



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Universidad Politécnica de Valencia
Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Trabajo Fin de Grado

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UN ÁREA DE SERVICIO.

Alumno/a: Granero Nieva, Lucía

Tutor/a: Saiz Jiménez, Juan Ángel
Dpto.: Departamento de Ingeniería Eléctrica

Septiembre, 2017

Resumen

El trabajo de fin de grado planteado tiene como objetivo el diseño de una instalación fotovoltaica aislada de red en una Estación de Servicio. Dicha instalación tendrá la capacidad de alimentar con la energía necesaria a cada uno de los receptores eléctricos sin la necesidad de ser conectada a ninguna red.

La instalación está compuesta de placas fotovoltaicas que producen la energía eléctrica en corriente continua a partir de la radiación solar, baterías para almacenar la energía eléctrica y suministrarla en periodos nocturnos o de baja insolación, además de proporcionar los días de autonomía establecidos, reguladores que controlan el paso de carga hacia el consumo directo o permiten su acumulación en las baterías hasta que estén cargadas, inversores que tiene como función adaptar la corriente continua generada a corriente alterna para el suministro a los diferentes elementos de consumo y cables y elementos de protección para garantizar una conducción de carga segura.

Este estudio incluye la determinación de los consumos, mes a mes, de los distintos aparatos que forman parte de la instalación, para a partir de estos valores obtener el mes más desfavorable para el que se realiza el diseño y con el que se calcula la cantidad de número de placas, baterías necesarias y la determinación del tamaño del regulador y del inversor.

Finalmente comentar que se dispone las instalaciones y documentación de una Estación de Servicio situada en la autovía A3 en el punto medio Madrid-Valencia y distanciada de núcleos urbanos, por lo que reúne todas las condiciones óptimas para realizar este trabajo.

Contenido

1	MEMORIA	5
1.1	Objeto	6
1.2	Introducción	6
1.2.1	Antecedentes y justificación del proyecto.....	6
1.3	Instalación eléctrica	6
1.3.1	Aparatos de consumo.....	6
1.3.2	Análisis de consumo	14
1.4	Descripción de la instalación fotovoltaica	18
1.4.1	Obtención de energía	21
1.4.2	Acumulación de energía	21
1.4.3	Regulación	22
1.4.4	Conversión de energía.....	22
1.4.5	Cables y protecciones	23
1.4.6	Consumo.....	23
1.5	Diseño y cálculos de la instalación fotovoltaica	25
1.5.1	Paneles fotovoltaicos.....	25
1.5.2	Baterías	27
1.5.3	Inversores	30
1.5.4	Reguladores.....	32
1.5.5	Cableado y protecciones	32
1.5.6	Disposición física de las placas.	36
1.6	Esquema.....	37
1.7	Condiciones de la instalación.....	38
1.7.1	Objetivo	38
1.7.2	Condiciones y normas de carácter general	38
1.7.3	Procedimiento de ejecución	38
2	PRESUPUESTO	41
2.1	Costes por componente	42
2.1.1	Placas solares.....	42
2.1.2	Baterías.....	42
2.1.3	Inversores	42
2.1.4	Reguladores	42
2.1.5	Soportes.....	42
2.1.6	Cableado y protecciones	43
2.1.7	Montaje	44
2.1.8	Diseño	44
2.2	Coste de la instalación inicial.....	44
2.3	Coste de la energía generada	45
3	ANEXOS.....	48
3.1	ANEXO I: Bibliografía	49

3.2	ANEXO II: Correos	49
3.3	ANEXO III: Consumos mensuales	51
3.4	ANEXO IV: Extracto de factura	63
4	PLANOS.....	64
4.1	Emplazamiento.....	65
4.2	Planos	65



1 MEMORIA

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE UN SISTEMA
FOTOVOLTAICO AISLADO EN UN ÁREA DE SERVICIO.

Autor: Granero Nieva, Lucía
Tutor: Saiz Jiménez, Juan Ángel

1.1 Objeto

El objeto de este proyecto es la instalación de un sistema fotovoltaico aislado en una Estación de Servicio situada en la autovía Madrid – Valencia N-III en el P.K. 161,923 margen derecho, en el término municipal de Castillo de Garcimuñoz (Cuenca), construida en el año 1993.

Esta memoria pretende definir como dotar la Estación de Servicio del suministro eléctrico necesario a partir de los requisitos técnicos actuales, con el que se realizará el diseño de dicha instalación y selección de materiales y equipos.

1.2 Introducción

1.2.1 Antecedentes y justificación del proyecto

La Estación de Servicio ha estado trabajando 24 horas diarias desde su inicio con conexionado a red eléctrica. Debido al alto coste del alquiler mes a mes del tendido eléctrico, ya que está situada a una distancia de 6km del pueblo más cercano, se ha decidido realizar el estudio de una instalación fotovoltaica aislada de la red, es decir, de autoconsumo.

El desarrollo de dicho estudio es importante, ya que se trata de una estación de servicio de referencia en el trayecto Madrid-Valencia y que por tanto multiplica su afluencia en épocas de vacaciones y fiestas.

Actualmente, para una instalación fotovoltaica de autoconsumo aislada de red, en España no existe ninguna legislación que obligue a pagar un peaje, así que tras la mejora en el último siglo de esta fuente de energía, una instalación con estas características se encuentra sobre unos 2-3 €/Wpico.

1.3 Instalación eléctrica

1.3.1 Aparatos de consumo

Para el presente estudio se ha analizado cada uno de los elementos de la instalación.

➤ Luminaria

La iluminación dentro del local es de tres tipos diferentes, paneles de tubos fluorescentes, diroicas led y bombillas, todas ellas tipo led dado a que en el último año se hicieron todos los cambios con motivo de reducir el coste de la factura eléctrica.

- Panel de tubos fluorescentes led:

En el techo de la tienda, de láminas de escayola, se encuentran empotrados 18 paneles, cada uno con 4 tubos fluorescentes de 23 W cada uno. Además, 2 tubos fluorescentes led también se encuentran en la oficina de la estación de servicio, con las mismas características que en la tienda.

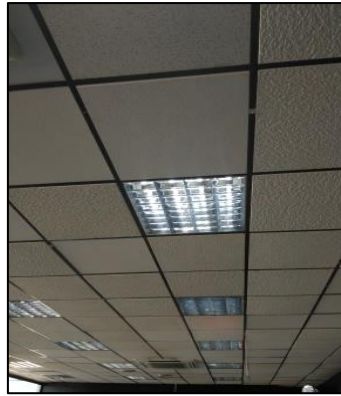


Figura 1 Iluminación de fluorescentes led del interior de la tienda

- Dicroicas led:

Las dicroicas led (más bien conocidas con ojos de buey) se usan para una mayor visibilidad en tienda para los trabajadores en la zona de caja y horneado con 13 unidades de 10 W alumbrando toda la zona. Además en los baños, en la zona más cercana al espejo, también se han situado 12 dicroicas en total, con el mismo objetivo de visibilidad.



Figura 2 Luminarias dicroicas led

- Bombillas:

En los baños, para una visualización óptima a lo largo de todo día, se han situado 22 bombillas de 40 W que permiten una perfecta visualización.

En el exterior del local, dado a que se encuentra situado en una zona desértica donde el pueblo más cercano está a 6 km, se instalaron 28 farolas, también tipo led, de 100 W cada una que permite la visibilidad completa en toda el área.

Además, en el exterior, se encuentra la iluminación de la marquesina con una potencia de 5500 W, la iluminación del cartel luminoso de 1200 W para identificar la estación de servicio, y la iluminación de los 8 surtidores con 3 fluorescentes cada una de 60 W.

➤ Surtidores

La estación de servicio tiene 8 surtidores, 6 de ellos, de 6 mangueras cada uno, destinados al gasóleo y gasolina para vehículos, y los dos últimos, de gasóleo agrícola. Cada uno de estos puestos consume 750 W.



Figura 3 Tipo de surtidor

➤ **Cámaras de vigilancia**

Las cámaras de vigilancia están situadas tanto dentro de la tienda (3 cámaras) del área de servicio, como en la zona de repostaje (3 cámaras). Cada una de ellas consume una potencia mínima de 4 W dado a que se encuentran conectadas las 24 horas del día.



Figura 4 Cámara de vigilancia

➤ **Aire acondicionado (tienda)**



Figura 5 Aire acondicionado situado en la tienda

La tienda está dotada de un aire acondicionado con la suficiente potencia ante cualquier situación climatológica. Dado a que la estación está en una zona llana que no es resguardada de ninguna de estas situaciones, donde afecta bastante el frío y el viento en invierno y el calor en verano. El sistema tiene una potencia de 10000 W que se distribuye por toda la tienda con dos cassettes de marca Mitsubishi.

➤ **Aire acondicionado (oficina)**

La oficina está dotada para un trabajador de administración que se aclimata normalmente durante su jornada laboral con un climatizador de 2500 W.



Figura 6 Aire acondicionado situado en la oficina



Figura 7 Horno de cocción de bollería

➤ **Horno para bollería**

La tienda tiene acondicionada una zona a modo panadería, en ella se encuentra un horno industrial de 2700 W, de tamaño medio que se utilizan para la cocción de pan y bollería congelada que se venden en la misma tienda.

➤ **Máquina expendedora de café**

Se dispone de una máquina expendedora de café (NECTA) de 1300 W incorporada en la tienda para el descanso de los clientes durante su viaje. Debido a que la estación tiene una gran afluencia de clientes, aunque el ciclo de trabajo de la cafetera sea corto, al cabo del día llega a sumar algunas horas de trabajo.



Figura 8 Cafetera

➤ **Cámara frigorífica**

La tienda tiene una cámara frigorífica de 6 puertas destinadas a la exposición de refrescos y quesos fabricados en la comarca. Esta cámara tiene una potencia de 15000W y aunque dispone de un buen rendimiento, tiene una gran afluencia a lo largo del día y por tanto un ciclo de trabajo considerable.



Figura 9 Cámara frigorífica de 6 puertas.

➤ **Expositor frigorífico Miguelitos**

Al lado de la cámara frigorífica está situado un expositor frigorífico de Miguelitos. Esta nevera tiene unas características de 3000 W y un consumo ligado a la afluencia que tenga y las condiciones climatológicas exteriores.



Figura 10 Expositor frigorífico de Miguelitos



Figura 11 Expositor frigorífico de helados

➤ **Expositor frigorífico helados**

Al lado de la puerta de la tienda está situada una nevera expositora de helados de 3000W que al igual que en los casos anteriores está ligada a las condiciones climatológicas.

➤ **Expositor frigorífico sándwiches**

En la zona de panadería, también están expuestos los sándwiches fríos y algunas bebidas tipo café frío. Este expositor también tiene una potencia de 3000 W y tiene una influencia de calor, dado que se sitúa cerca del horno de pan que se enciende varias veces al cabo del día.

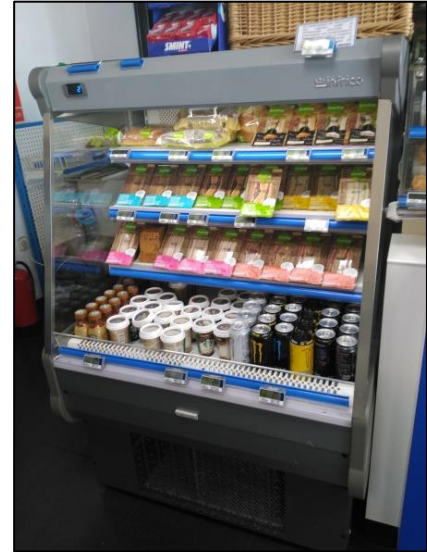


Figura 12 Expositor frigorífico de sándwiches



Figura 13 Expositor frigorífico de bebidas energéticas

➤ **Expositor frigorífico bebidas energéticas**

Este expositor al igual que el de helados se encuentra al lado de la puerta principal, que se está abriendo constantemente, por tanto también le influye las condiciones climatológicas. Al igual que todos los anteriores expositores es de 3000 W.

➤ **Cajas registradoras (TPV)**

Las 2 cajas registradoras están formadas por una pantalla táctil de 15' y consumen 60 Wh cada una. Durante las 24 horas del día están activas, por lo que al cabo del mes es siempre un consumo constate.

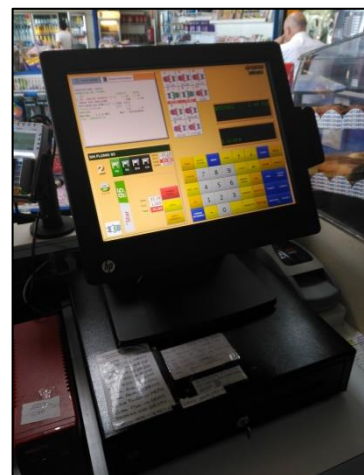


Figura 14 Tipo de TPV

➤ **Microondas y hornillo**

El microondas está situado al lado de la cafetera y tiene una potencia de 650 W que. Al igual que todos los aparatos en la estación, debido a la demanda de los clientes, al cabo del mes es un consumo a tener en cuenta.

El hornillo está situado justo encima del microondas con una potencia de consumo de 1000 W, el cual es bastante usado para calentar bollería.



Figura 15 Microondas y hornillo para uso de clientes.



Figura 16 Máquina de tabaco

➤ **Máquina expendedora de tabaco**

La máquina expendedora de tabaco tiene una potencia de 650W, la cual es bastante utilizada durante todo el año y tiene que ser repuesta diariamente.

➤ **Lámpara anti-insectos**

Durante las 24 horas del día la lámpara anti-insectos está activada con un consumo de 30 W debido a que se está trabajando con alimentos y se intenta evitar en la mayor medida posible cualquier presencia de insectos.



Figura 17 Lámpara anti-insectos



Figura 18 Secador de manos situado en los aseos de la tienda.

➤ **Secador de manos**

Tanto en los aseos de hombres, mujeres como minusválidos hay 2 secadores de manos en cada uno, con una potencia de 2250 W cuyo consumo depende de la demanda de los clientes.

➤ **Impresora**

En la oficina, el encargado de la administración dispone de una impresora de 150 W de potencia para utilizarla ante cualquier situación de la estación de servicio.



Figura 19 Impresora situada en la oficina.

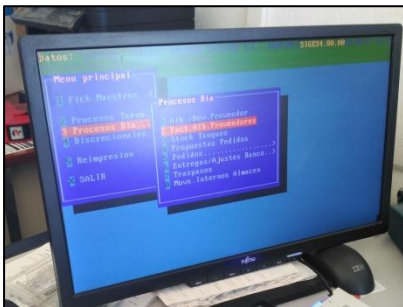


Figura 21 Monitor de ordenador de administración

➤ **Ordenador**

Además este encargado de administración tiene un monitor que utiliza las 8 horas de la jornada laboral de 75W.

➤ **Fax**

Para el contacto con todos los proveedores de la estación de servicio se dispone de un fax de 600 W, aunque no tenga una gran demanda.

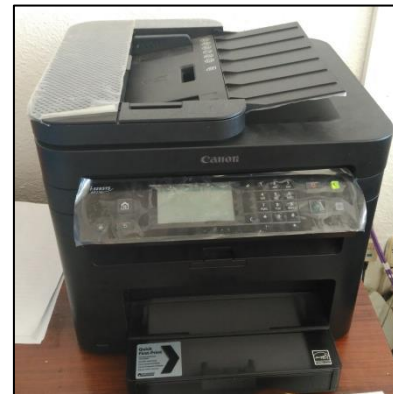


Figura 20 Fax situado en la oficina



Figura 22 Controlador de surtidores

➤ **Controlador surtidores**

En la misma oficina se encuentra un controlador de surtidores de la marca veedor-root de 350 W que se encarga de contabilizar los litros de combustible de los tanques el cual tiene que estar conectado las 24 horas del día.

1.3.2 Análisis de consumo

Este análisis permite realizar una estimación del consumo de cada mes del año, conociendo las potencias y el número de horas de funcionamiento de cada elemento y teniendo en cuenta las condiciones climatológicas de cada época del año.

Para la zona geográfica del centro de la península, Cuenca, en la que se encuentra la Estación de Servicio se considera una zona con una radiación solar importante en los meses de verano, pero en los meses de invierno es probable que haya tormentas durante varios días seguidos y la radiación sea escasa. Además, según la época del año se tiene en cuentas las horas de sol y el consumo dependiendo de la afluencia por vacaciones.

Gracias a las facturas aportadas por la estación de servicio de todo el año 2016, se ha observado que, a pesar de algunos factores influyentes en la variación del consumo, éste permanece prácticamente constante durante todos los meses.

mes	Periodo en año 2016	Días	Potencia
Enero	1/1-31/1	31	25284
Febrero	1/2-29/2	29	23360
Marzo	1/3-31/3	31	24794
Abril	1/4-30/4	30	21096
Mayo	1/5-31/5	31	21238
Junio	1/6-7/6	7	32668
	7/6-11/7	34	
Julio	11/7-4/8	24	21990
Agosto	4/8-7/9	34	31829
Septiembre	7/9-10/10	33	27286
Octubre	10/10-8/11	29	22658
Noviembre	8/11-9/12	31	25512
Diciembre	1/12-31/12	31	25424
TOTALES		375	303139

Tabla 1 Potencias consumidas en cada mes del año 2016

Debido al cambio de compañías eléctricas durante el último año, se observa que se ha estado pagando 9 días dos facturas diferentes, por lo que se ha decidido hacer una estimación del consumo diario, dando como resultado una potencia de consumo de **808.37 kWh/día**.

Con las potencias estimadas en cada aparato se ha obtenido los siguientes consumos:

POTENCIA TOTAL ANUAL	
MES	POTENCIA CONSUMIDA (KWh/mes)
ENERO	25349,63
FEBRERO	23366,17
MARZO	24780,532
ABRIL	21196,56
MAYO	21221,112
JUNIO	26416,56
JULIO	28413,112
AGOSTO	28413,112
SEPTIEMBRE	25161,9
OCTUBRE	24233,63
NOVIEMBRE	23931,9
DICIEMBRE	27085,63
TOTAL	299569,848
POTENCIA/DIA	818,4968525

Tabla 2 Estimación de las potencias consumidas en el año 2016

Estos consumos calculados dan una potencia de **818.49 kWh** diarios, que se aproxima bastante a las facturas reales obtenidas. Por tanto se realizará el estudio a partir de estas potencias.

Para una mejor visualización, la siguiente gráfica muestra la estabilidad de consumos, aunque en los meses de mayor desplazamiento se observa un incremento de demanda de potencia.

