



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES**

**Grado en Ingeniería Eléctrica**

# **Instalación solar fotovoltaica aislada para colegio infantil**

**Autor:**

**Ramos Rodríguez, Juan Francisco**

**Tutores:**

**Pérez García, Julián Manuel  
Depto. Ingeniería Eléctrica**

**Rojo Giménez, María Blanca  
Depto. Ingeniería Eléctrica**

**Valladolid, julio de 2015.**



*A mis padres,  
Juan Francisco y María Isabel*



# AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a:

- Mi familia, por su apoyo incondicional en los buenos y malos momentos.
- Patricia, por escucharme y aconsejarme cada día.
- Mis tutores Julián Manuel Pérez García y María Blanca Rojo Giménez, por su ayuda, comprensión, paciencia y cercanía.
- Lucía, la propietaria de la guardería “LA ESCUELITA del Viejo Coso”, por su ayuda y paciencia para determinar los consumos tipo de una guardería.



## RESUMEN

Este Trabajo de Fin de Grado (TFG) trata sobre el dimensionado y justificación de los componentes de una instalación solar fotovoltaica aislada destinada a alimentar los consumos de un colegio/guardería infantil. Para ello, se usará el software PVsyst, una potente herramienta de cálculo que realiza una simulación en el tiempo del estado de la instalación, determinado el número y características de los elementos a instalar.

Aunque desde el punto de vista económico la viabilidad del proyecto puede verse comprometida, el motivo por el que se ha optado por este tipo de instalación es el entorno en el que se encontrará dicha guardería.

La guardería estará ubicada en Amayuelas de Abajo, un Amayuelas de Abajo es un municipio ecológico en el que existe un gran compromiso con el medio ambiente, pues este lugar basa su economía en un desarrollo sostenible y empleos “verdes”.

Palabras clave: Fotovoltaica, aislada, dimensionado, simulación, PVsyst.





## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>MEMORIA .....</b>	<b>3</b>
2.1	ANTECEDENTES .....	5
2.1.1	INTRODUCCIÓN A LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA .....	5
2.1.2	EL SOL.....	5
2.1.3	TERMINOLOGÍA .....	6
2.1.4	RADIACIÓN SOLAR .....	7
2.1.5	EL EFECTO FOTOELÉCTRICO. ....	10
2.1.6	ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	12
2.2	GENERALIDADES.....	34
2.2.1	OBJETO DEL PROYECTO.....	34
2.2.2	JUSTIFICACIÓN.....	35
2.2.3	NORMATIVA .....	35
2.2.4	SOFTWARE DE CÁLCULO .....	36
2.3	LOCALIZACIÓN Y CLIMATOLOGÍA.....	36
2.4	DEMANDA ENERGÉTICA .....	38
2.4.1	POTENCIA INSTALADA.....	38
2.4.2	HORAS DE FUNCIONAMIENTO.....	41
2.4.3	CONSUMOS .....	47
2.5	ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN .....	49
2.5.1	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....	49
2.5.2	ESTRUCTURA SOPORTE.....	53
2.5.3	CAJAS DE CONEXIONES .....	54
2.5.4	REGULADORES DE CARGA .....	56
2.5.5	BATERÍAS .....	58
2.5.6	INVERSOR/CARGADOR.....	60
2.5.7	GRUPO ELECTRÓGENO .....	62
2.6	CABLEADO Y CANALIZACIONES.....	63
2.6.1	CABLEADO .....	63
2.6.2	CANALIZACIONES .....	66
2.6.3	RESUMEN .....	66

2.7	PROTECCIONES.....	67
2.8	TOMA DE TIERRA.....	68
2.9	VENTILACIÓN DE LA SALA DE BATERÍAS .....	68
<b>3</b>	<b>CÁLCULOS .....</b>	<b>69</b>
3.1	INTRODUCCIÓN .....	71
3.2	DEMANDA ENERGÉTICA .....	71
3.2.1	POTENCIA INSTALADA.....	71
3.2.2	HORAS DE FUNCIONAMIENTO.....	73
3.2.3	CONSUMOS .....	80
3.3	DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	82
3.3.1	ESTUDIO PRELIMINAR .....	82
3.3.2	ESTUDIO DEFINITIVO.....	97
3.3.3	RESUMEN DEFINITIVO .....	128
3.4	CABLEADO .....	128
3.4.1	CRITERIOS .....	129
3.4.2	TUBOS PROTECTORES.....	130
3.4.3	CÁLCULO DE LA SECCIÓN ENTRE LOS MÓDULOS Y LAS CAJAS DE CONEXIONES	130
3.4.4	CÁLCULO DE LA SECCIÓN ENTRE LAS CAJAS DE CONEXIONES Y LOS REGULADORES.....	134
3.4.5	CABLEADO ENTRE LOS REGULADORES Y LAS BATERÍAS .....	138
3.4.6	CABLEADO ENTRE LAS BATERÍAS Y EL INVERSOR (B-I) .....	142
3.4.7	CABLEADO ENTRE EL INVERSOR Y EL CUADRO GENERAL DE ALIMENTACIÓN (I-CG) .....	143
3.4.8	CABLEADO ENTRE EL GENERADOR Y EL INVERSOR (G-I) .....	145
3.4.9	CORRECCIÓN DE LA CAÍDA DE TENSIÓN.....	146
3.4.10	CORRECCIÓN DE LA SECCIÓN ENTRE LOS MÓDULOS Y LAS CAJAS DE CONEXIONES.....	146
3.4.11	CORRECCIÓN DE LA SECCIÓN ENTRE LAS CAJAS DE CONEXIONES Y LOS REGULADORES .....	150
3.5	PROTECCIONES.....	153
3.6	TOMA DE TIERRA.....	153
3.7	VENTILACIÓN DEL LOCAL DE BATERÍAS .....	155
3.7.1	REQUISITOS DE VENTILACIÓN.....	155
3.7.2	VENTILACIÓN NATURAL .....	157

<b>4 PLANOS .....</b>	<b>159</b>
4.1 SITUACIÓN .....	161
4.2 EMPLAZAMIENTO .....	161
4.3 PLANTA .....	161
4.4 VISTAS DE LOS PANELES.....	161
4.5 GRAPADO DE LOS PANELES.....	161
4.6 VISTAS DEL CUARTO DE EQUIPOS .....	161
4.7 ESQUEMA UNIFILAR.....	161
<b>5 PLIEGO DE CONDICIONES.....</b>	<b>175</b>
5.1 CONDICIONES GENERALES.....	177
5.1.1 OBJETO.....	177
5.1.2 ÁMBITO .....	177
5.1.3 DOCUMENTOS DEL PROYECTO.....	177
5.1.4 NORMATIVA .....	178
5.2 CONDICIONES FACULTATIVAS .....	179
5.2.1 CONTRATO .....	179
5.2.2 DELIMITACIÓN DE FUNCIONES DE LOS AGENTES INTERVINIENTES.....	180
5.2.3 OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA.....	181
5.2.4 CONDICIONES GENERALES DEBIDAS A LOS TRABAJOS O A LOS MATERIALES	184
5.2.5 RECEPCIÓN DE LAS OBRAS.....	188
5.3 CONDICIONES ECONÓMICAS .....	191
5.3.1 PRECIOS UNITARIOS .....	191
5.3.2 ABONO DE LOS TRABAJOS.....	192
5.3.3 FIANZAS .....	194
5.3.4 SANCIONES.....	195
5.4 CONDICIONES TÉCNICAS.....	196
5.4.1 COMPONENTES Y MATERIALES .....	196
5.4.2 RECEPCIONES Y PRUEBAS .....	204
5.4.3 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO.....	205
<b>6 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>209</b>
6.1 INTRODUCCIÓN .....	211

6.1.1	OBJETO DEL ESTUDIO .....	211
6.1.2	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD 211	
6.1.3	CAMPO DE APLICACIÓN .....	212
6.2	DESARROLLO DEL ESTUDIO .....	212
6.2.1	ASPECTOS GENERALES .....	212
6.2.2	FACTORES DE RIESGO .....	212
6.2.3	IDENTIFICACIÓN Y NOTIFICACIÓN DE RIESGOS .....	213
6.2.4	PRINCIPALES RIESGOS EN LA INSTALACIONES SOLARES .....	214
6.2.5	BOTIQUINES.....	230
6.2.6	ASISTENCIA A ACCIDENTADOS.....	230
6.2.7	PROTECCIONES .....	230
6.2.8	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA.....	232
6.3	PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES.....	233
6.3.1	NORMAS OFICIALES .....	233
6.3.2	OBLIGACIONES DEL PROMOTOR .....	234
6.3.3	COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.....	234
6.3.4	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO .....	235
6.3.5	OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS .....	236
6.3.6	OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS.....	237
6.3.7	LIBRO DE INCIDENCIAS .....	238
6.3.8	PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS .....	238
6.3.9	DERECHOS DE LOS TRABAJADORES .....	238
6.3.10	PREVISIONES E INFORMACIONES ÚTILES PARA TRABAJOS POSTERIORES	239
<b>7</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>241</b>
7.1	DEFINICIÓN DE OBJETIVOS .....	243
7.2	ESTUDIO GENERAL DE LA GUARDERIA.....	243
7.2.1	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS .....	244
7.2.2	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES.....	245
7.3	DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO .....	245
7.3.1	EFECTOS DE LA INSTALACIÓN SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS .....	245
7.3.2	FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS Y DEFINICIÓN DE LA AFECCIÓN	249

7.3.3	EFFECTOS PRODUCIDOS ACCIÓN-FACTOR.....	251
7.3.4	CUANTIFICACION DE LA MAGNITUD DEL IMPACTO ORIGINADO POR CADA ACCION SOBRE CADA FACTOR DEL MEDIO. MATRIZ DE IMPORTANCIA.....	252
7.3.5	ANÁLISIS Y CONCLUSIONES.....	256
7.3.6	MEDIDAS CORRECTORAS PROPUESTAS .....	256
7.3.7	PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL .....	257
<b>8</b>	<b>PRESUPUESTO .....</b>	<b>259</b>
8.1	PRECIOS UNITARIOS DESCOMPUESTOS .....	261
8.1.1	MÓDULO FOTOVOLTAICO LG300N1C-A3 .....	261
8.1.2	ESTRUCTURA SOPORTE DE ALUMINIO .....	261
8.1.3	CAJA DE CONEXIONES SOLARMAX.....	261
8.1.4	REGULADOR DE CARGA STECA TAROM 4140 .....	262
8.1.5	BATERÍAS EXIDE CLASICC OPZS SOLAR 2500.....	262
8.1.6	BANCADA PARA BATERÍAS.....	262
8.1.7	INVERSOR SCHNEIDER XANTREX XW6048.....	262
8.1.8	GRUPO ELECTRÓGENO GENERGY GUARDIÁN SC-6 .....	263
8.1.9	CABLEADO .....	263
8.1.10	PROTECCIONES.....	265
8.1.11	PUESTA A TIERRA.....	266
8.2	MEDICIONES Y PRESUPUESTO .....	267
8.2.1	INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA.....	267
8.2.2	CABLEADO .....	267
8.2.3	PROTECCIONES .....	267
8.2.4	PUESTA A TIERRA .....	268
8.3	TOTAL PARTIDAS .....	268
8.4	PRESUPUESTO TOTAL.....	268
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>269</b>
<b>10</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>271</b>
10.1	Libros y documentos empleados. ....	271
10.2	Software.....	272
10.3	Páginas web.....	272



# 1 INTRODUCCIÓN

El presente TFG abordará el cálculo de una instalación fotovoltaica aislada para alimentar a una guardería, tratando de dimensionar y justificar todos los elementos necesarios para el correcto funcionamiento de la misma.

Para ello, se necesitará conocer los consumos propios de una guardería infantil y la ubicación de ésta. Dicha guardería estará ubicada en Amayuelas de Abajo, un municipio ecológico de la provincia de Palencia.

La instalación será la única fuente de abastecimiento de energía eléctrica de la guardería, por lo que el dimensionado buscará que siempre exista energía disponible a disposición de los usuarios, es decir, no exista una pérdida de carga.

Además, se analizará la evolución del estado de carga de las baterías, para ver si repercutirá negativamente en la vida media de éstas. Este punto es muy importante, pues las baterías son el componente más caro de una instalación y un dimensionado escaso provocará que se acorte su vida y tengan que ser sustituidas en poco tiempo.

Como punto final, una vez realizado el análisis de las baterías, se optimizará la instalación con el fin de alargar la vida útil de éstas y así aumentar la rentabilidad a largo plazo.





# 2 MEMORIA



## 2.1 ANTECEDENTES

### 2.1.1 INTRODUCCIÓN A LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

Se denomina energía renovable a aquella que proviene de medios naturales y es inagotable. Entre éstas encontramos la energía solar, eólica, hidráulica, geotérmica, mareomotriz y biomasa.

Las energías renovables son además energías limpias, pues no contribuyen a aumentar el efecto invernadero al no generar los gases causantes de éste, como es el CO<sub>2</sub>. Además, tampoco producen gases causantes de lluvia ácida como el SO<sub>2</sub> y los NO. Por último, no genera residuos peligrosos, como por ejemplo los generados con la energía nuclear. Así pues, vemos que las energías renovables son fundamentales para un desarrollo sostenible y una seguridad de abastecimiento de cara al futuro.

En el presente proyecto nos centraremos en el estudio de la energía solar. Este tipo de energía aprovecha la energía procedente del Sol en forma de radiación para transformarla en energía eléctrica. Para ello se emplean ciertos dispositivos y tecnologías que serán descritos en capítulos posteriores.

### 2.1.2 EL SOL

El Sol es la estrella más cercana a la Tierra siendo por ello nuestra principal fuente de energía, nos proporciona luz y calor, necesarios para el desarrollo de la vida en nuestro planeta.

Nació hace unos 4.600 millones de años y aún le queda combustible para unos 6.000 millones más.

El Sol posee una potencia emisora de  $3,7 \cdot 10^{14}$  TW, de la que nos llega a la superficie de la Tierra  $1,7 \cdot 10^5$  TW, es decir, durante una hora nos llega aproximadamente la energía que consume la humanidad en un año. Esta fuente de energía podría poner fin a los combustibles fósiles, pero actualmente existen limitaciones en la captación y almacenamiento de esta energía.

Es el origen de todas las energías renovables:

- Es la fuente de la energía solar.
- Evapora el agua convirtiéndolo en lluvia y con ello permitiendo el almacenamiento de agua en las presas hidráulicas: Energía hidráulica.

- Provoca diferencias de presión que son el origen del viento: Energía eólica.
- Permite realizar la fotosíntesis a las plantas y con ello su crecimiento: Biomasa.
- Indirectamente con la creación del viento aparecen las olas: Energía mareomotriz.

