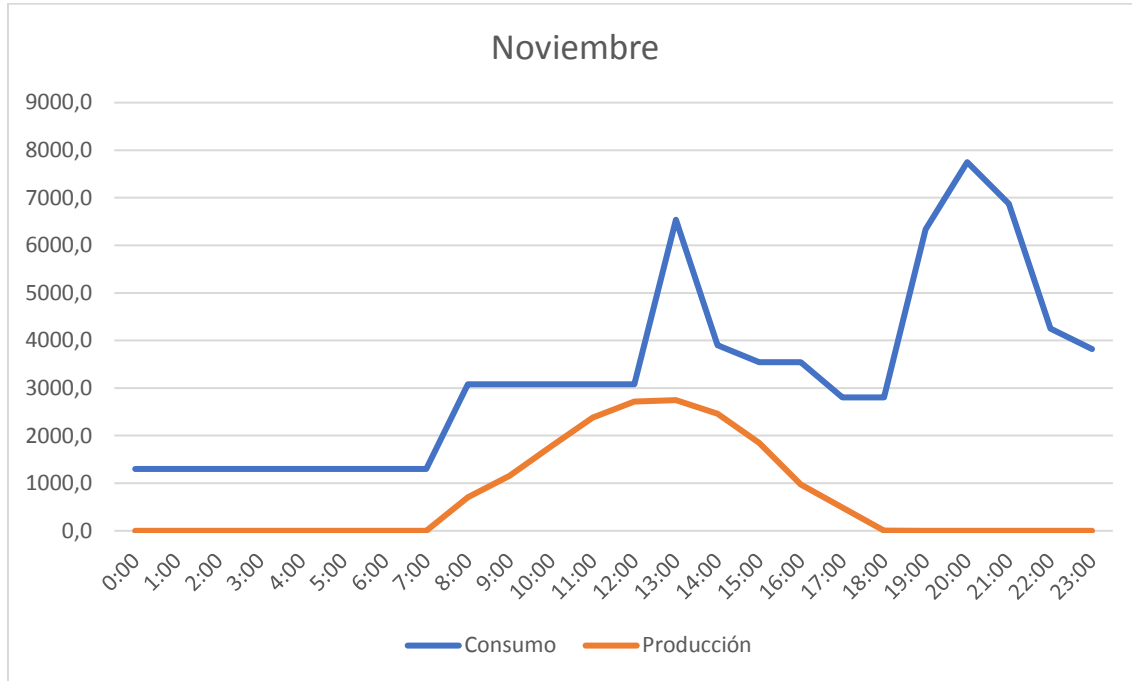


Ilustración XXII Consumo - Producción mes desfavorable

Tan solo en el caso de los lunes, que es cuando el establecimiento solo permanece abierto en horario escolar, se produce más energía de la que se consume, pero esto solo sucede en un periodo corto de tiempo y con muy poco excedente. Se adjunta gráfica:

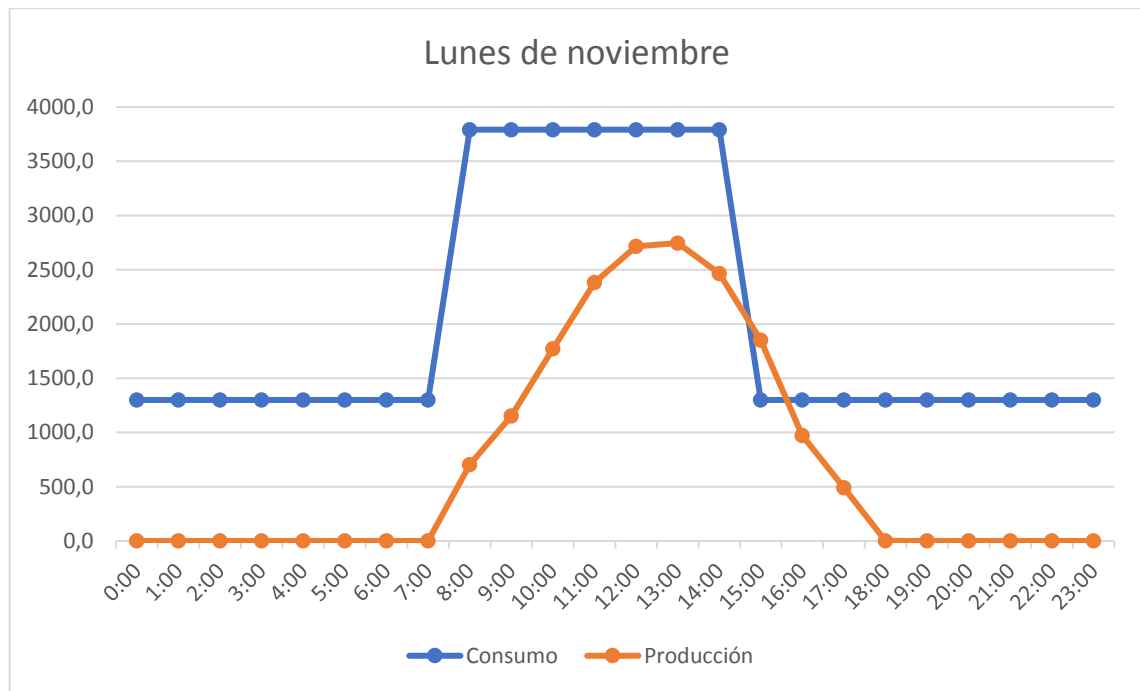


Ilustración XXIII Consumo - Producción Lunes

Tomando como referencia lo que se refleja en estas gráficas, se decide que no se pondrán baterías en la planta fotovoltaica con el fin de acumular la energía excedente que se produzca ya que esto solo sucede pocos días al año.

Por otro lado, se decide que, los días que se produzcan estos excedentes, la energía será inyectada a red sin esperar retribución por ello por los siguientes motivos.

- Para garantizar el vertido nulo, se tendría que disponer de un limitador de inyección a red, y este dispositivo supone un coste superior al estudio de acceso y conexión que se ha de solicitar a la compañía si lo que se prefiere es inyectar el sobrante.
- El objetivo de esta instalación, además de reducir económicamente la factura de la luz, es contribuir con el medioambiente de forma que se reduzca el consumo de combustibles convencionales para la producción de energía eléctrica.

Por todo esto, se tiene una instalación fotovoltaica en régimen de autoconsumo tipo 1, con inyección a red, sin baterías.



ANEXO 3: AHORRO NETO

DISEÑO DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE
AUTOCONSUMO PARA EL CENTRO SOCIAL DE TEGUISE,
LANZAROTE

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Autora: Suleima González Aguiar

Tutores: Benjamín González Díaz – Sara González Pérez

JULIO 2018

Índice

1	Conceptos en la factura de la luz.....	1
2	Predicción incremento en la factura en 25 años.....	1
3	Amortización	3

1 Conceptos en la factura de la luz

Para conocer cuánto disminuirá la factura de la luz una vez la planta fotovoltaica este implantada, primero se va a contemplar lo que se pagaría por la energía consumida en un año, sin tener la instalación fotovoltaica constituida, y se hará una comparativa con lo que se pagará una vez ésta esté en funcionamiento.

Se ha constatado con Endesa cuánto cuesta cada kWh y este será el precio que se tome para el presente estudio.

Para el término de potencia: 3,170286 €/kW/mes

Para el término de energía: 0,140439 €/kWh

Además, la factura de la luz se ve incrementada por el alquiler de equipos de medida y control, que se ha supuesto un valor fijo de 1,56 € mensuales, y un impuesto de electricidad que se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Impuesto electricidad: } 4,864\% \times (\text{coste consumo} + \text{potencia}) \times 1,05113$$

2 Predicción incremento en la factura en 25 años

Para predecir cuánto se pagará por el mismo consumo a lo largo de 25 años, duración estimada de la planta fotovoltaica, se ha supuesto un incremento del IPC del 1%.

Para el cálculo de la producción energética se ha tenido en cuenta un deterioro del rendimiento de la instalación del 0,8%/año, además de contemplar un gasto de mantenimiento del 5%.

Con estos datos y, teniendo en cuenta la potencia que se tiene contratada en el CSC Ubigue (11,5kW), se ha hecho un cálculo estimado del ahorro que se tendrá en 25 años.

AÑO	Consumo (kWh)	Producción (kWh)	Factura SIN FV (€)	Factura CON FV (€)	Ahorro (€)
1	32.741,04	19.653,12	5.311,79	2.468,58	2.701,06
2	32.741,04	19.495,90	5.364,91	2.517,41	2.705,13
3	32.741,04	19.339,93	5.418,03	2.566,52	2.708,93
4	32.741,04	19.185,21	5.471,15	2.615,91	2.712,47
5	32.741,04	19.031,73	5.524,27	2.665,58	2.715,75
6	32.741,04	18.879,47	5.577,38	2.715,52	2.718,77
7	32.741,04	18.728,44	5.630,50	2.765,72	2.721,54
8	32.741,04	18.578,61	5.683,62	2.816,19	2.724,06
9	32.741,04	18.429,98	5.736,74	2.866,92	2.726,33
10	32.741,04	18.282,54	5.789,86	2.917,90	2.728,36
11	32.741,04	18.136,28	5.842,97	2.969,13	2.730,15
12	32.741,04	17.991,19	5.896,09	3.020,61	2.731,71
13	32.741,04	17.847,26	5.949,21	3.072,33	2.733,03
14	32.741,04	17.704,48	6.002,33	3.124,30	2.734,13
15	32.741,04	17.562,85	6.055,45	3.176,49	2.735,00
16	32.741,04	17.422,34	6.108,56	3.228,93	2.735,66
17	32.741,04	17.282,97	6.161,68	3.281,59	2.736,09
18	32.741,04	17.144,70	6.214,80	3.334,47	2.736,31
19	32.741,04	17.007,54	6.267,92	3.387,58	2.736,32
20	32.741,04	16.871,48	6.321,04	3.440,91	2.736,12
21	32.741,04	16.736,51	6.374,15	3.494,45	2.735,72
22	32.741,04	16.602,62	6.427,27	3.548,20	2.735,12
23	32.741,04	16.469,80	6.480,39	3.602,16	2.734,31
24	32.741,04	16.338,04	6.533,51	3.656,33	2.733,32
25	32.741,04	16.174,66	6.586,62	3.716,86	2.726,28
AHORRO TOTAL					68.171,67

3 Amortización

Respecto al año en el que se va a amortizar la instalación, se contempla que será en el año siete, año a partir del cual la instalación nos generará beneficios aunque no los suficientes para pagar la factura de la luz correspondiente. A partir del año ocho, los beneficios que se obtengan cubrirán los gastos de la factura de la luz que se tiene por el consumo de energía de la red. A continuación se muestra una tabla que resume los datos calculados para este apartado.

AÑO	Coste instalación	Ahorro acumulado	Diferencia	Beneficios
1	-17.354,07	2.701,06	-14.653,01	-17.121,59
2	-17.354,07	5.406,19	-11.947,88	-14.465,29
3	-17.354,07	8.115,12	-9.238,95	-11.805,47
4	-17.354,07	1.0827,59	-6.526,48	-9.142,39
5	-17.354,07	1.3543,34	-3810,73	-6.476,31
6	-17.354,07	1.6262,12	-1.091,95	-3.807,47
7	-17.354,07	1.8983,66	1.629,59	-1.136,14
8	-17.354,07	2.1707,71	4.353,64	1.537,45
9	-17.354,07	2.4434,04	7.079,97	4.213,06
10	-17.354,07	2.7162,40	9.808,33	6.890,44
11	-17.354,07	2.9892,56	12.538,49	9.569,36
12	-17.354,07	3.2624,26	15.270,19	12.249,58
13	-17.354,07	3.5357,30	18.003,23	14.930,89
14	-17.354,07	3.8091,43	20.737,36	17.613,06
15	-17.354,07	4.0826,43	23.472,36	20.295,87
16	-17.354,07	4.3562,09	26.208,02	22.979,09
17	-17.354,07	4.6298,18	28.944,11	25.662,52
18	-17.354,07	4.9034,49	31.680,42	28.345,95
19	-17.354,07	5.1770,81	34.416,74	31.029,16
20	-17.354,07	5.4506,93	37.152,86	33.711,95
21	-17.354,07	5.7242,65	39.888,58	36.394,13
22	-17.354,07	5.9977,76	42.623,69	39.075,49
23	-17.354,07	6.2712,08	45.358,01	41.755,84
24	-17.354,07	6.5445,39	48.091,32	44.434,99
25	-17.354,07	6.8171,67	50.817,60	47.100,74

Tabla I Resumen coste instalación



ANEXO 4: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

DISEÑO DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE
AUTOCONSUMO PARA EL CENTRO SOCIAL DE TEGUISE,
LANZAROTE

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Autora: Suleima González Aguiar

Tutores: Benjamín González Díaz – Sara González Pérez

JULIO 2018

Índice

1	Introducción.....	1
1.1	Objeto del estudio básico de seguridad y salud.....	1
2	Normas de seguridad aplicables en la obra	1
3	Datos de la obra	2
4	Instalaciones sanitarias.....	2
4.1	Vestuarios y aseos:	2
4.2	Comedores:	2
4.3	Botiquín:	3
4.4	Centros sanitarios próximos:	3
5	Presupuesto de seguridad y salud.....	4
6	Trabajos previos	4
6.1	Vallado y Señalización	4
6.2	Instalaciones Provisionales.....	4
7	Identificación de riesgos y prevención de los mismos.....	5
7.1	Albañilería y cerramientos.....	5
7.2	Movimiento de tierra	7
7.3	Cubiertas planas, inclinadas, material ligero.....	9
8	Trabajos posteriores	10
8.1	Reparación, conservación y mantenimiento.....	10
9	Control de accesos a la obra.....	11
10	Obligaciones del promotor	12
11	Coordinador en materia de seguridad y salud	12
11.1	La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.	12

1 Introducción

1.1 Objeto del estudio básico de seguridad y salud

Según se establece el apartado 2 del Artículo 6 Real Decreto 1.627/1997, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, el estudio básico deberá precisar:

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

2 Normas de seguridad aplicables en la obra

La normativa de Seguridad aplicables en la obra son las siguientes:

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/ 1997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los trabajadores (Ley 8/1980, Ley 32/1984, Ley 11/1.994).