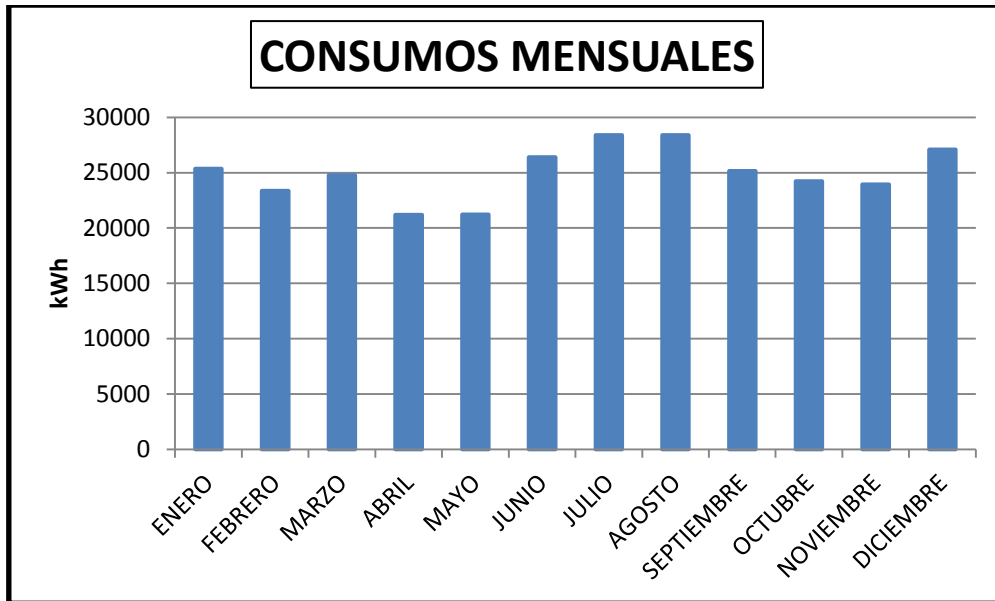


Figura 23 Consumos mensuales a lo largo del año 2016

La gráfica demuestra que el consumo mensual está lejos de la potencia contratada de 74000kW a las compañías eléctricas, por lo que se puede hacer un ahorro considerable.

A continuación se muestra la tabla detallada del consumo del mes de enero, como ejemplo para la demostración del cálculo de consumos.

Las tablas de los meses restantes se encuentran al final como anexo.

INTERIOR						EXTERIOR				
TIENDA										
	potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)			potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)
Horno smeg	2700	1	5	418500						
cámaras de vigilancia	4	3	24	8928						
aire acondicionado	10000	1	22	6820000						
luminaria	dicroicas	10	13	15	60450					
	Fluorescentes	23	72	15	770040					
Máquina de café	1300	1	4	161200						
Cámara frigorífica	15000	1	5	2325000						
Expositor miguelitos	3000	1	5	465000						
Expositor helados	3000	1	5	465000						
Expositor sandwich	3000	1	5	465000						
Expositor redbull	3000	1	5	465000						
Cajas registradoras	60	2	24	89280						
microondas	650	1	4	80600						
hornillo	1000	1	4	124000						
lámpara anti-insectos	30	1	24	22320						
máquina de tabaco	670	1	3	62310						
enchufes	220	25	4	682000						
TOTAL TIENDA		14412365								
OFICINA										
	potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)						
luminaria	Fluorescente	23	2	12	17112					
impresora	150	1	0,5	2325						
monitor ordenador	75	1	8	18600						
fax	600	1	0,5	9300						
controlador surtidores	350	1	24	260400						
aire acondicionado	2500	1	8	620000						
TOTAL OFICINA		927737								
POTENCIA INTERIOR/MES (Wh/mes)						18021602	18021,602	kWh/mes		
POTENCIA CONSUMIDA ENERO						25349,63		kWh/mes		
						BAÑOS				
						baños hombres				
		potencia (Wh/ud)	cantid ad	hor as	Consumo (Wh/mes)					
luminaria	dicroicas	10	6	24	44640					
	Bombillas	40	13	24	386880					
secador de manos	2250	2	4	558000						
TOTAL BAÑOS HOMBRE						989520				
						baños señoras				
		potencia (Wh/ud)	cantid ad	hor as	Consumo (Wh/mes)					
luminaria	dicroicas	10	5	24	37200					
	Bombillas	40	8	24	238080					
secador de manos	2250	2	4	558000						
TOTAL BAÑOS SEÑORA						833280				
						baños minusválidos				
		potencia (Wh/ud)	cantid ad	hor as	Consumo (Wh/mes)					
luminaria	dicroicas	10	1	24	7440					
	Bombillas	40	1	24	29760					
secador de manos	2250	2	1	139500						
TOTAL BAÑOS MINUSVÁLIDOS						176700				
POTENCIA INTERIOR/MES (Wh/mes)						18021602	18021,602	kWh/mes		
POTENCIA CONSUMIDA ENERO						25349,63		kWh/mes		
TOTAL EXTERIOR						7328028		7328,028		kWh/mes
POTENCIA INTERIOR/MES (Wh/mes)						7328028	7328,028	kWh/mes		

Toda la iluminación, expositores frigoríficos y aire acondicionado, tanto de frío como de calor, estarán vinculados a la época del año. Además los surtidores tienen una potencia de consumo en función a la demanda de combustible. Por estos motivos la potencia de consumo de cada mes varía.

1.4 Descripción de la instalación fotovoltaica

El diseño de la instalación aislada fotovoltaica está formado por las placas fotovoltaicas que actúan como generador de la energía, los reguladores que se encargan de regular el paso de potencia a consumo, que tendrá que pasar por un inversor de energía, y a las baterías, que acumulan energía para la situación en la que no se esté generando.

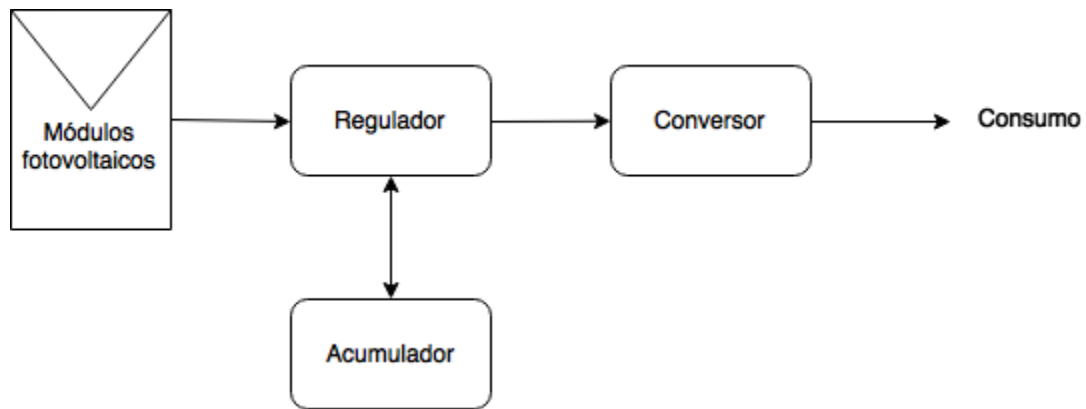


Figura 24 Esquema general de la instalación

En este estudio se realiza un dimensionado con motivo de satisfacer los consumos energéticos de la estación de servicio con el mínimo número de paneles y capacidad de la batería.

Se ha supuesto que todos los consumos se realizarán en c.a. aunque se podría utilizar c.c. en algunos consumos, método que disminuiría la potencia a instalar en placas, pero se ha optado por unificar los cálculos ya que no variaría en exceso.

Con motivo de reducir las pérdidas, se ha optado por establecer una tensión de entrada de c.c. de 550V con motivo de minimizar la cantidad de reguladores utilizados. Esta elección reduce las pérdidas a la hora de instalar el cableado ya que es proporcional a la intensidad al cuadrado y cuanto mayor es la tensión menor será la intensidad para una misma potencia.

Además se estudiará la radiación solar que depende de la inclinación de las placas solares, por tanto según la zona geográfica y la colocación de las placas, la incidencia del sol sobre ellas variará. Para obtener el ángulo de inclinación más óptimo se realiza con la base de datos PVGIS, en la que se ha obtenido que el ángulo más óptimo es de 35°.

Por ejemplo, "Ispra, Italy" *45.256N, 16.9589E*
 posición del cursor: 39.618, -2.186
 posición elegida: 39.638, -2.331

Estimación FV **Radiación mensual** Radiación diaria FV autónomo

Datos irradiación global mensual
 Base de datos de radiación: Climate-SAF PVGIS
 Irradiación horizontal
 Irradiación con el ángulo óptimo
 Irradiación directa normal
 Irradiación sobre el ángulo seleccionado: 60 grados
 Turbidez de Linke
 Radiación dif./global
 Ángulo de inclinación óptimo

Datos de temperatura ambiente mensual
 Temperatura media del día
 Media diaria de temperatura
 Número de grados día de calefacción

Formatos de salida
 Mostrar gráficas Mostrar el horizonte
 Página web Fichero de texto PDF

Calcular [ayuda]

Figura 25 Sistema de información geográfica fotovoltaica del PVGIS.

Irradiación solar mensual

PVGIS estimaciones de las medias mensuales a largo plazo

Lugar: 39°38'18" Norte, 2°19'50" Oeste, Elevación: 806 m.s.n.m.

Base de datos de radiación solar empleada: PVGIS-CMSAF

El ángulo de inclinación óptimo es: 35 grados
 Irradiación anual perdida a causa de las sombras (horizontal): 0.0 %

Mes	H_h	H_{opt}	$H(35)$	I_{opt}	T_{24h}	N_{DD}
Ene	2120	3600	3600	63	4.3	344
Feb	3150	4720	4720	56	4.6	275
Mar	4570	5720	5720	42	7.9	192
Abr	5470	5890	5890	27	11.7	129
Mayo	6490	6260	6260	15	15.9	14
Jun	7570	6940	6940	7	20.8	3
Jul	7960	7460	7460	10	25.0	2
Ago	6880	7170	7170	22	24.5	3
Sep	5230	6310	6310	38	19.5	27
Oct	3770	5300	5300	51	14.4	127
Nov	2410	3910	3910	60	8.7	317
Dic	1930	3440	3440	65	5.2	355
Año	4810	5560	5560	35	13.5	1788

H_h : Irradiación sobre plano horizontal (Wh/m²/día)
 H_{opt} : Irradiación sobre un plano con la inclinación óptima (Wh/m²/día)
 $H(35)$: Irradiación sobre plano inclinado:35 grados (Wh/m²/día)
 I_{opt} : Inclinación óptima (grados)
 T_{24h} : Temperatura media diaria (24h) (°C)
 N_{DD} : Número de grados día de calefacción (-)

Figura 26 Irradiación solar mensual en la inclinación óptima facilitada por el PVGIS.

La instalación de las placas a 35º todo el año conllevaría a la no revisión de las placas durante años. Algo que se convierte, a largo plazo, en un factor negativo en dicha instalación. Además es conveniente que cada seis meses se haga una limpieza de las placas solares dado a que se encuentran en una zona rodeada de campo y es normal que se ensucien con facilidad. Por este motivo se ha optado por realizar una instalación con doble inclinación, 60º en invierno y 15º en verano, es decir, los cambios se realizan en los meses de abril y septiembre.

Radiación sobre el plano (Wh/m2/día)			
MES	60º	35º	15º
ENEREO	4000	3600	2860
FEBRERO	4980	4720	3960
MARZO	5540	5720	5240
ABRIL	5170	5890	5840
MAYO	5060	6260	6600
JUNIO	5320	6940	7550
JULIO	5770	7460	8030
AGOSTO	6050	7170	7260
SEPTIEMBRE	5910	6310	5910
OCTUBRE	5430	5300	4590
NOVIEBRE	4280	3910	3170
DICIEMBRE	3890	3440	2670

Tabla 3 Radiaciones de los meses del año sobre planos a diferentes inclinaciones.

La instalación de estos paneles solares se realiza con la orientación hacia el sur y en soportes bien anclados a la superficie con doble inclinación para tener las condiciones óptimas estudiadas.

Se ha comparado la radiación (en kWh/m²/mes) en la zona de instalación a doble inclinación de los estudios realizados por las instituciones IDAE, PVGIS-Climate y PVGIS-Classic.

Radiación sobre el plano (kWh/m2/mes)			
MES	IDAE	PVGIS CLIMATE	PVGIS CLASSIC
ENEREO	88,3	124,0	124,0
FEBRERO	102,7	144,4	125,0
MARZO	114,3	171,7	165,5
ABRIL	133,3	175,2	166,5
MAYO	162,6	204,6	203,4
JUNIO	173,2	226,5	210,3
JULIO	173,2	248,9	220,1
AGOSTO	205,2	225,1	202,7
SEPTIEMBRE	192,1	177,3	166,8
OCTUBRE	147,1	168,3	151,9
NOVIEBRE	128,8	128,4	116,7
DICIEMBRE	84,9	120,6	107,0

Tabla 4 Radiaciones mensuales obtenidas por las diferentes instituciones asociadas a las inclinaciones de 60º y 15º.

Aunque los datos ofrecidos por IDAE y PVGIS-Classic son más restrictivos, se ha elegido guiar los cálculos con las radiaciones obtenidas por la institución **PVGIS** en su versión **Climate** dado a que con el sobredimensionamiento que se hará ya se estará restringiendo suficientemente los cálculos.

1.4.1 Obtención de energía

A partir de la radiación solar sobre las placas se obtendrá la energía por el efecto fotoeléctrico, que consiste en el movimiento caótico de electrones dentro de la célula fotovoltaica. Estas células pueden ser de tres tipos diferentes:

- Monocristalinas, las cuales se encuentran en las placas que han sido controladas en el proceso de enfriamiento y tienen un rendimiento energético bastante bueno.
- Policristalinas, se tratan de las placas que no han sido controladas en el proceso de enfriamiento en su fabricación y tienen un rendimiento energético peor a las monocristalinas.
- Amorfas, las cuales son moldeables y por tanto con un rendimiento peor.

Al barajar las diferentes opciones de células solares, se ha elegido utilizar células monocristalinas debido a que se obtendrá un mayor rendimiento dependiendo de la tensión e intensidad del modelo.

1.4.2 Acumulación de energía

La acumulación de energía se refiere, como se ha citado anteriormente, a las baterías. Estas baterías están para asegurar el consumo de la potencia demandada en la instalación, durante toda su vida útil, es decir, aseguran la existencia de potencia las horas en las que no hay radiación solar y los días que por situaciones climatológicas la radiación solar es baja.

En el mercado existen diferentes tipos de baterías, donde las más comunes son:

- Baterías Monoblock: Destinada a pequeñas instalaciones fotovoltaicas donde hay un equilibrio en la relación calidad-precio.
- Baterías AGM: Ideales para situaciones de alta intensidad de descarga, incorporar válvulas de regulación de gases evitando pérdidas y obteniendo un mayor rendimiento.
- Baterías de electrolito gelificado o Gel: Perfectas para instalaciones de tamaño medio o grande previstas para funcionar largos periodos de tiempo o con un mantenimiento muy complicado de realizar.
- Baterías de litio: Mayor vida útil dado a que tiene una capacidad de descarga que puede llegar al 100%, no emiten gases permitiendo su instalación en cualquier sitio y tienen unos procesos de carga más rápidos.

- Baterías estacionarias: Idóneas para instalaciones de consumo diario y durante largos períodos de tiempo. Permiten profundos ciclos de descarga diarios alargando su vida útil a más de 20 años.

Dado a las necesidades de la instalación, donde existen consumos durante largos periodos de tiempo diariamente, se ha optado por la opción de este último modelo de baterías estacionarias.

Para calcular la cantidad de baterías influye la capacidad de descarga, que se trata de la cantidad máxima de potencia que se puede extraer de la batería sin dañarla, normalmente en este tipo de baterías estacionarias es de 0,7 y si se supera se le puede estar acortando su vida útil.

Además, se ha de comentar que las baterías más comunes en el mercado son de vasos de 2 V, por lo que se tendrán que conectar en serie hasta llegar a la tensión estipulada en la instalación, 48 V.

1.4.3 Regulación

La energía producida por las células fotovoltaicas es controlada por los reguladores para conducirla al consumo inmediato por los diferentes aparatos o para conducirla hacia las baterías donde se almacena para un consumo futuro.

Además los reguladores controlan que las placas no funcionen como receptores cuando no reciben radiación, controlan las sobrecargas de las baterías cuando están completamente cargadas, evitan sobrepasar la profundidad de descarga para que no acorten la vida útil de las baterías al igual que evitan que se produzcan procesos de gasificación y calentamiento en las baterías. Todas estas situaciones provocarían que los componentes tuviesen una vida útil menor a la estimada.

Para el diseño de esta instalación, debido a las grandes cantidades de energía consumida, se tiene en cuenta los reguladores maximizadores o MPPT que optimizan el funcionamiento del campo fotovoltaico permitiendo utilizar placas de tensión pico y potencia más elevadas y provocando que las placas en serie trabajen el máximo tiempo posible en el punto máximo de potencia.

1.4.4 Conversión de energía

El inversor es el encargado de convertir la energía con la que se trabaja hasta el momento, que es de corriente continua a corriente alterna para el consumo de los aparatos.

El inversor tiene la tensión de entrada igual a la tensión de la instalación, 48 V que se habían estipulado anteriormente, y como tensión de salida 230 V. Además, habitualmente el rendimiento está entre un 91% - 95%, valor que afecta al cálculo de la instalación ya que son pérdidas de la energía generada por los paneles fotovoltaicos.

Para calcular el tipo de inversor a instalar se define su potencia que es la suma de todas las potencias de los elementos receptores de la instalación.

1.4.5 Cables y protecciones

El cableado en la instalación es una parte importante ya que es el encargado de transferir la tensión generada en la instalación a los distintos elementos de consumo.

Para ello es necesario que vayan dotados de unas protecciones, como son el interruptor diferencial e interruptores magneto-térmicos, para proteger tanto a usuarios como a los receptores de la instalación.

Además es imprescindible la incorporación de la puesta a tierra tanto de las estructuras metálicas de los paneles fotovoltaicos como la salida de los inversores a los diferentes receptores.

También se tendrá en cuenta a la hora del cálculo una caída de tensión del 1% recomendada por el instituto IDAE.

Debido a estas condiciones, el cableado se calculará teniendo en cuenta las instrucciones técnicas complementarias del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

1.4.6 Consumo

El consumo de la instalación se refiere a los elementos receptores de consumo que existen en ella, los cuales se detallan a continuación.