### 2.1.3 TERMINOLOGÍA

A continuación se definirán algunos conceptos clave para el entendimiento de la energía solar fotovoltaica.

- Irradiancia: es la potencia de la radiación solar por unidad de superficie. Su unidad es el  $W/m^2$ .
- Irradiación: es la energía de la radiación solar por unidad de superficie. Su unidad es el  $Wh/m^2$ .
- Irradiancia espectral: es la potencia de la radiación solar por unidad de superficie y de longitud de onda. Su unidad es el  $W/(m^2 \mu m)$ .
- Irradiancia directa: es la radiación que nos llega directamente del Sol. Provoca sombra en los cuerpos. Su unidad es el  $W/m^2$ .
- Irradiancia difusa: es la radiación que nos llega de todas las direcciones excepto la que llega directamente del Sol. Es la que existe un día nublado. No provoca sombra en un cuerpo. Su unidad es el  $W/m^2$ .
- Irradiancia reflejada. Parte de la radiación reflejada por el suelo. Su unidad es el  $W/m^2$ .
- Irradiancia global: es la suma de la irradiancia directa, difusa y reflejada. Es el total de la radiación que llega a un lugar. Su unidad es el  $W/m^2$ .
- Albedo: es el porcentaje de radiación reflejado por una superficie frente a la radiación que incide en esta.



*Distintas clases de irradiancia. Fuente: <http://www.ecopotencia.com>*

### 2.1.4 RADIACIÓN SOLAR

En los equinoccios (principio de la primavera y del otoño) el Sol se ve con un ángulo de 32 minutos, que es lo suficientemente pequeño como para considerar que todos los rayos emitidos por éste nos llegan paralelos y procedentes de su centro.

La radiación que llega al exterior de la atmosfera terrestre, medida perpendicularmente a los rayos solares es 1.367 W/m<sup>2</sup>. A este valor se le conoce con el nombre de constante solar.

	Ultravioleta	Visible	Infrarrojo
Rango de longitudes de onda (µm)	0 - 0,38	0,38 - 0,78	0,78 - ∞
Fracción de la radiación (%)	6,4	48	45,6
Potencia (W/m <sup>2</sup> )	87	657	623

*Distribución espectral de la radiación solar extraterrestre. Fuente: Ingeniería Fotovoltaica de E. Lorenzo Volumen III.*

Si bien es cierto, la radiación extra-atmosférica sufre variaciones. La tierra, debido a su órbita elíptica, varía su distancia al Sol lo que hace que la radiación sufra una variación del ±3%. Además la Tierra también gira respecto a su eje, lo que provoca las variaciones entre el día y la noche sobre una determinada región. Estos procesos están bien estudiados y se puede estimar la radiación a lo largo del tiempo que incidirá sobre una superficie concreta.

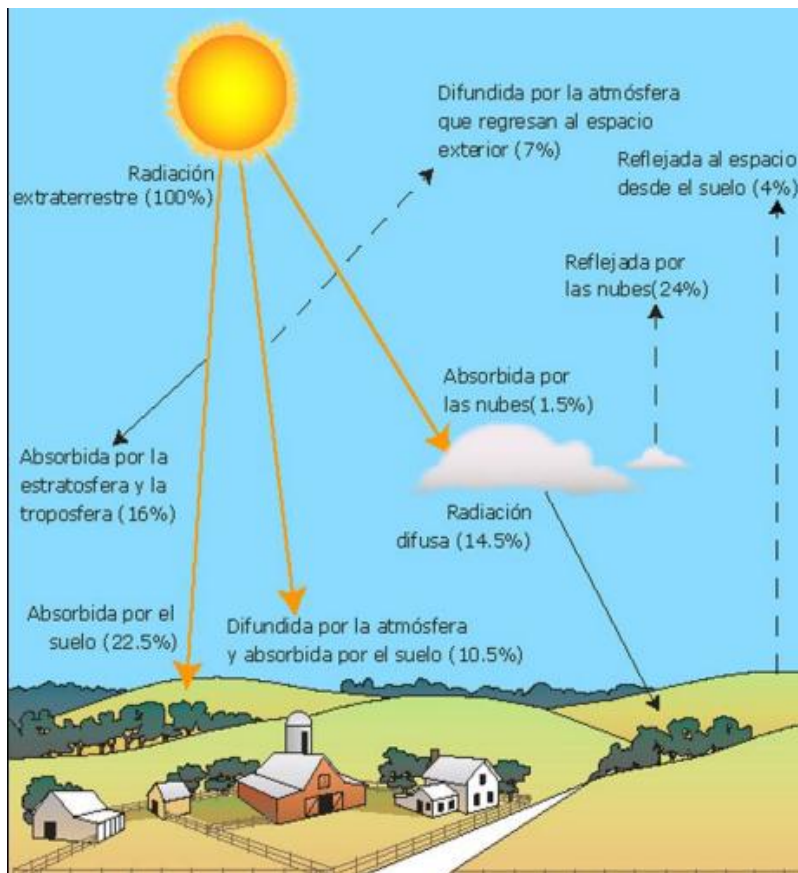
Pero no toda la radiación que llega al exterior de la atmosfera es la que finalmente nos llega a nosotros.

Aproximadamente un tercio de la radiación extra-atmosférica es devuelta al espacio debido a fenómenos de reflexión, difusión y refracción. La difusión es debida a la interacción de la radiación con las moléculas del aire, agua y polvo. Ésta se produce principalmente en el color azul, debido a su longitud de onda, y es la responsable de que veamos el cielo azul. La superficie de la Tierra refleja hacia el espacio aproximadamente el 4% de la radiación que le llega. También se produce reflexión en las nubes y al atravesar los rayos la atmósfera.

Una quinta parte se pierde debido a la absorción producida en la atmosfera y en las nubes. La absorción se debe principalmente al ozono, al vapor de agua y al CO<sub>2</sub>. Es mayor en el azul que en el rojo y es la responsable del color del color rojo de las salidas y las puestas de sol, ya que los rayos de sol tienen que recorrer una mayor distancia para llegar al suelo y el color azul es absorbido casi totalmente.

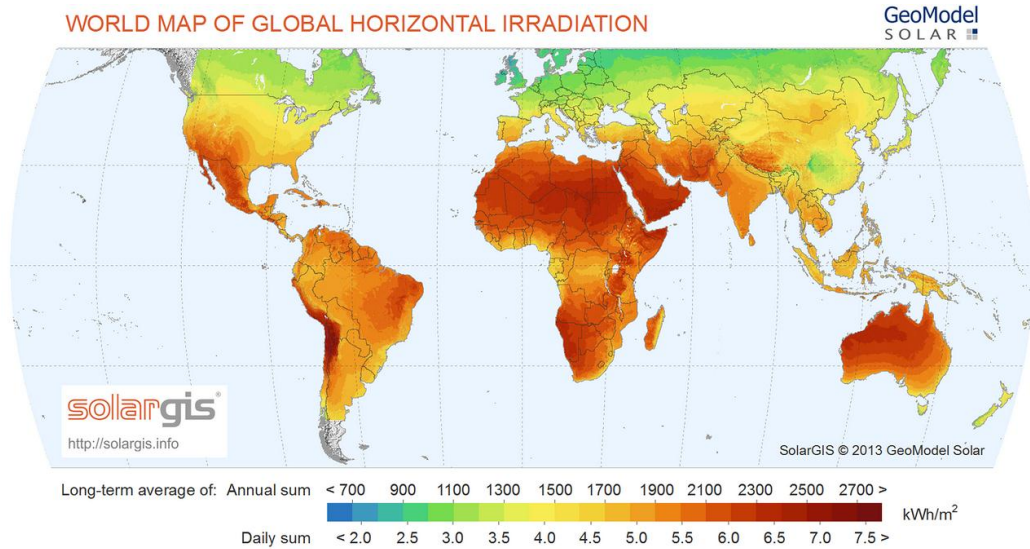
Haciendo cuentas vemos que al final la radiación incidente sobre la superficie un día está entorno a la mitad de la que llega a la capa exterior de la atmósfera.

Por lo tanto, vemos que las nubes provocan una gran pérdida de la radiación incidente sobre la Tierra. Debido a la reflexión en las nubes se puede perder casi una cuarta parte de la radiación incidente, además debido a la difusión y absorción ocurridas en éstas perdemos otro porcentaje importante. Un día despejado podrían acabar llegando a la superficie de nuestro planeta unos  $1.000 \text{ W/m}^2$  o incluso más, de los  $1.367 \text{ W/m}^2$  que habíamos asumido como el valor fijo que llega al exterior de la atmosfera. Sin embargo, un día muy nublado la radiación que llega a la superficie es muy escasa, pudiendo reducirse a valores de  $60 - 80 \text{ W/m}^2$ .



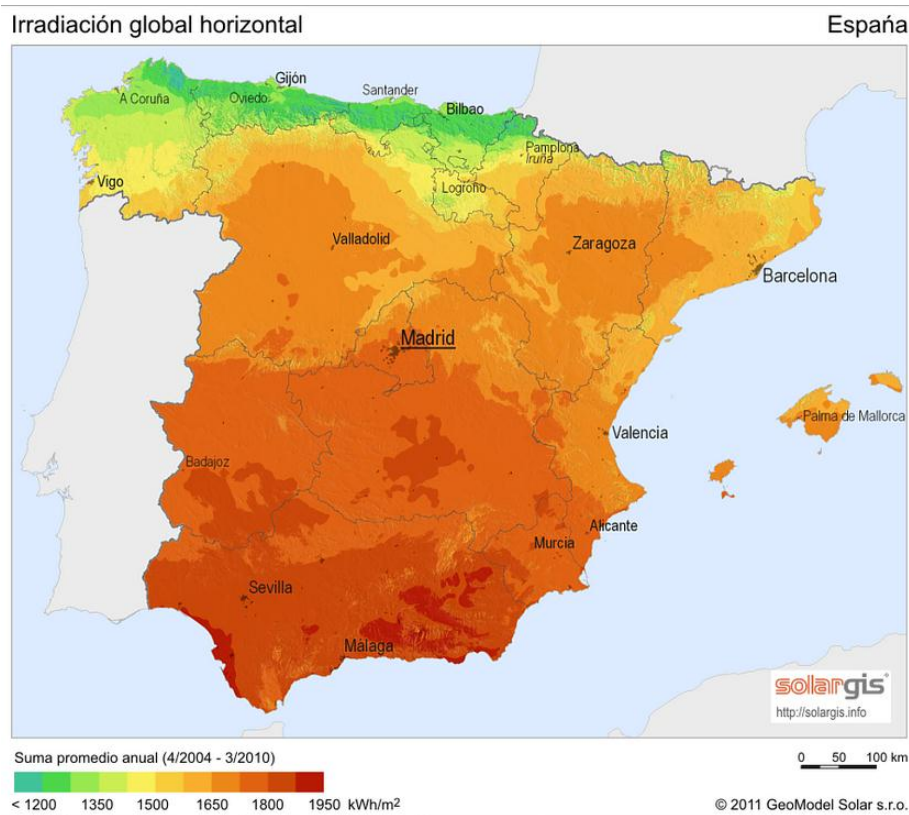
*Pérdidas en la radiación solar extra-atmosférica. Fuente: <http://losenergeticos4.blogspot.com.es>*

En el siguiente mapa podemos ver la irradiación media diaria y anual en el plano horizontal a nivel mundial. Llama la atención que los valores son muy bajos respecto a los valores que cabría esperar, ya que habíamos dicho anteriormente que la irradiancia podía llegar a  $1.000 \text{ W/m}^2$ , pero esto es debido a que la radiación varía a lo largo del día, es cero por la noche y máxima en las horas centrales del día. A lo largo de un día nos llega la misma irradiancia que si tuviéramos solamente 5 o 6 horas diarias pero a la máxima potencia.



*Irradiación media diaria y anual en el mundo. Fuente: <http://solargis.info/>*

También podemos ver una representación más detallada del mapa de España.

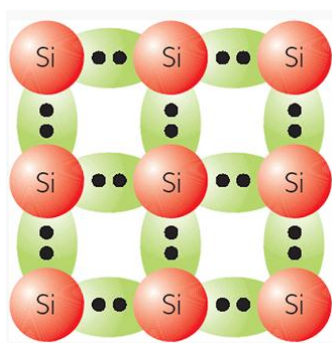


*Irradiación media diaria y anual en España. Fuente: <http://solargis.info/>*

### 2.1.5 EL EFECTO FOTOELÉCTRICO.

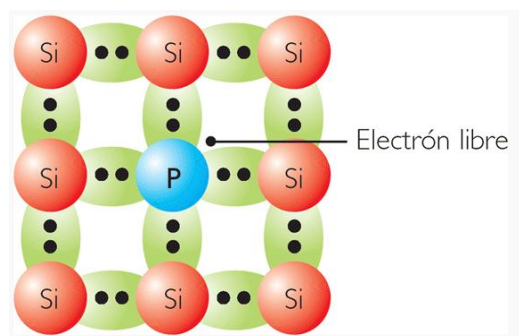
El efecto fotoeléctrico es un fenómeno por el cual un material es capaz de emitir una corriente eléctrica cuando incide sobre él la luz. Cuando los fotones de la luz interactúan con los electrones del material sobre el que inciden, estos son “arrancados” de sus átomos, dando lugar a un movimiento de electrones y por consiguiente a una corriente eléctrica.

El silicio posee cuatro electrones de valencia que enlazan con los átomos de la periferia, es decir, comparte sus electrones con otros cuatro átomos.



*Estructura cristalina del silicio puro en la que comparte sus electrones de valencia. Fuente: <http://www.tecnologia-informatica.es/>*

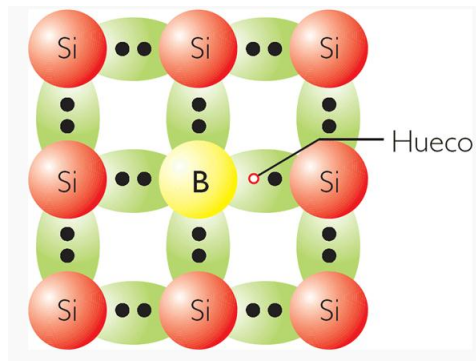
Para conseguir este fenómeno, una célula fotovoltaica consta de dos capas de silicio dopadas con otros átomos. Una de estas capas está dopada con átomos de elementos que incrementan el número de electrones (donadores), son elementos pentavalentes como el fósforo, arsénico o antimonio. Esta capa es tipo n, en la que quedan electrones libres.



*Estructura del silicio dopado con fósforo en la que queda un electrón libre (tipo n). Fuente: <http://www.tecnologia-informatica.es/>*

La otra es dopada con átomos que incrementan el número de huecos (aceptores), son elementos cuyos átomos son trivalentes, como son el boro, galio, indio o aluminio. Ésta es tipo p, en la que quedan huecos libres. Ambas capas son eléctricamente neutras, debido a que los átomos que las componen son neutros.