3 Datos de la obra

El presente Estudio de Seguridad y Salud se redacta para la obra de instalación fotovoltaica en el Centro Socio Cultural Ubigue, que va a ejecutarse en el Municipio de Teguisse.

Se prevé un plazo de ejecución de 4 semanas.

Superficie a intervenir:

Centro Socio Cultural Ubigue: 392 m²

El número de operarios previstos que intervengan en la obra en sus diferentes fases es de 2.

4 Instalaciones sanitarias.

4.1 Vestuarios y aseos:

Los vestuarios tendrán una altura mínima de 2,30 m y una superficie de 2 m² por cada trabajador.

Estarán provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales, en número igual al de trabajadores, disponiendo de llave, para guardar la ropa y el calzado.

Los aseos dispondrán de 1 lavabo de agua corriente, provisto de jabón, por cada 10 trabajadores o fracción.

Se dotará de toallas u otros elementos para secarse, además de jaboneras, portarrollos y toalleros.

Los retretes tendrán unas dimensiones mínimas de 1 m x 1,20 m de superficie y 2,30 m de altura. Tendrán descarga automática de agua corriente, papel higiénico, puerta con cierre interior y una percha. Existirán, al menos, 1 por cada 25 trabajadores. Se conservarán en debidas condiciones de desinfección y supresión de emanaciones.

4.2 Comedores:

Se colocará una caseta prefabricada destinada exclusivamente a comedor, iluminado, ventilado y aclimatado adecuadamente. Estarán provistos de mesas y asientos y sistema para calentar la comida. Se dispondrá 1 grifo en la pileta por cada 10 operarios o fracción. Su superficie se estima en 1,20 m² por cada trabajador.

4.3 Botiquín:

En el centro de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencias en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora. El botiquín contará como mínimo con agua oxigenada, alcohol de 96°, tintura de yodo, mercurocromo, amoniaco, algodón hidrófilo, gasa estéril, vendas, esparadrapo, antiespasmódicos, torniquete, bolsas de goma para agua y hielo, guantes esterilizados, jeringuilla, hervidor, agujas para inyectables y termómetro clínico.

4.4 Centros sanitarios próximos:

CENTRO DE SALUD: Centro de Salud de Teguisse

Dirección: AV Gran Aldea, nº 75, Bajo, 35530

Localidad: Teguisse



HOSPITAL: Hospital José Molina Orosa

Dirección: ctra Arrecife-Tinajo Km 1300,

cp: 35550, Tel: 928595335



5 Presupuesto de seguridad y salud

El presupuesto de Seguridad y Salud queda reflejado en un capítulo del Presupuesto de del presente proyecto.

6 Trabajos previos

6.1 Vallado y Señalización

Es muy importante restringir el acceso a la obra de personal no autorizado, de manera que todo el recinto de la obra, en cuyo entorno se crean los riesgos derivados de la misma, quede inaccesible para personas ajenas a la obra.

Del mismo modo es necesario la instalación de un mínimo de elementos de señalización que garanticen la presencia de informaciones básicas relativas a la Seguridad y Salud en diversos puntos de la obra.

Para ello se instalarán las siguientes medidas de cierre y señalización:

Señalización mediante paneles en el acceso de la obra con los pictogramas indicados en los esquemas gráficos de este Estudio y como mínimo señales de "Prohibido el acceso a personal no autorizado", "Uso obligatorio del casco" y pictogramas y textos de los riesgos presentes en la obra.

Cartel informativo ubicado en un lugar preferente de la obra en el que se indiquen los teléfonos de interés y en el que como mínimo aparezcan reflejados los teléfonos de urgencia: servicios sanitarios, bomberos, policía, centros asistenciales y los teléfonos de contacto de técnicos de obra y responsables de la empresa contratista y subcontratistas.

Cierre de la obra: la obra permanecerá cerrada fuera del horario laboral de manera que no sea posible el acceso a la misma sin forzar los elementos de cierre.

6.2 Instalaciones Provisionales

En el apartado de fases de obra de este mismo Estudio se realiza la identificación de riesgos, medidas preventivas, protecciones colectivas y EPIs para cada una de estas instalaciones.

La obra objeto de este Estudio de Seguridad y Salud contará con las siguientes instalaciones provisionales de obra:

En la instalación eléctrica de obra, las envolventes, apartamente, tomas de corriente y elementos de protección que estén expuestos a la intemperie contarán con un grado de protección mínima IP45 y un grado de protección contra impactos mecánicos de IK 0,8. Así mismo, las tomas de corriente estarán protegidos con diferenciales de 30 mA.

Los cuadros de distribución integrarán dispositivos de protección contra sobrecargas, contra contactos indirectos y bases de toma de corriente.

Se realizará toma de tierra para la instalación. La instalación será realizada por personal cualificado según las normas del REBT.

Saneamiento mediante acometida: Con el fin de garantizar el correcto saneamiento de las instalaciones provisionales de obra se realizará una acometida a la red municipal de saneamiento de aguas residuales.

7 Identificación de riesgos y prevención de los mismos

7.1 Albañilería y cerramientos

Riesgos más frecuentes:

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel
- Caída de objetos sobre operarios
- Caída de materiales transportados
- Choques o golpes contra objetos.
- Atrapamientos, aplastamientos en medio de elevación y transporte.
- Lesiones y/o cortes en manos.
- Lesiones y/ o cortes en pies.
- Sobreesfuerzos
- Ruidos, contaminación acústica
- Vibraciones
- Ambiente pulvígeno

- Cuerpo extraño en los ojos
- Dermatitis por contacto de cemento y cal.
- Contactos eléctricos directos
- Contactos eléctricos indirectos.
- Derivados medios auxiliares usados
- Derivados del acceso al lugar de trabajo

Medidas Preventivas

- Marquesinas rígidas
- Barandillas
- Pasos o pasarelas
- Redes horizontales
- Andamios de seguridad
- Mallazos
- Escaleras auxiliares adecuadas.
- Carcasas resguardos de protección de partes móviles de máquinas.
- Mantenimiento adecuado de la maquinaria.
- Plataformas de descarga de material
- Evacuación de escombros
- Iluminación natural o artificial adecuada.
- Limpieza de las zonas de trabajo y de tránsito.
- Andamios adecuados.

Protecciones Individuales

- Casco de seguridad
- Botas o calzado de seguridad

- Guantes de lona y piel
- Guantes impermeables.
- Gafas de seguridad.
- Mascarillas con filtro mecánico
- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad
- Ropa de trabajo.

7.2 Movimiento de tierra

Riesgos más frecuentes

- Caídas de operarios al mismo nivel.
- Caídas de operarios al interior de la excavación.
- Caídas de objetos sobre operarios.
- Caídas de materiales transportados.
- Choques o golpes contra objetos.
- Atrapamientos y aplastamientos por partes móviles de maquinaria.
- Lesiones y/o cortes en manos y pies.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido, contaminación acústica.
- Vibraciones.
- Ambiente pulvígeno.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Ambientes pobres en oxígeno.
- Inhalación de sustancias tóxicas.
- Ruinas, hundimientos, desplomes en edificios colindantes.
- Condiciones meteorológicas adversas.
- Trabajos en zonas húmedas o mojadas.
- Problemas de circulación interna de vehículos y maquinaria.
- Desplomes, desprendimientos, hundimientos del terreno.
- Contagios por lugares insalubres.

- Explosiones e incendios.
- Derivados acceso al lugar de trabajo.

Medidas preventivas

- Entibaciones.
- Apuntalamientos, apeos.
- Achique de aguas.
- Barandillas en borde de excavación.
- Tableros o planchas en huecos horizontales.
- Separación tránsito de vehículos y operarios.
- No permanecer en radio de acción máquinas.
- Avisadores ópticos y acústicos en maquinaria.
- Protección partes móviles maquinaria.
- Cabinas o pórticos de seguridad.
- No acopiar materiales junto borde excavación.
- Conservación adecuada vías de circulación.
- Vigilancia edificios colindantes.
- No permanecer bajo frente excavación.
- Distancia de seguridad líneas eléctricas.

Protecciones individuales

- Casco de seguridad.
- Botas o calzado de seguridad.
- Botas de seguridad impermeables.
- Guantes de lona y piel.
- Guantes impermeables.
- Gafas de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad.
- Cinturón anti vibratorio.
- Ropa de Trabajo.
- Traje de agua impermeable.

7.3 Cubiertas planas, inclinadas, material ligero.

Riesgos más frecuentes

- Caídas de operarios al mismo nivel.
- Caídas de operarios a distinto nivel.
- Caída de operarios al vacío.
- Caída de objetos sobre operarios.
- Caídas de materiales transportados.
- Choques o golpes contra objetos.
- Atrapamientos y aplastamientos.
- Lesiones y/o cortes en manos y pies.
- Sobreesfuerzos.
- Ruidos, contaminación acústica.
- Vibraciones.
- Ambiente pulvígeno.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Dermatitis por contacto de cemento y cal.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Condiciones meteorológicas adversas.
- Trabajos en zonas húmedas o mojadas.
- Derivados de medios auxiliares usados.
- Quemaduras en impermeabilizaciones.
- Derivados del acceso al lugar de trabajo.
- Derivados de almacenamiento inadecuado de productos combustible.

Medidas Preventivas

- Marquesinas rígidas.
- Barandillas.
- Pasos o pasarelas.
- Redes verticales.
- Redes horizontales.
- Andamios de seguridad.
- Mallamos.
- Tableros o planchas en huecos horizontales.

- Escaleras auxiliares adecuadas.
- Escalera de acceso peldañeada y protegida.
- Carcasas resguardos de protección de partes móviles de máquinas.
- Plataformas de descarga de material.
- Evacuación de escombros.
- Limpieza de las zonas de trabajo y de tránsito.
- Habilitar caminos de circulación.
- Andamios adecuados.

Protecciones individuales

- Casco de seguridad.
- Botas o calzado de seguridad.
- Guantes de lona y piel.
- Guantes impermeables.
- Gafas de seguridad.
- Mascarillas con filtro mecánico.
- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad.
- Botas, polainas, mandiles y guantes de cuero para impermeabilización.
- Ropa de trabajo.

8 Trabajos posteriores

En el apartado 3 del Artículo 6 del Real Decreto 1627/1.997 establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

8.1 Reparación, conservación y mantenimiento

Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel en suelos
- Caídas por resbalones
- Contactos eléctricos directos e indirectos

Medidas Preventivas

- Andamiajes, escalerillas y demás dispositivos provisionales adecuados y seguros.
- Anclajes de cinturones fijados a la pared para la limpieza.
- Anclajes de cinturones para reparación de tejados y cubiertas.

Protecciones individuales

- Casco de seguridad
- Ropa de trabajo
- Cinturones de seguridad y cables de longitud y resistencia adecuada para trabajos en altura.

9 Control de accesos a la obra

El contratista principal pondrá en práctica un procedimiento de control de accesos tanto de vehículos como de personas a la obra de manera que quede garantizado que sólo personas autorizadas puedan acceder a la misma.

Será en el Plan de Seguridad y Salud donde se materialice la forma en que el mismo se llevará a cabo y será el coordinador en la aprobación preceptiva de dicho plan quien valide el control diseñado.

Desde este documento se establecen los principios básicos de control entre los que se contemplan las siguientes medidas:

El contratista designará a una persona del nivel de mando para responsabilizarse del correcto funcionamiento del procedimiento de control de accesos. Ante su ausencia en la obra, se designará sustituto competente de manera que en ningún momento quede desatendido este control.

En los accesos a la obra se situarán carteles señalizadores, conforme al Real Decreto 485/1997 señalización de lugares de trabajo, que informen sobre la prohibición de acceso de personas no autorizadas y de las condiciones establecidas para la obra para la obtención de autorización.

Durante las horas en las que en la obra no han de permanecer trabajadores, la obra quedará totalmente cerrada, bloqueando los accesos habitualmente operativos en horario de trabajo.

El contratista garantizará, documentalmente si fuera preciso, que todo el personal que accede a la obra se encuentra al tanto en sus obligaciones con la administración social y sanitaria y dispone de la formación apropiada derivada de la Ley de Prevención de Riesgos, Convenio de aplicación y resto de normativa del sector.

10 Obligaciones del promotor

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

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

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1.997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

11 Coordinador en materia de seguridad y salud

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

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

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

- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.



ANEXO 5: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DISEÑO DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN
DE AUTOCONSUMO PARA EL CENTRO SOCIAL DE
TEGUISE, LANZAROTE

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Autora: Suleima González Aguiar

Tutores: Benjamín González Díaz – Sara González Pérez

JULIO 2018

Índice

1 Módulo fotovoltaico.....	1
2 Inversor.....	3
3 Soporte.....	7
4 Protecciones.....	9

+ Ultra *nueva gama*

➔ Módulo fotovoltaico
A-320P / A-325P / A-330P (TY 3.2)



+ UltraTolerancia positiva
Positiva 0/+5 Wp

+ UltraCalidad
Anti Hot-Spot

+ UltraGarantía
10 años de garantía de producto

+ UltraFiabilidad
En el mercado desde 1979

+ UltraResistencia
Cristal templado de 3.2 mm

+ UltraTES
Verificación eléctrica célula a célula



Sistema único
en el mercado,
patentado por
Atersa.