POTENCIAS DE TODOS LOS APARATOS				
APARATO RECEPTOR	POTENCIA	CANTIDAD	CONSUMO (Wh/ud)	
Horno	2700	1	2700	
cámaras de vigilancia	4	3	12	
aire acondicionado	10000	1	10000	
luminaria	Ojos de buey	10	25	250
	bombillas	40	22	880
	Fluorescentes	23	74	1702
Máquina de café	1300	1	1300	
Cámara frigorífica (bebidas)	15000	1	15000	
Expositor frigorífico miguelitos	3000	1	3000	
Expositor frigorífico helados	3000	1	3000	
Expositor frigorífico sandwiches	3000	1	3000	
Expositor frigorífico bebida	3000	1	3000	
Cajas registradoras (ordenador)	60	2	120	
microondas	650	1	650	
hornillo	1000	1	1000	
lámpara anti-insectos	30	1	30	
máquina de tabaco	670	1	670	
enchufes	220	25	5500	
impresora	150	1	150	
monitor ordenador	75	1	75	
fax	600	1	600	
controlador surtidores	350	1	350	
aire acondicionado (oficina)	2500	1	2500	
secador de manos	2250	6	13500	
luminaria farolas	100	28	2800	
luminaria surtidores	60	24	1440	
cartel luminoso	1200	1	1200	
iluminación marquesina	5500	1	5500	
surtidores	750	8	6000	
cámaras de vigilancia	4	3	12	
POTENCIA TOTAL			85941	

Tabla 5 Potencias de los aparatos receptores

1.5 Diseño y cálculos de la instalación fotovoltaica

1.5.1 Paneles fotovoltaicos

A partir de las condiciones de radiación obtenidas a doble inclinación (60° en invierno y 15° en verano) por la base de datos del PVGIS-Climate y los consumos de potencia anuales, se calcula la cantidad de paneles fotovoltaicos.

Para ello, en primer lugar, se ha calculado el consumo mensual de la instalación en Ah/mes y los coeficientes para cada mes.

De tal manera que el $Consumo\ en\ \frac{Ah}{mes} = \frac{Potencia\ (\frac{kWh}{mes})}{Tensión(V) \cdot \eta}$, siendo η el rendimiento del 94% obtenido por el inversor y la tensión de 48 V fijada anteriormente.

Y, el Coeficiente de un mes = $\frac{Consumo\ en\ Ah/mes}{Radiación\ al\ mes}$

MES	días	Ah/mes	Coeficiente
ENERO	31	561826,91	4530,86
FEBRERO	29	517867,24	3585,84
MARZO	31	549213,92	3197,94
ABRIL	30	469781,91	2681,40
MAYO	31	470326,06	2298,76
JUNIO	30	585473,40	2584,87
JULIO	31	629723,23	2529,72
AGOSTO	31	629723,23	2798,02
SEPTIEMBRE	30	557666,22	3145,33
OCTUBRE	31	537092,86	3190,71
NOVIEMBRE	30	530405,59	4130,88
DICIEMBRE	31	600302,08	4978,04

Tabla 6 Consumos en Ah y coeficientes mensuales

Por tanto el coeficiente más desfavorable es el mayor de todos, como se observa en la *tabla 6* se trata del mes de **diciembre** con un coeficiente de **4978.04**.

Una vez se ha identificado el mes más desfavorable a lo largo del año, se aplicarán todos los cálculos para este mes. Con ello se está ajustando los cálculos al mes de diciembre, pero todos los demás meses estarán sobredimensionados y habrá potencia suficiente para el consumo.

La elección de los paneles solares se ha realizado comparando varios paneles de distintos fabricantes, teniendo en cuenta la potencia de pico que proporcionan la intensidad máxima de pico y la tensión de la instalación y el precio, resultando como elección final la placa de **SolarWorld SW 290/300 MONO** que tiene una intensidad máxima de pico de **9,31 A** a una tensión nominal de **24 V**.

Con estos datos se puede calcular el número de placas que se conectan en serie, sabiendo que se ha establecido una tensión de la instalación de 48 V:

$$N_{ps} = \frac{V \text{ instalación}}{V \text{ placa (nominal)}} = \frac{48}{24} = 2 \text{ placas}$$

Con el coeficiente más desfavorable de consumo y un sobredimensionamiento del 20%, para abordar las pérdidas en la instalación, se calcula la cantidad de líneas que se asociarán en paralelo:

$$N_{lp} = \frac{\text{Coeficiente más desfavorable} * \text{Sobredimensionamiento}}{\text{Intensidad pico}} = \frac{4978.04 * 1.2}{9.31}$$

$$N_{lp} = 641.638 \approx 642 \text{ líneas en paralelo}$$

Por tanto, el número total de placas fotovoltaicas será el producto de las placas asociadas en serie por las placas conectadas en paralelo:

$$N_{total \text{ placas}} = N_{ps} * N_{lp} = 2 * 642 = \mathbf{1284 \text{ placas}}$$

Al observar la cantidad de líneas de placas en paralelo que se deberían de instalar se replantea la situación con la elección de un regulador maximizador, que admite un intervalo máximo de tensión de 230 a 550 Vcc de entrada, resultando ser la tensión de la instalación de 550 Vcc. Más adelante se explicará porque se ha elegido este regulador y no otro.

Con este cambio y manteniendo las especificaciones del modelo de placa elegido, tensión nominal de 24 V, se ha vuelto a diseñar la disposición de las placas, de tal forma que el número de placas conectadas en serie será el siguiente:

$$N_{ps} = \frac{V \text{ instalación}}{V \text{ placa (nominal)}} = \frac{550}{24} = 22.91 \approx 23 \text{ placas}$$

Para mantener el número de placas que dotan a la instalación de la potencia necesaria, se han repartido en líneas en paralelo de tal forma:

$$N_{lp} = \frac{1284 \text{ placas}}{23 \text{ placas en serie}} = 55.82 \cong 56 \text{ líneas en paralelo}$$

Con esta nueva configuración la instalación dispone un total de **1288 paneles** fotovoltaicos.

1.5.2 Baterías

Se ha fijado el número de días de autonomía que han de tener las baterías. Dicha autonomía depende de la zona geográfica donde se encuentre la instalación. Por tanto, dado que el estudio se realiza para una instalación situada en el centro de España, donde en invierno es bastante probable que varios días seguidos las condiciones climatológicas sean desfavorables, se ha optado por fijar **7 días** de autonomía.

Por tanto las horas de descarga que se buscan para la batería son:

$$\text{Horas de descarga} = 7 \text{ días} \cdot 24 \text{ horas} = \mathbf{168 \text{ horas}}$$

El cálculo de las baterías se realiza a partir del consumo en Ah diarios:

MES	POTENCIA CONSUMIDA (KWh/mes)	POTENCIA CONSUMIDA Ah/mes	Ah/día	Ah 7 días
ENERO	25349,63	561826,906	18123,44858	181234,486
FEBRERO	23366,17	517867,2429	17857,49113	178574,911
MARZO	24780,532	549213,9184	17716,57801	177165,78
ABRIL	21196,56	469781,9149	15659,39716	156593,972
MAYO	21221,112	470326,0638	15171,80851	151718,085
JUNIO	26416,56	585473,4043	19515,78014	195157,801
JULIO	28413,112	629723,227	20313,65248	203136,525
AGOSTO	28413,112	629723,227	20313,65248	203136,525
SEPTIEMBRE	25161,9	557666,2234	18588,87411	185888,741
OCTUBRE	24233,63	537092,8635	17325,57624	173255,762
NOVIEMBRE	23931,9	530405,5851	17680,18617	176801,862
DICIEMBRE	27085,63	600302,0833	19364,58333	193645,833

Tabla 7 Consumo mensual teórico para 7 días de autonomía

La profundidad de descarga que se ha utilizado es de 70% ya que se quiere prevenir los ciclos con alta profundidad de descarga que acortan la vida útil de las baterías.

$$C_{168} = \frac{\text{días de autonomía} \cdot \text{capacidad de descarga}}{\text{profundidad de descarga}}$$

$$C_{168} = \frac{7 \cdot 16900}{0.7} = 193645.83 \text{ Ah}$$

Como se han establecido estos 7 días de autonomía y en la tabla que relaciona capacidad de las baterías OPzs son de 120 y de 240 horas de descarga se ha escogido una capacidad intermedia de 4620 Ah de la batería de **TECHNO SUN OPzs -TCH4620**.

Para esta capacidad de las baterías se tendrá que conectar varias líneas de baterías:

$$N_{bs} = \frac{\text{Capacidad de baterías}}{4620} = \frac{193645.83}{4620} = 41.91 \cong 42 \text{ líneas}$$

El tipo de baterías escogidas son de 2 V, por lo que se tendrán que conectar 24 vasos en serie para llegar a los 48 V de la instalación definida en un principio.

$$N_{vasos} = \frac{V_{instalación}}{V_{vaso}} = \frac{48}{2} = 24 \text{ vasos}$$

Por tanto el número de baterías que deben instalar son 42 líneas de 24 vasos cada una, que suman un total de 1008 baterías.

$$N_{baterías\ totales} = N_{bs} \cdot N_{vasos} = 42 \cdot 24 = \mathbf{1008\ baterías}$$

Al ver la cantidad de baterías que se van a tener que utilizar para hacer esta instalación se replantea la situación. Debido a que la estación de servicio dispone de un grupo electrógeno de 40 Kva, potencia suficiente para situaciones de baja carga de batería, se hará el estudio para una autonomía de **6 días**.

Por tanto las horas de descarga que se buscan para la batería son:

$$\text{Horas de descarga} = 6\text{días} \cdot 24\text{horas} = \mathbf{144\ horas}$$

MES	Ah/día	Ah 7 días	Ah 6 días
ENERO	18123,44858	181234,486	
FEBRERO	17857,49113	178574,911	
MARZO	17716,57801	177165,78	
ABRIL	15659,39716	156593,972	
MAYO	15171,80851	151718,085	
JUNIO	19515,78014	195157,801	167278,116
JULIO	20313,65248	203136,525	174117,021
AGOSTO	20313,65248	203136,525	174117,021
SEPTIEMBRE	18588,87411	185888,741	
OCTUBRE	17325,57624	173255,762	
NOVIEMBRE	17680,18617	176801,862	
DICIEMBRE	19364,58333	193645,833	165982,143

Tabla 8 Comparación de los consumos mensuales de las baterías para 6 y 7 días de autonomía

En la *tabla 8* se observa que en las épocas del año de mayor consumo será necesario que el grupo electrógeno se ponga en funcionamiento, pero reducirá la inversión en baterías.

Además en esta tabla se observa que los meses que requieren una mayor capacidad de las baterías son Julio y Agosto debido al gran consumo que se genera, pero como son meses en los que es poco probable que haya 6 días sucesivos de tormentas o con baja radiación solar, se escoge la capacidad de descarga del mes de diciembre.

Como se han establecido estos 6 días de autonomía y en la tabla que relaciona capacidad de las baterías OPzs son de 120 y de 240 horas de descarga se ha escogido una capacidad intermedia de 4620 Ah de la batería de **TECHNO SUN OPzs -TCH4620** la misma que en el caso anterior.

Para esta capacidad de las baterías se tendrá que conectar varias líneas de baterías:

$$N_{bs} = \frac{\text{Capacidad de baterías}}{4620} = \frac{165982.143}{4620} = 35.92 \cong 36 \text{ líneas}$$

El tipo de baterías escogidas son de 2 V, por lo que se tendrán que conectar 24 vasos en serie para llegar a los 48V de la instalación definida en un principio.

$$N_{vasos} = \frac{V_{instalación}}{V_{vaso}} = \frac{48}{2} = 24 \text{ vasos}$$

Por tanto el número de baterías que deben instalar son 42 líneas de 24 vasos cada una, que suman un total de 912 baterías.

$$N_{baterías\ totales} = N_{bs} \cdot N_{vasos} = 36 \cdot 24 = \mathbf{864\ baterías}$$

Por lo tanto el uso del grupo electrógeno supone un ahorro de 144 baterías que se verá reflejado en el presupuesto.

1.5.3 Inversores

Como se ha descrito anteriormente, los inversores de la instalación estarán relacionados con la potencia total de los elementos receptores conectados 85941 W, los cuales se deben agrupar según la potencia de los inversores escogidos, 2 inversores de 20kW y 2 inversores de 25 kW.

Las agrupaciones se han decidido hacer por cercanía en los receptores de tal forma que se pueda reducir el cableado, siendo:

- Inversor 1 de 20 kW

RECEPTORES		CONSUMO (Wh/ud)
Horno		2700
cámaras de vigilancia		12
aire acondicionado int		10000
luminaria	Ojos de buey	250
	bombillas	880
	Fluorescentes	1702
Cajas registradoras (ordenador)		120
Máquina de café		1300
microondas		650
hornillo		1000
máquina de tabaco		670
lámpara anti-insectos		30
TOTAL		19314

Tabla 9 Conjunto de aparatos receptores para el inversor 1 de 20kW

➤ Inversor 2 de 20 kW

RECEPTORES	CONSUMO (Wh/ud)
luminaria farolas	2800
luminaria surtidores	1440
cartel luminoso	1200
iluminación marquesina	5500
surtidores	6000
cámaras de vigilancia ext	12
TOTAL	16952

Tabla 10 Conjunto de aparatos receptores para el inversor 2 de 20 kW

➤ Inversor 3 de 25 kW

RECEPTORES	CONSUMO (Wh/ud)
Expositor frigorífico miguelitos	3000
Expositor frigorífico helados	3000
Expositor frigorífico bebida	3000
Cámara frigorífica (bebidas)	15000
TOTAL	24000

Tabla 11 Conjunto de aparatos receptores para el inversor 3 de 25 kW

➤ Inversor 4 de 25 kW

RECEPTORES	CONSUMO (Wh/ud)
Expositor frigorífico sandwiches	3000
enchufes	5500
impresora	150
monitor ordenador	75
fax	600
controlador surtidores	350
aire acondicionado (oficina)	2500
secador de manos	13500
TOTAL	25675

Tabla 12 Conjunto de aparatos receptores para el inversor 4 de 25 kW

Los aparatos receptores asociados a este último inversor suman una potencia de consumo mayor a la potencia del inversor, pero es una opción viable dado a que se trata de elementos que normalmente no actúan de manera simultánea.

1.5.4 Reguladores

Los reguladores deben ser capaces de soportar la intensidad de pico de las placas, es decir, la máxima corriente que generan las placas al conectarse en paralelo.

$$I_{pico} = \text{líneas de placas en paralelo} \cdot \text{Intensidad de pico de una placa}$$

$$I_{pico} = 56 \cdot 9.31 = 521.36 \text{ A}$$

En el mercado no existe ningún modelo de regulador que soporte 521.36 A por lo que se tiene que repartir la corriente en diferentes reguladores.

Para la elección del regulador se tiene en cuenta la tensión de entrada establecida de 550 V, la cual número de reguladores a utilizar. Además, para un mejor rendimiento de la instalación se van a utilizar reguladores maximizadores o MPPT. Por este motivo el regulador escogido que tolera una intensidad de hasta 80 A pico es el **Xantrex XW MPPT 80 A 600 Vcc** en el cual se puede colocar un número de líneas en paralelo por regulador igual a:

$$N_{\text{líneas por regulador}} = \frac{80}{9.31} = 8.5929 \rightarrow 8 \text{ líneas por regulador}$$

Dado a que hay 56 líneas de placas en paralelo, el número de reguladores es:

$$N_{\text{reguladores}} = \frac{56}{9} = 7 \text{ reguladores}$$

Este resultado es el más óptimo para que todos los reguladores tengan el mismo número de paneles conectados, evitando que actúen como receptores.

1.5.5 Cableado y protecciones

La instalación tiene una parte de corriente continua que abarca desde la captación de energía hasta que llega a los inversores y una parte de corriente alterna que conecta los inversores con los elementos de consumo.

Para cada una de estas conexiones se requiere una sección de cable diferente, según la fórmula:

$$S = \frac{2 * L * I}{\Delta V * k}$$

Siendo:

L: la longitud de la conducción

I: la Intensidad máxima

K: la conductividad del hilo de cobre estirado = 56

ΔV : Caída de tensión máxima admisible

Todas las líneas de módulos fotovoltaicos asociadas a los reguladores y las líneas de reguladores asociados a los inversores están protegidas con fusibles.

De tal manera se calcula la intensidad nominal de los fusibles teniendo en cuenta:

$$I_b \leq I_n \leq 0.9 \cdot I_{rmax}$$

Siendo:

I_b : la Intensidad de corriente de la línea

I_n : la Intensidad nominal del fusible

I_{rmax} : la Intensidad máxima del cable conductor

1.5.5.1 Corriente continua

Para conectar las líneas de placas en paralelo a los reguladores, en primer lugar se obtiene la intensidad máxima que soportará:

$$\text{Intensidad máxima} = N^{\circ} \text{ de líneas de placas} \cdot \text{Intensidad de cada placa}$$

$$\text{Intensidad máxima} = 8 \cdot 9.31 = 74.48 \text{ A}$$

Se ha establecido una distancia entre las placas y los reguladores de 20 metros. Además, teniendo en cuenta la caída de tensión del 1% de los 550 V de la instalación, se obtiene un valor de 5.5.

Con todos estos datos, se puede obtener la sección del cable que conectará las placas con los reguladores:

$$S = \frac{2 * L * I}{\Delta V * k} = \frac{2 * 60 * 74.48}{5.5 * 56} = 29.018 \rightarrow 35 \text{ mm}^2$$

Esta sección se ha elegido según la tabla de secciones comerciales de cable de cobre.

	mm2
Cobre	1,5
	2,5
	4
	6
	10
	16
	25
	35
	50
	70
	95
	120
	150
	185
240	
300	

Tabla 13 Secciones comerciales de cable de cobre

Tratándose de un conductor enterrado con recubrimiento de polietileno reticulado para que sea capaz de soportar altas temperaturas del terreno en verano, tiene una corriente máxima de 146 A.

Para la conexión de las placas en paralelo se ha elegido cable de la mínima sección 1.5 mm².

Para la conexión entre baterías se utiliza cable de 50 mm² de sección para que en el momento que se requiera energía de ellas tengan el máximo rendimiento.

Las conexiones entre baterías e inversores no superarán 1.5 m con cables de 35 mm² de sección.

Para la elección del fusible del conexionado entre los módulos fotovoltaicos y los reguladores se realiza según la fórmula presentada anteriormente:

$$74.48 \leq I_n \leq 0.9 \cdot 146$$

$$74.48 \leq I_n \leq 131.4$$

Al consultar varios catálogos de fusibles se escoge el modelo NH000 de 80 A de intensidad nominal.

Para la puesta a tierra de los paneles fotovoltaicos también se tiene que elegir un cable de protección, siendo éste, según la tabla de conductores de protección del IDAE, de una sección de 16 mm².