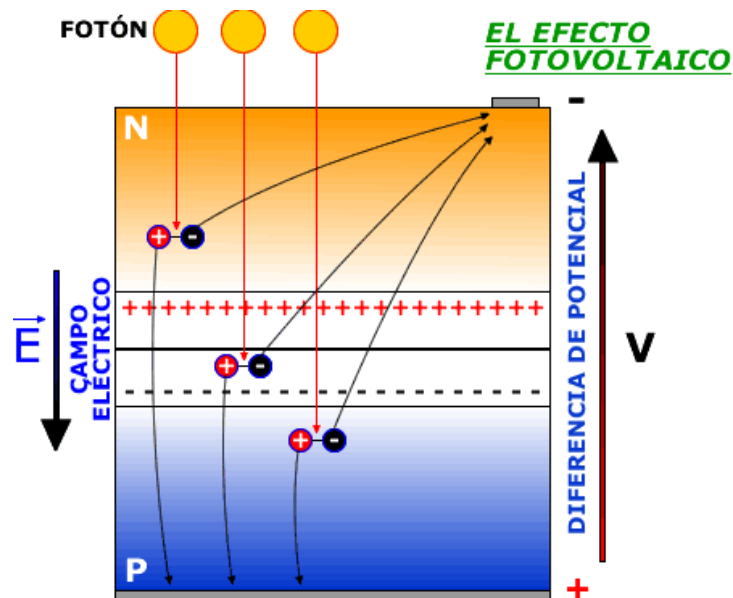




Estructura del silicio dopado con boro en la que queda un hueco libre (tipo p). Fuente: <http://www.tecnología-informatica.es/>

Cuando unimos ambas capas, en la zona próxima a la unión se produce una recombinación de estos electrones y huecos libres, desplazándose los electrones de la región n a la p y los huecos a la inversa, apareciendo así un campo eléctrico. Surge así una carga positiva en la región n y una negativa en la región p.

Cuando incide radiación lumínica sobre el material, un fotón es capaz de arrancar un electrón creando así un electrón libre y un hueco que fluyen en dirección opuesta. El electrón libre es atraído por la carga positiva que se había generado en la región n. El espacio que este ocupaba es rellenado con otro electrón procedente de la capa p, desplazándose así el hueco cada vez más hacia la capa p. Si cerramos el circuito exteriormente, circulará una corriente eléctrica por él.



Los fotones son capaces de arrancar electrones, y estos son atraídos por el campo eléctrico creado como consecuencia de unir ambas capas. Fuente: <http://www.ujaen.es>.

## 2.1.6 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

### 2.1.6.1 Evolución de la energía solar fotovoltaica

Aunque la energía solar fotovoltaica parece de muy reciente aparición, ya que estamos inmersos en el periodo de gran expansión de esta clase de energía, el efecto fotoeléctrico se descubrió en 1839. Es cierto que el desarrollo que ha sufrido esta fuente de energía ha sido muy lento, aunque constante, consiguiendo en los últimos años grandes avances y multiplicando las eficiencias hasta por cuarenta respecto a las primeras células solares construidas. Pero aún queda mucho por hacer y mejorar para que esta energía pueda desbancar a los combustibles fósiles y demás fuentes contaminantes.

La energía solar ya era usada por las antiguas civilizaciones como la romana, griega o china. Además de usar esta energía para la agricultura, disponían las estancias de sus hogares orientadas al Sol según el uso que le fueran a dar para así conseguir una especie de construcción bioclimática. También usaban espejos curvados para concentrar los rayos del Sol en un punto y así conseguir la combustión de objetos.

Pero fue en 1839 cuando el físico francés Alexandre-Edmond Becquerel descubrió el efecto fotoeléctrico. Becquerel estaba experimentando con una pila electrolítica cuando observó que la corriente aumentaba cuando lo exponía a la luz solar.

En 1873 Willoughby Smith descubre el efecto fotovoltaico en sólidos, en concreto, en el selenio.

Cuatro años más tarde, en 1877, W.G. Adams y R.E. Day crearon una célula fotovoltaica de selenio. Ésta tenía un rendimiento muy bajo y apenas tenía aplicación práctica.

Pero primera célula solar propiamente dicha es debida a Charles Fritts, quien en 1883 recubrió una oblea de silicio con una fina capa de oro logrando con ello conseguir una eficiencia del 1%.

En 1905 Albert Einstein, ayudado de estudios anteriores de Faraday, Maxwell, Tesla y Hertz sobre electromagnetismo, proporciono las bases del efecto fotoeléctrico.

La célula de silicio moderna fue patentada en 1946 por Russell Ohl.

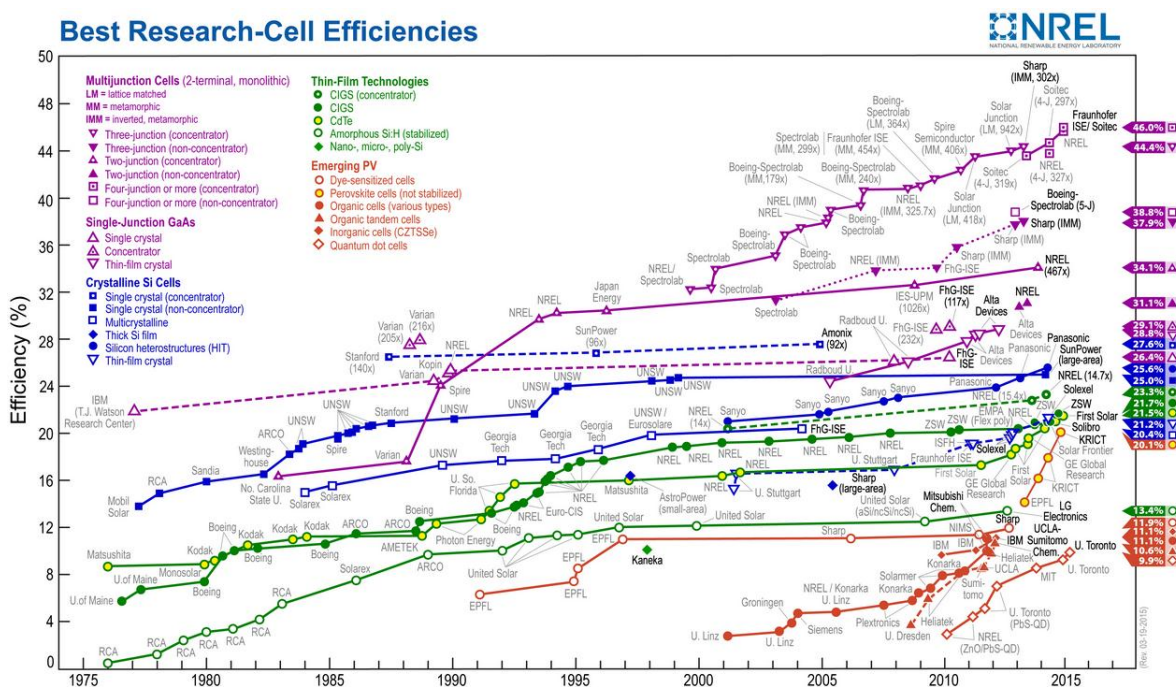
En 1954 los investigadores estadounidenses de los Laboratorios Bell G. Pearson, C.S. Fuller y D. Chapin descubrieron accidentalmente que los semiconductores de silicio dopados con ciertas impurezas eran especialmente

sensibles a la luz. Apareció entonces la primera célula solar con una eficiencia alta para lo que se había conseguido hasta entonces, llegando al 6%.

Posteriormente, casi en los años 60 la empresa Hoffman Electronics consiguió fabricar una célula con un rendimiento del 14%.

Es aquí donde empieza a poder utilizarse las células fotovoltaicas como productoras de energía a mayor escala, y no quedar reducidas a aplicaciones muy pequeñas.

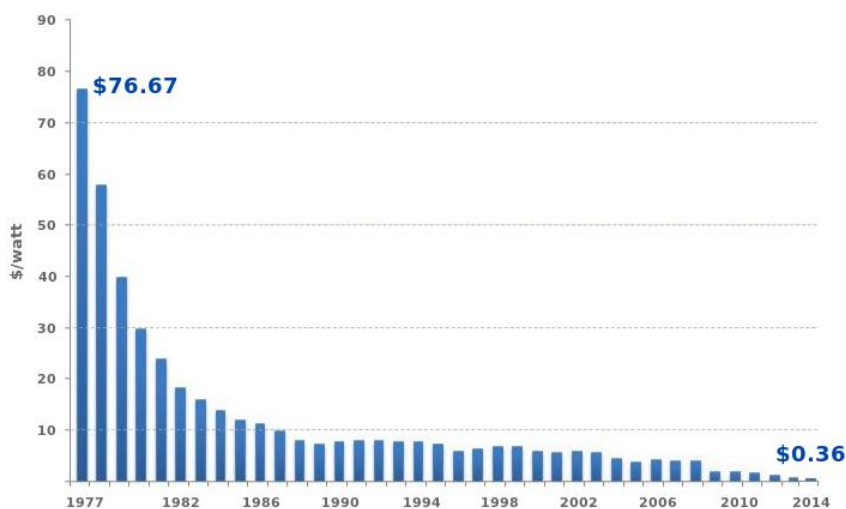
Desde entonces las eficiencias de las células han ido aumentando considerablemente, en parte debido a la aparición de nuevos materiales, llegando en la actualidad a eficiencias de hasta el 46%, si bien es cierto que estas células aun no son comerciales debido a su altísimo precio y a su producción a muy pequeña escala, ya pueden ser adquiridas células con eficiencias de algo más del 20%.



Comparativa de las distintas eficiencias y tecnologías de los paneles fotovoltaicos. Las eficiencias más altas corresponden a ensayos en laboratorios, siendo solo comerciales paneles con eficiencias de hasta un 20-25%. Fuente: NREL.

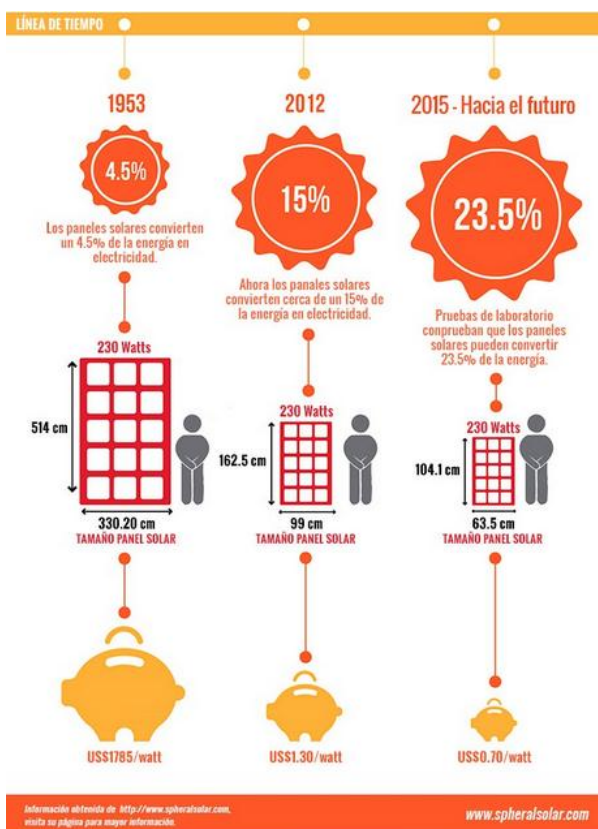
Los precios por el contrario han descendido exponencialmente en los últimos años, desde los 1.500 €/Wp en los años 50, hasta situarse por debajo de 0,5 €/Wp en 2.015, pasando a mediados de los años 70 por unos 70 €/Wp. La “Ley de Swanson”, el equivalente a la fotovoltaica de la “Ley de Moore” de los microprocesadores, afirma que el coste de los paneles fotovoltaicos se ve reducido en un 20% cada vez que se duplica la producción de estos. Además del incremento de producción y mejora de las tecnologías, también han tenido mucho que ver en

los últimos años la llegada al mercado de empresas de origen asiático, la mayor parte chinas, que debido a menores costes de fabricación han disminuido el precio del watio a menos de 50 céntimos de euro.



Source: Bloomberg, New Energy Finance & pv.energytrend.com

Evolución del precio de los paneles fotovoltaicos en \$/W. Fuente: Bloomberg, New Energy Finance and pv.energytrend.com.



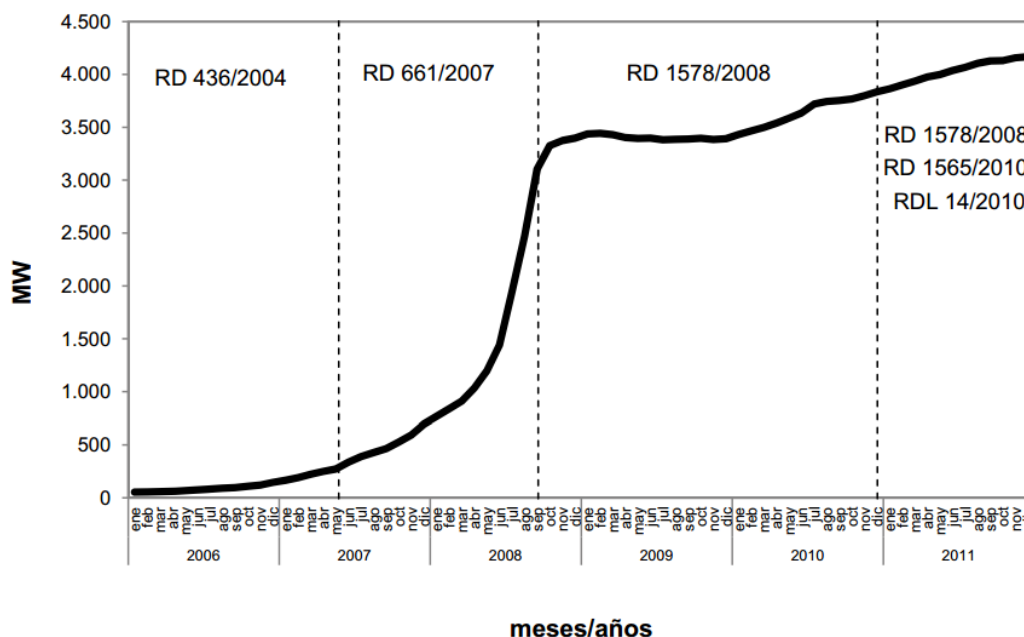
Evolución del precio, tamaño y eficiencia de los paneles fotovoltaicos. Fuente: www.veoverde.com y www.spheralsolar.com.