Características eléctricas (STC: 1kW/m², 25°C±2°C y AM 1,5)*

	A-320P	A-325P	A-330P
Potencia Nominal (0/+5 W)	320 W	325 W	330 W
Eficiencia del módulo	16,45%	16,71%	16,96%
Corriente Punto de Máxima Potencia (Imp)	8,51 A	8,58 A	8,65 A
Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmp)	37,61 V	37,88 V	38,15 V
Corriente en Cortocircuito (Isc)	8,93 A	8,98 A	9,05 A
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	46,49 V	46,68 V	46,85 V

Parámetros térmicos

Coefficiente de Temperatura de Isc (α)	0,04% /°C
Coefficiente de Temperatura de Voc (β)	-0,32% /°C
Coefficiente de Temperatura de P (γ)	-0,43% /°C

Características físicas

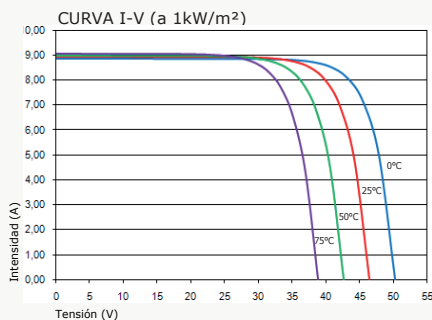
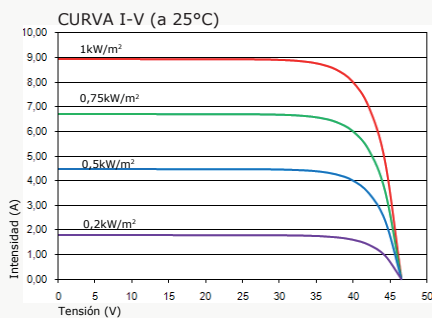
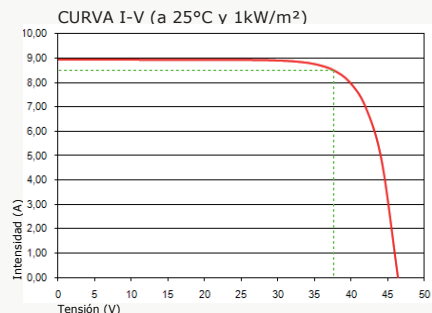
Dimensiones (mm ± 2 mm)	1965x990x40
Peso (± 0,5 kg)	22,5
area (m ²)	1,95
Tipo de célula (± 1 mm.)	Policristalina 156x156 mm (6 pulgadas)
Células en serie	72 (6x12)
Cristal delantero	Cristal templado ultra claro de 3,2 mm
Marco	Aleación de aluminio anodizado o pintado en poliéster
Caja de conexiones / Opcional	TYCO IP67
Cables	Cable Solar 4 mm ² 1200 mm
Conectores	TYCO PV4

Rango de funcionamiento

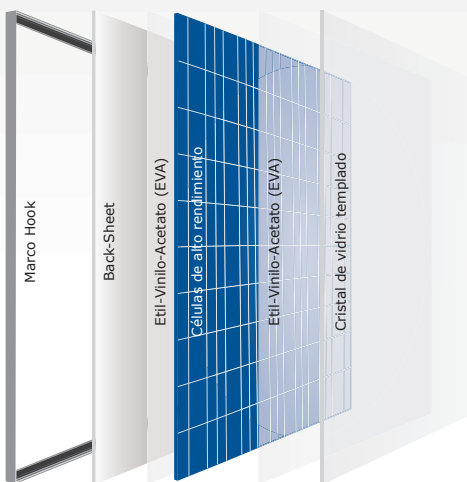
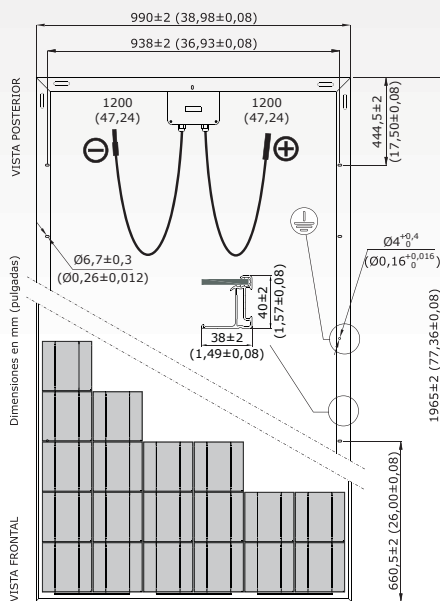
Temperatura	-40°C a +85°C
Máxima Tensión del Sistema / Protección	1000 V / CLASS II
Carga Máxima Viento / Nieve	2400 Pa
Máxima Corriente Inversa (IR)	15,1 A

*Especificaciones eléctricas medidas en STC. NOCT: 47±2°C. Tolerancias medida STC: ±3% (Pmp); ±10% (Isc, Voc, Imp, Vmp).

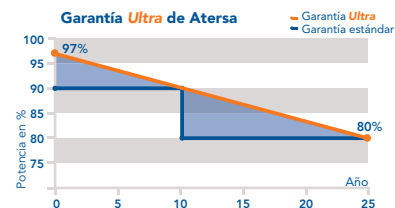
Curvas modelo A-320P



Vista genérica de la construcción de un módulo fotovoltaico



- Módulos por caja: **25 uds**
- Peso por palé: **595 kg**
- En un contenedor de 40 pies entran 21 cajas: **525 paneles**
- En un contenedor de 40 pies HC entran 22 cajas: **550 paneles**
- En un contenedor de 20 pies entran 9 cajas: **225 paneles**
- En un camión TAUTLINER entran 26 cajas: **650 paneles**



NOTA: Los datos contenidos en esta documentación están sujetos a modificación sin previo aviso.

➔ www.atersa.com • atersa@elecnor.com
Madrid 915 178 452 • Valencia 902 545 111

Revisado: 21/11/17
Ref.: MU-6P (6) 6x12-F (TY 3.2)
© Atersa SL, 2016



SUNNY TRIPOWER

5000TL – 12000TL



STP 5000TL-20 / STP 6000TL-20 / STP 7000TL-20 / STP 8000TL-20 / STP 9000TL-20 / STP 10000TL-20 / STP 12000TL-20



NOVEDAD: Está disponible en las variantes de 10 kVA y 12 kVA

Rentable

- Rendimiento máximo del 98,3 %
- Gestión de sombras mediante OptiTrac Global Peak
- Gestión activa de la temperatura gracias al sistema de refrigeración OptiCool

Flexible

- Tensión de entrada de CC hasta 1 000 V
- Funciones integradas de gestión de red
- Inyección de potencia reactiva
- Diseño de plantas adaptada a cada módulo con Optiflex

Comunicación

- SMA Webconnect
- Comunicación con Sunny Portal
- Comunicación *Bluetooth*[®]
- Fácil configuración por países
- Relé multifunción de serie

Sencillo

- Inyección trifásica
- Conexión del cableado sin herramientas
- Sistema de conexión de CC SUNCLIX
- Seccionador de potencia de CC integrado ESS
- Sencillo montaje mural

SUNNY TRIPOWER

5000TL – 12000TL

El trifásico: no solo para el hogar

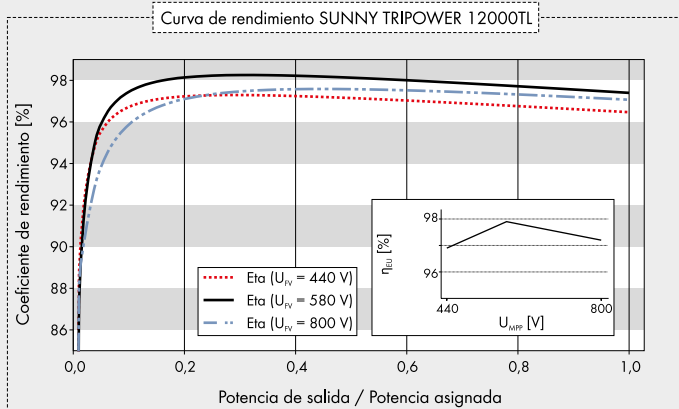
Resulta ideal para diseñar desde la clásica planta en un tejado de una vivienda hasta plantas con rangos de potencia mayores. La gama de productos Sunny Tripower cubre una gran variedad de aplicaciones gracias a la ampliación de la cartera de productos con las nuevas versiones de 10 kVA y 12 kVA. Los usuarios se benefician de múltiples funciones probadas: su alta flexibilidad gracias a la acreditada tecnología Optiflex y al multistring asimétrico, combinada con un rendimiento máximo y OptiTrac Global Peak, garantiza máximas ganancias. Además de la comunicación a través de *Bluetooth*, también es posible la conexión directa a Sunny Portal mediante SMA Webconnect de serie. De manera estándar también dispone de funciones integradas para gestionar la red y de inyección de potencia reactiva, y puede utilizarse con un diferencial de 30 mA. En suma, cuando se trata del diseño de plantas en las clases de potencia de 5 a 12 kW, el Sunny Tripower es la solución ideal tanto para su aplicación en el hogar como para plantas de mayor tamaño sobre el tejado así como para la construcción de pequeños parques fotovoltaicos.

SUNNY TRIPower

5000TL / 6000TL / 7000TL / 8000TL / 9000TL / 10000TL / 12000TL

Datos técnicos	Sunny Tripower 5000TL	Sunny Tripower 6000TL
Entrada (CC)		
Potencia máxima de CC (con $\cos \phi = 1$)	5 100 W	6 125 W
Tensión de entrada máx.	1 000 V	1 000 V
Rango de tensión MPP / tensión asignada de entrada	245 V - 800 V / 580 V	295 V - 800 V / 580 V
Tensión de entrada mín. / de inicio	150 V / 188 V	150 V / 188 V
Corriente máx. de entrada, entradas: A / B	11 A / 10 A	11 A / 10 A
Corriente máx. de entrada por string, entradas: A / B	11 A / 10 A	11 A / 10 A
Número de entradas de MPP independientes / strings por entrada de MPP	2 / A:2; B:2	2 / A:2; B:2
Salida (CA)		
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	5 000 W	6 000 W
Potencia máx. aparente de CA	5 000 VA	6 000 VA
Tensión nominal de CA	3 / N / PE; 220 / 380 V 3 / N / PE; 230 / 400 V 3 / N / PE; 240 / 415 V	3 / N / PE; 220 / 380 V 3 / N / PE; 230 / 400 V 3 / N / PE; 240 / 415 V
Rango de tensión nominal de CA	160 V - 280 V	160 V - 280 V
Frecuencia de red de CA / rango	50 Hz, 60 Hz/-5 Hz ... +5 Hz	50 Hz, 60 Hz/-5 Hz ... +5 Hz
Frecuencia / tensión asignada de red	50 Hz / 230 V	50 Hz / 230 V
Corriente máx. de salida	7,3 A	8,7 A
Factor de potencia a potencia asignada	1	1
Factor de desfase ajustable	0,8 inductivo ... 0,8 capacitivo	0,8 inductivo ... 0,8 capacitivo
Fases de inyección / conexión	3 / 3	3 / 3
Rendimiento		
Rendimiento máx. / europeo	98 % / 97,1 %	98 % / 97,4 %
Dispositivos de protección		
Punto de desconexión en el lado de entrada	●	●
Monitorización de toma a tierra / de red	● / ●	● / ●
Protección contra polarización inversa de CC / resistencia al cortocircuito de CA / con separación galvánica	● / ● / -	● / ● / -
Unidad de seguimiento de la corriente residual integrada	●	●
Clase de protección (según IEC 62103) / categoría de sobretensión (según IEC 60664-1)	I / III	I / III
Datos generales		
Dimensiones (ancho / alto / fondo)	470 / 730 / 240 mm (18,5 / 28,7 / 9,5 in)	470 / 730 / 240 mm (18,5 / 28,7 / 9,5 in)
Peso	37 kg (81,6 lb)	37 kg (81,6 lb)
Rango de temperatura de servicio	-25 °C ... +60 °C (-13 °F ... +140 °F)	-25 °C ... +60 °C (-13 °F ... +140 °F)
Emisión sonora, típica	40 dB(A)	40 dB(A)
Autoconsumo nocturno	1 W	1 W
Topología / principio de refrigeración	Sin transformador / OptiCool	Sin transformador / OptiCool
Tipo de protección (según IEC 60529)	IP65	IP65
Clase climática (según IEC 60721-3-4)	4K4H	4K4H
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)	100 %	100 %
Equipamiento		
Conexión de CC / CA	SUNCLIX / Borne de conexión por resorte	SUNCLIX / Borne de conexión por resorte
Pantalla	Gráfico	Gráfico
Interfaces: RS485, Bluetooth, Speedwire / Webconnect	○ / ● / ●	○ / ● / ●
Relé multifunción / Power Control Module	● / ○	● / ○
Garantía: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 años	● / ○ / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○ / ○
Certificados y autorizaciones (otros a petición)	AS 4777, CE, CEI 0-21 ³ , C10/11:2012, DIN EN 62109-1, EN 50438 ¹ , G59/3, G83/2, IEC 61727/MEA ² , IEC 61727/PEA ² , IEC 62109-2, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PPC, PPDS, RD 661/2007, RD 1699:2011, SI 4777, UTE C15-712-1, VDE0126-1-1, VDE AR-N 4105, VFR 2013, VFR 2014	
Modelo comercial	STP 5000TL-20	STP 6000TL-20