1.5.5.2 Corriente alterna

En primer lugar se ha calculado la corriente que deben de soportar los cables para cada tipo de inversor escogido, teniendo en cuenta que tiene una tensión de salida de 230 V, según la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\alpha}$$

Inversores de 20 kW:

$$I = \frac{20000}{230 \cdot 0.97} = 89.64 \text{ A}$$

Inversores de 25 kW:

$$I = \frac{25000}{230 \cdot 0.97} = 112.057 \text{ A}$$

De tal manera que las secciones para cada cable de cobre, teniendo en cuenta que ambos tienen una caída de tensión del 1%, son:

Inversores de 20 kW:

$$S = \frac{2 * L * I}{\Delta V * k} = \frac{2 * 5 * 89.64}{2.3 * 56} = 6.96 \text{ mm}^2$$

Se elige de 16 mm² de sección ya que se dispone en bandejas de polietileno reticulado para que esté preparado para cualquier imprevisto teniendo una corriente máxima admisible de hasta 107 A.

Inversores de 25 kW:

$$S = \frac{2 * L * I}{\Delta V * k} = \frac{2 * 5 * 112.057}{2.3 * 56} = 8.7 \text{ mm}^2$$

Al igual que en el caso anterior, se elige de una mayor sección, en este caso de 25 mm² para que pueda soportar hasta 135 A.

Además a modo de protección, a cada inversor se le asigna un interruptor magneto-térmico y un diferencial de 100 A y 125 A.

1.5.6 Disposición física de las placas.

Se ha decidido que la instalación de las placas se realizará en un área al lado de la tienda, que en un principio estaba destinada a ser un restaurante pero ahora no se usa, en conjunto con parte de la explanada que actualmente se utiliza a modo de aparcamiento.

La ocupación de todo este terreno no conllevaría ningún gasto ya que está en la propiedad de la estación de servicio.

Para evitar la existencia de sombras entre las placas se ha dejado un espacio entre filas en función de la altura, por lo que se instalarán según las siguientes condiciones:

En primer lugar, se tiene en cuenta las medidas de los paneles fotovoltaicos elegidos:

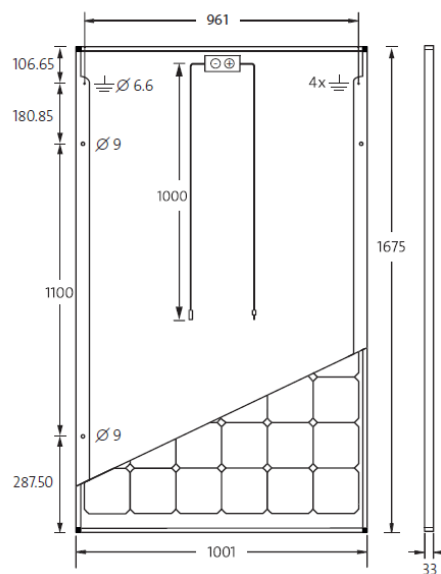


Figura 27 Medidas del panel fotovoltaico elegido

➤ Instalación a 60º

La altura a la que llegarán las placas son:

$$h = 1.001 \cdot \text{seno}(60^\circ) = 0.867m$$

Una placa ocupará una distancia de:

$$m = 1.001 \cdot \text{coseno}(60^\circ) = 0.5m$$

En función de la latitud en la que se sitúen, se dejará la distancia pertinente estipulada por una constante k. Esta constante para la latitud de 39º es de 2.475, por lo que:

$$l = 0.8667 \cdot 2.475 = 2.145m$$

La distancia total entre filas es la suma de la distancia del pasillo "l" más es espacio ocupado por cada placa "m":

$$m + l = 0.5 + 2.145 = \mathbf{2.645m}$$

➤ **Instalación a 15º**

La altura a la que llegarán las placas son:

$$h = 1.001 \cdot \text{seno}(15^\circ) = 0.259m$$

Una placa ocupará una distancia de:

$$m = 1.001 \cdot \text{coseno}(15^\circ) = 0.9668m$$

En función de la latitud en la que se sitúen, se dejará la distancia pertinente estipulada por una constante k. Esta constante para la latitud de 39º es de 2.475, por lo que:

$$l = 0.259 \cdot 2.475 = 0.641m$$

La distancia total entre filas es la suma de la distancia del pasillo "l" más es espacio ocupado por cada placa "m":

$$m + l = 0.9668 + 0.641 = \mathbf{1.6m}$$

Por tanto, para que en ninguna época del año existan sobras en ninguna placa y, por consiguiente, lograr que no en ningún momento haya placas que actúen como receptoras, se ha elegido fijar una distancia entre filas de acuerdo a la instalación de 60º.

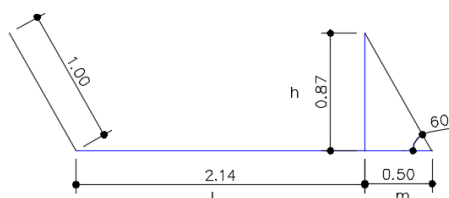


Figura 28 Distancias entre placas

1.6 Esquema

El esquema representa el modo de conectar los componentes del diseño de la instalación. Este se puede ver en el capítulo 4 planos.

1.7 Condiciones de la instalación

1.7.1 Objetivo

Definir las condiciones técnicas mínimas que debe cumplir la instalación fotovoltaica para dotar de la potencia necesaria a los equipos de consumo, fijando los requisitos de fiabilidad y seguridad y siguiendo las condiciones y normas establecidas y normalizadas.

Las condiciones aquí expuestas no pueden darse a la libre interpretación, y será responsabilidad del profesional encargado de la realización del diseño el que todas las especificaciones se lleven a cabo. En caso de existir un apartado que provoque confusión o dudas a lo largo de la ejecución se contactará con el proyectista.

1.7.2 Condiciones y normas de carácter general

Esta instalación se acoge al 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 de autoconsumo. En la que se exime de cualquier peaje a las instalaciones aisladas de red.

La instalación se sitúa en el marco legal de condiciones técnicas y garantías del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

1.7.3 Procedimiento de ejecución

1.7.3.1 Paneles fotovoltaicos

Los paneles fotovoltaicos son monocristalinos de 300 W, tensión nominal de 24 V y corriente de 9.31 A.

Van fijados por medio de la tornillería adecuada a soportes de aluminio anodizado respetando la inclinación según el mes adecuado del momento que se instale.

Se tendrán en cuenta las distancias apropiadas calculadas entre los módulos para que no existan sombras en ninguno de ellos.

Se dispondrán en orientación sur.

Al finalizar la instalación se comprobará con aparatos de medida, tipo multímetros, el correcto funcionamiento de las placas.

Se realizará una limpieza al final de la instalación para garantizar el funcionamiento de las placas a pleno rendimiento.

1.7.3.2 Baterías

Se utilizan baterías estacionarias con carcasa transparente de vasos de 2 V con una capacidad de 4620 Ah y se sitúan encima de una bancada para evitar que se dañen.

Se acondicionará un habitáculo ventilado para colocar las baterías. Este habitáculo tendrá el acceso restringido.

Se verificará que cada uno de los vasos instalados tenga una tensión de 2V en bornes por medio de aparatos de medida tipo multímetros.

Periódicamente se realizará una revisión visual del correcto funcionamiento de las baterías contra la gasificación de las mismas o calentamiento.

1.7.3.3 Reguladores

Los reguladores tienen una corriente de 80 A y trabajan en un intervalo máximo de tensión de 550 V de marca Schneider o similar.

Al igual que los inversores se colocará a una distancia prudencial de las baterías para evitar que sean dañados por los posibles gases y el calentamiento que éstas pueden producir.

Se fijarán las conexiones del cableado con los respectivos conectores.

Se comprobará con ayuda de un multímetro que tanto tensión como intensidad de entrada y salida de los reguladores sea la establecida.

1.7.3.4 Inversores

Los inversores utilizados son de 20 kW y 25 kW de marca SMA o similar.

Se colocarán en el mismo habitáculo que los acumuladores a una distancia prudencial para que no resulten dañados por los gases y el calentamiento de éstos.

Se fijarán las conexiones del cableado con conectores destinados a tal fin.

Se comprobará con ayuda de un multímetro que la tensión de salida sea la correcta.

1.7.3.5 Cableado y protecciones

Todo el cableado posible se instala en las canalizaciones existentes de la propia estación de forma ordenada.

El cableado entre baterías, reguladores e inversores se dispondrán de forma ordenada en canalizaciones.

El cableado de conexión entre placas, de color rojo para el positivo y negro para el negativo, se dispondrá de forma ordenada en canaleta y las conexiones de placas con los demás elementos se dispondrán enterradas.

Se dispone de un cable de 16 mm^2 de sección en cada placa para conectar en un mismo punto, cable de sección de 35 mm^2 , de conexión a tierra por medio de una pica.

La puesta a tierra de la salida de los inversores es la ya existente en la estación.

1.7.3.6 Estructuras

Las estructuras de los módulos fotovoltaicos van fijadas mediante tornillería al suelo para dar la estabilidad necesaria a los módulos.

La estructura de estos módulos tiene anclajes en dos posiciones que permiten la doble inclinación de las placas.

Las baterías se sitúan sobre una bancada a unos 350 mm del suelo para evitar que se dañen.

2 PRESUPUESTO

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE UN SISTEMA
FOTOVOLTAICO AISLADO EN UN ÁREA DE SERVICIO.

Autor: Granero Nieva, Lucía
Tutor: Saiz Jiménez, Juan Ángel

2.1 Costes por componente

2.1.1 Placas solares

El precio de las placas solares **SolarWorld SW 300 MONO** distribuidas por el proveedor SunFields es de **0.47 €/Wpico** que se considera un buen precio teniendo en cuenta que actualmente los precios de las placas se encuentran entre 0.4 y 0.5 €/Wpico.

Teniendo en cuenta que se ha escogido placas de 300Wpico y se tienen que instalar 1288 placas en total, la potencia instalada en las placas es 386400 Wpico.

2.1.2 Baterías

Las baterías son el componente más caro de la instalación debido a las grandes cantidades que se tiene que utilizar por ese motivo se han escogido baterías estacionarias que abaratan un poco el coste de la instalación. Las baterías elegidas **TECHNO SUN OPzs -TCH4620** serán suministradas por Technosun a un precio de **640€**.

2.1.3 Inversores

Los inversores elegidos han sido los **SMA STP20000TL** y **STP25000TL** los cuales tienen una potencia nominal de 20 kW y 25 kW y se pueden obtener por medio del proveedor SunFields a **4103.77€** y **4338.17€** respectivamente.

2.1.4 Reguladores

El modelo elegido de regulador maximizador es **Xantrex XW MPPT 80 A 600 Vcc** de Schneider que tolera una intensidad de hasta 80 A pico por **600€**. Se ha elegido este regulador debido a que tiene un intervalo de tensión máxima de 230 a 550 Vcc, que es la tensión a la que se ha establecido la instalación debido a que es preferible que todos los reguladores tengan el mismo número de placas.

2.1.5 Soportes

Los soportes de doble anclaje de inclinación de los 1288 módulos fotovoltaicos junto con la tornillería de anclaje al suelo tienen un precio estimado de **90000 €** y la bancada de las baterías, **60000 €**.

Todos los soportes suman un coste de **150000 €**.

Este precio se ha establecido tras contrastar varios proveedores por internet.

2.1.6 Cableado y protecciones

El cableado de conexión entre placas se calcula sabiendo que se disponen 56 líneas de 23 placas en serie con una dimensión de cada placa de 1.675 m, sumando un total de 2157.4 metros. Si se instala cable rojo para el positivo y negro para el negativo y cada metro tiene un precio de 3€/m:

$$\text{Precio de cable entre placas} = 2 \cdot 2157.4 \text{ m} \cdot 3\text{€} = 12944.4 \text{ €}$$

Añadiéndole el tramo de conexión hasta los reguladores se estima un precio de **13000 €**.

Las conexiones de las placas situadas a una distancia de 2.64 m en 56 líneas en paralelo son de 1.5 mm², sumando un total de 147.84 m. Si se toma aproximadamente 150 metros de cable rojo, a un precio de 0.8 €/m, el coste es de **120 €**.

El cable de conexión a tierra de 16 mm² tiene un precio por metro de 2.2€ sumando 150 metros para conectar las placas, el coste es de **330 €**.

La pica de conexión a tierra de 2m y 14 mm y componentes para su instalación se obtiene por **30 €**.

Se estima un total de 20 metros entre las baterías, los reguladores y los inversores del conductor de 35 mm² a un precio de 3 €/m resultando un coste de **60 €**.

Las uniones entre baterías se realizan por medio de un cable de 50 mm² de sección, utilizando 15 metros de 2.5€/m en total son **37.5 €**.

La conexión de los inversores de 20 kW y los aparatos receptores que se encuentran a una distancia de 5 m es por medio de un conductor de 16 mm² de 2.2€/m, dando como resultado un coste de 35 €. Para el inversor de 25 kW, también a una distancia de 5m de los receptores se le asigna un conductor de sección 25 mm² a 2.5 €, por un coste de 62.5 €. Finalmente las conexiones entre inversores y elementos receptores es de **92.5 €**.

Cada línea de entrada a los reguladores dispone de un fusible sumando un total de 56 fusibles y 4 de repuesto a 4.5 €/ud suman un total de **270 €**.

A la salida de cada inversor se conecta un interruptor magneto-térmico y un interruptor diferencial con un precio de cada componente de 40 €, sumando un total de **320 €**.

Las bornas hembras y machos de todas las conexiones se estima que tendrán un precio de **500€**.

Sumando todo el cableado y protecciones resulta una inversión de 14760€ el cual se ha redondeado a **15000 €** para posibles imprevistos.

2.1.7 Montaje

El montaje de la instalación lo realizarán 9 operarios a lo largo de un periodo de 6 días. Para cada uno de estos operarios se calcula un precio de 150€ diarios debido a que los instaladores se hacen cargo del precio de desplazamiento hasta la estación y hacen uso de sus equipos de trabajo.

Se considera un precio razonable ya que estos operarios son autónomos que tienen que pagar impuestos, luz y agua de un bajo comercial, sede de la empresa. En total el montaje de la instalación asciende a 8100 €.

Además para pequeño material como tornillería y para canaletas o mangueras, que lo aportan los instaladores, se estima un precio que 2000 €.

Finalmente el montaje se estima que tendrá un coste de **10100 €**.

2.1.8 Diseño

El precio asignado por el diseño de la instalación es de **15000 €**.

2.2 Coste de la instalación inicial

De acuerdo a cada elemento de la instalación escogido, se puede calcular el coste total de la ésta conforme al presupuesto que nos han ofrecido los diferentes fabricantes y distribuidores:

ELEMENTOS	Coste/ud	Unidades	Coste total (€)
Placas	0,47	386400	181608
Inversores 20kW	4103,77	2	8207,54
Inversores 25kW	4338,17	2	8676,34
Baterías	640	864	552960
Reguladores	600	7	4200
Soportes	150000	1	150000
Montaje	1350	6	8100
Pequeño material	2000	1	2000
Cableado y protecciones	15000	1	15000
Diseño	15000	1	15000
total diseño			945751,88
TOTAL			945751,88

Tabla 14 Cálculo del presupuesto de la instalación

Al hacer una relación del valor del coste total de la instalación y la cantidad de potencia que se debe instalar se conoce el coste del Wpico:

$$\text{Coste por Wpico} = \frac{945751.88 \text{ €}}{385200} = 2.447 \text{ €/Wpico}$$

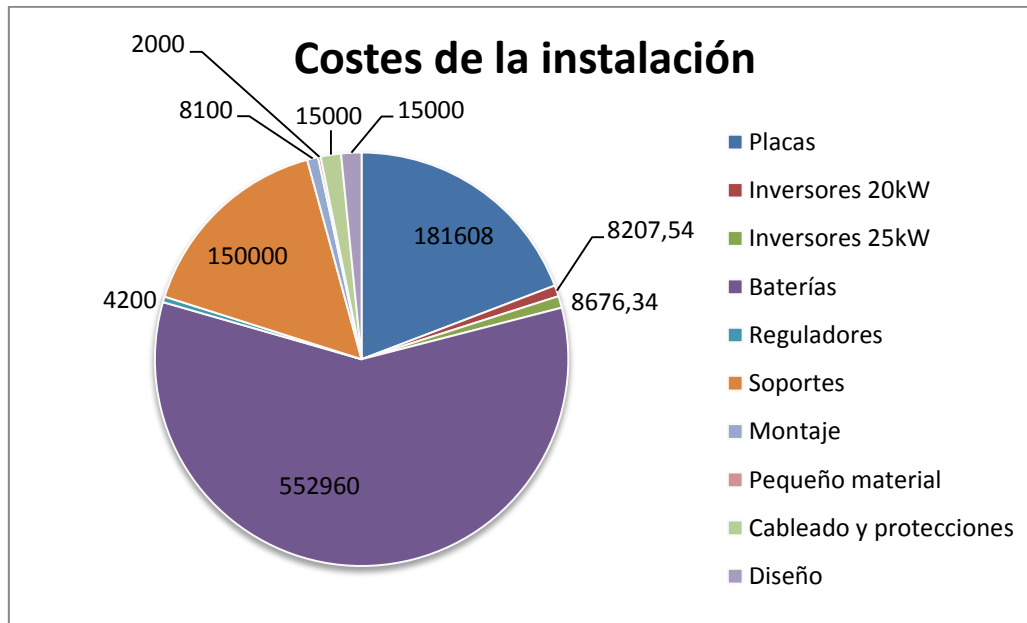


Figura 29 Desglose de costes de la instalación

2.3 Coste de la energía generada

Para obtener el coste de la energía generada, se plantea el plazo de tiempo, desde la realización de la instalación, a 25 años que es la garantía de las placas fotovoltaicas.

Por otra parte, las baterías, inversores y reguladores tienen una garantía de vida de 15 años, por lo tanto, pasado este tiempo se deberá realizar estas reposiciones que supondrá un coste adicional:

Coste a 25 años	
Coste inicial	945751,88
baterías	552960
inversores	16883,88
reguladores	4200
mantenimiento	100000
TOTAL	1619795,76

Tabla 15 Inversión a 25 años

El mantenimiento se refiere a la sustitución de todos los elementos indicados y si se tiene que hacer reparaciones durante estos 25 años. No se refiere a la limpieza, ya que el mismo propietario se encargará de realizar esta tarea así como el cambio de ángulo de las placas.

Se ha estimado que para la zona de Cuenca, donde se encuentra la estación de servicio las horas pico por año serán 1400 horas/año.

La cantidad de energía anual de consumo, teniendo en cuenta que las pérdidas del rendimiento para la placa elegida a los 25 años son del 17.89%, por tanto, se harán los cálculos para unas pérdidas de 8.945% (rendimiento del 91.055%)

$$kWh = 385200 \text{ Wpico} \cdot 0.91 \cdot 1400 \frac{\text{horas}}{\text{año}} \cdot 25 \text{ años} = \mathbf{12.276.035,1 kWh}$$

El coste por cada kWh generado es:

$$\frac{\text{Coste}}{kWh} = \frac{\text{Coste total}}{kWh \text{ totales}} = \frac{1619795.847396\text{€}}{12.276.035,1 kWh} = 0.1315 \frac{\text{€}}{kWh} = \mathbf{13.15 \text{cents/kWh}}$$

Haciendo una media de los consumos anuales, se obtiene la potencia consumida al mes, alrededor de 25000kWh/mes, que al asociarle el coste de la energía generada, se obtiene el coste mensual de la instalación:3288.45€, un precio superior al medio de las facturas generadas por las compañías eléctricas durante este año, 3197.31€.