### 2.1.6.2 Energía solar fotovoltaica en España y el mundo

En la actualidad en España hay instalados unos 4.672 MWp de energía solar fotovoltaica, ocupando el octavo puesto a nivel mundial. Pero en el periodo que abarca del 2.008 al 2.010 fuimos la segunda potencia mundial en cuanto a MWp instalados, solo superada por Alemania. Esto fue debido al RD 661/2007 que establecía una serie de primas a esta clase de energía, por la que se pagaba el kW/h a un precio muy superior al de otras fuentes de energía. Ante la entrada en vigor de este Real Decreto, se instaló mucha potencia a un ritmo muy rápido, pasando de unos 693 MWp en 2.007 a unos 3.354 en 2.008.

Pero en 2.008 se puso fin a estas primas tan altas y con ello la instalación de potencia fotovoltaica en nuestro país quedó estancada, desde ese año solo ha aumentado la potencia instalada en unos 1.300 MWp.

#### EVOLUCIÓN DE LA POTENCIA FOTOVOLTAICA ACUMULADA (2006-2011)



*Evolución de la potencia instalada en los últimos años en función de la normativa vigente. Fuente: [www.eoi.es](http://www.eoi.es)*

En cuanto a nivel mundial, coincidiendo justamente cuando la instalación de la fotovoltaica en España se ha quedado más congelada, ha ocurrido un gran despegue de esta tecnología. Países como Alemania, China, Japón, Italia o EEUU han llevado a cabo una gran apuesta por esta energía limpia.

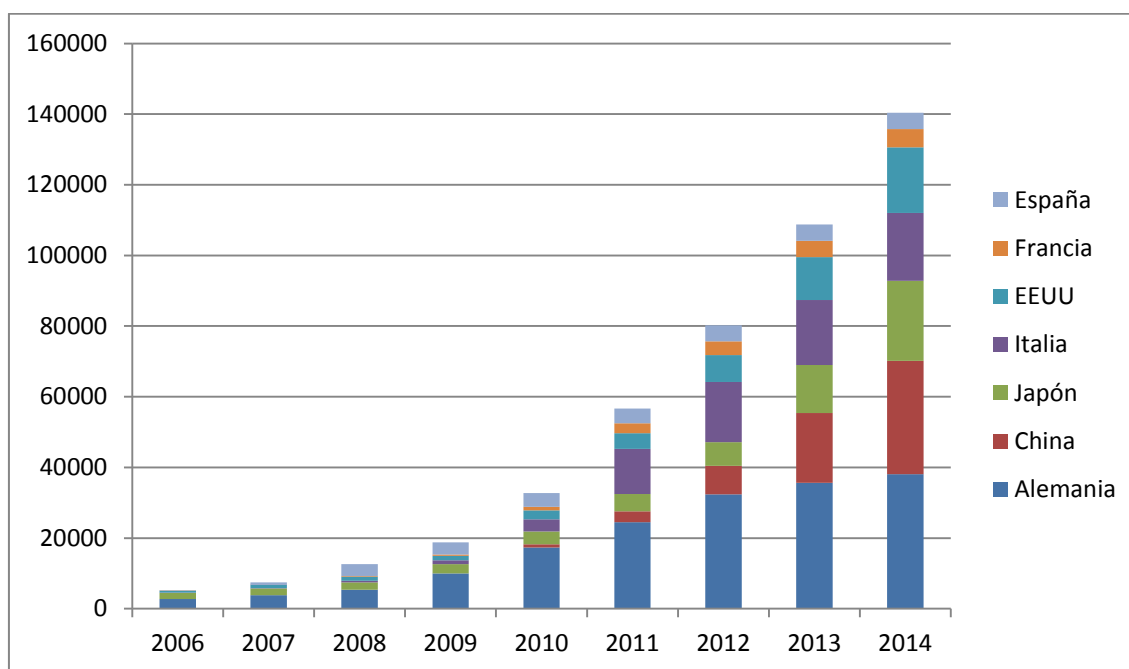
Desde el 2.007 al 2.014 se han instalado en el mundo 170.000 MWp, situándose la cifra de potencia instalada en la actualidad en 184.000 MWp. La mitad de esta potencia ha sido instalada en la Unión Europea.

En la siguiente tabla podemos ver la potencia instalada en los países que más han apostado por ella en los últimos años.

PAÍS	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Total mundial	6915	9443	15772	23210	39778	69684	102024	138900	184000
U.E.	3285	5257	10554	16357	29328	51360	68640	78970	90000
Alemania	2759	3835	5340	9959	17320	24485	32411	35600	38128
China	-	-	-	-	893	3093	8043	19800	32000
Japón	1708	1918	2144	2627	3617	4914	6704	13600	22700
Italia	50	120	458	1157	3502	12764	16987	18400	19200
EEUU	624	830	1168	1255	2519	4383	7665	12100	18600
Francia	43	75	179	335	1025	2831	3843	4598	5095
España	145	693	3354	3438	3892	4214	4537	4667	4672

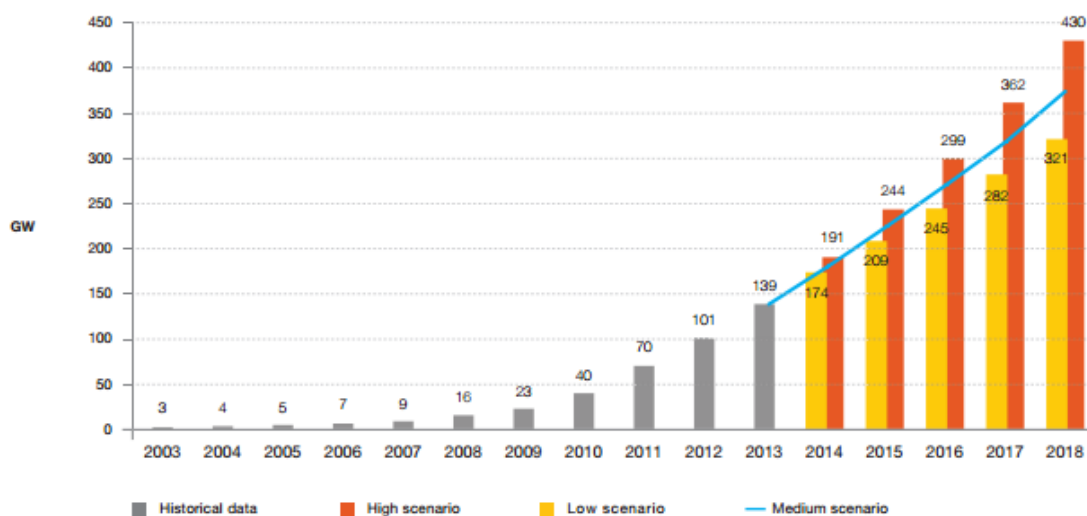
*Evolución de la potencia fotovoltaica instalada en MWp en los 8 países con más vatios de esta tecnología.*

Como podemos ver en el siguiente gráfico, 140.000 de los 184.000 MWp mundiales están repartidos entre los 8 países con mayor potencia instalada a finales de 2.014.



*Países con mayor potencia fotovoltaica instalada a finales de 2014.*

La previsión es que la energía solar fotovoltaica siga creciendo a pasos agigantados, al ritmo que lo viene haciendo en los tres últimos años. Está previsto que en el 2018 duplique la cantidad de MW que hay instalados en la actualidad.



*Evolución de la potencia prevista instalada mundial para los próximos años en GW. Aparecen la potencia mínima, máxima y media esperada para cada año. Fuente: [www.epia.com](http://www.epia.com)*

### 2.1.6.3 Ventajas e inconvenientes de la energía solar fotovoltaica.

La energía solar fotovoltaica cuenta con numerosas ventajas frente a pocos inconvenientes, convirtiéndola en una potencial fuente de energía para un futuro sostenible.

Entre las ventajas encontramos:

- Es una fuente de energía renovable y por lo tanto inagotable.
- No contribuye al efecto invernadero, pues no produce emisiones de gases en su funcionamiento.
- Es independiente de las importaciones energéticas.
- Descentralizada, puede instalarse allí donde haga falta, como áreas rurales donde no llega la electricidad.
- Actualmente, alta integración en los edificios substituyendo elementos constructivos por paneles fotovoltaicos.
- Los paneles no producen ruido.
- Mantenimiento sencillo y de bajo coste.
- Costes de operación muy bajos.
- Alta fiabilidad.
- Escaso tiempo de montaje.
- Gran modularidad, simplemente añadiendo módulos alcanzamos las

necesidades requeridas.

Por el contrario, tenemos los siguientes inconvenientes:

- Alta inversión inicial, los precios de los paneles han disminuido mucho, pero las baterías y otros componentes aún continúan siendo caros.
- Rendimientos bajos, aunque están aumentando los rendimientos comerciales aún son bajos, lo que requiere un gran terreno para producir energía a gran escala.
- Los lugares donde más radiación hay son lugares desérticos y alejados de las ciudades.
- Dependencia del Sol, por lo que los días nublados y por la noche no se produce energía.

#### **2.1.6.4 Clasificación de instalaciones solares fotovoltaicas**

Cuando planeamos y diseñamos una instalación para aprovechar la energía solar fotovoltaica, lo hacemos buscando uno de estos objetivos:

- Electrificar una zona concreta, como una casa o torre de comunicaciones en una zona aislada de la red eléctrica, o bien buscando otros fines pero siempre la finalidad es dar servicio a esa instalación.
- Inyectar energía a la red eléctrica para conseguir un beneficio económico. Esto se hace a gran escala y realizando una gran inversión.

Atendiendo a estos dos criterios podemos distinguir entre instalaciones aisladas e instalaciones conectadas a red. Este proyecto tratará una de las primeras.

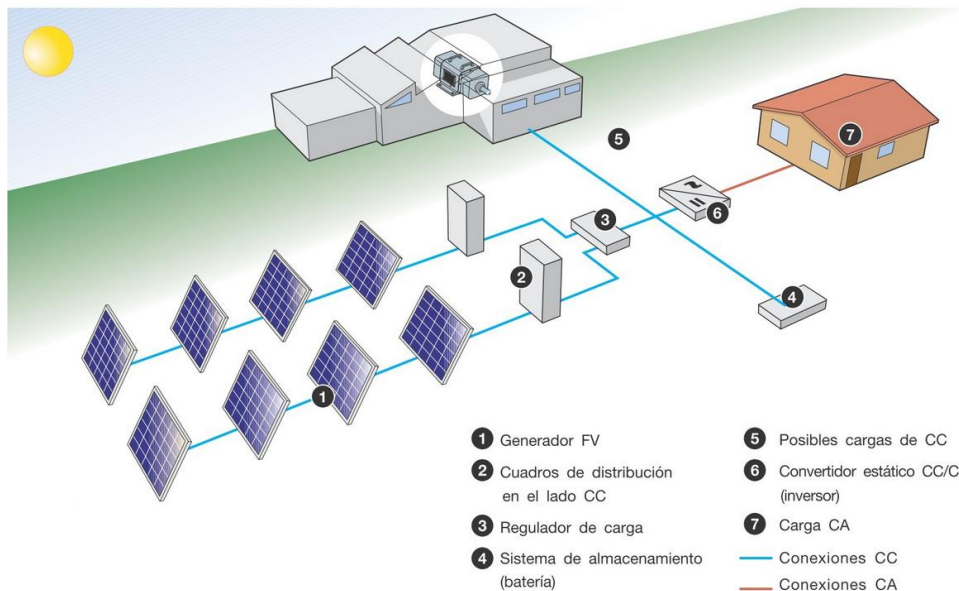
##### **2.1.6.4.1 Instalaciones aisladas**

Estas instalaciones, como su propio nombre indica, están aisladas de la red eléctrica. Buscan electrificar zonas a las que no llega la red eléctrica o que por razones técnicas, económicas o ecológicas no es viable realizar una conexión a la red.

Debido a que lo que se busca es tener una fuente de energía disponible cuando se necesite, cuentan con acumuladores para almacenar energía y así poder consumirla cuando se requiera sin depender de la radiación existente en el momento, como días nublados o noches.



Las aplicaciones más extendidas son la electrificación doméstica, telecomunicaciones, bombeo, aplicaciones ganaderas, alumbrado autónomo y señalización. También son utilizadas en satélites espaciales.



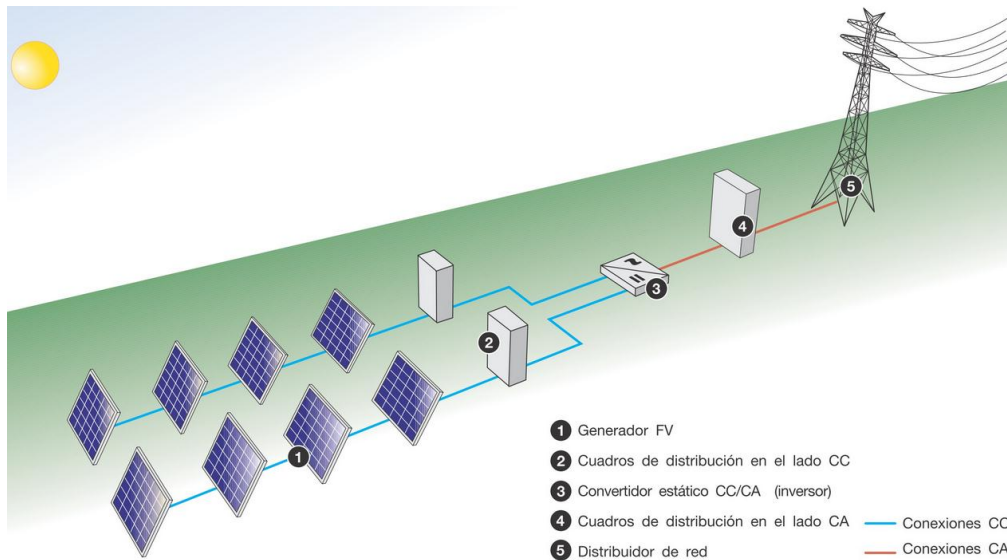
Esquema típico de una instalación aislada. Fuente: [globalelectricity.files.wordpress.com](http://globalelectricity.files.wordpress.com)

#### 2.1.6.4.2 Instalaciones conectadas a red

Son las instalaciones que más expansión han experimentado en los últimos años.