Sunny Tripower 7000TL	Sunny Tripower 8000TL	Sunny Tripower 9000TL
7 175 W	8 200 W	9 225 W
1 000 V	1 000 V	1 000 V
290 V - 800 V / 580 V	330 V - 800 V / 580 V	370 V - 800 V / 580 V
150 V / 188 V	150 V / 188 V	150 V / 188 V
15 A / 10 A	15 A / 10 A	15 A / 10 A
15 A / 10 A	15 A / 10 A	15 A / 10 A
2 / A:2; B:2	2 / A:2; B:2	2 / A:2; B:2
7 000 W	8 000 W	9 000 W
7 000 VA	8 000 VA	9 000 VA
3 / N / PE; 220 / 380 V	3 / N / PE; 220 / 380 V	3 / N / PE; 220 / 380 V
3 / N / PE; 230 / 400 V	3 / N / PE; 230 / 400 V	3 / N / PE; 230 / 400 V
3 / N / PE; 240 / 415 V	3 / N / PE; 240 / 415 V	3 / N / PE; 240 / 415 V
160 V - 280 V	160 V - 280 V	160 V - 280 V
50 Hz, 60 Hz/-5 Hz ... +5 Hz	50 Hz, 60 Hz/-5 Hz ... +5 Hz	50 Hz, 60 Hz/-5 Hz ... +5 Hz
50 Hz / 230 V	50 Hz / 230 V	50 Hz / 230 V
10,2 A	11,6 A	13,1 A
1	1	1
0,8 inductivo ... 0,8 capacitivo	0,8 inductivo ... 0,8 capacitivo	0,8 inductivo ... 0,8 capacitivo
3 / 3	3 / 3	3 / 3
98 % / 97,5 %	98 % / 97,6 %	98 % / 97,6 %
I / III	I / III	I / III
470 / 730 / 240 mm (18,5 / 28,7 / 9,5 in)	470 / 730 / 240 mm (18,5 / 28,7 / 9,5 in)	470 / 730 / 240 mm (18,5 / 28,7 / 9,5 in)
37 kg (81,6 lb)	37 kg (81,6 lb)	37 kg (81,6 lb)
-25 °C ... +60 °C (-13 °F ... +140 °F)	-25 °C ... +60 °C (-13 °F ... +140 °F)	-25 °C ... +60 °C (-13 °F ... +140 °F)
40 dB(A)	40 dB(A)	40 dB(A)
1 W	1 W	1 W
Sin transformador / OptiCool	Sin transformador / OptiCool	Sin transformador / OptiCool
IP65	IP65	IP65
4K4H	4K4H	4K4H
100 %	100 %	100 %
SUNCLIX / Borne de conexión por resorte	SUNCLIX / Borne de conexión por resorte	SUNCLIX / Borne de conexión por resorte
Gráfico	Gráfico	Gráfico
AS 4777, CE, CEI 0-21 ³ , C10/11:2012, DIN EN 62109-1, EN 50438 ¹ , G59/3, G83/2, IEC 61727/MEA ² , IEC 61727/PEA ² , IEC 62109-2, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PPC, PPDS, RD 661/2007, RD 1699:2011, SI 4777, UTE C15-712-1, VDE0126-1-1, VDE AR-N 4105, VFR 2013, VFR 2014		
STP 7000TL-20	STP 8000TL-20	STP 9000TL-20



Accesorios



Power Control Module
PWCBRD-10



Interfaz RS485
485BRD-10

¹No es válido para todas las ediciones nacionales de la norma EN 50438

²Solo para STP 9000TL-20

³Solo con protección de la planta y de la red externas

⁴AS 4777, SI4777 disponible desde el 01/09/2014

⁵Disponible a partir de octubre 2014

● Equipamiento de serie ○ Opcional – No disponible

Datos provisionales: estado de agosto de 2014

Datos en condiciones nominales

Sunny Tripower 10000TL	Sunny Tripower 12000TL ⁵	
10 250 W	12 275 W	
1 000 V	1 000 V	
370 V – 800 V / 580 V	440 V – 800 V / 580 V	
150 V / 188 V	150 V / 188 V	
18 A / 10 A	18 A / 10 A	
18 A / 10 A	18 A / 10 A	
2 / A;2; B:2	2 / A;2; B:2	
10 000 W	12 000 W	
10 000 VA	12 000 VA	
3 / N / PE; 220 / 380 V	3 / N / PE; 220 / 380 V	
3 / N / PE; 230 / 400 V	3 / N / PE; 230 / 400 V	
3 / N / PE; 240 / 415 V	3 / N / PE; 240 / 415 V	
160 V – 280 V	160 V – 280 V	
50 Hz, 60 Hz/-5 Hz ... +5 Hz	50 Hz, 60 Hz/-5 Hz ... +5 Hz	
50 Hz / 230 V	50 Hz / 230 V	
14,5 A	17,4 A	
1	1	
0,8 inductivo ... 0,8 capacitivo	0,8 inductivo ... 0,8 capacitivo	
3 / 3	3 / 3	
98 % / 97,6 %	98,3 % / 97,9 %	
● ● / ● ● / ● / - ● I / III	● ● / ● ● / ● / - ● I / III	
470 / 730 / 240 mm (18,5 / 28,7 / 9,5 in)	470 / 730 / 240 mm (18,5 / 28,7 / 9,5 in)	
37 kg (81,6 lb)	38 kg (84 lb)	
-25°C ... +60 °C (-13 °F ... +140 °F)	-25°C ... +60 °C (-13 °F ... +140 °F)	
40 dB(A)	40 dB(A)	
1 W	1 W	
Sin transformador / OptiCool	Sin transformador / OptiCool	
IP65	IP65	
4K4H	4K4H	
100 %	100 %	
SUNCLIX / Borne de conexión por resorte	SUNCLIX / Borne de conexión por resorte	
Gráfico ○ / ● / ● ● / ○ ● / ○ / ○ / ○ / ○	Gráfico ○ / ● / ● ● / ○ ● / ○ / ○ / ○ / ○	
AS 4777 ⁴ , CE, CEI 0-21 ³ , C10/11:2012, DIN EN 62109-1, EN 50438 ¹ , G59/3, G83/2, IEC 61727/MEA ² , IEC 61727/PEA ² , IEC 62109-2, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PPC, PPDS, RD 661/2007, RD 1699:2011, SI 4777 ⁴ , UTE C15-712-1, VDE0126-1-1, VDE AR-N 4105, VFR 2013, VFR 2014		
STP 10000TL-20	STP 12000TL-20	



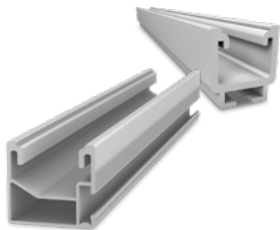
Sistema Triangle / MultiAngle 10-45°



- ▶ Ángulo de elevación individualmente regulable
- ▶ Orientación universal de módulos
- ▶ Elevada flexibilidad y soluciones individualizadas

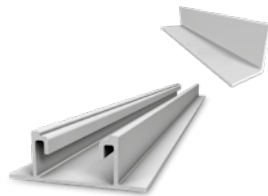


COMPONENTES DEL SISTEMA TRIANGLE/MULTIANGLE



Guías de montaje

- ▶ Triangle: SolidRail
- ▶ MultiAngle: SingleRail



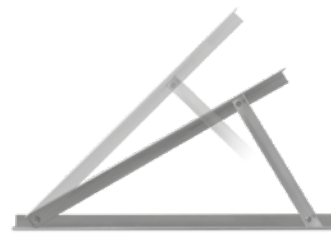
Montaje de base

- ▶ Triangle: Perfil L
- ▶ MultiAngle: SpeedRail o perfil L



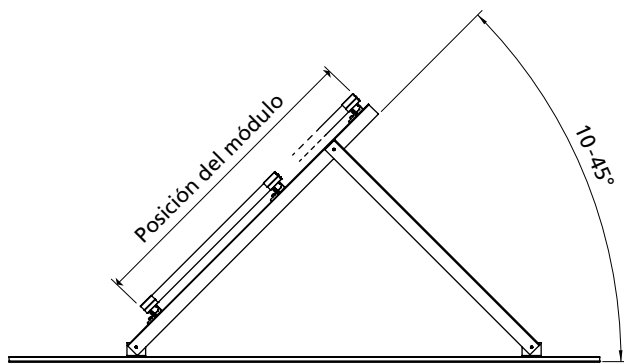
Orientación de módulos

- ▶ Triangle: Montaje horizontal con AddOn
- ▶ MultiAngle: Montaje vertical, 2 alturas para montaje horizontal (fijación en las esquinas o con AddOn)

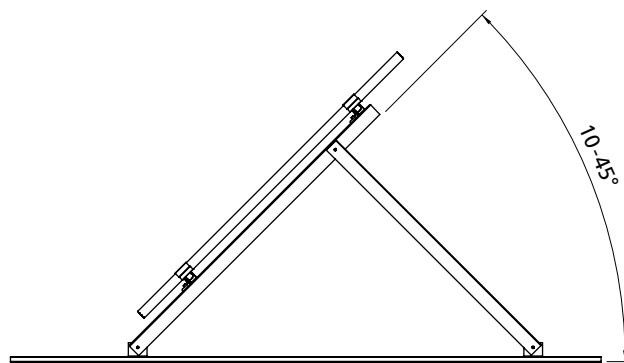


Elevación

- ▶ Triangle: Disponible con 10-45°
- ▶ MultiAngle: Regulable individualmente a 10-45°



Módulos con orientación horizontal



Módulos con orientación vertical

DATOS TÉCNICOS

	Triangle / MultiAngle
Campo de aplicación	Tejados planos o suelo
Tipo de fijación / anclaje al techo	Contrapeso o tornillos autorroscantes
Particularidades técnicas	Separación térmica tras máx. 13,6 m
Ángulo de inclinación	10-45° de fábrica o regulable individualmente con MultiAngle
Material	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Guías de montaje, pletinas de módulo: Aluminio (EN AW-6063 T66/EN AW-6082 T6) ▶ Apto también para placas de PE ▶ Piezas pequeñas: Acero inoxidable (1.4301) A2




Fusibles cilíndricos con indicador de fusión. Clase gG

- Alto poder de ruptura
- Construidos según normas:
UNE EN 60.269-1, 2.1; NI 76.02.01 (Iberdrola); RU 6304 A; E.T. Fusibles cilíndricos (Grupo Endesa); CEI 269; U.E.F.E. 1.3.42.01 A (Unión Fenosa)

Artículo	RVP/ud	Código	Tensión (V)	Poder de corte (kA)	Embalaje
ZR-00 (8,5x31,5) de 2 A C/T	1,07	0112901	380	20	10
ZR-00 (8,5x31,5) de 4 A C/T	1,07	0112902	380	20	10
ZR-00 (8,5x31,5) de 6 A C/T	1,07	0112903	380	20	10
ZR-00 (8,5x31,5) de 10 A C/T	1,07	0112904	380	20	10
ZR-00 (8,5x31,5) de 12 A C/T	1,07	0112905	380	20	10
ZR-00 (8,5x31,5) de 16 A C/T	1,07	0112906	380	20	10
ZR-00 (8,5x31,5) de 20 A C/T	1,07	0112907	380	20	10
ZR-00 (8,5x31,5) de 25 A C/T	1,07	0112908	380	20	10
ZR-0 (10,3x38) de 2 A C/T	1,41	0112911	500	100	10
ZR-0 (10,3x38) de 4 A C/T	1,41	0112912	500	100	10
ZR-0 (10,3x38) de 6 A C/T	1,41	0112913	500	100	10
ZR-0 (10,3x38) de 10 A C/T	1,41	0112914	500	100	10
ZR-0 (10,3x38) de 16 A C/T	1,41	0112915	500	100	10
ZR-0 (10,3x38) de 20 A C/T	1,41	0112916	500	100	10
ZR-0 (10,3x38) de 25 A C/T	1,41	0112917	500	100	10
ZR-0 (10,3x38) de 32 A C/T	1,41	0112918	500	100	10
ZR-1 (14x51) de 2 A C/T	1,95	0112921	500	100	10
ZR-1 (14x51) de 4 A C/T	1,95	0112922	500	100	10
ZR-1 (14x51) de 6 A C/T	1,95	0112923	400	100	10
ZR-1 (14x51) de 10 A C/T	1,95	0112924	500	100	10
ZR-1 (14x51) de 16 A C/T	1,95	0112925	500	100	10
ZR-1 (14x51) de 20 A C/T	1,95	0112926	500	100	10
ZR-1 (14x51) de 25 A C/T	1,95	0112927	500	100	10
ZR-1 (14x51) de 32 A C/T	2,17	0112928	500	100	10
ZR-1 (14x51) de 40 A C/T	2,17	0112929	500	100	10
ZR-1 (14x51) de 50 A C/T	2,17	0112930	500	100	10
ZR-2 (22x58) de 16 A C/T	3,40	0112933	500	100	5
ZR-2 (22x58) de 20 A C/T	3,40	0112934	500	100	5
ZR-2 (22x58) de 25 A C/T	3,40	0112935	500	100	5
ZR-2 (22x58) de 32 A C/T	3,40	0112936	500	100	5
ZR-2 (22x58) de 40 A C/T	3,40	0112937	500	100	5
ZR-2 (22x58) de 50 A C/T	3,40	0112938	500	100	5
ZR-2 (22x58) de 63 A C/T	3,40	0112939	500	100	5
ZR-2 (22x58) de 80 A C/T	4,02	0112940	500	100	5
ZR-2 (22x58) de 100 A C/T	4,02	0112941	500	100	5
ZR-2 (22x58) de 125 A C/T	4,02	0112942	400	100	5

* Sobrecalibrados

Interruptor diferencial ID clase B

30 mA, 300 mA y 500 mA instantáneos,
300 mA 



16766



1

Descripción



Clase B

Los interruptores diferenciales clase B aseguran la protección de las personas y de las instalaciones incluso ante corrientes de defecto continuas debidas a la presencia de:

- Reguladores y variadores de velocidad trifásicos.
- Inversores y cargadores de baterías trifásicos.
- Fuentes de alimentación trifásicas.
- Sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI's).