Pero al precio de los pagos generados durante todo este año no se ha tenido en cuenta que en el momento en que se realizó la conexión a red, se tuvo que costear completamente el tendido eléctrico.

Esta conexión a red tiene un precio de 10000€/km, dado que el pueblo más cercano se encuentra 6 km, la instalación en un principio costó 60000€.

Teniendo en cuenta que esta instalación se realizó hace 24 años, la conexión a red ha costado hasta el presente 2500€/año.

Como los postes de luz se tienen que poner en terrenos ajenos, se paga a sus propietarios un importe total de 15000€/año.

Además el precio final de las facturas a lo largo del año 2016 suma un total de 38367.77€

$$\text{Coste conexión a red/año} = 2500 + 38367.7 + 15000 = 55867.7 \text{ €}$$

Por tanto a los 25 años el coste sería:

$$\text{Coste conexión a red (25 años)} = 55867.7 \text{ €} \cdot 25 = 1396692.5\text{€}$$

Haciendo una estimación de los kWh consumidos durante este tiempo:

$$kWh = 300000 \frac{\text{kW}}{\text{año}} \cdot 25 \text{ años} = \mathbf{7500000 \text{ kWh}}$$

Se obtiene el coste del kWh:

$$\frac{\text{Coste}}{kWh} = \frac{\text{Coste total}}{kWh \text{ totales}} = \frac{1396692.5\text{€}}{7500000 \text{ kWh}} = 0.1862 \frac{\text{€}}{kWh} = \mathbf{18.62 \text{ cents/kWh}}$$

Si se compara los 18.62 centimos/kWh de la instalación de conexión a red con los 13.15 centimos/kWh de la instalación aislada, se puede afirmar que la instalación fotovoltaica aislada en el área de servicio estudiada, es rentable.

3 ANEXOS

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE UN SISTEMA
FOTOVOLTAICO AISLADO EN UN ÁREA DE SERVICIO.

Autor: Granero Nieva, Lucía
Tutor: Saiz Jiménez, Juan Ángel

3.1 ANEXO I: Bibliografía

- **Documentación a lo largo del grado**
 - <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/14110/1/TFG-P-303.pdf>
 - <http://store.technosun.com/por-categorias.html>
 - <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>
 - <http://grupoenergiasolarupv.blogspot.com.es/p/articulos.html>
 - <http://www.saclimafotovoltaica.com/energia-solar/tipos-de-baterias-monoblock-agm-gel-estacionarias-de-electrolito-gelificado-o-de-litio/>
 - <https://www.elalmacensolar.es/es/blog/post/-iquest-que-tipo-de-regulador-de-carga-solar-elegir>
 - **Consumos reales**
- Maquina de café
http://www.nwglobalvending.es/sites/default/files/download/file/BRIO%20UP%20UK_450U0_web.pdf
 - Horno
http://www.due-effe.com/wp-content/uploads/2013/10/4-Gama_excellence.pdf
 - Lámpara anti-insectos
<https://www.sammic.es/catalog/cafeteria-buffet/mata-insectos-industrial/ex-30#specs>
 - Aire acondicionado
<http://www.mitsubishielectric.es/aire-acondicionado/productos/zubadan-hplzs-high-cop>
 - Microondas, hornillo, fax, impresora, ordenador...
<http://www.electrocalculator.com/>
 - Luminaria
<http://www.lighting.philips.es>
 - Expositores frigoríficos
<http://coreco.es/es/productos.aspx>
 - Máquina de tabaco
<https://www.expenda.es/maquinas-de-tabaco>
 - Secamanos
<http://74.82.131.110/webapps/liferay-1p/mediclinics/en/downloads/datasheet/sensor-operated-hand-dryers-saniflow-E88ACS.pdf>
 - Caja registradora
<http://cajasregistradoras.com/es/tpv/7434-tpv-tactil-okpos-zed-7-17-j1900-2ghz-2gb-64gb-negro-blanco-4688521548650.html>

3.2 ANEXO II: Correos

----- Mensaje reenviado -----

De: "Antonio Ramos" <antonio@technosun.com>
Fecha: 8/2/2017 17:07
Asunto: Re: Trabajo Academico
Para: "Lorena Siurana Caplliure" <losiucap@etsid.upv.es>
Cc:

Buenas tardes:
Precio de los paneles 0.5€w, Baterias OPZS 1.2€w AGM 0.8€w Litio 4€w
Saludos
Antonio

Antonio Ramos Beneyto General Manager.
TECHNO SUN SLU - WAREHOUSE| C/ Villa de Madrid 32 P.I. Fuente del Jarro | 46988 Paterna, València
TECHNO SUN SLU - OFFICES| Av. Pérez Galdós 37 bajo | 46018 València - España
VAT: ESB46295606
Tel: [\(0034\) 963 826 565](tel:0034963826565) (Ext. 111) | Fax: [\(0034\) 963 842 721](tel:0034963842721) | Web: www.technosun.com | Plataforma profesional
B2B: store.technosun.com

.....
40º Aniversario de TECHNO SUN, desde 1976 dando la talla
Visítenos en Genera 2017 - 28 FEB ~ 3 MAR - Pabellón 1 Stand 1B05 - IFEMA Madrid
.....

Dear Ms. Granero,

Many thanks for your mail and your interest in Siemens.
Unfortunately, we cannot assist you in that case, as we are not longer active in the solar business.
Maybe the company SolarWorld can assist you.

If you have further questions, please don't hesitate to contact us again.

With kind regards,

Maurice Wehner

Siemens AG
Global Services
GS BPS BSS BOS 2
Corporate Customer Care Center
Lyoner Str. 27
60528 Frankfurt am Main, Deutschland
Tel.: +49 (800) 22 55 33 6 (from Germany)
Tel.: [+49 \(69\) 6682 6660](tel:+496966826660)
Fax: [+49 \(69\) 797-6664](tel:+49697976664)
<mailto:kbc.bps@siemens.com>

You have entered the following information:

Ms Lucía Granero
Company: UPV
Address: Street / Number
46021 Valencia
Region: ES
Email: luciagraneronieva@gmail.com

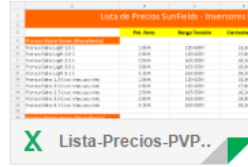
Your Message:

Hello, We are Lorena Siurana and Lucía Granero, two students of Politecnical University of Valencia. We are doing a study about fotovoltaicas instalations and we are get so grateful if you help us whit the information of costs to Wpico of solar panel, costs of inversors and bateries. my cordial greeting and thank you.

De: Raúl Germán (SunFields) <raul.german@sfe-solar.com>
 Fecha: 29 de marzo de 2017, 15:43
 Asunto: Tarifas
 Para: luciagranneroniega@gmail.com

...

5 archivos adjuntos



3.3 ANEXO III: Consumos mensuales

INTERIOR

TIENDA					
	potencia (Wh/ud)	cantida d	hora s	Consumo (Wh/mes)	
Horno smeg	2700	1	5	391500	
cámaras de vigilancia	4	3	24	8352	
aire acondicionado	10000	1	22	6380000	
luminaria	Dicroicas	10	13	15	56550
	Florescentes	23	72	15	720360
Máquina de café	1300	1	4	150800	
Cámara frigorífica	15000	1	5	2175000	
Expositor miguelitos	3000	1	5	435000	
Expositor helados	3000	1	5	435000	
Expositor sandwich	3000	1	5	435000	
Expositor redbull	3000	1	5	435000	
Cajas registradoras (ordenador)	60	2	24	83520	
microondas	650	1	4	75400	
hornillo	1000	1	4	116000	
lámpara anti-insectos	30	1	24	20880	
máquina de tabaco	670	1	3	58290	
enchufes	220	25	4	638000	
TOTAL TIENDA				13482535	
OFICINA					
	potencia (Wh/ud)	cantida d	hora s	Consumo (Wh/mes)	
luminaria	Florescente	23	2	12	16008
impresora		150	1	0,5	2175
monitor ordenador		75	1	8	17400
fax		600	1	0,5	8700
controlador surtidores		350	1	24	243600
aire acondicionado		2500	1	8	580000
TOTAL OFICINA				867883	
POTENCIA INTERIOR/MES (Wh/mes)				16858918	
				16858,918 kWh/mes	

EXTERIOR

	potencia (Wh/ud)	cantida d	hora s	Consumo (Wh/mes)
luminaria farolas	100	28	15	1218000
luminaria surtidores	60	24	15	626400
cartel luminoso	1200	1	15	522000
iluminación marquesina	5500	1	15	2392500
surtidores	750	8	10	1740000
cámaras de vigilancia	4	3	24	8352
TOTAL EXTERIOR				6507252
POTENCIA EXT(Wh/mes)		6507252	6507	kWh/mes
POTENCIA CONSUMIDA FEBRERO				23366,17 kWh/mes

BAÑOS					
baños hombres					
	potencia (Wh/ud)	cantida d	hora s	Consumo (Wh/mes)	
lu m	Dicroicas	10	6	24	41760
	Bombillas	40	13	24	361920
secador	2250	2	4	522000	
TOTAL BAÑOS HOMBRE				925680	
baños señoras					
	potencia (Wh/ud)	cantida d	hora s	Consumo (Wh/mes)	
lu m	Dicroicas	10	5	24	34800
	Bombillas	40	8	24	222720
secador	2250	2	4	522000	
TOTAL BAÑOS SEÑORA				779520	
baños minusválidos					
	potencia (Wh/ud)	cantida d	hora s	Consumo (Wh/mes)	
lu m	Dicroicas	10	1	24	6960
	Bombillas	40	1	24	27840
secador	2250	2	1	130500	
TOTAL BAÑOS MINUSVÁLIDOS				165300	

INTERIOR						EXTERIOR					
TIENDA											
	potencia (Wh/ud)	cantida d	hora s	Consumo (Wh/mes)			potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)	
Horno smeg	2700	1	5	418500							
cámaras de vigilancia	4	3	24	8928							
aire acondicionado	10000	1	18	5580000							
lumi naria	Dicroicas	10	13	12	48360						
	Florescentes	23	72	12	616032						
Máquina de café	1300	1	4	161200							
Cámara frigorífica	15000	1	6	2790000							
Expositor miguelitos	3000	1	6	558000							
Expositor helados	3000	1	6	558000							
Expositor sandwich	3000	1	6	558000							
Expositor redbull	3000	1	6	558000							
Cajas registradoras	60	2	24	89280							
microondas	650	1	4	80600							
hornillo	1000	1	4	124000							
lámpara anti-insectos	30	1	24	22320							
máquina de tabaco	670	1	3	62310							
enchufes	220	25	4	682000							
TOTAL TIENDA						13843267					
OFICINA											
	potencia (Wh/ud)	cantida d	hora s	Consumo (Wh/mes)							
luminaria	Florescente	23	2	12	17112						
impresora	150	1	0,5	2325							
monitor ordenador	75	1	8	18600							
fax	600	1	0,5	9300							
controlador surtidores	350	1	24	260400							
aire acondicionado	2500	1	8	620000							
TOTAL OFICINA						927737					
POTENCIA INTERIOR/MES (Wh/mes)						17452504			17452,504	kWh/mes	
POTENCIA CONSUMIDA MARZO						24780,532				kWh/mes	
						BAÑOS					
						baños hombres					
		potencia (Wh/ud)	cantida d	hora s	Consumo (Wh/mes)						
lumi naria	Dicroicas	10	6	24	44640						
	Bombillas	40	13	24	386880						
secador		2250	2	4	558000						
TOTAL BAÑOS HOMBRE						989520					
						baños señoras					
		potencia (Wh/ud)	cantida d	hora s	Consumo (Wh/mes)						
lumi naria	Dicroicas	10	5	24	37200						
	Bombillas	40	8	24	238080						
secador		2250	2	4	558000						
TOTAL BAÑOS SEÑORA						833280					
						baños minusválidos					
		potencia (Wh/ud)	cantida d	hora s	Consumo (Wh/mes)						
lumi naria	Dicroicas	10	1	24	7440						
	Bombillas	40	1	24	29760						
secador		2250	2	1	139500						
TOTAL BAÑOS MINUSVÁLIDOS						176700					
POTENCIA EXT/MES (Wh/mes)						7328028	7328,028	kWh/mes			

INTERIOR						EXTERIOR				
TIENDA										
	potencia (Wh/ud)	cantida d	hora s	Consumo (Wh/mes)			potencia (Wh/ud)	cantida d	horas	Consumo (Wh/mes)
Horno	2700	1	5	405000						
cámaras de vigilancia aire acondicionado	4	3	24	8640						
	10000	1	12	3600000						
luminaria	Dicroicas	10	13	12	46800					
	Florescentes	23	72	12	596160					
Máquina de café	1300	1	4	156000						
Cámara frigorífica	15000	1	6	2700000						
Expositor miguelitos	3000	1	6	540000						
Expositor helados	3000	1	6	540000						
Expositor sandwich	3000	1	6	540000						
Expositor redbull	3000	1	6	540000						
Cajas registradoras	60	2	24	86400						
microondas	650	1	4	78000						
hornillo	1000	1	4	120000						
lámpara anti-insectos	30	1	24	21600						
máquina de tabaco	670	1	3	60300						
enchufes	220	25	4	660000						
TOTAL TIENDA		11596710								
OFICINA										
	potencia (Wh/ud)	cantida d	hora s	Consumo (Wh/mes)						
luminaria	Florescente	23	2	12	16560					
impresora	150	1	0,5	2250						
monitor ordenador	75	1	8	18000						
fax	600	1	0,5	9000						
controlador surtidores	350	1	24	252000						
aire acondicionado	2500	1	8	600000						
TOTAL OFICINA		897810								
BAÑOS										
baños hombres										
	potencia (Wh/ud)	cantida d	hora s	Consumo (Wh/mes)						
luminaria	Dicroicas	10	6	24	43200					
	Bombillas	40	13	24	374400					
secador de manos	2250	2	4	540000						
TOTAL BAÑOS HOMBRE		957600								
baños señoras										
	potencia (Wh/ud)	cantida d	hora s	Consumo (Wh/mes)						
luminaria	Dicroicas	10	5	24	36000					
	Bombillas	40	8	24	230400					
secador de manos	2250	2	4	540000						
TOTAL BAÑOS SEÑORA		806400								
baños minusválidos										
	potencia (Wh/ud)	cantida d	hora s	Consumo (Wh/mes)						
luminaria	Dicroicas	10	1	24	7200					
	Bombillas	40	1	24	28800					
secador de manos	2250	2	1	135000						
TOTAL BAÑOS MINUSVÁLIDOS		171000								
POTENCIA INTERIOR/MES (Wh/mes)						15089520	15089,52		kWh/mes	
POTENCIA CONSUMIDA ABRIL						21196,56		kWh/mes		

INTERIOR						EXTERIOR				
TIENDA										
	potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)			potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)
Horno	2700	1	5	418500		luminaria farolas	100	28	12	1041600
cámaras de vigilancia	4	3	24	8928		luminaria surtidores	60	24	12	535680
aire acondicionado	10000	1	8	2480000		cartel luminoso	1200	1	12	446400
luminaria Dicroicas	10	13	12	48360		iluminación marquesina	5500	1	12	2046000
luminaria Florescentes	23	72	12	616032		surtidores	750	8	12	2232000
Máquina de café	1300	1	4	161200		cámaras de vigilancia	4	3	24	8928
Cámara frigorífica	15000	1	7	3255000		TOTAL EXTERIOR 6310608				
Expositor miguelitos	3000	1	6	558000		POTENCIA INTERIOR/MES (Wh/mes) 6310608 6310,608 kWh/mes				
Expositor helados	3000	1	7	651000						
Expositor sandwich	3000	1	6	558000						
Expositor redbull	3000	1	6	558000						
Cajas registradoras	60	2	24	89280						
microondas	650	1	4	80600						
hornillo	1000	1	4	124000						
lámpara anti-insectos	30	1	24	22320						
máquina de tabaco	670	1	3	62310						
enchufes	220	25	4	682000						
TOTAL TIENDA				11301267						
OFICINA										
	potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)						
luminaria Florescente	23	2	12	17112						
impresora	150	1	0,5	2325						
monitor ordenador	75	1	8	18600						
fax	600	1	0,5	9300						
controlador surtidores	350	1	24	260400						
aire acondicionado	2500	1	8	620000						
TOTAL OFICINA				927737						
POTENCIA INTERIOR/MES (Wh/mes) 14910504										
POTENCIA CONSUMIDA MAYO						21221,112 kWh/mes				

INTERIOR						EXTERIOR				
TIENDA										
	potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)			potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)
Horno	2700	1	5	418500						
cámaras de vigilancia	4	3	24	8928						
aire acondicionado	10000	1	21	6510000						
luminaria										
Dicroicas	10	13	12	48360						
Florescentes	23	72	12	616032						
Máquina de café	1300	1	4	161200						
Cámara frigorífica	15000	1	7	3255000						
Expositor miguelitos	3000	1	6.5	604500						
Expositor helados	3000	1	7	651000						
Expositor sandwich	3000	1	6	558000						
Expositor redbull	3000	1	6	558000						
Cajas registradoras	60	2	24	89280						
microondas	650	1	4	80600						
hornillo	1000	1	4	124000						
lámpara anti-insectos	30	1	24	22320						
máquina de tabaco	670	1	3	62310						
enchufes	220	25	4	682000						
TOTAL TIENDA		15377767								
OFICINA										
	potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)						
luminaria	Florescente	23	2	12	17112					
impresora		150	1	0,5	2325					
monitor ordenador		75	1	8	18600					
fax		600	1	0,5	9300					
controlador surtidores		350	1	24	260400					
aire acondicionado		2500	1	8	620000					
TOTAL OFICINA		927737								
POTENCIA INTERIOR/MES (Wh/mes)						14910504			18987.004	kWh/mes
POTENCIA CONSUMIDA JUNIO						26413.612			kWh/mes	
						BAÑOS				
						baños hombres				
	potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)						
luminaria	Dicroicas	10	6	24	44640					
	Bombillas	40	13	24	386880					
secador de manos		2250	2	4	558000					
TOTAL BAÑOS HOMBRE						989520				
						baños señoras				
	potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)						
luminaria	Dicroicas	10	5	24	37200					
	Bombillas	40	8	24	238080					
secador de manos		2250	2	4	558000					
TOTAL BAÑOS SEÑORA						833280				
						baños minusválidos				
	potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)						
luminaria	Dicroicas	10	1	24	7440					
	Bombillas	40	1	24	29760					
secador de manos		2250	2	1	139500					
TOTAL BAÑOS MINUSVÁLIDOS						176700				
POTENCIA INTERIOR/MES (Wh/mes)						14910504			18987.004	kWh/mes
POTENCIA CONSUMIDA JUNIO						26413.612			kWh/mes	