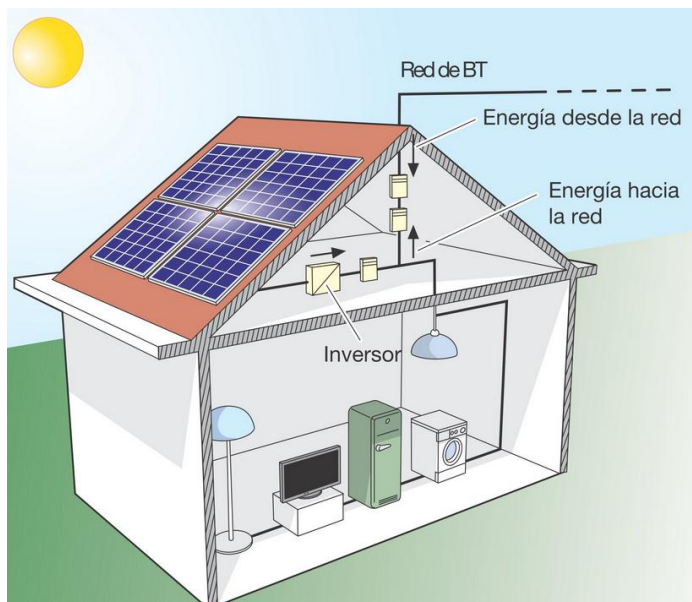
Se realizan a gran escala y requieren una gran inversión. Su fin es inyectar energía a la red eléctrica a un precio el kW/h superior al precio de kW/h consumido consiguiendo así un beneficio económico. Hace unos años en nuestro país, la diferencia entre kW/h inyectado y consumido era grande por lo que aumentaron rápidamente el número de estos parques fotovoltaicos. Actualmente la legislación ha cambiado y estas inversiones ya no resultan tan rentables.

Carecen de acumuladores ya que lo que persiguen es producir energía eléctrica cuando hay radiación y verterla a la red.



Esquema típico de una instalación conectada a red. Fuente: [globelectricity.files.wordpress.com](http://globelectricity.files.wordpress.com)

También existen instalaciones híbridas, en las que existe conexión a red pero además también autoconsumo. Su preferencia es su autoabastecimiento. Cuando existe un excedente de energía lo vierten a la red y cuando la energía generada no es suficiente para alimentar la instalación cogen de la red la necesaria.



Esquema típico de una instalación conectada a red con autoconsumo. Fuente: [globelectricity.wordpress.com](http://globelectricity.wordpress.com)

Las aplicaciones de las instalaciones conectadas a red son las centrales

fotoeléctricas y la integración en edificios.

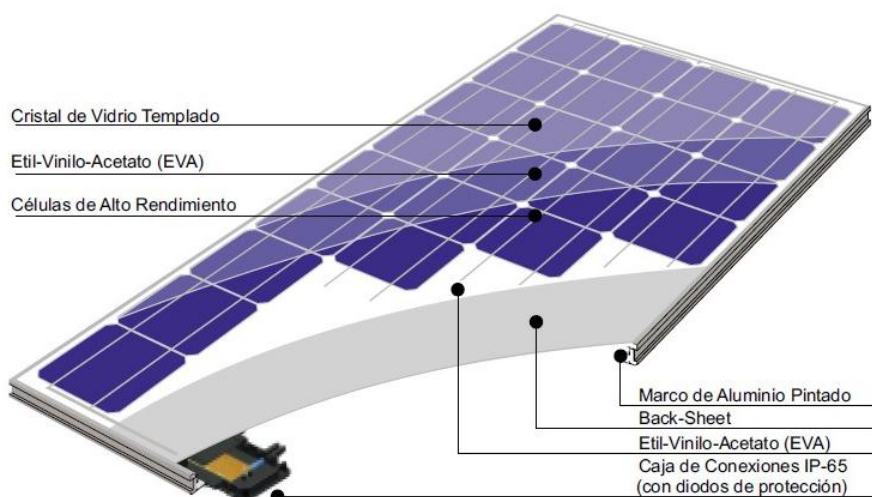
### 2.1.6.5 Componentes de una instalación solar fotovoltaica.

Aunque como ya hemos visto existen diferencias entre los componentes de una instalación solar fotovoltaica aislada y una conectada a red, en este proyecto trataremos los componentes de una instalación aislada puesto que es el objeto de estudio. Como ya se ha dicho, las principales diferencias son la ausencia de acumuladores y regulador en las instalaciones conectadas a red, pero la filosofía de funcionamiento es la misma.

#### 2.1.6.5.1 Módulos fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos son paneles formados por un conjunto de células fotosensibles conectadas, encapsuladas y montadas sobre un soporte o marco.

Son los responsables del aprovechamiento de la energía del Sol, ya que gracias a ellos se puede transformar la energía de la radiación lumínica en energía eléctrica. Este proceso es gracias al efecto fotovoltaico del que ya hemos hablado y es llevado a cabo en cada célula del panel, que conectadas entre sí en serio y paralelo son capaces de proporcionar una salida de tensión continua y una corriente eléctrica.



*Estructura de un panel solar fotovoltaico, se aprecian las distintas células conectadas entre sí. La capa de EVA sirve como encapsulaste de las células, sellándolas para evitar la entrada de humedad. La capa que aparece como Back-Sheet en la imagen está formada por fluoruro de polivinilo (PVF), conocido como Tedlar y sirve para proteger la capa de EVA del exterior. Fuente: [www.cleanergysolar.com](http://www.cleanergysolar.com)*

### 2.1.6.5.1.1 Tipo de módulos fotovoltaicos

Tradicionalmente se ha utilizado una tecnología para la fabricación de paneles solares basada en el silicio cristalino. También se utiliza una tecnología basada en silicio amorfo. Esta última está englobada dentro de los paneles de capa fina. Actualmente se están desarrollando otras tecnologías que proporcionan mayor eficiencia que el silicio.

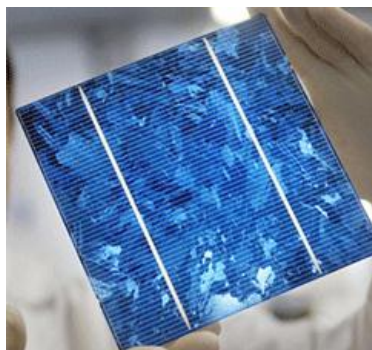
#### *Silicio Cristalino.*

- **Monocristalinos:** están basadas en secciones de una barra de silicio perfectamente cristalizado de una sola pieza, sin apenas imperfecciones. Tienen los rendimientos más altos comparadas con las tecnologías tradicionales, pero también son los más caros debido a su costoso proceso de fabricación. Su rendimiento comercial está entorno al 20%, pero en laboratorio se han alcanzado rendimientos cercanos al 25%. Son de color azul grisáceo uniforme.



*Célula monocristalina. Fuente: [www.directindustry.es/](http://www.directindustry.es/)*

- **Policristalinos:** elaboradas a partir de obleas formadas por numerosos cristales de silicio, son menos eficientes que las monocristalinas pero también más baratas. Sus rendimientos oscilan entre el 12- 15%. En laboratorio se han alcanzado rendimientos del 20%. Tienen distintos tonos de azul dentro de la misma célula.



*Célula policristalina. Fuente: [www.portail-solaire.com/](http://www.portail-solaire.com/)*

#### *Capa fina.*

Esta tecnología surgió como resultado de una búsqueda por reducir los costes de fabricación de los módulos con silicio cristalino y así abaratar también el precio en el mercado del propio módulo.

Su grosor es mucho más pequeño que el de silicio cristalino, con lo que se consigue un gran ahorro de material. Pueden ser flexibles, lo que les da una posibilidad de adaptación a varias superficies. Su fabricación es más fácil que los cristalinos, por lo tanto su precio en el mercado es menor que el de estos últimos. Aunque en general tienen peor rendimiento que los cristalinos, su eficiencia no se ve empeorada tanto por las sombras y altas temperaturas como la de éstos. Estos paneles tienden a degradarse más rápido que los monocristalinos y policristalinos, por lo que los fabricantes proporcionan garantía para menos años.

Dentro de la capa fina se engloban las siguientes tecnologías:

- Silicio amorfo: espesor de unas 50 veces menor que el monocristalino y coste muy inferior a éste. Rendimientos del 6%.
- Arseniuro de galio (GaAs): rendimientos de casi un 30%. Proceso de fabricación muy costoso. Actualmente se están desarrollando nuevos procesos de fabricación que disminuyen el coste y tecnologías multicapa que aumentan la eficiencia.
- Teluro de cadmio – sulfuro de cadmio (CdTeS): material muy tóxico. Tienen costes de fabricación bajos pero también eficiencia baja. En laboratorio ya se ha superado el 20% de eficiencia, pero los comerciales están entorno al 12-14%.
- Diseleniuro de cobre e indio (CIS): también pueden llevar galio (CIGS) o galio y azufre (CIGSS). Rendimiento en laboratorio de un 21,7% pero comerciales de un 12-13%. Coste un poco inferior al silicio policristalino.

### *Nuevas tecnologías.*

Las nuevas tecnologías buscan reducir costes y aumentar las eficiencias de las tecnologías actuales. En cuanto a los costes, actualmente y debido a la incursión en el mercado de empresas asiáticas, ya podemos encontrar paneles por debajo de 0,5€/Wp lo que hace que casi cualquiera pueda acceder a esta clase de energía. Pero en cuestión de eficiencias aún queda dar un gran paso, ya que las eficiencias comerciales aún son pequeñas.

Se están desarrollando:

- Células solares orgánicas basadas en polímeros conductores. Tienen muy bajo coste, pero contra poseen baja eficiencia y una rápida degradación.
- Células solares híbridas: mezclan polímeros conductores y

nanopartículas de semiconductor (nanocompuestos híbridos). El objetivo es modificar las propiedades ópticas y eléctricas del polímero mediante la inclusión de partículas inorgánicas. Tiene una eficiencia alta pero también se degradan rápidamente.

- Células solares de nanopartículas: eliminan el uso del polímero y aumentan la duración en el tiempo.

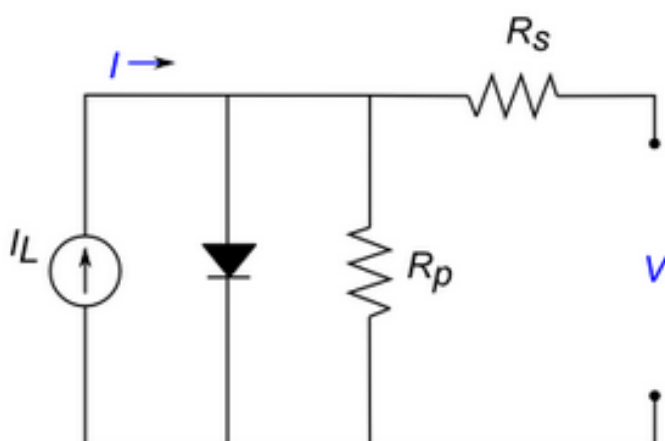
También se están utilizando concentradores que, como su propio nombre indica, concentran los rayos del sol en la célula aumentando así su eficiencia.

#### 2.1.6.5.1.2 Parámetros eléctricos y curvas características.

Algunos parámetros que debemos conocer a la hora de diseñar una instalación fotovoltaica son los siguientes:

- Corriente de cortocircuito ( $I_{SC}$ ): es la corriente que circula por el panel cuando cortocircuitamos sus terminales.
- Tensión en circuito abierto ( $V_{OC}$ ): máxima tensión que pueda dar el panel cuando está en vacío.
- Potencia máxima: máxima potencia que es capaz de proporcionar, definida en condiciones de  $1.000W/m^2$  de radiación incidente y  $25^{\circ}C$  de temperatura.
- Eficiencia: cociente entre la potencia generada por el panel y la potencia de la radiación disponible.

A continuación veremos como es el circuito equivalente de un panel fotovoltaico y que representa cada elemento.

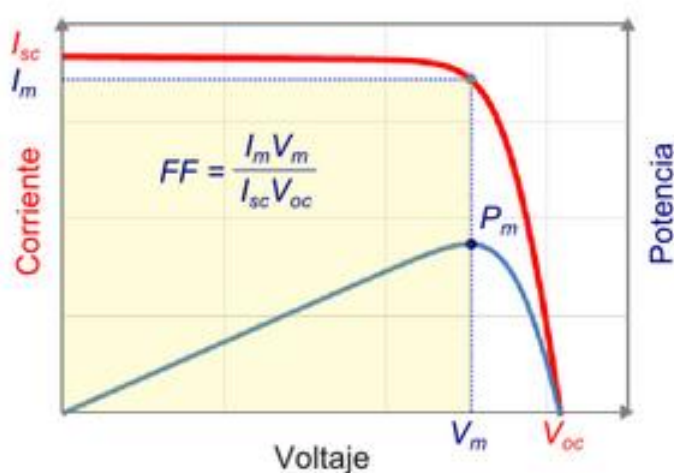


Circuito equivalente de una célula solar. Fuente: <http://ocw.unia.es/>

El anterior circuito representa los fenómenos que ocurren dentro de una célula solar. En primer lugar la fuente de corriente simula la generación de

portadores de corriente, electrones y huecos, debido a la luz incidente; el diodo representa la recombinación interna de algunos de esos portadores en las normales; la resistencia paralelo  $R_p$  representa la recombinación interna en zonas anormales, como son bordes, grietas, dislocaciones., etc; y finalmente la resistencia serie representa las pérdidas por efecto Joule, que ocurren principalmente en la cara frontal de la célula. Obviamente estas resistencias hacen que aparezcan pérdidas que finalmente ocasionen reducciones en el valor final de tensión  $V$  que produce la célula. Interesa que  $R_s$  sea cero y  $R_p$  sea infinito, pero esto nunca es así.

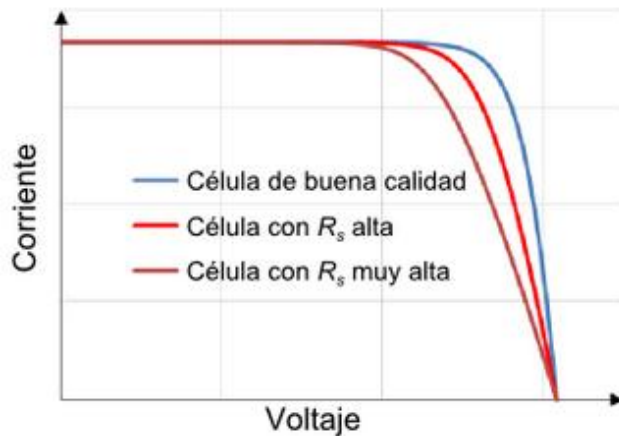
A continuación veremos la curva característica de una célula solar, la curva IV y como varia ésta en función del valor de  $R_s$  y  $R_p$ .