Son un requisito para aplicaciones trifásicas con equipos de clase I instalados aguas abajo susceptibles de generar corrientes de defecto continuas  .

También garantizan la protección contra:

- Corrientes de defecto senoidales  (tipo AC).
- Corrientes de defecto pulsantes  (tipo A).

Adaptables, sin excepciones, a todas las aplicaciones definidas en las normas IEC 60364 y EN 50178.

La combinación ID clase B con variadores de velocidad Telemecanique se ha ensayado y validado con éxito.

Instantáneo


Garantiza un disparo instantáneo (sin temporización).

Selectivo


Garantiza la selectividad total con un ID instantáneo instalado aguas abajo.

ID 25...125 A, clase B

Datos técnicos

Cumplimiento de normas	IEC 61008, EN 61008, VDE 0664
Tensión de empleo	230/400 V CA, +10%, -15%
Frecuencia de empleo	50 Hz
Calibres	25, 40, 63, 80 o 125 A
Poder de cierre y de corte asignado (Im) y poder de cierre y de corte diferencial asignado (IΔm), según norma IEC 61008	10 In con 500 V como mínimo
Protección contra los disparos intempestivos debidos a las sobretensiones transitorias (rayos, conmutación de dispositivos en la red, etc.)	
Nivel de inmunidad según onda de 8/20 μs	3 kA
Tiempo de disparo	IΔn: ≤ 300 ms 5IΔn: ≤ 40 ms
Corriente condicional asignada de cortocircuito (I _{nc}) y corriente condicional diferencial asignada de cortocircuito (IΔc), según norma IEC 61008	Consulte la tabla de coordinación de interruptores automáticos o fusibles con ID clase B
Endurancia (A-C)	Mecánica: > 5.000 Eléctrica: > 2.000
Modelos con sensibilidades fijas para todos los calibres	Modo instantáneo Modo selectivo  : permite la selectividad vertical total con los ID de 30 mA instalados aguas abajo
Botón de test	Test de funcionamiento correcto del mecanismo de disparo Rango de funcionamiento: 185...440 V CA
Tropicalización	Ejecución 2 (humedad relativa del 95% a 55 °C)
Temperatura de funcionamiento	De -25 °C a +40 °C
Temperatura de almacenamiento	De -40 °C a +60 °C
Peso (g)	500
Índice de protección	IP40 en la parte frontal IP20 en los terminales
Conexionado	Cable rígido o flexible: 1 × 1,5 a 50 mm ² o bien 2 × 1,5 a 16 mm ²

Interruptor diferencial ID clase B

30 mA, 300 mA y 500 mA instantáneos,
300 mA 

1







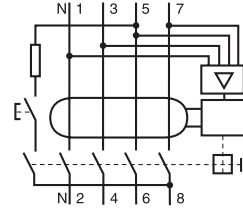
16940



16939

Referencias

Tipo	Tensión (V CA)	Calibre (A)	Sensibilidad (mA)	Ancho en pasos de 9 mm	Referencia
4P	230/400	25	30	8	16750
			300	8	16751
		40	30	8	16752
			300	8	16753
			300 	8	16754
			500	8	16755
		63	30	8	16756
			300	8	16757
			300 	8	16758
			500	8	16759
		80	30	8	16760
			300	8	16761
300 	8		16762		
500	8		16763		
125	30	8	16764		
	300	8	16765		
	300 	8	16766		

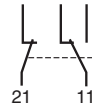


Contacto de señalización

Contactor inversor doble que señala la posición "abierto" o "cerrado" del interruptor diferencial

Peso (g)	40
Conexionado	Cable rígido o flexible: 0,5 a 1,5 mm ²

Tipo	Tensión (V CA)	Calibre (A)	Ancho en pasos de 9 mm	Referencia
Contacto	230 V CA (AC15)	6	1	16940
	230 V CC (DC13)	1		



Accesorios

Cubrebornes precintable	Evita el contacto con los terminales
Índice de protección	IP40

Tipo	Número de polos	Referencia
Cubrebornes (lotes de 10 unidades) aguas arriba/abajo	4	16939



III – PLANOS

DISEÑO DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN
DE AUTOCONSUMO PARA EL CENTRO SOCIAL DE
TEGUISE, LANZAROTE

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

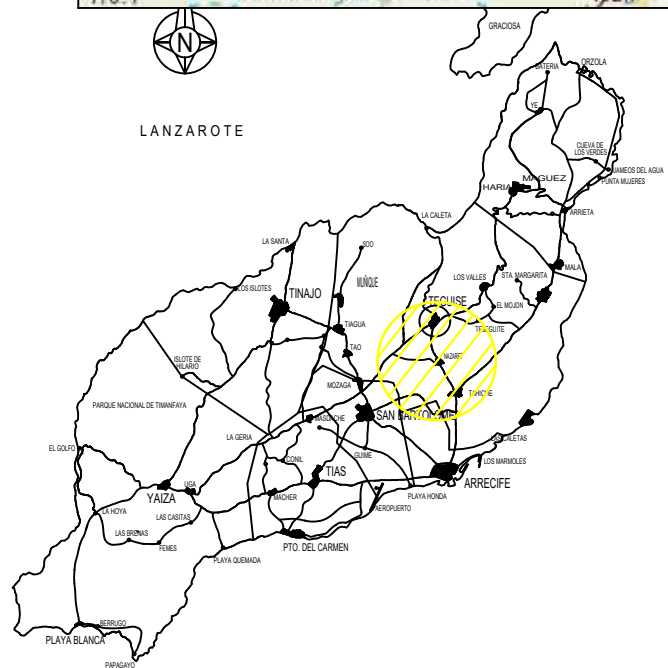
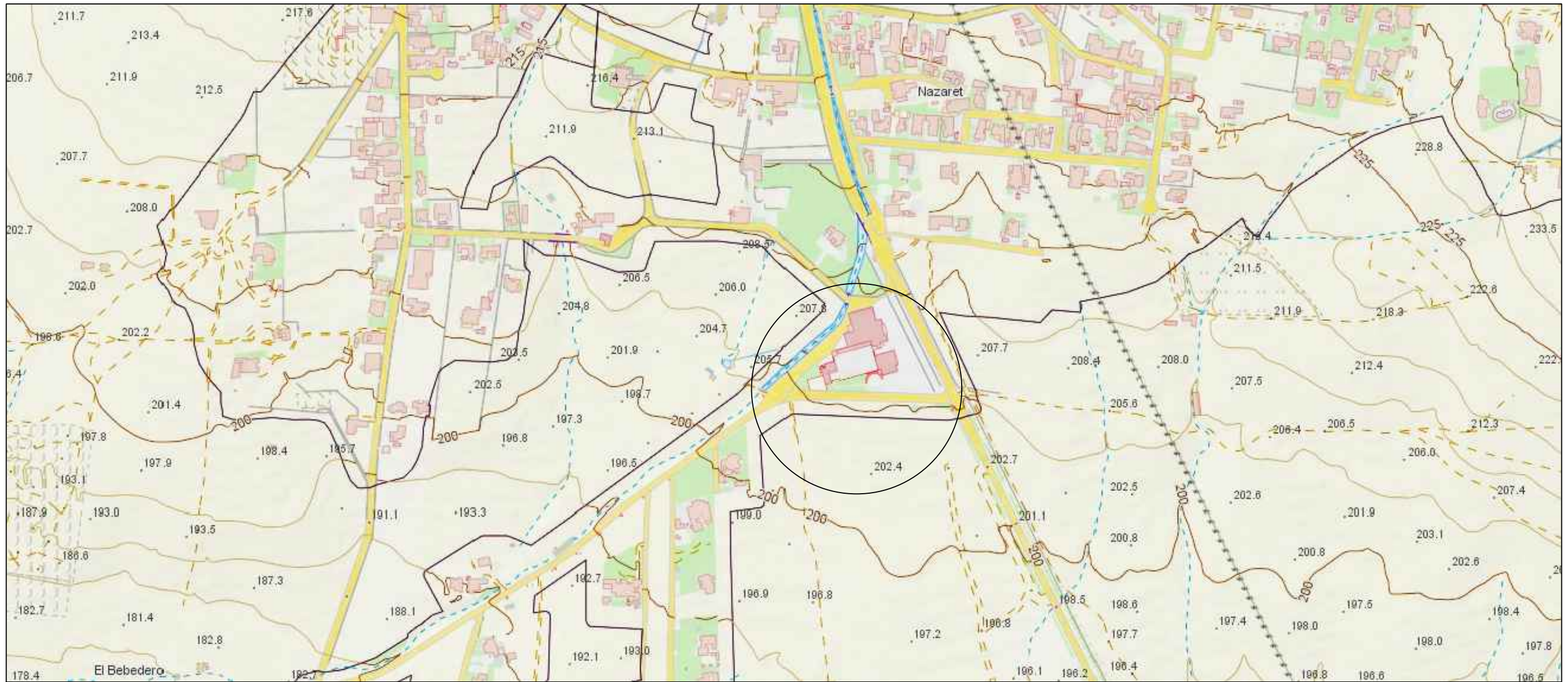
Autora: Suleima González Aguiar