INTERIOR						EXTERIOR				
TIENDA										
	potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)			potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)
Horno	2700	1	5	418500			100	28	12	1041600
cámaras de vigilancia	4	3	24	8928			60	24	12	535680
aire acondicionado	10000	1	24	7440000			1200	1	12	446400
luminaria	Dicroicas	10	13	12	48360		5500	1	12	2046000
	Florescentes	23	72	12	616032		750	8	18	3348000
Máquina de café	1300	1	4	161200			4	3	24	8928
Cámara frigorífica	15000	1	8	3720000			TOTAL EXTERIOR			7426608
Expositor miguelitos	3000	1	8	744000			POTENCIA INTERIOR/MES (Wh/mes)			7426,608 kWh/mes
Expositor helados	3000	1	8	744000						
Expositor sandwich	3000	1	8	744000						
Expositor redbull	3000	1	8	744000						
Cajas registradoras	60	2	24	89280						
microondas	650	1	4	80600						
hornillo	1000	1	4	124000						
lámpara anti-insectos	30	1	24	22320						
máquina de tabaco	670	1	3	62310						
enchufes	220	25	4	682000						
TOTAL TIENDA		17377267								
OFICINA										
	potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)						
luminaria	Florescente	23	2	12	17112					
impresora		150	1	0,5	2325					
monitor ordenador		75	1	8	18600					
fax		600	1	0,5	9300					
controlador surtidores		350	1	24	260400					
aire acondicionado		2500	1	8	620000					
TOTAL OFICINA		927737								
POTENCIA INTERIOR/MES (Wh/mes)		20986504		20986,504		kWh/mes				
POTENCIA CONSUMIDA JULIO						28413,112		kWh/mes		

INTERIOR						EXTERIOR					
TIENDA											
	potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)			potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)	
Horno	2700	1	5	418500							
cámaras de vigilancia	4	3	24	8928							
aire acondicionado	10000	1	24	7440000							
luminaria	Dicroicas	10	13	12	48360						
	Florescentes	23	72	12	616032						
Máquina de café	1300	1	4	161200							
Cámara frigorífica	15000	1	8	3720000							
Expositor miguelitos	3000	1	8	744000							
Expositor helados	3000	1	8	744000							
Expositor sandwich	3000	1	8	744000							
Expositor redbull	3000	1	8	744000							
Cajas registradoras	60	2	24	89280							
microondas	650	1	4	80600							
hornillo	1000	1	4	124000							
lámpara anti-insectos	30	1	24	22320							
máquina de tabaco	670	1	3	62310							
enchufes	220	25	4	682000							
TOTAL TIENDA						17377267					
OFICINA											
	potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)							
luminaria	Florescente	23	2	12	17112						
impresora		150	1	0,5	2325						
monitor ordenador		75	1	8	18600						
fax		600	1	0,5	9300						
controlador surtidores		350	1	24	260400						
aire acondicionado		2500	1	8	620000						
TOTAL OFICINA						927737					
POTENCIA INTERIOR/MES (Wh/mes)						20986504		20986,504		kWh/mes	
POTENCIA CONSUMIDA AGOSTO						28413,112				kWh/mes	
						BAÑOS					
						baños hombres					
	potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)							
luminaria	Dicroicas	10	6	24	44640						
	Bombillas	40	13	24	386880						
secador de manos		2250	2	3	418500						
TOTAL BAÑOS HOMBRE						850020					
						baños señoras					
	potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)							
luminaria	Dicroicas	10	5	24	37200						
	Bombillas	40	8	24	238080						
secador de manos		2250	2	3	418500						
TOTAL BAÑOS SEÑORA						693780					
						baños minusválidos					
	potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)							
luminaria	Dicroicas	10	1	24	7440						
	Bombillas	40	1	24	29760						
secador de manos		2250	2	3	418500						
TOTAL BAÑOS MINUSVÁLIDOS						455700					

INTERIOR										EXTERIOR							
TIENDA																	
		potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)					potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)				
Horno		2700	1	5	405000					luminaria farolas	100	28	15	1260000			
cámaras de vigilancia		4	3	24	8640					luminaria surtidores	60	24	15	648000			
aire acondicionado		10000	1	16	4800000					cartel luminoso	1200	1	15	540000			
luminaria	Dicroicas	10	13	15	58500					iluminación marquesina	5500	1	15	2475000			
	Florescentes	23	72	15	745200					surtidores	750	8	18	3240000			
Máquina de café		1300	1	4	156000					cámaras de vigilancia	4	3	24	8640			
Cámara frigorífica		15000	1	7	3150000					TOTAL EXTERIOR					8171640		
Expositor miguelitos		3000	1	6	540000					POTENCIA INTERIOR/MES (Wh/mes)					8171640	8171,64	kWh/mes
Expositor helados		3000	1	7	630000												
Expositor sandwich		3000	1	6	540000												
Expositor redbull		3000	1	6	540000												
Cajas registradoras		60	2	24	86400												
microondas		650	1	4	78000												
hornillo		1000	1	4	120000												
lámpara anti-insectos		30	1	24	21600												
máquina de tabaco		670	1	3	60300												
enchufes		220	25	4	660000												
TOTAL TIENDA		13497450															
OFICINA																	
		potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)												
luminaria Florescente		23	2	12	16560												
impresora		150	1	0,5	2250												
monitor ordenador		75	1	8	18000												
fax		600	1	0,5	9000												
controlador surtidores		350	1	24	252000												
aire acondicionado		2500	1	8	600000												
TOTAL OFICINA		897810															
POTENCIA INTERIOR/MES (Wh/mes)		16990260								16990,26		kWh/mes					
POTENCIA CONSUMIDA SEPTIEMBRE										25161,9			kWh/mes				

INTERIOR										EXTERIOR				
TIENDA														
		potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)					potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)	
Horno		2700	1	5	418500					luminaria farolas	100	28	15	1302000
cámaras de vigilancia		4	3	24	8928					luminaria surtidores	60	24	15	669600
aire acondicionado		10000	1	16	4960000					cartel luminoso	1200	1	15	558000
lumi naria	Dicroicas	10	13	15	60450					iluminación marquesina	5500	1	15	2557500
	Florescentes	23	72	15	770040					surtidores	750	8	12	2232000
Máquina de café		1300	1	4	161200					cámaras de vigilancia	4	3	24	8928
Cámara frigorífica		15000	1	6	2790000					TOTAL EXTERIOR				
Expositor miguelitos		3000	1	6	558000									7328028
Expositorhelados		3000	1	6	558000					POTENCIA INTERIOR/MES (Wh/mes)				
Expositor sandwich		3000	1	6	558000					7328028	7328,028	kWh/mes		
Expositor redbull		3000	1	5	465000									
Cajas registradoras		60	2	24	89280									
microondas		650	1	4	80600									
hornillo		1000	1	4	124000									
lámpara anti-insectos		30	1	24	22320									
máquina de tabaco		670	1	3	62310									
enchufes		220	25	4	682000									
TOTAL TIENDA					13296365									
OFICINA														
		potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)									
luminaria	Florescente	23	2	12	17112									
impresora		150	1	0,5	2325									
monitor ordenador		75	1	8	18600									
fax		600	1	0,5	9300									
controlador surtidores		350	1	24	260400									
aire acondicionado		2500	1	8	620000									
TOTAL OFICINA					927737									
POTENCIA INTERIOR/MES (Wh/mes)					16905602	16905,602	kWh/mes							
POTENCIA CONSUMIDA OCTUBRE										24233,63	kWh/mes			

INTERIOR						EXTERIOR				
TIENDA										
	potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)			potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)
Horno	2700	1	5	405000						
cámaras de vigilancia	4	3	24	8640						
aire acondicionado	10000	1	20	6000000						
luminaria	Dicroicas	10	13	15	58500					
	Florescentes	23	72	15	745200					
Máquina de café	1300	1	4	156000						
Cámara frigorífica	15000	1	5	2250000						
Expositor miguelitos	3000	1	5	450000						
Expositor helados	3000	1	5	450000						
Expositor sandwich	3000	1	5	450000						
Expositor redbull	3000	1	5	450000						
Cajas registradoras	60	2	24	86400						
microondas	650	1	4	78000						
hornillo	1000	1	4	120000						
lámpara anti-insectos	30	1	24	21600						
máquina de tabaco	670	1	3	60300						
enchufes	220	25	4	660000						
TOTAL TIENDA		13347450								
OFICINA										
	potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)						
luminaria	Florescente	23	2	12	16560					
impresora		150	1	0,5	2250					
monitor ordenador		75	1	8	18000					
fax		600	1	0,5	9000					
controlador surtidores		350	1	24	252000					
aire acondicionado		2500	1	8	600000					
TOTAL OFICINA		897810								
POTENCIA INTERIOR/MES (Wh/mes)		16840260				16840,26		kWh/mes		
BAÑOS										
baños hombres										
	potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)						
luminaria	Dicroicas	10	6	24	43200					
	Bombillas	40	13	24	374400					
secador de manos		2250	2	3	405000					
TOTAL BAÑOS HOMBRE		822600								
baños señoras										
	potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)						
luminaria	Dicroicas	10	5	24	36000					
	Bombillas	40	8	24	230400					
secador de manos		2250	2	3	405000					
TOTAL BAÑOS SEÑORA		671400								
baños minusválidos										
	potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)						
luminaria	Dicroicas	10	1	24	7200					
	Bombillas	40	1	24	28800					
secador de manos		2250	2	3	405000					
TOTAL BAÑOS MINUSVÁLIDOS		441000								
POTENCIA INTERIOR/MES (Wh/mes)		16840260				16840,26		kWh/mes		
POTENCIA CONSUMIDA NOVIEMBRE						23931,9		kWh/mes		

INTERIOR						EXTERIOR				
TIENDA										
	potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)			potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)
Horno	2700	1	5	418500			100	28	15	1302000
cámaras de vigilancia	4	3	24	8928			60	24	15	669600
aire acondicionado	10000	1	24	7440000			1200	1	15	558000
luminaria	Dicroicas	10	13	15	60450		5500	1	15	2557500
	Florescentes	23	72	15	770040		750	8	18	3348000
Máquina de café	1300	1	4	161200			4	3	24	8928
Cámara frigorífica	15000	1	5	2325000			TOTAL EXTERIOR			8444028
Expositor miguelitos	3000	1	5	465000			POTENCIA INTERIOR/MES (Wh/mes) 8444028 8444,028 kWh/mes			
Expositor helados	3000	1	5	465000						
Expositor sandwich	3000	1	5	465000						
Expositor redbull	3000	1	5	465000						
Cajas registradoras	60	2	24	89280						
microondas	650	1	4	80600						
hornillo	1000	1	4	124000						
lámpara anti-insectos	30	1	24	22320						
máquina de tabaco	670	1	3	62310						
enchufes	220	25	4	682000						
TOTAL TIENDA		15032365								
OFICINA										
	potencia (Wh/ud)	cantidad	horas	Consumo (Wh/mes)						
luminaria	Florescente	23	2	12	17112					
impresora		150	1	0,5	2325					
monitor ordenador		75	1	8	18600					
fax		600	1	0,5	9300					
controlador surtidores		350	1	24	260400					
aire acondicionado		2500	1	8	620000					
TOTAL OFICINA		927737								
POTENCIA INTERIOR/MES (Wh/mes)		18641602		18641,602		kWh/mes				
POTENCIA CONSUMIDA DICIEMBRE						27085,63			kWh/mes	

3.4 ANEXO IV: Extracto de factura

Total a pagar			2.826,55 €
electricidad PLAN NEGOCIO A MEDIDA Contrato: 187208337			
Del 11.10.2016 al 08.11.2016 (29 días = 0,953425 meses)			
Consumo electricidad punta	3.258 kWh	0,093066 €/kWh	303,21 €
Consumo electricidad llano	8.127 kWh	0,082707 €/kWh	672,16 €
Consumo electricidad valle	11.273 kWh	0,062172 €/kWh	700,87 €
Término potencia punta (62,900 kW)	29 días	0,162119 €/kW día	295,72 €
Término potencia llano (62,900 kW)	29 días	0,099974 €/kW día	182,36 €
Término potencia valle (62,900 kW)	29 días	0,022925 €/kW día	41,82 €
Subtotal			2.196,14 €
Impuesto electricidad	2.196,14 €	0,0511269632	112,28 €
Otros conceptos electricidad Alquiler de contador	29 días	0,950690 €/día	27,57 €
Total electricidad			2.335,99 €
Base imponible			2.335,99 €
IVA 21%			490,56 €
Total factura			2.826,55 €

Figura 30 Ejemplo de consumo y facturación mensual

Datos instalación electricidad

Potencia contratada punta:	74,000 kW
Potencia contratada llano:	74,000 kW
Potencia contratada valle:	74,000 kW
Código CUPS:	ES0021000002933378MR
Tarifa de acceso:	3.1A
Cuantía Peaje: ¹	758,24 €

Figura 31 Potencia contratada actualmente

4 PLANOS

DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE UN SISTEMA
FOTOVOLTAICO AISLADO EN UN ÁREA DE SERVICIO.

Autor: Granero Nieva, Lucía
Tutor: Saiz Jiménez, Juan Ángel

4.1 Emplazamiento

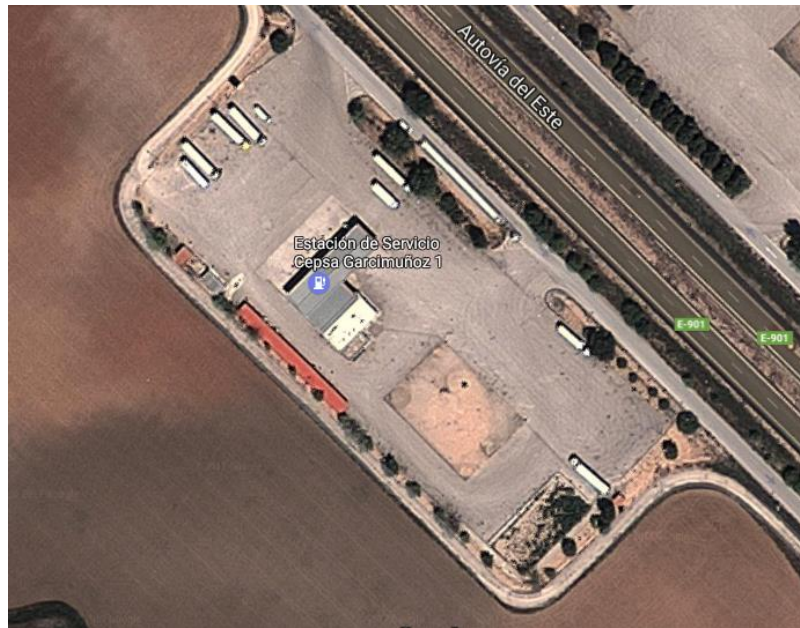


Figura 32 Vista satélite de Google Maps: Emplazamiento de la estación de servicio