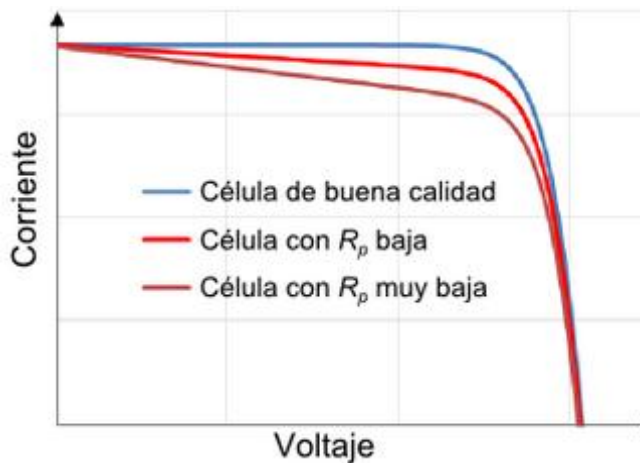
Curva IV característica de una célula solar. Fuente: <http://ocw.unia.es/>

En la gráfica anterior aparecen representados en color rojo los valores de corriente para cada valor de tensión, es la curva IV. Vemos el punto de cortocircuito y circuito abierto en los extremos de la gráfica. En azul vemos la curva de la potencia en función de la tensión existente. Se aprecia el punto de máxima potencia  $P_m$ , que se produce antes de llegar a la tensión de circuito abierto.

Para comparar la calidad de una célula aparece el concepto de factor de forma FF, que es la relación entre la potencia generada y el producto de  $I_{sc} V_{oc}$ . El factor de forma nos da una idea de cómo de cuadrada es la curva IV y es mayor cuanto mayor es la calidad de la célula solar.



*Influencia de  $R_s$  en la curva IV de una célula solar. Fuente: <http://ocw.unia.es/>*

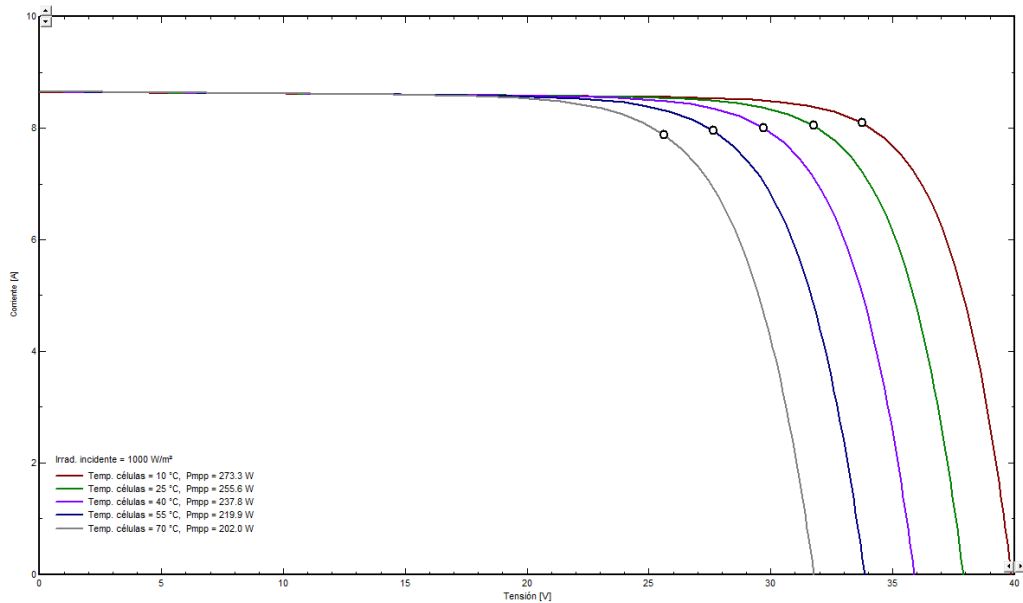


*Influencia de la resistencia paralelo en la curva IV de una célula solar. Fuente: <http://ocw.unia.es/>*

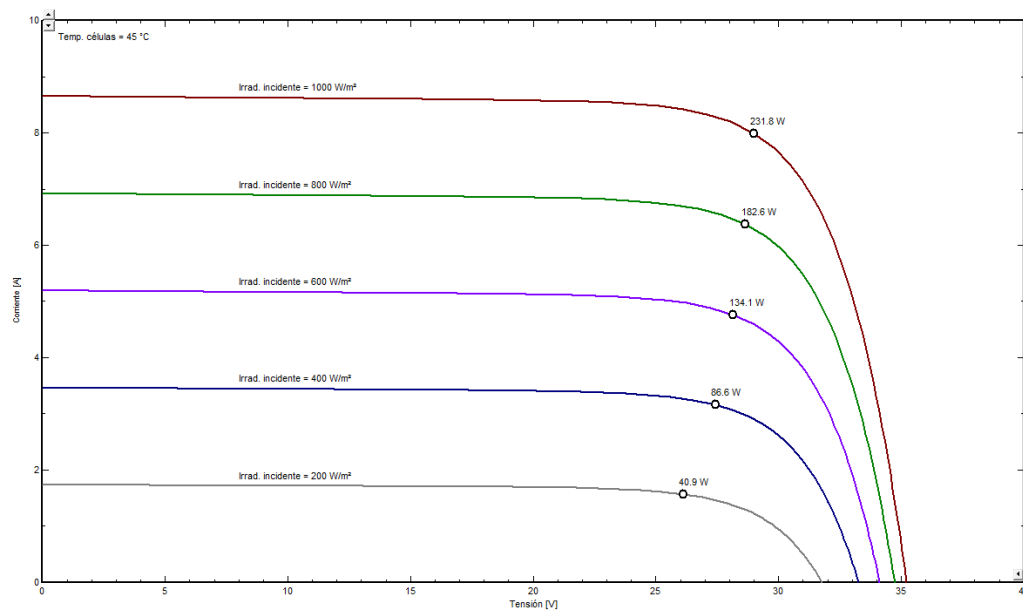
En ambos casos vemos que para una célula de buena calidad el factor de forma es mayor y por lo tanto su eficiencia.

También podemos observar como varía la curva IV en función de la temperatura y la irradiancia. La temperatura afecta más al voltaje suministrado por el panel, mientras que la intensidad apenas sufre variación. Sin embargo, la irradiancia hace todo lo contrario, afecta mucho más a la intensidad de lo que hace al voltaje.





*Influencia de la temperatura en la curva IV. Fuente: base de datos de PVsyst.*

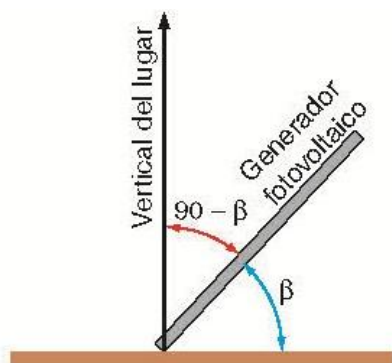


*Influencia de la irradiancia en la curva IV. Fuente: base de datos PVsyst.*

### 2.1.6.5.1.3 Orientación e inclinación.

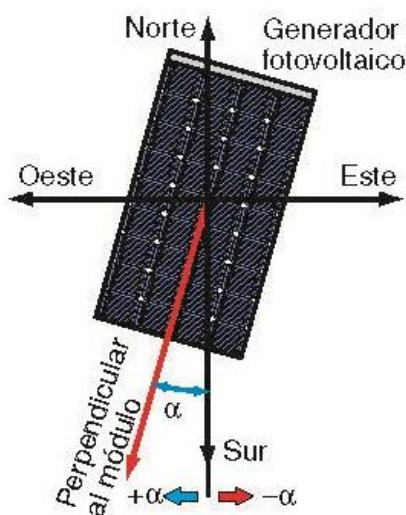
A la hora de colocar nuestros paneles debemos atender a dos parámetros clave: la orientación y la inclinación.

- Ángulo de inclinación  $\beta$ : ángulo que forma la superficie del panel con el plano horizontal. Es  $0^\circ$  para un panel horizontal y  $90^\circ$  para uno vertical.



Representación de la inclinación de un panel fotovoltaico. Fuente: <http://calculationsolar.com/>

- Azimut  $\gamma$ : ángulo entre la proyección horizontal de la normal a la superficie del panel y el Sur. Es  $0^\circ$  para orientación Sur,  $90^\circ$  para Oeste,  $180^\circ$  para Norte y  $270^\circ$  para Este.



Representación de la orientación o azimut de un panel fotovoltaico. Fuente: <http://calculationsolar.com/>

#### 2.1.6.5.2 Regulador de carga

El regulador de carga es un dispositivo electrónico que tiene por misión proteger ante sobrecargas o descargas profundas que podrían dañarlas. Además, también realiza una protección frente a cortocircuitos y sobrecargas, así como ante la falta de batería en las que los paneles pueden estar en una situación próxima a la de circuito abierto por lo que aumentaría si tensión poniendo en riesgo la instalación.

Para el correcto funcionamiento de la instalación es necesario que la tensión de los paneles sea superior a la de las baterías por dos motivos:

- Para realizar una correcta carga de las baterías.

- Para subsanar la pérdida de tensión sufrida por los paneles cuando aumenta la temperatura.

Debido a estos motivos, necesitamos un dispositivo que corte la carga de la batería cuando esta se encuentre al 100%, ya que de lo contrario estaríamos sobrecargando la batería y acortando su vida útil.

Igualmente necesitamos, debido a las características de las baterías, de un dispositivo que proteja ante sobredescargas, evitando extraer corriente de las baterías.

A la hora de elegir un regulador para nuestra instalación debemos atender a dos parámetros:

- Tensión de funcionamiento: vendrá marcada por la tensión de las baterías, suele ser 12, 24 ó 48V.
- Intensidad máxima: valor de la corriente máxima que es capaz de soportar, tanto la que proviene de los paneles como las de las baterías. Si el regulador elegido no soporta la intensidad máxima de la instalación, deberemos buscar uno superior o, si el regulador lo permite, poner dos o más trabajando en paralelo.



*Regulador de carga de la marca Steca de 45A, 48V y pantalla LCD. Los dispositivos para intensidades menores suelen ser más simples y no llevar pantalla.*

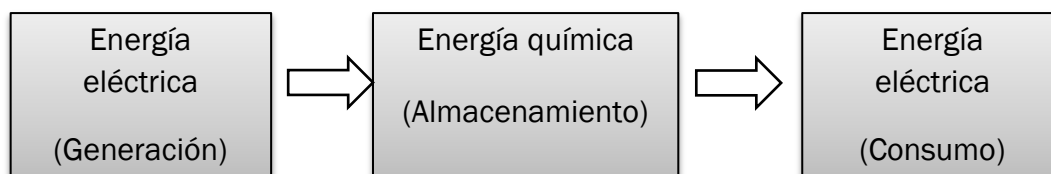
#### 2.1.6.5.3 Acumuladores

Ya hemos visto anteriormente que la energía solar fotovoltaica depende del Sol, y como tal, está condicionada a la existencia de radiación lumínica. Por lo tanto, cuando hay ausencia de esta, nuestros paneles no producirán energía eléctrica.

Es en situaciones de escasez de radiación donde desarrollan su papel los acumuladores o baterías. Los acumuladores son un almacenamiento de energía

que nos permiten seguir usando la instalación en ausencia de radiación lumínica o cuando esta es escasa, como durante las noches, días nublados o en invierno.

Las baterías son dispositivos capaces de transformar energía química en energía eléctrica y viceversa. Son recargadas con la energía eléctrica generada en los paneles solares, dicha energía es almacenada en forma de energía química en el interior de las baterías y cuando las necesidades energéticas lo requieren vuelve a ser transformada en energía eléctrica para ser entregada a la instalación. Siguen el siguiente funcionamiento:



El parámetro más importante a la hora de elegir una batería es la capacidad. La capacidad es la cantidad de electricidad que puede lograrse en una descarga completa de la batería partiendo de un estado total de carga. Es el producto de la intensidad de descarga por el tiempo en el que está actuando. Se mide en amperios hora (Ah) y siempre se proporciona el tiempo en el que se ha logrado dicha cantidad, normalmente 10 ó 100 horas.

La capacidad de una batería se ve influida por el tiempo en el que esta se descarga. Una descarga rápida hará que podamos extraer una menor cantidad de energía de la batería mientras que una lenta nos dará más energía. Por ejemplo, para la misma batería tenemos las siguientes capacidades en función del tiempo:

- $C_{10} = 3.090 \text{ Ah}$
- $C_{100} = 4.000 \text{ Ah}$
- $C_{120} = 4.100 \text{ Ah}$ .

*El subíndice de la letra C indica la duración de la descarga, se representa así en las baterías comerciales.*

Además de la capacidad, también debemos tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Eficiencia de la carga: relación entre la energía requerida para recargar la batería y la energía realmente almacenada. Si esta eficiencia es mala deberemos aumentar el número de paneles.
- Autodescarga: pérdida de la capacidad de una batería sin estar en uso debido al consumo interno de su energía almacenada.
- Profundidad de descarga: máxima capacidad que podemos obtener en % de una batería sin que esta vea perjudicada su vida útil.

En el mercado existen varios tipos de baterías en función de sus electrodos,

pero las más usadas son las de plomo-ácido.

El principio de funcionamiento de estas baterías es una reacción redox, en la que uno de los componentes se oxida (pierde electrones) y el otro se reduce (gana electrones). La energía se acumula en forma de estado de oxidación y es reversible.

Aunque el proceso es reversible, con el tiempo la batería va perdiendo la capacidad de transformar energía química en eléctrica debido a que el material de su interior se va deteriorando con cada ciclo de carga y descarga. La vida útil de una batería se mide en número de ciclos carga-descarga y dependerá de:

- Profundidad de descarga media en cada ciclo: a mayor profundidad de descarga, menor vida útil de la batería.
- Numero de ciclos: si la batería sufre varios procesos de carga-descarga diarios su vida útil no se prolongara tanto en el tiempo como una batería que sufre un ciclo cada día o varios días.
- Temperatura: un incremento en la temperatura media de la batería se verá reflejado en una menor vida útil. Pero una temperatura muy baja hará que la batería tenga una menor capacidad, debido a una menor actividad química en su interior.