Tutores: Benjamín González Díaz – Sara González Pérez

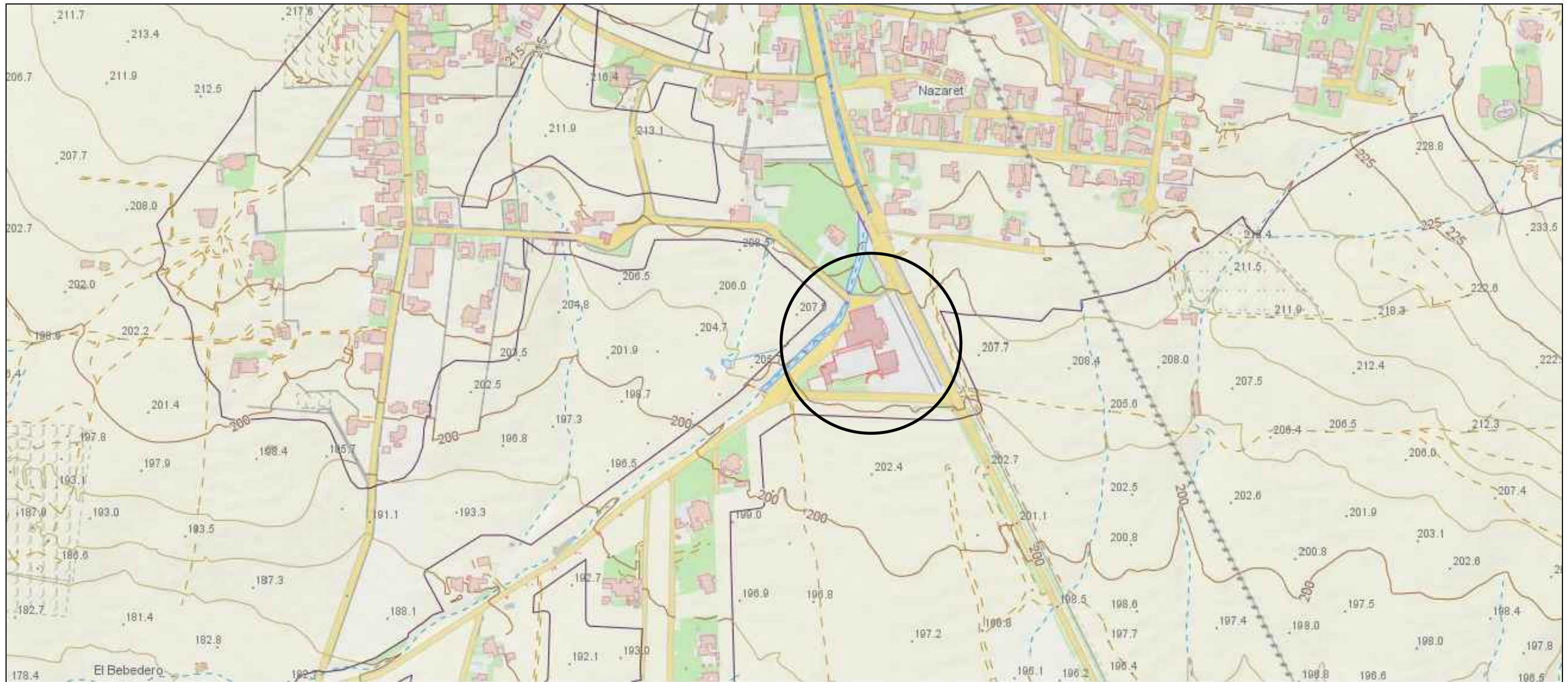
JULIO 2018

Índice

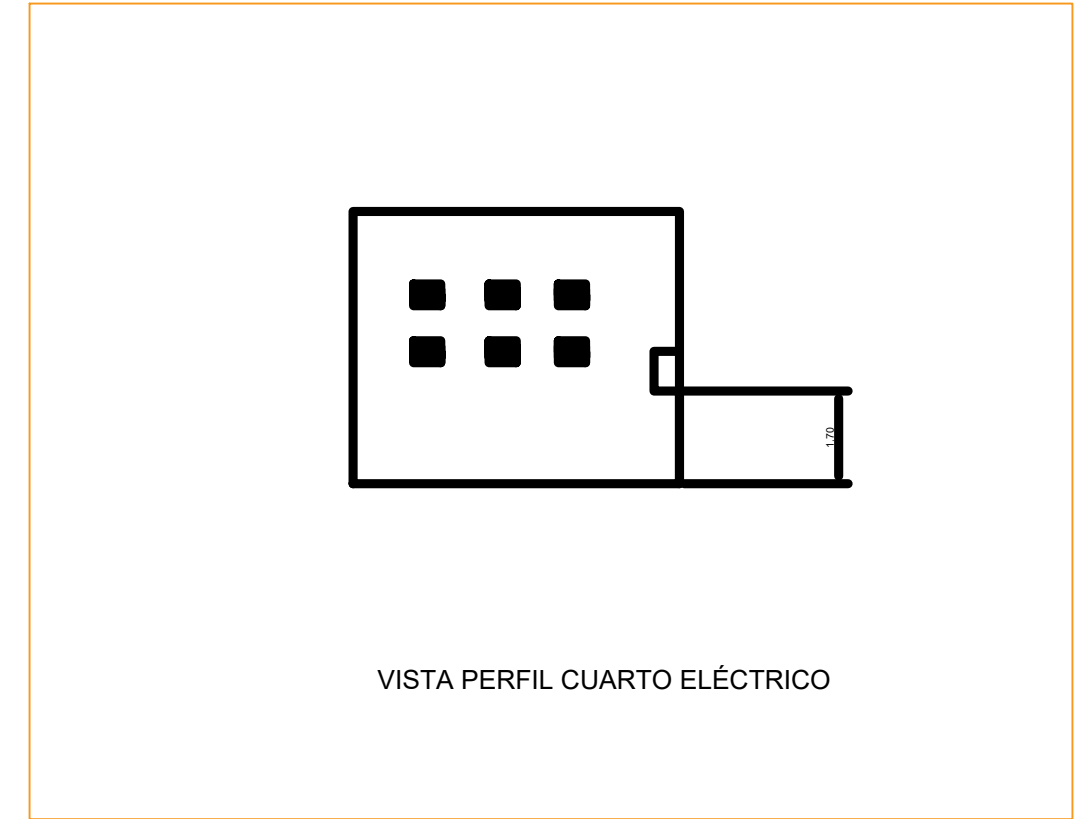
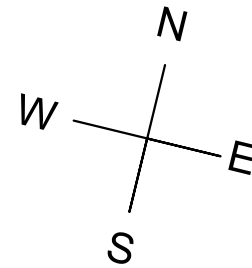
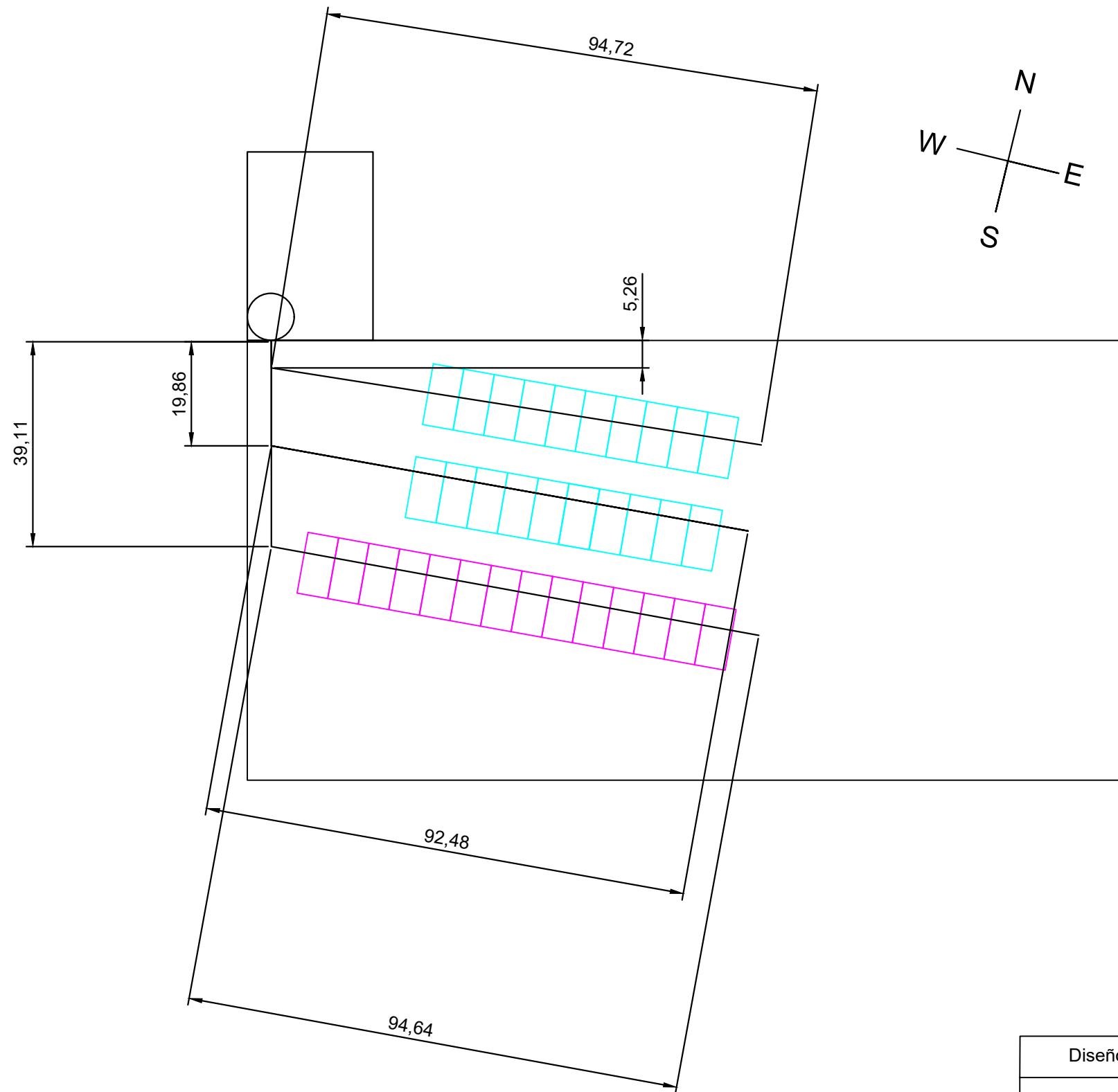
1 Situación.....	1
2 Emplazamiento.....	2
3 Conexiones.....	3
4 Esquema unifilar.....	4



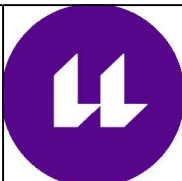
Diseño de una planta fotovoltaica en régimen de autoconsumo para el Centro Social de Teguise, Lanzarote				
Dibujado:	FECHA:	AUTOR:		Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil e Industrial Universidad de La Laguna Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
Comprobado:	30/06/2018	SULEIMA GONZÁLEZ AGUIAR		
Id.s.norm:	UNE-EN-DIN			
ESCALA	SITUACIÓN		Nº PLANO: 1	
1:5000				

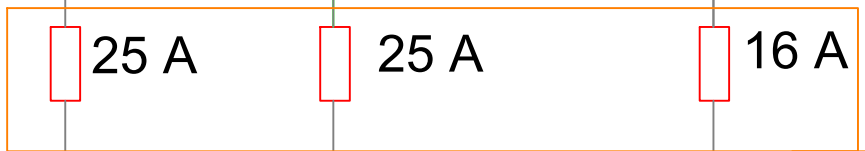
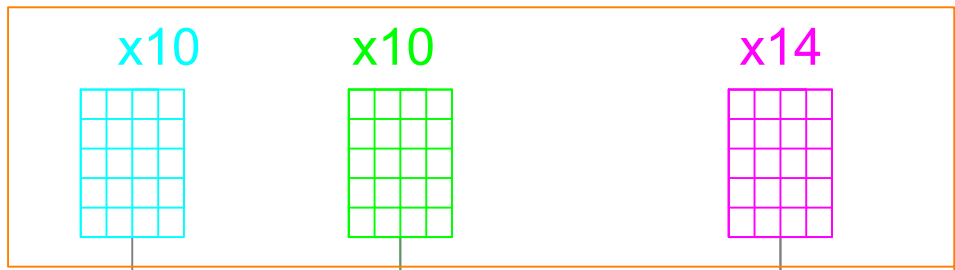


Diseño de una planta fotovoltaica en régimen de autoconsumo para el Centro Social de Teguiše, Lanzarote				
Dibujado:	FECHA:	AUTOR:		Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil e Industrial Universidad de La Laguna Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
Comprobado:	30/06/2018	SULEIMA GONZÁLEZ AGUIAR		
Id.s.norm:	UNE-EN-DIN			
ESCALA	EMPLAZAMIENTO		Nº PLANO: 2	
1:1000				



VISTA PERFIL CUARTO ELÉCTRICO

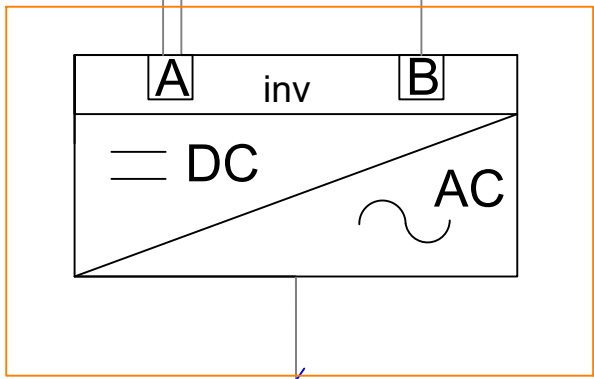
Diseño de una planta fotovoltaica en régimen de autoconsumo para el Centro Social de Teguiise, Lanzarote				
Dibujado:	FECHA:	AUTOR:		Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil e Industrial Universidad de La Laguna Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
Comprobado:	30/06/2018	SULEIMA GONZÁLEZ AGUIAR		
Id.s.norm:	UNE-EN-DIN			
ESCALA	CONEXIONES			Nº PLANO: 3



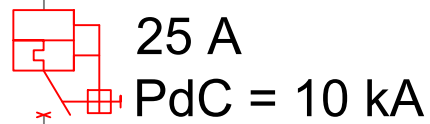
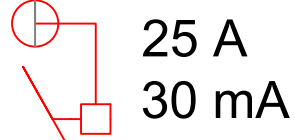
S = 10 Cu
Ø = 25

S = 16 Cu
Ø = 25

S = 4 Cu
Ø = 25



S = 25 Cu
Ø = 32



Leyenda

- Fusible
- Interruptor Diferencial
- Interruptor magnetotérmico
- Tierra
- Ø Diámetro exterior canalización
- S: Sección cable de Cu con aislante XLPE
- Conductor monofásico
- Conductor trifásico

Diseño de una planta fotovoltaica en régimen de autoconsumo para el Centro Social de Teguise, Lanzarote				
Dibujado:	FECHA:	AUTOR:		Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil e Industrial Universidad de La Laguna Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática
Comprobado:	30/06/2018	SULEIMA GONZÁLEZ AGUIAR		
Id.s.norm:	UNE-EN-DIN			
ESCALA	ESQUEMA UNIFILAR		Nº PLANO: 4	



IV – PLIEGO DE CONDICIONES

DISEÑO DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE
AUTOCONSUMO PARA EL CENTRO SOCIAL DE TEGUISE,
LANZAROTE

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Autora: Suleima González Aguiar

Tutores: Benjamín González Díaz – Sara González Pérez

JULIO 2018

Índice

1	Generalidades	1
1.1	Obras que se contratan.....	1
1.2	Condiciones generales de ejecución.....	1
1.3	Admisión, reconocimiento y retirada de materiales	1
2	Materiales de las instalaciones	2
2.1	Sistemas generadores fotovoltaicos.....	2
2.2	Estructura soporte	3
2.3	Inversores.....	4
2.4	Cableado	4
2.5	Protecciones	5
2.6	Puesta a tierra.....	5

1 Generalidades

1.1 Obras que se contratan

En las obras que se contraten, el contratista deberá ejecutar las siguientes labores:

- Todos los transportes necesarios.
- Los suministros de material que se precisen.
- Ejecución de todos los trabajos de montaje de las instalaciones, dejándolas en perfecto estado de funcionamiento.
- Obras complementarias no definidas específicamente y necesarias para la correcta ejecución de las instalaciones proyectadas.
- Medidas de señalización y seguridad necesarias

1.2 Condiciones generales de ejecución

El contratista estará obligado a facilitar al personal material auxiliar necesario para la perfecta ejecución de las obras.

Las instalaciones se ajustarán a las condiciones establecidas en la Memoria, cumpliendo con los Reglamentos y Normas especificadas, y en particular con las normas que dicte la Dirección de Obra.

El contratista debe verificar el espacio requerido para todo el equipo propuesto, tanto en el caso de que dicho espacio haya sido especificado o no.

Por lo demás, el Director de Obra deberá fijar el orden en que deben llevarse a cabo las obras, y el contratista vendrá obligado a cumplir exactamente lo que disponga sobre este particular.

1.3 Admisión, reconocimiento y retirada de materiales

Todos los materiales empleados serán de primera calidad, desechándose los que a juicio del Director de Obra no lo sean.