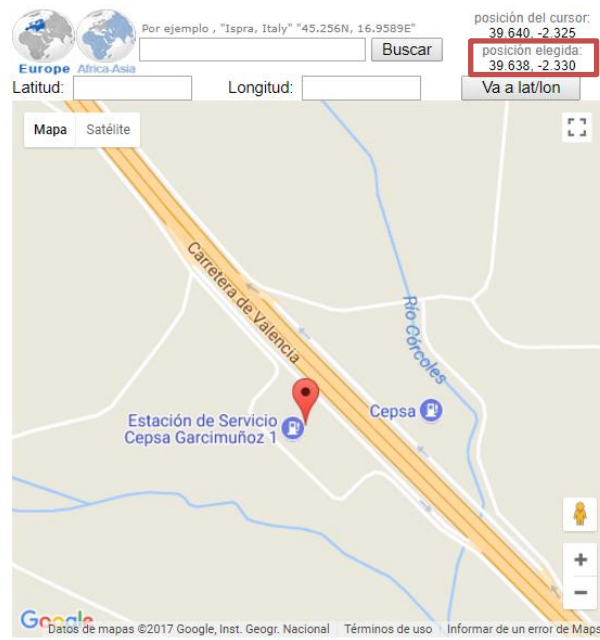
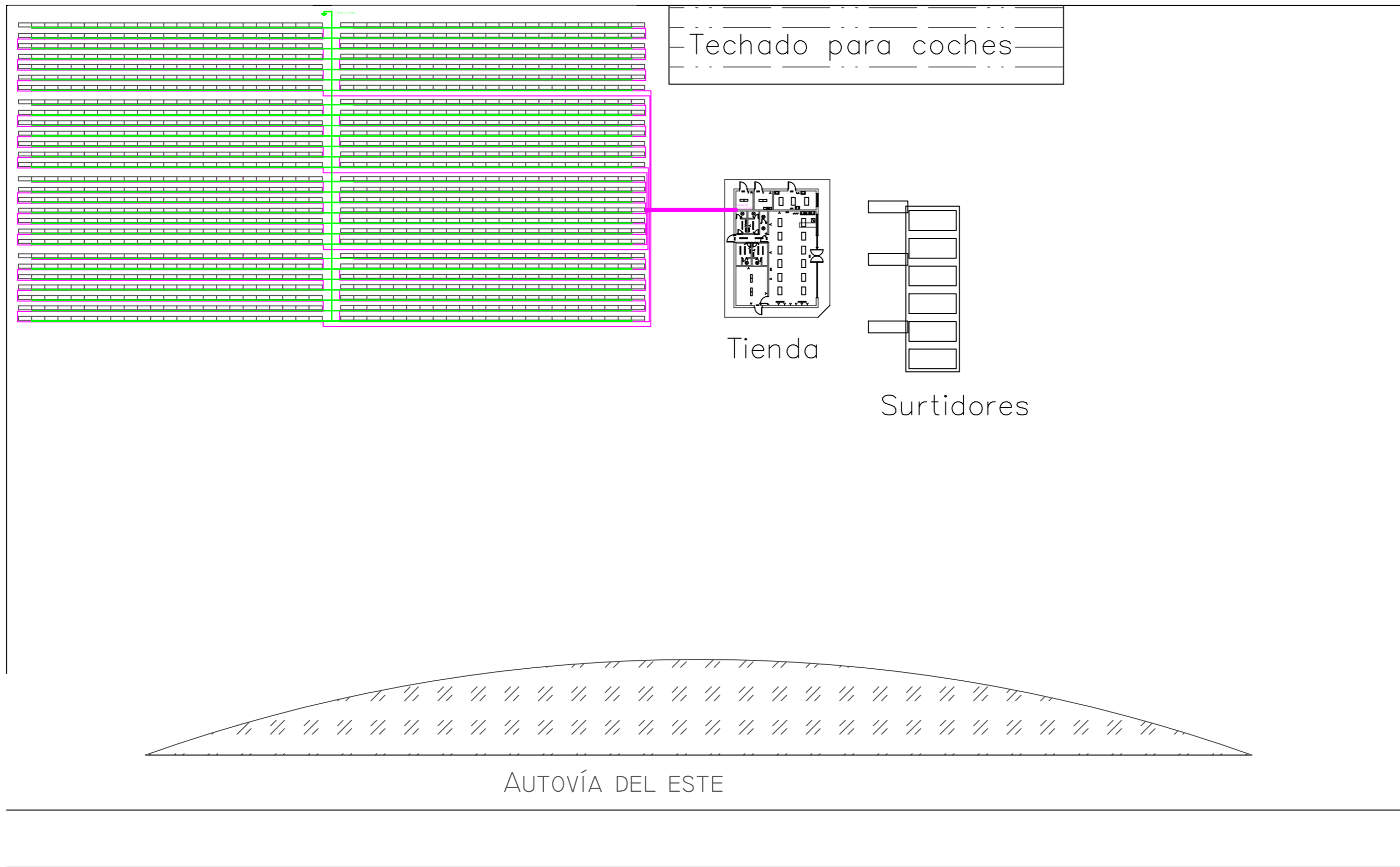
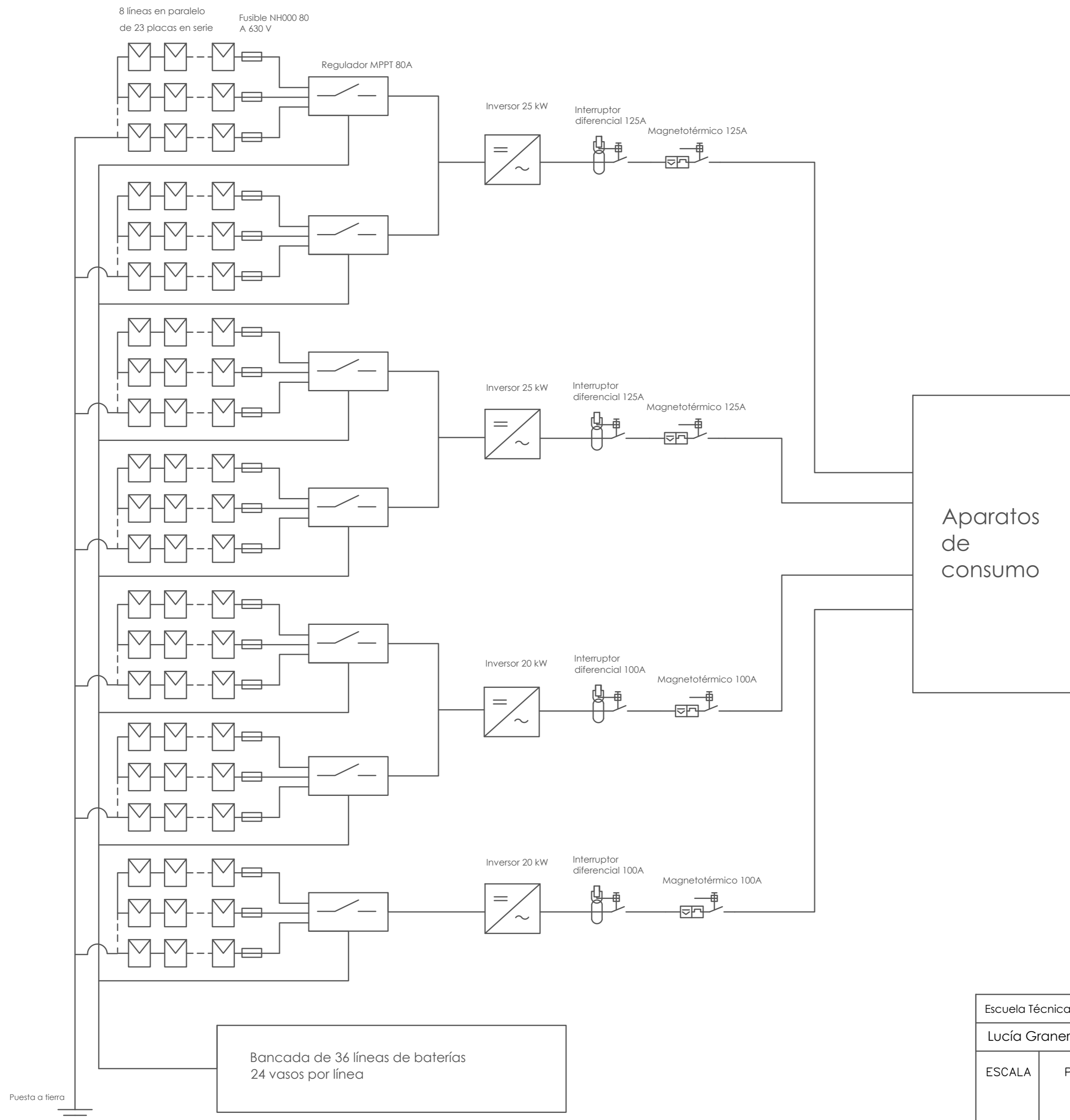


Figura 33 Latitud la estación de servicio

4.2 Planos



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño		Estación de servicio
Lucía Granero Nieva		
ESCALA 1:500	PLANO PLANTA GENERAL	PLANO N° 1



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño		Estación de servicio	
Lucía Granero Nieva			
ESCALA	PLANO	ESQUEMA	PLANO N°
			2

Sunmodule® Plus

SW 290 / 300 MONO



Data sheet



HIGH QUALITY ENGINEERING BY SOLARWORLD

More than 40 years of technology expertise, ongoing innovation and continuous optimization create the foundation for the performance of Solarworld's high-quality modules. All production steps, from silicon to module, are established at our production sites, ensuring the highest quality for our customers every step of the way. Our modules are extremely flexible when it comes to their application and provide optimal solutions for installation and non-stop performance – worldwide.

- » Especially stable, despite its low weight mechanical resilience of up to 8.5 kN/m²
- » Tested in extreme weather conditions – resistance to salt spray, frost and hail-proof, resistance to ammonia, dust and sand
- » PID-resistant and proven hotspot guarantee
- » Highly-efficient cells (mono PERC) for the highest possible yields
- » Harmonized components such as mounting systems, connector cables, inverters and energy storage systems can be delivered as complete system
- » Patented drainage corners for optimized self-cleaning
- » Front glass with an anti-reflective coating
- » Long-term safety and guaranteed top performance – At least 97% of nominal power in the first year – 25-year linear performance warranty 20-year product warranty



Sunmodule[®] Plus

SW 290 / 300 MONO



PERFORMANCE UNDER STANDARD TEST CONDITIONS (STC)*

		SW 290	SW 300
Maximum power	P_{max}	290 Wp	300 Wp
Open circuit voltage	U_{oc}	39.6 V	40.0 V
Maximum power point voltage	U_{mpp}	31.9 V	32.6 V
Short circuit current	I_{sc}	9.75 A	9.83 A
Maximum power point current	I_{mpp}	9.20 A	9.31 A
Module efficiency	η_m	17.30 %	17.89 %

Measuring tolerance (P_{max}) traceable to TUV Rheinland: +/- 2% (TUV Power controlled, ID 0000039351)

*STC: 1000W/m², 25°C, AM 1.5

PERFORMANCE AT 800 W/m², NOCT, AM 1.5

		SW 290	SW 300
Maximum power	P_{max}	219.6 Wp	226.7 Wp
Open circuit voltage	U_{oc}	36.7 V	37.0 V
Maximum power point voltage	U_{mpp}	29.5 V	30.2 V
Short circuit current	I_{sc}	7.99 A	8.06 A
Maximum power point current	I_{mpp}	7.43 A	7.52 A

Minor reduction in efficiency under partial load conditions at 25°C: at 200 W/m², 97% (+/-3%) of the STC efficiency (1000 W/m²) is achieved.

PARAMETERS FOR OPTIMAL SYSTEM INTEGRATION

Power sorting	-0 Wp / +10 Wp
Maximum system voltage IEC	1000 V
Maximum reverse current	25 A
Number of bypass diodes	3
Operating range	-40°C - +85°C
Maximum Design Loads (Two rail system)*	+5.4 kN/m ² / -3.1 kN/m ²
Maximum Design Loads (Three rail system)*	+8.5 kN/m ² / -3.1 kN/m ²

*Please refer to the Sunmodule Installation instructions for the details associated with these load cases.

COMPONENT MATERIALS

Cells per module	60
Cell type	Mono crystalline PERC
Cell dimensions	156 mm x 156 mm
Front	Tempered safety glass (EN 12150)
Back	Film, white
Frame	Black anodized aluminum
J-Box	IP65
Connector	Amphenol H4 UTX

DIMENSIONS / WEIGHT

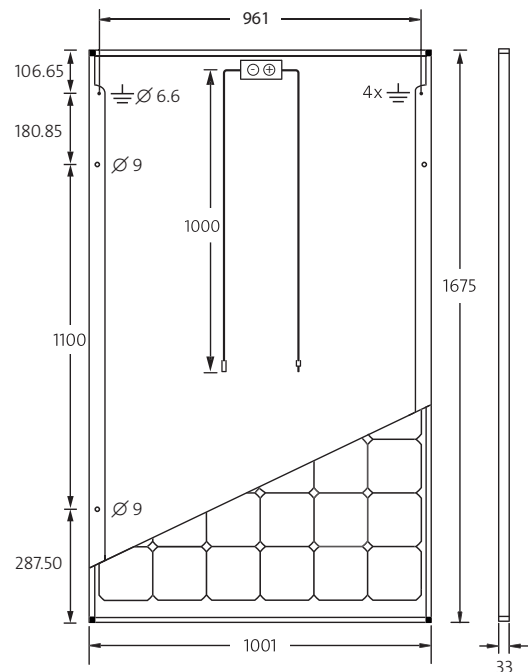
Length	1675 mm
Width	1001 mm
Height	33 mm
Weight	18.0 kg

THERMAL CHARACTERISTICS

NOCT	46 °C
TK I_{sc}	0.070 %/K
TK U_{oc}	-0.29 %/K
TK P_{mpp}	-0.39 %/K

ORDERING INFORMATION

Order number	Description
82000482	Sunmodule Plus SW 290 mono
82000432	Sunmodule Plus SW 300 mono



CERTIFICATES AND WARRANTIES

Certificates	IEC 61730	IEC 61215	UL 1703
	IEC 62716	IEC 60068-2-68	IEC 61701
Warranties	Product Warranty	20 years	
	Linear Performance Guarantee	25 years	



OFFICIAL DISTRIBUTOR

SunFields Europe | info@sfe-solar.com | www.sfe-solar.com

SolarWorld AG reserves the right to make specification changes without notice. This data sheet complies with the requirements of EN 50380.

OPzS-TCH Batteries

Technical Data



BATTERIES



SOLAR PV



WIND



GENSET



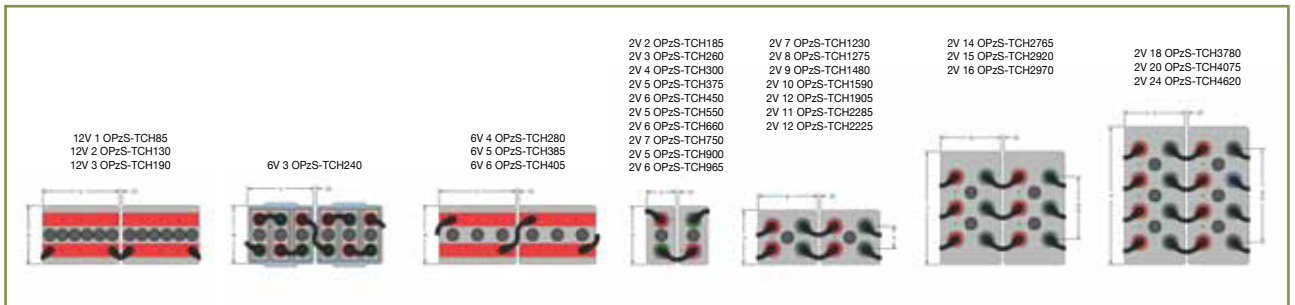
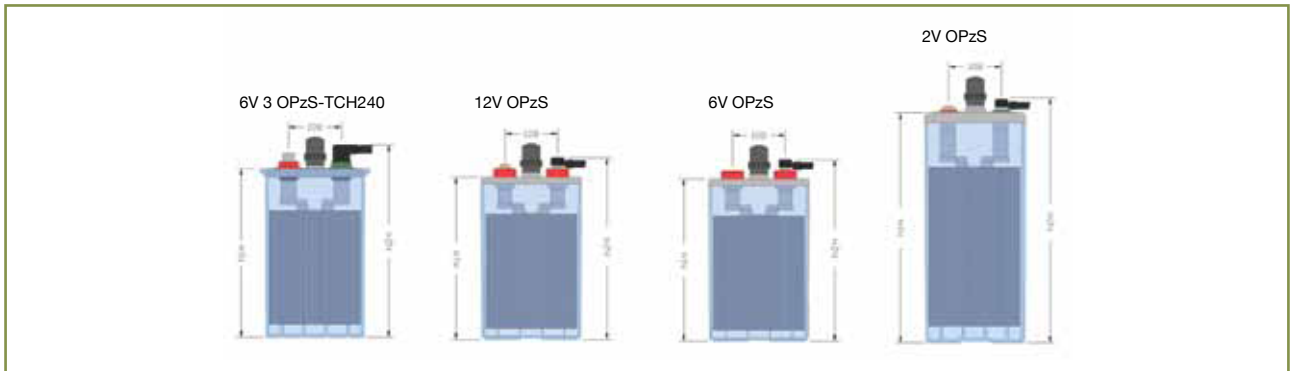
TECHNO SUN

Product Range

Type	Positive Plates Number	Number of Poles	Nom. capacity (Ah at 20°C)					Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)	Height ₂ * (mm)	Poles Distance	Filled Weight (approx. kg)	Dry Weight (approx. kg)	Internal Resistance (mOhm)	Short Circuit Current (A)
			C240 1.85 Vpc	C120 1.85 Vpc	C48 1.80V pc	C24 1.80 Vpc	C12 1.80 Vpc									
2V OPzS-TCH185	2	2	197	187	168	148	132	103	206	355	369	-	14	8	1.620	1240
2V OPzS-TCH260	3	2	274	263	235	209	188	103	206	355	369	-	16	11	1.083	1860
2V OPzS-TCH300	4	2	310	300	272	243	224	103	206	355	369	-	18	13	0.847	2380
2V OPzS-TCH375	5	2	391	378	343	307	281	124	206	355	369	-	21	15	0.671	3000
2V OPzS-TCH450	6	2	470	454	411	368	338	145	206	355	369	-	26	19	0.575	3500
2V OPzS-TCH550	5	2	574	553	498	444	413	124	206	471	485	-	28	21	0.608	3300
2V OPzS-TCH660	6	2	686	661	596	530	494	145	206	471	485	-	34	24	0.518	3900
2V OPzS-TCH750	7	2	780	750	676	602	564	166	206	471	485	-	39	28	0.453	4450
2V OPzS-TCH900	5	2	948	904	797	695	639	145	206	646	660	-	42	29	0.537	3750
2V OPzS-TCH965	6	2	1006	966	859	754	703	145	206	646	660	-	46	33	0.447	4500
2V OPzS-TCH1230	7	4	1286	1230	1088	950	877	191	210	646	660	80	60	43	0.378	5350
2V OPzS-TCH1275	8	4	1330	1278	1139	1001	934	191	210	646	660	80	64	47	0.327	6200
2V OPzS-TCH1480	9	4	1546	1484	1319	1157	1076	233	210	646	660	110	73	53	0.292	6950
2V OPzS-TCH1590	10	4	1656	1592	1419	1248	1165	233	210	646	660	110	78	57	0.261	7750
2V OPzS-TCH1905	12	4	1985	1908	1695	1487	1391	275	210	646	660	140	91	66	0.228	8850
2V OPzS-TCH2285	11	4	2369	2286	2064	1830	1698	275	210	797	811	140	111	76	0.238	8500
2V OPzS-TCH2225	12	4	2294	2226	2024	1807	1701	275	210	797	811	140	115	81	0.225	9000
2V OPzS-TCH2765	13	6	2868	2770	2505	2224	2069	397	212	772	786	110	143	96	0.195	10350
2V OPzS-TCH2920	15	6	3019	2921	2650	2361	2208	397	212	772	786	110	149	103	0.176	11500
2V OPzS-TCH2970	16	6	3065	2972	2710	2424	2279	397	212	772	786	110	155	109	0.160	12600
2V OPzS-TCH3780	18	8	3917	3780	3419	3038	2811	487	212	772	786	110	184	125	0.140	14450
2V OPzS-TCH4075	20	8	4217	4076	3696	3291	3057	487	212	772	786	110	201	135	0.125	16200
2V OPzS-TCH4620	24	8	4769	4620	4199	3747	3508	576	212	772	786	140	230	158	0.108	18800
6V OPzS-TCH240	3	2	252	242	221	199	184	233	203 +	345	377	-	41	30	1.138	1780
6V OPzS-TCH280	4	2	293	283	261	237	223	272	205	332	361	-	47	35	0.900	2240
6V OPzS-TCH385	5	2	403	389	355	320	298	380	205	332	361	-	61	44	0.760	2660
6V OPzS-TCH405	6	2	422	408	376	341	323	380	205	332	361	-	67	51	0.667	3040
12V OPzS-TCH85	1	2	91	86	78	71	65	272	205	332	361	-	38	24	3.226	620
12V OPzS-TCH130	2	2	137	132	121	111	106	272	205	332	361	-	49	38	1.613	1260
12V OPzS-TCH190	3	2	199	191	176	161	155	380	205	332	361	-	70	53	1.138	1780

* Includes installed connectors and shrouds

Drawings



Technical Features

Design

Positive plates	Tubular plates with special low-antimony lead alloy ($\leq 1.65\%$ Sb)
Negative plates	Pasted negative plates of grid design with optimized low-antimony lead alloy
Separators	Low resistance, microporous PVC
Electrolyte	Diluted sulphuric acid
Container, lid material	High impact, transparent SAN (Styrene Acrylonitrile) for container. Robust ABS (Acrylonitrile Butadien Styrene) Material for lid.
Poles	Premium design with insert and rubber seal in the lid for hardness and acid resistance. M10 brass inlay. Impedance measurements possible.
Connectors	Voltage measurements possible due to bolt-on type design. Steel bolts with plastic encapsulated heads. Insulated flexible connectors, optional solid connectors available.
Ceramic Plugs	Flame arresting design. Ceramic funnel plugs also available.