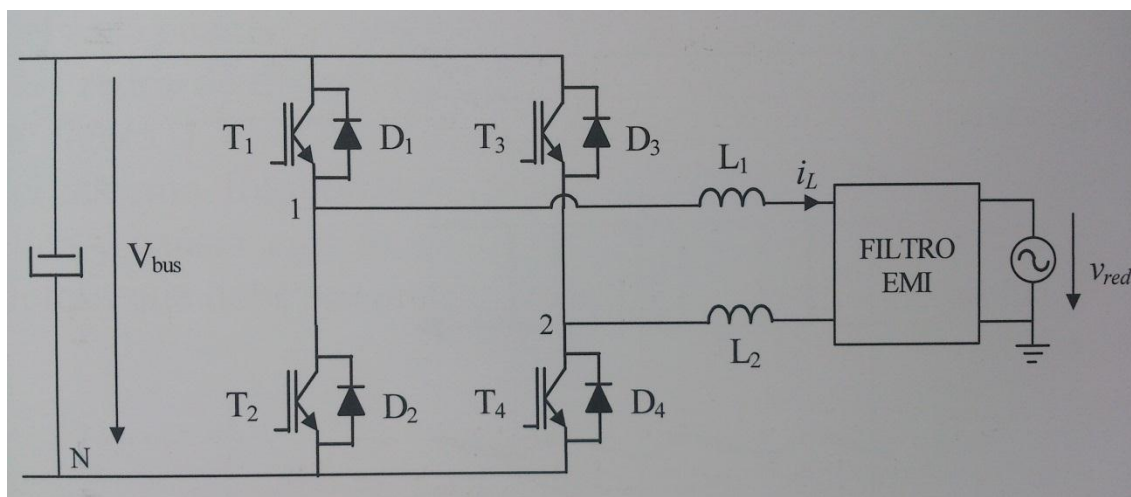
#### 2.1.6.5.4 Inversor

Como ya hemos visto, los paneles fotovoltaicos generan una corriente continua. Pero los receptores usados en una instalación aislada funcionan mediante una corriente alterna. Existen algunos receptores específicos para corriente continua, pero son raros y caros, por lo que lo normal es disponer de una corriente alterna para así poder conectar cualquier receptor que usaríamos en una instalación normal con conexión a red. También es necesario transformar la corriente continua en alterna en los parques fotovoltaicos antes de ser inyectada en la red, pues las líneas eléctricas transportan corriente alterna.

El inversor es un dispositivo electrónico que transforma la corriente continua procedente de los paneles fotovoltaicos o de la batería en corriente alterna con los valores de tensión y frecuencia deseados para poder ser utilizada en las diferentes cargas. Además, suele incorporar las protecciones necesarias para garantizar la seguridad de las personas y equipos, y la calidad del suministro eléctrico.

Para poder hacer esta transformación un inversor cuenta con una estructura de interruptores semiconductores (IGBTs, Mosfet, etc.) de potencia totalmente controlados.

A continuación podemos ver el esquema básico de un inversor:



Esquema básico de un inversor de “puente en H” seguido de un filtro para eliminar los armónicos producidos. Fuente: Ingeniería Fotovoltaica de E. Lorenzo Volumen III, Universidad Politécnica de Madrid.

Para controlar este inversor se utilizan la técnica de modulación por anchos de pulso (PWM) denominada unipolar. Esta técnica se basa en comparar una onda portadora triangular con dos modulantes desfasadas  $180^\circ$  ( $mt$  y  $-mt$ ). La frecuencia de las modulantes es la misma que la de la red, pero la de la portadora es varias veces superior.

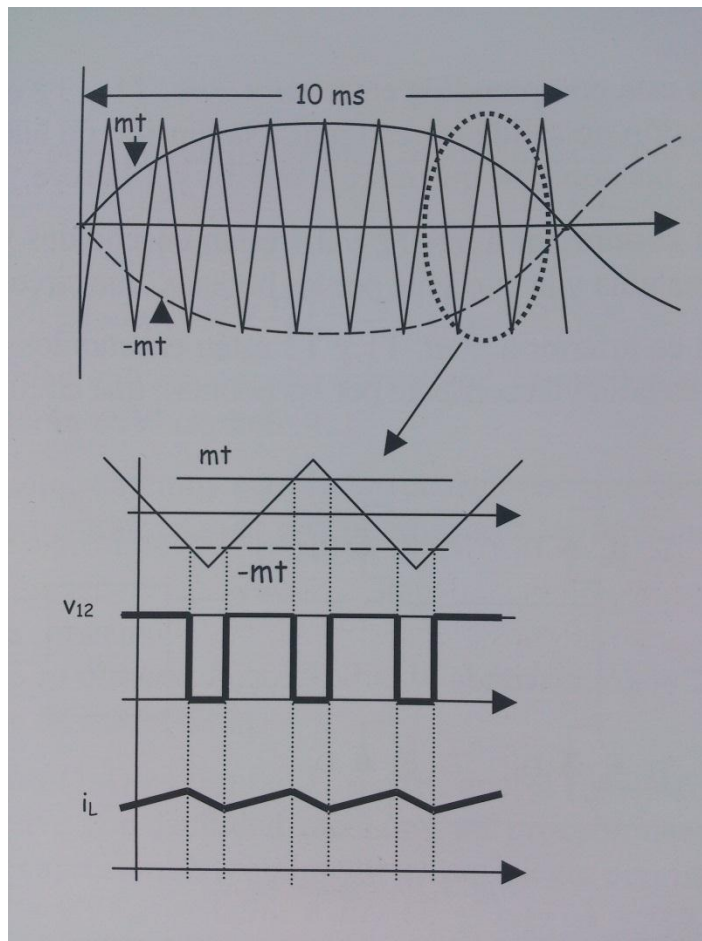
El funcionamiento para el semiciclo positivo es el siguiente de esta técnica es el siguiente:

- Cuando la portadora está comprendida entre  $mt$  y  $-mt$ , T1 y T4 están encendidos y T2 y T3 apagados. La tensión  $V_{12}$  es igual a la tensión de entrada  $V_{bus}$  y la corriente por las bobinas crece.
- Cuando la portadora es superior a  $mt$ , T2 y T4 están encendidos y T1 y T3 apagados. La tensión  $V_{12}$  es nula y la corriente por las bobinas decrece.
- Cuando la portadora es inferior a  $-mt$ , T1 y T3 están encendidos y T2 y T4 apagados. La tensión  $V_{12}$  es nula y la corriente por las bobinas decrece.

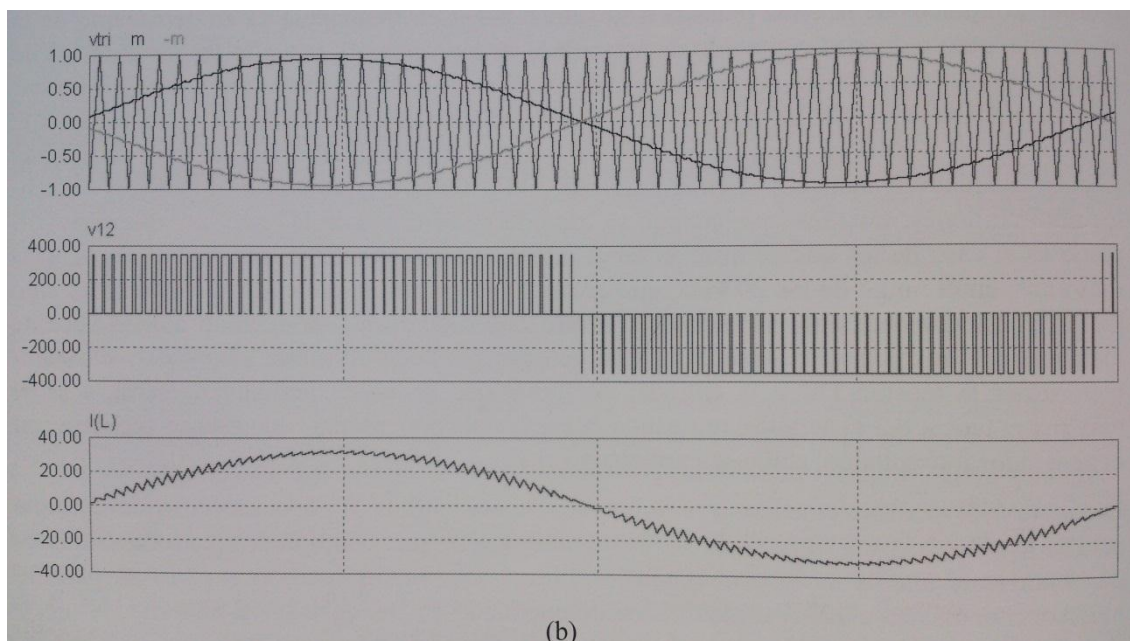
En el semiciclo negativo el funcionamiento es el mismo, pero cuando la portadora esta entre  $mt$  y  $-mt$  están encendidos T2 y T3 y los otros dos permanecen apagados, así la tensión a la salida cambia de signo. Cuando la portadora es superior a  $mt$  o inferior a  $-mt$ , el funcionamiento es similar al del semiciclo positivo.

A partir de los pulsos de tensión se controla el crecimiento o decrecimiento de la corriente de salida y con ello se logra obtener una onda casi senoidal, solamente tiene un pequeño rizado.

En la siguiente representación podemos ver cómo funciona:



Representación del funcionamiento de la técnica de modulación PWM.  
 Fuente: Ingeniería Fotovoltaica de E. Lorenzo Volumen III, Universidad Politécnica de Madrid.



*Forma de la tensión de salida  $V_{12}$  y corriente por las bobinas  $I(L)$ . Fuente: Ingeniería Fotovoltaica de E. Lorenzo Volumen III, Universidad Politécnica de Madrid.*

Un inversor está caracterizado principalmente por tres parámetros:

- Tensión de entrada: tensión para la que ha sido diseñado el inversor, es la tensión de las baterías.
- Potencia máxima: potencia nominal que puede suministrar el inversor cuando le llega la tensión nominal de la instalación.
- Eficiencia: relación entre la potencia que llega a su entrada y la que suministra a través de su salida. Los valores típicos de eficiencia están entre el 90 y el 97%.

Es importante que el inversor trabaje en una zona próxima a su potencia máxima, ya que su máxima eficiencia se produce para potencias cercanas a la nominal. Por lo tanto, no conviene sobredimensionar excesivamente el inversor sobre la potencia con la que normalmente va a trabajar.

## 2.2 GENERALIDADES

### 2.2.1 OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene por objeto diseñar, justificar y legalizar una instalación solar fotovoltaica aislada destinada a electrificar la guardería municipal



de Amayuelas de Abajo.

Más detenidamente, este proyecto pretende:

- Estudiar y diseñar la instalación a realizar de acuerdo a la normativa vigente.
- Justificar los elementos que componen esta instalación y fijar las características y normas que deben cumplir dichos materiales.
- Dar a conocer ante la Administración los elementos y medidas de seguridad que se adoptaran.
- Obtener la autorización para la instalación y puesta en servicio de la instalación.

### 2.2.2 JUSTIFICACIÓN

La elaboración del presente proyecto se fundamenta, principalmente, en la ubicación del edificio que se va a electrificar. Dicho edificio, como se ha citado anteriormente, estará destinado a ser la guardería municipal de Amayuelas de Abajo, un municipio ecológico de la provincia de Palencia.

Aunque desde el punto de vista económico la viabilidad del proyecto puede verse comprometida, el motivo por el que se ha elegido electrificar mediante un sistema fotovoltaico este nuevo edificio es el entorno en el que estará situada de la guardería.

Amayuelas de Abajo es un municipio ecológico en el que existe un gran compromiso con el medio ambiente, pues este lugar basa su economía en un desarrollo sostenible y empleos “verdes”. Las viviendas de nueva construcción cuentan con instalaciones solares fotovoltaicas para su alimentación eléctrica. Existen cultivos biológicos de cereales y leguminosas, criaderos de pollos y corderos ecológicos, un invernadero y hasta un restaurante ecológico.

Por lo tanto, la instalación solar fotovoltaica queda totalmente justificada en un emplazamiento que apuesta por la ecología y la sostenibilidad.

### 2.2.3 NORMATIVA

El presente proyecto se ha desarrollado teniendo presente la siguiente normativa:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red.

PCT-A-REV febrero 2009.

- Normas UNE de obligado cumplimiento sobre instalaciones eléctricas en edificios y aparata de baja tensión.
- Normas UNE de obligado cumplimiento sobre instalaciones fotovoltaicas.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales y disposiciones que la complementan.

#### 2.2.4 SOFTWARE DE CÁLCULO

Para realizar el dimensionado de la instalación se usará el software PVsyst en su versión 5.5.

PVsyst es una herramienta de cálculo, realizada por el Dr. André Mermoud de la Universidad de Ginebra, que sirve para dimensionar instalaciones fotovoltaicas permitiendo su estudio, simulación y análisis completo de los resultados mediante tablas y gráficas.

Este software permite calcular el tamaño de la instalación teniendo en cuenta la irradiación recibida en los paneles, en función de su ubicación y de la proyección de sombras sobre estos, y de las necesidades energéticas requeridas por el usuario.

Los datos como el número de paneles a instalar, ramas en paralelo, capacidad de la batería, estado de la batería,..., han sido obtenidos mediante el software PVsyst.

#### 2.3 LOCALIZACIÓN Y CLIMATOLOGÍA

La localización de la guardería objeto de estudio será:

- Calle: Higinio Aguado, 18.
- Código postal: 34429
- Municipio: Amayuelas de Abajo
- Provincia: Palencia
- Latitud: 42° 12'16.5"N
- Longitud: 4° 29'42.9"E

La climatología de Amayuelas de Abajo es prácticamente la misma de la de su capital, Palencia, pues está a solo unos 20 km de ésta.

Su clima se puede definir como mediterráneo continentalizado, influenciado también por el oceánico debido a su proximidad al Mar Cantábrico.

Destaca por su amplia oscilación térmica, con temperaturas muy frías en invierno y altas en los meses de verano, además de un gran contraste entre las temperaturas diurnas y nocturnas. Es una de las capitales más frías de España, con tan solo 11,6°C de media anual.

Las lluvias son frecuentes en invierno y escasas en verano, teniendo unos 80 días de lluvia al año.

Suele caer nieve varios días al año, pero suelen ser nevadas ligeras.

Con estos datos, vemos que se trata de una región fría y con frecuentes lluvias en invierno, justamente cuando menos horas de sol hay, por lo que es fácil que en varios días no llegue apenas radiación a los paneles solares. Por lo tanto, se diseñara una batería con una autonomía mínima para 4 o 5 días.

En cuanto a los datos de irradiación, podemos consultarlos en la web <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>, para ello no hay más que introducir la ubicación y elegir el formato de salida de los datos.

Algunos datos que facilita la página anterior para Amayuelas de Abajo son:

Localización: 42° 12'17" Norte, 4° 29'44" Oeste, Elevación: 779 m.

Ángulo óptimo de inclinación: 35°.