El contratista presentará al Director Técnico de la Obra los catálogos, cartas, muestras, etcétera, que estén relacionados con la recepción de los distintos materiales.

No podrán emplearse materiales sin que previamente hayan sido aceptados por la Dirección de Obra. Este control no constituye una recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por la Dirección Técnica aún después de colocados, si no cumpliesen con las características y condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones, debiendo ser reemplazados por el contratista por otras que cumplan las condiciones exigidas.

En caso de que el contratista no se mostrase conforme con los resultados de ensayo,

análisis o pruebas, podrán repetirse las mismas en un laboratorio oficial, siendo de cuenta del contratista si se llega a la conclusión de que los materiales son rechazables, y de cuenta de la Propiedad en caso contrario.

2 Materiales de las instalaciones

Se especifican a continuación las condiciones que deben cumplir los distintos materiales empleados en la ejecución del proyecto.

2.1 Sistemas generadores fotovoltaicos

Todos los módulos fotovoltaicos que forman parte de la instalación han de ser del mismo modelo. En caso de que esto no sea posible, se ha de garantizar que sean totalmente compatibles entre ellos.

Todos los módulos llevarán de forma claramente visible el modelo y nombre o logotipo del fabricante.

Los módulos fotovoltaicos serán de la marca ATERSA, modelo A-320 P Ultra y deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio policristalino.

Los módulos fotovoltaicos deberán 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. En caso de que no se utilicen estos paneles, ha de sustituirse por unos que cumplan las mismas especificaciones técnicas.

Se comprobará que todos los módulos posean diodos de derivación para evitar posibles averías de las células, y que los marcos laterales sean de aluminio.

Antes de la instalación se verificará que la potencia máxima y corriente de circuito reales referidas a condiciones estándar de medida deberán estar comprendidas en el margen de $\pm 3\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo y se procederá a una inspección para comprobar que no existe ningún módulo con roturas o manchas.

Los módulos fotovoltaicos estarán distribuidos como se indica en la memoria de este proyecto, en una misma fila cada string de módulos conectados en serie. Los paneles estarán montados sobre la estructura soporte seleccionada verticalmente, con el ángulo de inclinación especificado en la memoria.

Se ha de dejar espacio entre los grupos de módulos para el posterior mantenimiento y reparación para que ésta sea más cómoda.

2.2 Estructura soporte

La estructura de soporte para los módulos del generador fotovoltaico estará provista de todos los elementos de sujeción pertinentes para la instalación de los paneles y serán realizados del mismo material que la propia estructura.

La estructura soporte de módulos debe resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.

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

Además, permitirán las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los paneles solares, siguiendo las indicaciones del fabricante.

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

La tornillería será realizada en acero inoxidable.

Los topes de sujeción de los paneles, así como la propia estructura no proyectarán sombras sobre los demás paneles.

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

La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como el viento. No se contempla la carga de nieve debido a que en el lugar donde se ubican no se producen nevadas.

2.3 Inversores

El inversor será Sunny Tripower 12000TL, o en caso contrario uno similar que cumpla con las especificaciones que se tienen.

La potencia de entrada del inversor será variable para que este sea capaz de extraer en todo momento la máxima potencia que genera la planta a lo largo del día.

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

Además, incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA

El inversor tendrá un grado de protección mínima IP 30 pues se encuentra situado en el interior del edificio, en un lugar accesible. Este estará situado en el interior del cuarto eléctrico donde estará protegido de excesivas humedades y de adquirir polvo y suciedad en grandes cantidades. Esta habitación cuenta con suficiente ventilación garantizando la refrigeración adecuada para la temperatura no difiera mucho con la temperatura de funcionamiento óptima. Será instalado en posición vertical a una distancia de 1,70 metros del suelo. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

El inversor para esta instalación fotovoltaica estará garantizado por el fabricante durante un período mínimo de 3 años.

2.4 Cableado

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente

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 %.

El cable deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

2.5 Protecciones

El sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos.

2.6 Puesta a tierra

Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48 voltios contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura soporte del generador y los marcos metálicos de los módulos.



V – MEDICIONES

DISEÑO DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE
AUTOCONSUMO PARA EL CENTRO SOCIAL DE TEGUISE,
LANZAROTE

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Autora: Suleima González Aguiar

Tutores: Benjamín González Díaz – Sara González Pérez

JULIO 2018

Índice

1	Unidades de obra y Unidades	1
1.1	Seguridad y Salud	1
1.2	Instalaciones provisionales de higiene y bienestar	1
1.3	Señalización provisional de obras	1
1.4	Contador.....	1
1.5	Fotovoltaica	1
1.6	Cableado	2
1.7	Canalizaciones	2
1.8	Protecciones	2
1.9	Puesta a tierra.....	2

1 Unidades de obra y Unidades

1.1 Seguridad y Salud

Sistemas de protección colectiva	Cadena delimitación	7
EPIs	Casco	2
	Mono de trabajo	2
	Par de guantes	2
	Par de zapatos	2
	Juego de tapones	2
	Par de rodilleras	2
	Faja lumbar	2
Primeros auxilios	Botiquín	1

1.2 Instalaciones provisionales de higiene y bienestar

Caseta	Aseo portátil	1
	Caseta prefabricada	1
	Transporte caseta	1

1.3 Señalización provisional de obras

Señalización de seguridad y salud	Cartel general indicativo de riesgos	1
Señalización zonas de trabajo	Cinta con soportes indicados	1

1.4 Contador

Contador de generación	ENDESA y Viesgo trifásico	1
-------------------------------	---------------------------	---

1.5 Fotovoltaica

Panel fotovoltaico	Atersa 320 W	34
Inversor	Sunny Tripower, 12000 TL	1
Soporte	K2 System triangle/multiangle (2,10m)	17

1.6 Cableado

	Tipo	Longitud
Cable	XLPE 4mm ²	51 m
	XLPE 10mm ²	41 m
	XLPE 16 mm ²	45 m
	XLPE 25mm ²	60 m

1.7 Canalizaciones

	Tipo	Longitud
Tubos	PVC, 25 mm	51 m
	Polietileno, 32 mm	60 m

1.8 Protecciones

Fusible	Tipo gG, 25 A	2
	Tipo gG, 16 A	1
Interruptor automático	Magnetotérmico, 25 A, 10 kA	1
Diferencial	Clase B, 25 A	1

1.9 Puesta a tierra

	Sistema	Unidades
Puesta a tierra (PAT)	Picas, 3 m	4



VI – PRESUPUESTO

DISEÑO DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA EN RÉGIMEN DE
AUTOCONSUMO PARA EL CENTRO SOCIAL DE TEGUISE,
LANZAROTE

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Autora: Suleima González Aguiar

Tutores: Benjamín González Díaz – Sara González Pérez

JULIO 2018

Índice

1	Presupuesto por capítulos.....	1
1.1	Seguridad y Salud.....	1
1.2	Instalaciones provisionales de higiene y bienestar.....	5
1.3	Señalización provisional de obras	6
1.4	Contador	7
1.5	Fotovoltaica	7
1.6	Cableado	10
1.7	Canalizaciones	12
1.8	Protecciones.....	14
1.9	Puesta a tierra.....	16
2	Resumen de presupuesto	18

1 Presupuesto por capítulos

1.1 Seguridad y Salud

- Doble cinta de señalización, de material plástico, de 8 cm de anchura, impresa por ambas caras en franjas de color amarillo y negro, sujeta a vallas peatonales de hierro, de 1,10x2,50 m, separadas cada 5,00 m entre ejes, amortizables en 20 usos, utilizada como señalización y delimitación de zonas de trabajo.
- Suministro de casco contra golpes, destinado a proteger al usuario de los efectos de golpes de su cabeza contra objetos duros e inmóviles, amortizable en 10 usos.
- Suministro de par de guantes contra riesgos mecánicos, de algodón con refuerzo de serraje vacuno en la palma, resistente a la abrasión, al corte por cuchilla, al rasgado y a la perforación, amortizable en 4 usos.
- Suministro de juego de tapones desechables, moldeables, de espuma de poliuretano antialérgica, con atenuación acústica de 31 dB, amortizable en 1 uso.
- Suministro de par de zapatos de seguridad, con puntera resistente a un impacto de hasta 200 J y a una compresión de hasta 15 kN, con resistencia al deslizamiento, con código de designación SB, amortizable en 2 usos.
- Suministro de mono de protección, amortizable en 5 usos.
- Suministro de par de rodilleras con la parte delantera elástica y con esponja de celulosa, amortizable en 4 usos.
- Faja de protección lumbar.
- Suministro y colocación de botiquín de urgencia para caseta de obra, provisto de desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, un par de tijeras, pinzas, guantes desechables, bolsa de goma para agua y hielo, antiespasmódicos, analgésicos, tónicos cardíacos de urgencia, un torniquete, un termómetro clínico y jeringuillas desechables, fijado al paramento con tornillos y tacos.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
	m	Cinta de señalización, de material plástico, de 8 cm de anchura y 0,05 mm de espesor, impresa por ambas caras en franjas de color amarillo y negro.	7,000	0,10	0,70
	Ud	Valla peatonal de hierro, de 1,10x2,50 m, color amarillo, con barrotes verticales montados sobre bastidor de tubo, con dos pies metálicos, incluso placa para publicidad.	0,013	35,00	0,46
			Subtotal materiales:		1,16
2		Mano de obra			
	h	Peón Seguridad y Salud.	0,111	16,16	1,79
			Subtotal mano de obra:		1,79
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	2,95	0,06
			Costes directos (1+2+3):		3,01

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
	Ud	Casco contra golpes, EPI de categoría II, según EN 812, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	2,000	2,31	4,62
			Subtotal materiales:		4,62
2		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	4,62	0,09
			Costes directos (1+2):		4,71

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
	Ud	Par de guantes contra riesgos mecánicos, EPI de categoría II, según UNE-EN 420 y UNE-EN 388, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	2,000	13,36	26,72
			Subtotal materiales:		26,72
2		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	26,72	0,53
			Costes directos (1+2):		27,25

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
	Ud	Juego de tapones desechables, moldeables, con atenuación acústica de 31 dB, EPI de categoría II, según UNE-EN 352-2 y UNE-EN 458, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	2,000	0,02	0,04
			Subtotal materiales:		0,04
2		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	0,04	0,00
			Costes directos (1+2):		0,04

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
	Ud	Par de zapatos de seguridad, con puntera resistente a un impacto de hasta 200 J y a una compresión de hasta 15 kN, con resistencia al deslizamiento, EPI de categoría II, según UNE-EN ISO 20344 y UNE-EN ISO 20345, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	2	37,56	75,12
			Subtotal materiales:		75,12
2		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	18,78	1,50
			Costes directos (1+2):		76,62

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
	Ud	Mono de protección, EPI de categoría I, según UNE-EN 340, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	0.500	38,80	19,40
			Subtotal materiales:		19,40
2		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	19,40	0,388
			Costes directos (1+2):		19,79

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
	Ud	Par de rodilleras con la parte delantera elástica y con esponja de celulosa, EPI de categoría II, según UNE-EN 340, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	0,500	12,51	6,26
			Subtotal materiales:		6,26
2		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	6,26	0,13
			Costes directos (1+2):		6,39

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
	Ud	Faja de protección lumbar con amplio soporte abdominal y sujeción regulable mediante velcro, EPI de categoría II, según UNE-EN 340, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	0,250	19,05	4,76
			Subtotal materiales:		4,76
2		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	4,76	0,10
			Costes directos (1+2):		4,86

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
	Ud	Botiquín de urgencia provisto de desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, un par de tijeras, pinzas, guantes desechables, bolsa de goma para agua y hielo, antiespasmódicos, analgésicos, tónicos cardíacos de urgencia, un torniquete, un termómetro clínico y jeringuillas desechables, con tornillos y tacos para fijar al paramento.	1,000	96,16	96,16
			Subtotal materiales:		96,16
2		Mano de obra			
	h	Peón Seguridad y Salud.	0,202	16,16	3,26
			Subtotal mano de obra:		3,26
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	99,42	1,99
			Costes directos (1+2+3):		101,41

1.2 Instalaciones provisionales de higiene y bienestar

- Mes de alquiler de aseo portátil de polietileno, de 1,20x1,20x2,35 m, color gris, sin conexiones, con inodoro químico anaerobio con sistema de descarga de bomba de pie, espejo, puerta con cerradura y techo translúcido para entrada de luz exterior.
- Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor en obra, de dimensiones 7,87x2,33x2,30 m (18,40 m²), compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes. El precio incluye la limpieza y el mantenimiento de la caseta durante el periodo de alquiler.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
	Ud	Mes de alquiler de aseo portátil de polietileno, de 1,20x1,20x2,35 m, color gris, sin conexiones, con inodoro químico anaerobio con sistema de descarga de bomba de pie, espejo, puerta con cerradura y techo translúcido para entrada de luz exterior.	1,000	128,00	128,00
			Subtotal materiales:		128,00
2		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	128,00	2,56
			Costes directos (1+2):		130,56

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
	Ud	Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor en obra, de 7,87x2,33x2,30 (18,40) m ² , compuesta por: estructura metálica mediante perfiles conformados en frío; cerramiento de chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada; cubierta de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido; instalación de electricidad y fuerza con toma exterior a 230 V; tubos fluorescentes y punto de luz exterior; ventanas correderas de aluminio anodizado, con luna de 6 mm y rejas; puerta de entrada de chapa galvanizada de 1 mm con cerradura; suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm y poliestireno de 50 mm con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal y revestimiento de tablero melaminado en paredes. Según R.D. 1627/1997.	1,000	183,31	183,31
			Subtotal materiales:		183,31
2		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	183,31	3,67
			Costes directos (1+2):		186,98