Operation

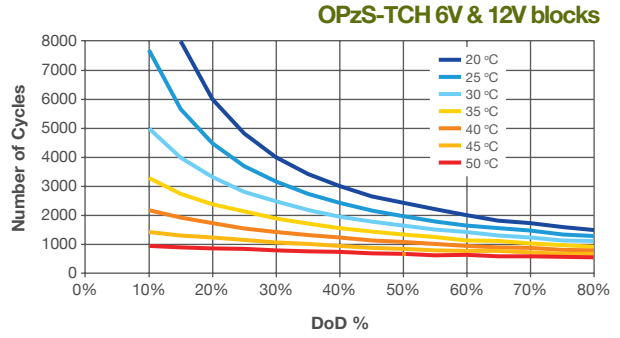
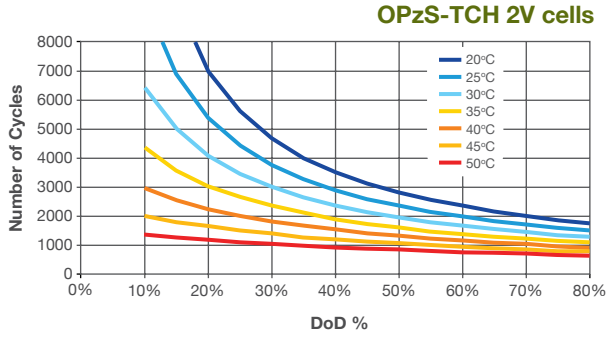
Number of cycles	2300 cycles for 2V cells, 2000 cycles for 6V & 12V blocks (60% DoD, 20°C).
Design life	20 years for 2V cells, 18 years for 6V&12V blocks (stand-by float, 20°C).
Maintenance	Low topping up requirements.
Operating temperature	Recommended 10°C to 30°C. Max: 55°C.
Storage Time	Maximum shelf life up to 3 months at 20°C, 2 months at 30°C or 1 month at 40°C.
Self discharge rate	Approx. 2.5% per month at 20°C.

Certified Quality

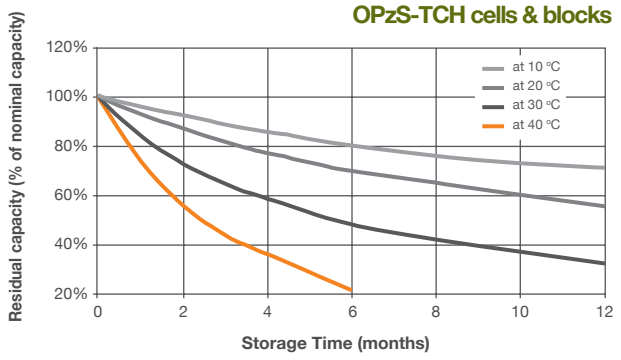
- Compliant with IEC 61427 requirements for photovoltaic energy systems
- Fully compliant with IEC 60896-11 requirements for vented lead-acid batteries
- Full conformity to DIN 40736-1 specifications for OPzS cells and DIN 40737-3 for OPzS blocks
- Compliant with the safety requirements of EN 50272-2 for stationary batteries
- Manufactured at European production facilities, certified with ISO 9001, ISO 14001, BS OHSAS 18001

Performance Curves

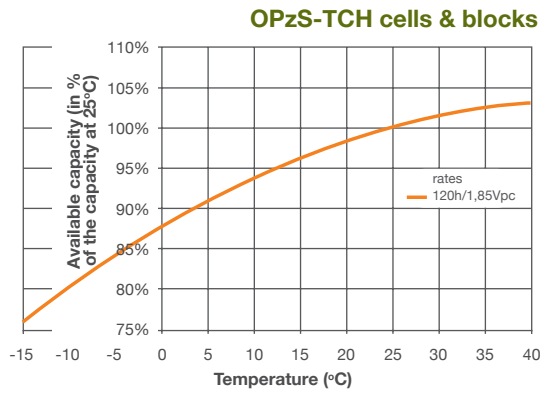
Expected Number of Cycles vs. DoD



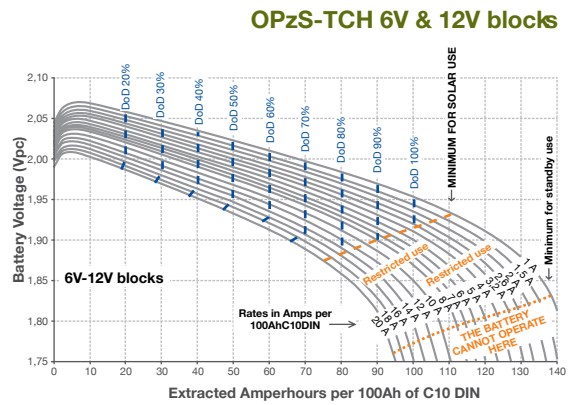
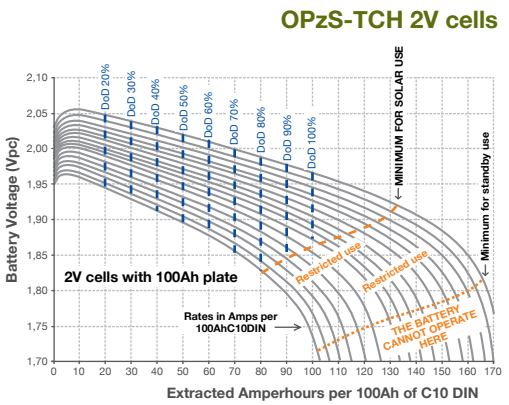
Self-discharge characteristics



Capacity vs temperature



Guidance for the Initial Low-voltage Disconnect Settings (25°C Reference Temperature)



Schneider Electric Xantrex™ Controlador de carga solar XW MPPT 80 600

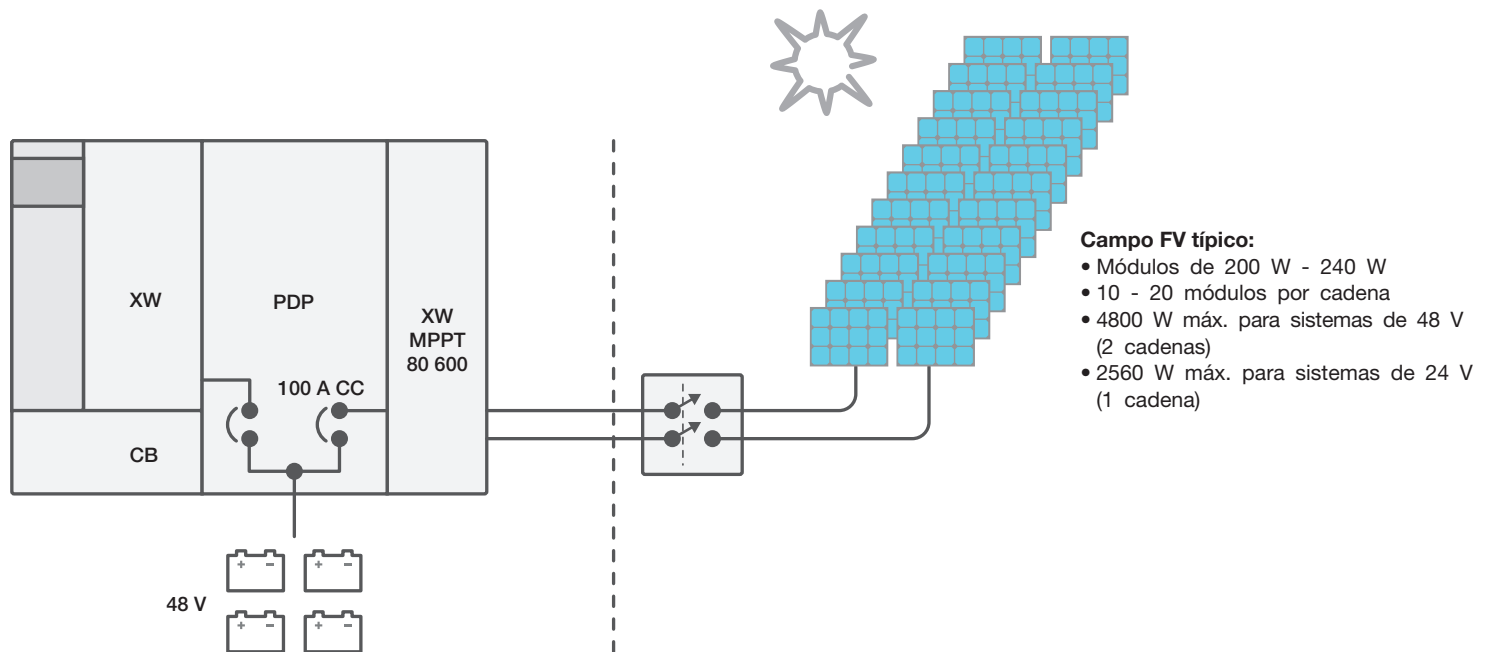
El controlador de carga solar XW MPPT 80 600 ofrece un conjunto de innovadoras características exclusivas: elevada tensión de entrada FV (hasta 600 V CC), seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT) y una intensidad de carga de 80 A. Una tensión de entrada FV de 600 V CC permite reducir los costes de instalación a través de un menor número de cadenas FV, conectividad directa, ahorro de cableado y la práctica eliminación de interruptores y cajas combinadoras FV. La tecnología MPPT ayuda a aprovechar la mayor cantidad de energía disponible en el campo FV, independientemente de las condiciones ambientales. La intensidad de carga de la batería de 80 A permite la conexión de campos FV de hasta 4800 W (para bancos de baterías de 48 V).

Características

- Hasta 600 V CC de entrada
 - Intervalo máximo de tensión: 230 a 550 V CC
 - Intervalo de funcionamiento: 195 a 550 V CC
 - Intervalo MPPT: 195 a 510 V CC
 - Tensión de inicio del campo FV: 230 V CC
- 80 A de salida; batería de 48 V o 24 V (nominales)
- Potencia máxima (4800 W; 2560 W) hasta 45 °C (113 °F)
- Algoritmo MPPT de barrido rápido
- Cargador de batería de dos o tres etapas, con ecualización
- Configuración del tipo de batería: FLA, AGM, Gel y Personalizada
- Compensación de temperatura de batería
- Alta eficiencia: 96% nom. a 48 V; 94% nom. a 24 V
- Pérdida por consumo reducida (0,5 W; desconexión de alimentación Xanbus)
- GFP e indicador integrados
- Protección de sobretensión y sobreintensidad de entrada
- Protección de sobreintensidad y de realimentación de salida
- Protección contra sobrecalentamiento
- Compatibilidad con celdas FV: monocristalinas, policristalinas, cadenas y de película fina
- Sistema de puesta a tierra del campo FV seleccionable: (+), (-) o aislado de tierra
- Sistema con conexión de positivo o negativo a tierra
- Xanbus compatible con AGS, pasarelas, SCP y XW
- Salida AUX (de contacto seco, forma C)
- Montaje compatible con panel PDP (30 x 8,5 x 8,5 in)
- Ventiladores de refrigeración de velocidad variable



Configuración típica del sistema



Xantrex™ XW MPPT 80 600

Nombre abreviado del dispositivo

XW MPPT 80 600

Especificaciones eléctricas

Tensión nominal de la batería	24 y 48 V (48 V por defecto)
Máxima tensión del campo FV (en funcionamiento)	195 a 550 V
Máxima tensión del campo FV en circuito abierto	600 V
Máxima intensidad de entrada del campo FV	35 A
Tamaño de cable en conducto	13,5 mm ² a 2,5 mm ² (n.º 6 AWG a n.º 14 AWG)
Método de regulación del cargador:	Tres etapas (en bruto, absorción y flotación) Dos etapas (en bruto y absorción)

Especificaciones generales

Consumo nocturno	< 1 W
Material del envoltorio	Chasis metálico ventilado para interiores, fabricado en chapa de aluminio con orificios pretrouquetados de 22,22 mm y 27,76 mm (7/8 in y 1 in) y disipador de calor de aluminio
Peso del dispositivo	13,5 kg (29,8 lb)
Peso con embalaje	17,4 kg (38,3 lb)
Dimensiones del dispositivo (Al x An x P)	76 x 22 x 22 cm (30 x 8,625 x 8,625 in)
Dimensiones con embalaje (Al x An x P)	87 x 33 x 27 cm (34,3 x 13 x 10,6 in)
Montaje del dispositivo	Montaje vertical en pared
Temperatura de funcionamiento	-20 °C a +65 °C (-4 °F a 149 °F), derrateo por encima de +45 °C
Temperatura de almacenamiento	-40 °C a +85 °C (-40 °F a +185 °F)
Altitud de funcionamiento	0 a 2000 m sobre el nivel del mar (0 a 6562 ft)
Garantía	Cinco años de garantía estándar
Referencia	865-1032

Normativas aprobadas

Certificado conforme a UL1741: 2ª Ed. y CSA 107.1-01; marcado CE

Las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso.

Make the most
of your energy

Schneider
Electric



Efficient

- Maximum efficiency of 98.4 %

Safe

- DC surge arrester (SPD type II) can be integrated

Flexible

- DC input voltage of up to 1,000 V
- Multistring capability for optimum system design

Innovative

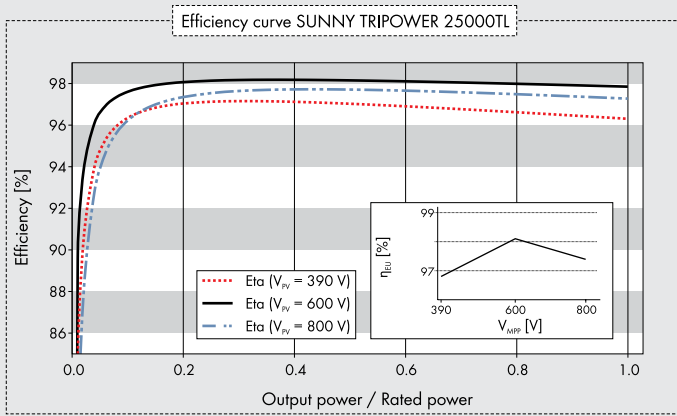
- Cutting-edge grid management functions with Integrated Plant Control*
- Reactive power available 24/7 (QonDemand24/7)*

SUNNY TRIPOWER 20000TL / 25000TL

The versatile specialist for large-scale commercial plants and solar power plants

The Sunny Tripower 20000TL/25000TL is the ideal inverter for large-scale commercial and industrial plants. Not only does it deliver extraordinary high yields with an efficiency of 98.4 %, but it also offers enormous design flexibility and compatibility with many PV modules thanks to its multistring capabilities and wide input voltage range.

The future is now: the Sunny Tripower 20000TL/25000TL comes with cutting-edge grid management functions such as Integrated Plant Control*, which allows the inverter to regulate reactive power at the point of common coupling. Separate controllers are no longer needed, lowering system costs. Another new feature—reactive power provision on demand (QonDemand24/7)*.



Accessories



RS485 interface
DM-485CB-10



Power Control Module
PWCMOD-10



DC surge arrester (Type II), inputs A and B DCSPD
KIT3-10



Speedwire/Webconnect interface
SWDM-10



Multifunction relay
MFR01-10

¹ Does not apply to all national appendices of EN 50438

● Standard features ○ Optional features – Not available
Data at nominal conditions
Last updated: August 2014

Technical Data	Sunny Tripower 20000TL	Sunny Tripower 25000TL
Input (DC) Input (DC)		
Max. DC power (@ cos φ = 1)	20440 W	25550 W
Max. input voltage	1000 V	1000 V
MPP voltage range / rated input voltage	320 V to 800 V / 600 V	390 V to 800 V / 600 V
Min. input voltage / start input voltage	150 V / 188 V	150 V / 188 V
Max. input current input A / input B	33 A / 33 A	33 A / 33 A
Number of independent MPP inputs / strings per MPP input	2 / A:3; B:3	2 / A:3; B:3
Output (AC)		
Rated power (@ 230 V, 50 Hz)	20000 W	25000 W
Max. AC apparent power	20000 VA	25000 VA
AC nominal voltage	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
Nominal AC voltage range	160 V to 280 V	160 V to 280 V
AC grid frequency / range	50 Hz, 60 Hz / -6 Hz to +5 Hz	50 Hz, 60 Hz / -6 Hz to +5 Hz
Rated power frequency / rated grid voltage	50 Hz / 230 V	50 Hz / 230 V
Max. output current	29 A	36.2 A
Power factor at rated power	1	1
Adjustable displacement power factor	0 overexcited to 0 underexcited	0 overexcited to 0 underexcited
Feed-in phases / connection phases	3 / 3	3 / 3
Efficiency		
Max. efficiency / European Efficiency	98.4 % / 98.0 %	98.3 % / 98.1 %
Protective devices		
DC-side disconnection device	●	●
Ground fault monitoring / grid monitoring	● / ●	● / ●
DC surge arrester (type II) can be integrated	○	○
DC reverse polarity protection / AC short-circuit current capability / galvanically isolated	● / ● / -	● / ● / -
All-pole sensitive residual-current monitoring unit	●	●
Protection class (according to IEC 62103) / overvoltage category (according to IEC 60664-1)	I / III	I / III
General data		
Dimensions (W / H / D)	665 / 690 / 265 mm (26.2 / 27.2 / 10.4 inch)	665 / 690 / 265 mm (26.2 / 27.2 / 10.4 inch)
Weight	61 kg (134.48 lb)	61 kg (134.48 lb)
Operating temperature range	-25 °C to +60 °C (-13 °F to +140 °F)	-25 °C to +60 °C (-13 °F to +140 °F)
Noise emission (typical)	51 dB(A)	51 dB(A)
Self-consumption (at night)	1 W	1 W
Topology / cooling concept	Transformerless / Opticool	Transformerless / Opticool
Degree of protection (as per IEC 60529)	IP65	IP65
Climatic category (according to IEC 60721-3-4)	4K4H	4K4H
Maximum permissible value for relative humidity (non-condensing)	100 %	100 %
Features		
DC connection / AC connection	SUNCLIX / spring-cage terminal	SUNCLIX / spring-cage terminal
Display	-	-
Interface: RS485, Speedwire/Webconnect	○ / ●	○ / ●
Multifunction relay / Power Control Module	○ / ○	○ / ○
Guarantee: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 years	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○
Planned certificates and permits (more available on request)	AS 4777, BDEW 2008, C10/11, CE, CEI 0-16, CEI 0-21, EN 50438 ¹ , G59/3, IEC61727, IEC 62109-1/2, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PPC, RD 1699, RD 661/2007, SI4777, UTE CE15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, VFR 2014	
Type designation	STP 20000TL-30	STP 25000TL-30