1.3 Señalización provisional de obras

- Cartel general indicativo de riesgos, de PVC serigrafiado, de 990x670 mm, amortizable en 3 usos, fijado con bridas.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
	Ud	Cartel general indicativo de riesgos, de PVC serigrafiado, de 990x670 mm, con 6 orificios de fijación.	0,333	10,75	3,58
	Ud	Brida de nylon, de 4,8x200 mm.	6,000	0,03	0,18
			Subtotal materiales:		3,76
2		Mano de obra			
	h	Peón Seguridad y Salud.	0,202	16,16	3,26
			Subtotal mano de obra:		3,26
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	7,02	0,14
			Costes directos (1+2+3):		7,16

1.4 Contador

- Contador homologado por ENDESA, con sistemas PLC y PRIME para potencias trifásicaa contratada < 15kW. Telegestión, bidireccional. Con interruptor de sobrecorriente integrado. Discriminación horaria.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		End			
	Ud	Contador autoconsumo Endesa y Viesgo trifásico (<15kW)	1	345,00	345,00
			Subtotal materiales:		345,00
2		Mano de obra			
	h	Oficial 1ª electricista.	1,000	18,13	18,13
	h	Ayudante electricista.	1,000	16,40	16,40
			Subtotal mano de obra:		34,53
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	379,53	7,59
			Costes directos (1+2+3):		387,12

1.5 Fotovoltaica

- Módulo solar fotovoltaico de células de silicio policristalino, potencia máxima (Wp) 320 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 37,5 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 8,54 A, tensión en circuito abierto (Voc) 45,8 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 8,95 A, eficiencia 16,5%.
- Inversor monofásico para conexión a red, potencia máxima de entrada 2300 W, voltaje de entrada máximo 600 Vcc, potencia nominal de salida 1800 W, potencia máxima de salida 1980 VA, eficiencia máxima 97%.
- Soporte K2 System sistema Triangle/MultiAngle, de 2,10 metros. Aleación de Aluminio 6063 T66 AlMgSi 05 F22 resistente al agua del mar ya ambientes salubres. Garantía de 12 años.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
	Ud	Módulo solar fotovoltaico de células de silicio policristalino, potencia máxima (Wp) 320 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 37,5 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 8,54 A, tensión en circuito abierto (Voc) 45,8 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 8,95 A, eficiencia 16,5%, 72 células de 156x156 mm, vidrio exterior templado de 4 mm de espesor, capa adhesiva de etilvinilacetato (EVA), capa posterior de polifluoruro de vinilo, poliéster y polifluoruro de vinilo (TPT), marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 1954x982x45 mm, resistencia a la carga del viento 245 kg/m ² , resistencia a la carga de la nieve 551 kg/m ² , peso 29 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores.	34,000	203,04	6903,36
			Subtotal materiales:		6903,36
2		Mano de obra			
	h	Oficial 1ª instalador de captadores solares.	0,361	18,13	6,54
	h	Ayudante instalador de captadores solares.	0,361	16,40	5,92
			Subtotal mano de obra:		12,46
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	6915,82	138,32
		Coste de mantenimiento decenal: 49,40€ en los primeros 10 años.	Costes directos (1+2+3):	directos	7054,14

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
	Ud	Inversor monofásico para conexión a red, potencia máxima de entrada 2300 W, voltaje de entrada máximo 600 Vcc, potencia nominal de salida 1800 W, potencia máxima de salida 1980 VA, eficiencia máxima 97%, rango de voltaje de entrada de 100 a 550 Vcc, dimensiones 545x290x185 mm, con carcasa de aluminio para su instalación en interior o exterior, interruptor de corriente continua, pantalla gráfica LCD, puertos RS-485 y Ethernet, regulador digital de corriente sinusoidal, preparado para instalación en carril.	1,000	2300,00	2300,00
			Subtotal materiales:		2300,00
2		Mano de obra			
	h	Oficial 1ª electricista.	0,301	18,13	5,46
	h	Ayudante electricista.	0,301	16,40	4,94
			Subtotal mano de obra:		10,40
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	2310,40	46,21
Coste de mantenimiento decenal: 300,09€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):	directos	2356,61

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
	Ud	Soporte K2 System Triangle, Multiangke que permite un ángulo de inclinación variable entre 10° y 45° de fábrica o regulable individualmente con MultiAngle. Tipo de fijación con contrapeso o tornillos autorroscantes. Aplicación en tejados planos o suelo. Guías de montaje y pletinas de módulo en aluminio, piezas pequeñas en acero inoxidable.	17,000	120,00	2040,00
			Subtotal materiales:		2040,00
2		Mano de obra			
	h	Oficial 1ª electricista.	0,361	18,13	6,54
	h	Ayudante electricista.	0,361	16,40	5,92
			Subtotal mano de obra:		12,46
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	2052,46	41,05
Coste de mantenimiento decenal: 300,09€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):	directos	2093,51

1.6 Cableado

- Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).
- Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 10 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).
- Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).
- Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 25 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
	m	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4.	51,000	0,74	37,74
			Subtotal materiales:		37,74
2		Mano de obra			
	h	Oficial 1ª electricista.	0,015	18,13	0,27
	h	Ayudante electricista.	0,015	16,40	0,25
			Subtotal mano de obra:		0,52
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	38,26	0,77
Coste de mantenimiento decenal: 0,06€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		39,03

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
	m	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 10 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4.	41,000	1,51	61,91
			Subtotal materiales:		61,91
2		Mano de obra			
	h	Oficial 1ª electricista.	0,040	18,13	0,73
	h	Ayudante electricista.	0,040	16,40	0,66
			Subtotal mano de obra:		1,39
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	63,30	1,27
Coste de mantenimiento decenal: 0,15€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		64,57

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
	m	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4.	45,000	2,23	100,35
			Subtotal materiales:		100,35
2		Mano de obra			
	h	Oficial 1ª electricista.	0,050	18,13	0,91
	h	Ayudante electricista.	0,050	16,40	0,82
			Subtotal mano de obra:		1,73
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	102,08	2,04
Coste de mantenimiento decenal: 0,20€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		104,12

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
	m	Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 25 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4.	60,000	3,26	195,60
			Subtotal materiales:		195,60
2		Mano de obra			
	h	Oficial 1ª electricista.	0,050	18,13	0,91
	h	Ayudante electricista.	0,050	16,40	0,82
			Subtotal mano de obra:		1,73
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	197,33	3,95
Coste de mantenimiento decenal: 0,25€ en los primeros 10 años.			Costes directos		
			(1+2+3):		201,28

1.7 Canalizaciones

- Suministro e instalación enterrada de canalización de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 32 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N, colocado sobre lecho de arena de 5 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso cinta de señalización. El precio incluye los equipos y la maquinaria necesarios para el desplazamiento y la disposición en obra de los elementos, pero no incluye la excavación ni el relleno principal.
- Suministro e instalación fija en superficie de canalización de tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 25 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP547.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
	m ³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	2,000	12,02	24,04
	m	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 40 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 15 julios, con grado de protección IP549 según UNE 20324. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	60,000	0,95	57,00
	m	Cinta de señalización de polietileno, de 150 mm de anchura, color amarillo, con la inscripción "¡ATENCIÓN! DEBAJO HAY CABLES ELÉCTRICOS" y triángulo de riesgo eléctrico.	1,000	0,25	0,25
			Subtotal materiales:		81,29
2		Equipo y maquinaria			
	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	0,006	9,25	0,06
	h	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	0,042	3,49	0,15
	h	Camión cisterna de 8 m ³ de capacidad.	0,001	40,02	0,04
			Subtotal equipo y maquinaria:		0,25
3		Mano de obra			
	h	Oficial 1ª construcción.	0,041	17,54	0,72
	h	Peón ordinario construcción.	0,041	16,16	0,66
	h	Oficial 1ª electricista.	0,025	18,13	0,45
	h	Ayudante electricista.	0,020	16,40	0,33
			Subtotal mano de obra:		2,16
4		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	83,70	1,67
Coste de mantenimiento decenal: 0,22€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3+4):		85,37

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
	m	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 25 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	51,000	1,68	85,68
			Subtotal materiales:		85,68
2		Mano de obra			
	h	Oficial 1ª electricista.	0,043	18,13	0,78
	h	Ayudante electricista.	0,050	16,40	0,82
			Subtotal mano de obra:		1,60
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	85,68	1,75
Coste de mantenimiento decenal: 0,17€ en los primeros 10 años.			Costes directos		89,03
			(1+2+3):		

1.8 Protecciones

- Conjunto fusible formado por fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 25 A, poder de corte 120 kA, tamaño T00 y base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 160 A.
- Conjunto fusible formado por fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 16 A, poder de corte 120 kA, tamaño T00 y base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 160 A.
- Protector contra sobretensiones transitorias, tipo 3 (onda 1,2/50 μ s), con interruptor automático de final de vida útil con poder de corte 25 kA y cartucho extraíble, bipolar (1P+N), nivel de protección 1,2 kV, intensidad máxima de descarga 8 kA.
- Interruptor diferencial instantáneo, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 30 mA, poder de corte 6 kA, clase AC.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
	Ud	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 25 A, poder de corte 120 kA, tamaño T00, según UNE-EN 60269-1.	2,000	5,85	11,70
	Ud	Base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 160 A, según UNE-EN 60269-1.	2,000	6,71	13,42
			Subtotal materiales:		25,12
2		Mano de obra			
	h	Oficial 1ª electricista.	0,201	18,13	3,64
			Subtotal mano de obra:		3,64
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	28,76	0,58
Coste de mantenimiento decenal: 0,83€ en los primeros 10 años.			Costes directos		29,34
			(1+2+3):		
Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
	Ud	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 16 A, poder de corte 120 kA, tamaño T00, según UNE-EN 60269-1.	1,000	5,85	5,85
	Ud	Base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 160 A, según UNE-EN 60269-1.	1,000	6,71	6,71
			Subtotal materiales:		12,56
2		Mano de obra			
	h	Oficial 1ª electricista.	0,201	18,13	3,64
			Subtotal mano de obra:		3,64
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	16,20	0,32
Coste de mantenimiento decenal: 0,83€ en los primeros 10 años.			Costes directos		16,52
			(1+2+3):		

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
	Ud	Protector contra sobretensiones transitorias, tipo 3 (onda 1,2/50 μ s), con interruptor automático de final de vida útil con poder de corte 25 kA y cartucho extraíble, bipolar (1P+N), nivel de protección 1,2 kV, intensidad máxima de descarga 8 kA, con contacto de señalización, de 72x103,9x75,9 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según IEC 61643-11.	1,000	176,40	176,40
			Subtotal materiales:		176,40
2		Mano de obra			
	h	Oficial 1ª electricista.	0,251	18,13	4,55
			Subtotal mano de obra:		4,55
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	180,95	3,62
Coste de mantenimiento decenal: 9,23€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		184,57

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
	Ud	Interruptor diferencial instantáneo, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 30 mA, poder de corte 6 kA, clase AC, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 61008-1.	1,000	56,99	56,99
			Subtotal materiales:		56,99
2		Mano de obra			
	h	Oficial 1ª electricista.	0,251	18,13	4,55
			Subtotal mano de obra:		4,55
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	61,54	1,23
Coste de mantenimiento decenal: 3,14€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		62,77

1.9 Puesta a tierra

- Toma de tierra con cuatro picas de acero cobreado de 3 m de longitud cada una.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
	Ud	Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 3 m de longitud.	4,000	18,00	72,00
	m	Conductor de cobre desnudo, de 35 mm ² .	8,000	2,81	22,48
	Ud	Grapa abarcón para conexión de pica.	3,000	1,00	3,00
	Ud	Arqueta de polipropileno para toma de tierra, de 300x300 mm, con tapa de registro.	1,000	74,00	74,00
	Ud	Puente para comprobación de puesta a tierra de la instalación eléctrica.	1,000	46,00	46,00
	Ud	Saco de 5 kg de sales minerales para la mejora de la conductividad de puestas a tierra.	1,000	3,50	3,50
	Ud	Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.	1,000	1,15	1,15
			Subtotal materiales:		222,13
2		Mano de obra			
	h	Oficial 1ª electricista.	0,251	18,13	4,55
	h	Ayudante electricista.	0,251	16,40	4,12
	h	Peón ordinario construcción.	0,051	16,16	0,82
			Subtotal mano de obra:		9,49
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	231,62	4,63
Coste de mantenimiento decenal: 4,30€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3):		236,25

2 Resumen de presupuesto

2.1 Presupuesto Ejecución Material (PEM)

<i>CAPÍTULO</i>	<i>RESUMEN</i>	<i>EUROS</i>
1.1	Seguridad y Salud	329,62
1.2	Instalaciones provisionales de higiene y bienestar	317,54
1.3	Señalización provisional de obras	7,16
1.4	Contador	387,12
1.5	Fotovoltaica	11.504,26
1.6	Cableado	409,00
1.7	Canalizaciones	174,40
1.8	Protecciones	263,86
1.9	Puesta a Tierra	236,25
Total ejecución material		13.629,21

2.2 Gastos generales y Beneficio Industrial

<i>Gastos generales (13,00%)</i>	1.771,80
<i>Beneficio industrial (6,00%)</i>	817,75
Total Gastos Generales y Beneficio Industrial	2.589,55

2.3 Presupuesto total

<i>Subtotal</i>	16.218,76
<i>IGIC (7,00%)</i>	1.135,31
TOTAL	17.354,07

El presupuesto general asciende a la cantidad de DIECISIETE MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS CON SIETE CÉNTIMOS DE EURO.