Mes	$H_h$	$H_{opt}$	$H(60)$	$I_{opt}$	$T_D$
Enero	1650	2660	2940	62	5.1
Febrero	2780	4180	4440	57	6.4
Marzo	4270	5440	5330	44	9.5
Abril	5160	5630	5010	28	11.3
Mayo	6500	6380	5250	15	15.2
Junio	7350	6870	5390	9	20.0
Julio	7730	7400	5850	12	22.1
Agosto	6710	7140	6130	25	22.4
Septiembre	5140	6390	6080	40	19.5
Octubre	3330	4760	4920	53	14.5
Noviembre	2030	3290	3610	61	8.9
Diciembre	1550	2740	3120	66	5.3
<b>Anual</b>	<b>4530</b>	<b>5250</b>	<b>4840</b>	<b>35</b>	<b>13.4</b>

$H_h$ : Irradiación en el plano horizontal (Wh/m<sup>2</sup>/day)

$H_{opt}$ : Irradiación en el plano de inclinación óptima (Wh/m<sup>2</sup>/day)

$H(60)$ : Irradiación en el plano con ángulo: 60°. (Wh/m<sup>2</sup>/day)

$I_{opt}$ : Inclinación óptima (°)

$T_b$ : Temperatura media durante el día (°C)

## 2.4 DEMANDA ENERGÉTICA

La guardería estudiada en este proyecto tendrá una superficie construida de unos 200 m<sup>2</sup>. Para conocer los consumos típicos de una guardería de este tamaño, se realizó una visita a la guardería LA ESCUELITA del Viejo Coso situada en Valladolid. En ella se anotaron los equipos eléctricos y las luminarias que existían, para así determinar los consumos.

El clima de Valladolid se asemeja bastante al de Amayuelas de Abajo, ya que entre ambas existe medio grado de diferencia en la latitud. En lo que se refiere a horas de sol diarias y días nublados, ambos municipios tendrán unas condiciones similares, por lo que los datos de consumos de iluminación serán extrapolables de una localidad a otra. Sin embargo, las temperaturas no pueden extrapolarse, pues Valladolid es una ciudad de tamaño medio y Amayuelas un pequeño pueblo situado en el campo. Pero este último punto no nos afecta en el cálculo, pues la calefacción no está incluida en los consumos eléctricos.

Para determinar los consumos, una vez enumerados los elementos existentes en la guardería, la propietaria rellenoó un formulario con las horas diarias de uso de cada aparato y de la iluminación de las distintas salas en función de la época del año.

### 2.4.1 POTENCIA INSTALADA

La potencia instalada en vatios de la guardería, separada por salas, resultó ser:

#### Hall

- Dos lámparas tipo plafón de 100 W/u 200W

#### Pasillo

- 8 halógenos de 50W/u 400W
- Timbre 3W

#### Sala 1 a 2 años

- 8 tubos fluorescentes de 36W/u 288W
- Radiocasete 40W
- Lámpara 60W

- 2 luminarias emergencia 6W/u 12W
- Central hilo musical 50W

#### Almacén

- Microondas 1.200W

#### Segunda sala de bebés

- Lámpara 60W
- 4 tubos de 36W/u 144W
- 1 luminaria emergencia 6W

#### Baño

- Extractor 9W
- Lámpara 80W
- Lámpara 40W
- Secador 825W
- Calefactor 1.300W
- 1 luminaria emergencia 6W

#### Sala de cunas

- 4 tubos de 36W/u 144W
- Lámpara 3 bombillas 180W
- Radiocasete 40W
- 1 luminaria emergencias 6W

#### Despacho

- 2 tubos de 36W/u 72W
- Flexo 60W
- Teléfono 5W
- Router 6W
- Ordenador 60W
- Datafono 5W
- Impresora 120W
- 1 luminaria emergencia 6W

#### Pasillo

- 5 downlight de 2x26W 260W
- Timbre 3W
- 3 luminarias emergencia 18W
- Videoportero 3W

Baño

- 4 halógenos 200W
- 1 luminaria emergencia 6W

Sala de psicomotricidad

- 8 tubos de 18W/u 144W

Cocina

- 4 halógenos 100W
- 1 luminaria emergencia 6W
- Frigorífico 220W
- Microondas 1200W
- Lavavajillas 980W
- Vitrocerámica inducción 2000W
- Campana 200W
- Caldera 20W
- Batidora 300W
- Cafetera 700W

Comedor

- 8 tubos fluorescentes de 36W 288W
- 1 luminaria emergencia 6W
- Radiocasete 40W

Almacén

- 2 tubos de 36W 72W
- Lavadora 8kg 1000W

Sala de 2 a 3 años

- 10 tubos de 18W 180W
- Tv 80W
- DVD 200W
- Radiocasete 40W
- 1 emergencia 6W
- Central hilo musical 50W

Baño

- 3 halógenos 150W
- Extractor 9W
- 1 luminaria emergencia 6W

- Robot aspirador 25W

La potencia instalada total será de **13.939W**.

#### 2.4.2 HORAS DE FUNCIONAMIENTO

Las horas de funcionamiento de cada elemento dependiendo de la época del año se pueden ver en las siguientes tablas en formato vertical. En la primera fila, en la celda de color rojo, aparece la época del año a la que corresponde cada tabla. El tiempo de funcionamiento para cada rango horario está expresado en número de horas.

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA COLEGIO INFANTIL

INVERNO		00.00-1.00	1.00-2.00	2.00-3.00	3.00-4.00	4.00-5.00	5.00-6.00	6.00-7.00	7.00-8.00	8.00-9.00	9.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-13.00	13.00-14.00	14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00	17.00-18.00	18.00-19.00	19.00-20.00	20.00-21.00	21.00-22.00	22.00-23.00	23.00-00.00
Horario																									
Hall	Iluminación																								
Pasillo	Iluminación timbre																								
Sala de 1 a 2 años	Iluminación Radiocassette Hilo musical																								
Almacén	Microondas																								
Segunda sala de bebés	Iluminación Lum. Emergen																								
Baño	Secador Calefactor Extractor Lum. Emergen																								
Sala de cunas	Iluminación Radiocassette Lum. Emergen																								
Despacho	Iluminación Teléfono Router Ordenador Datáfono Impresora																								
Pasillo	Lum. Emergen Iluminación Timbre																								
Baño	Lum. Emergen Videoponero Iluminación Lum. Emergen																								
Sala de psicomotricidad	Iluminación																								
Cocina	Lum. Emergen Frigorífico Microondas Lavavajillas Vitrocerámica Campaña Caldera Batidora Cafetera																								
Comedor	Iluminación Lum. Emergen Radiocassette																								
Almacén	Iluminación Lavadora																								
Sala de 2 a 3 años	Iluminación TV DVD Radiocassette Lum. Emergen Hilo musical																								
Baño	Iluminación Extractor Lum. Emergen																								
Horario	Aspirador																								



INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA COLEGIO INFANTIL

NAVIDAD		00:00-1.00	1.00-2.00	2.00-3.00	3.00-4.00	4.00-5.00	5.00-6.00	6.00-7.00	7.00-8.00	8.00-9.00	9.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-13.00	13.00-14.00	14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00	17.00-18.00	18.00-19.00	19.00-20.00	20.00-21.00	21.00-22.00	22.00-23.00	23.00-00.00	
Horario	Iluminación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Hall	Iluminación timbre	0.5	1	1	1	1	1	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Pasillo	Iluminación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Sala de 1 a 2 años	Radio cassette Lum. Emergen Hilo musical	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Almacén	Microondas Iluminación Lum. Emergen	0.16	1	1	1	1	1	1	1	0.16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Segunda sala de baños	Iluminación Lum. Emergen	0.1	1	1	1	1	1	1	1	0.1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Baño	Secador Calefactor Extractor Lum. Emergen Radiocassette Iluminación Teléfono Ordenador Router Datáfono Impresora Lum. Emergen Iluminación Timbre Lum. Emergen Videoportero Iluminación Lum. Emergen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sala de psicomotricidad	Iluminación Lum. Emergen Frigorífico Microondas Lavavajillas Vitrocerámica	0.25	1	1	1	1	1	1	1	0.25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Cocina	Campaña Caldera Baldosa Caldera Iluminación Lum. Emergen Radiocassette Iluminación Lavadora TV DVD Radiocassette Lum. Emergen Hilo musical Iluminación Extractor Lum. Emergen Aspirador	0.25	1	1	1	1	1	1	1	0.25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Comedor	Iluminación Lum. Emergen Radiocassette Iluminación Lavadora TV DVD Radiocassette Lum. Emergen Hilo musical Iluminación Extractor Lum. Emergen Aspirador	0.16	1	1	1	1	1	1	1	0.16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Baño	Iluminación Lum. Emergen Radiocassette Iluminación Lavadora TV DVD Radiocassette Lum. Emergen Hilo musical Iluminación Extractor Lum. Emergen Aspirador	0.16	1	1	1	1	1	1	1	0.16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Horario		0.00-1.00	1.00-2.00	2.00-3.00	3.00-4.00	4.00-5.00	5.00-6.00	6.00-7.00	7.00-8.00	8.00-9.00	9.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-13.00	13.00-14.00	14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00	17.00-18.00	18.00-19.00	19.00-20.00	20.00-21.00	21.00-22.00	22.00-23.00	23.00-00.00	

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA COLEGIO INFANTIL

PRIMAVERA		00:00-1.00	1.00-2.00	2.00-3.00	3.00-4.00	4.00-5.00	5.00-6.00	6.00-7.00	7.00-8.00	8.00-9.00	9.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-13.00	13.00-14.00	14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00	17.00-18.00	18.00-19.00	19.00-20.00	20.00-21.00	21.00-22.00	22.00-23.00	23.00-00.00	
Horario	Iluminación																									
Hall	Iluminación																									
Pasillo	Iluminación Timbre									0.5																
Sala de 1 a 2 años	Iluminación									0.5																
	Radio cassette Lum. Emergen Hilo musical																									
Almacén	Microondas																									
	Iluminación										0.16															
Segunda sala de bebés	Lum. Emergen																									
	Iluminación										0.1															
Baño	Secador																									
	Calefactor Extractor Lum. Emergen																									
Sala de cunas	Iluminación																									
	Radio cassette Lum. Emergen																									
Despacho	Iluminación																									
	Teléfono Router Ordenador Datafono Impresora																									
Pasillo	Lum. Emergen																									
	Iluminación																									
Baño	Timbre																									
	Lum. Emergen Videoportero																									
Sala de psicomotricidad	Iluminación																									
	Lum. Emergen																									
Cocina	Iluminación																									
	Lum. Emergen																									
Comedor	Iluminación																									
	Lum. Emergen																									
Almacén	Iluminación																									
	Radio cassette Lavadora																									
Sala de 2 a 3 años	Iluminación																									
	TV DVD Radio cassette Lum. Emergen Hilo musical																									
Baño	Iluminación																									
	Extractor Lum. Emergen																									
Aspirador	Iluminación																									

SEMANA SANTA		Horario	00.00-1.00	1.00-2.00	2.00-3.00	3.00-4.00	4.00-5.00	5.00-6.00	6.00-7.00	7.00-8.00	8.00-9.00	9.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-13.00	13.00-14.00	14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00	17.00-18.00	18.00-19.00	19.00-20.00	20.00-21.00	21.00-22.00	22.00-23.00	23.00-00.00	
Hall	Iluminación									0,5	0,5																
	Iluminación timbre																										
Pasillo	Iluminación																										
	Radio cassette Lum. Emergen Hilo musical									0,5	1		0,5				0,5										
Sala de 1 a 2 años	Iluminación																										
	Radio cassette Lum. Emergen Hilo musical																										
Almacén	Iluminación																										
	Segunda sala de bebés																										
Baño	Iluminación																										
	Secador Calefactor Extractor Lum. Emergen																										
Sala de cunas	Iluminación																										
	Radio cassette Lum. Emergen Iluminación																										
Despacho	Iluminación																										
	Router Ordenador Datáfono Impresora																										
Pasillo	Iluminación																										
	Timbre Lum. Emergen Videoponero Iluminación																										
Baño	Iluminación																										
	Lum. Emergen Iluminación																										
Sala de psicomotricidad	Iluminación																										
	Lum. Emergen Frigorífico Lavavajillas Vitrocerámica																										
Cocina	Campaña Batidora Cafetera																										
	Iluminación Lum. Emergen Radio cassette Iluminación Lavadora																										
Comedor	Iluminación																										
	Lum. Emergen Radio cassette Iluminación																										
Almacén	Iluminación																										
	TV DVD																										
Sala de 2 a 3 años	Iluminación																										
	Radio cassette Lum. Emergen Hilo musical Iluminación																										
Baño	Iluminación																										
	Extractor Lum. Emergen Aspirador																										
Horario																											

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA COLEGIO INFANTIL

Horario	00.00-1.00	1.00-2.00	2.00-3.00	3.00-4.00	4.00-5.00	5.00-6.00	6.00-7.00	7.00-8.00	8.00-9.00	9.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-13.00	13.00-14.00	14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00	17.00-18.00	18.00-19.00	19.00-20.00	20.00-21.00	21.00-22.00	22.00-23.00	23.00-00.00
<b>VERANO</b>																								
Hall	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Pasillo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Sala de 1 a 2 años	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Almacén	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Segunda sala de bebés	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Baño	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Calefactor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Extractor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Lum. Emergen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Iluminación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Radio cassette	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Lum. Emergen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Iluminación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Router	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ordenador	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Datáfono	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Impresora	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Lum. Emergen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Iluminación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Tímbre	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Lum. Emergen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Videoportero	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Iluminación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Lum. Emergen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Iluminación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Sala de psicomotricidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Iluminación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Lum. Emergen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Frigorífico	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Microondas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Lavavajillas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Vitrocéramica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Campaña	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Caldera	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Batidora	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Cafetera	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Iluminación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Lum. Emergen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Radio cassette	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Iluminación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Lavadora	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Iluminación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
TV	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
DVD	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Sala de 2 a 3 años	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Radio cassette	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Lum. Emergen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Hilo musical	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Iluminación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Extractor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Lum. Emergen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Aspirador	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Horario	00.00-1.00	1.00-2.00	2.00-3.00	3.00-4.00	4.00-5.00	5.00-6.00	6.00-7.00	7.00-8.00	8.00-9.00	9.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-13.00	13.00-14.00	14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00	17.00-18.00	18.00-19.00	19.00-20.00	20.00-21.00	21.00-22.00	22.00-23.00	23.00-00.00

### 2.4.3 CONSUMOS

Una vez conocida la potencia de cada elemento y el número de horas que funciona, determinar el consumo a lo largo del día es una tarea sencilla, no requiere más trabajo que multiplicar la potencia por el número de horas. En la siguiente tabla se puede ver el consumo en cada rango horario dependiendo de la época del año y el día de la semana.

	DIARIO						SÁBADO	DOMINGO
	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	NAVIDAD	SEMANA S.		
00.00-1.00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00
1.00-2.00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00
2.00-3.00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00
3.00-4.00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00
4.00-5.00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00
5.00-6.00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00
6.00-7.00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00
7.00-8.00	2607,00	2607,00	1307,00	1307,00	2607,00	2607,00	349,00	349,00
8.00-9.00	3383,00	3383,00	2083,00	1983,00	3483,00	3383,00	349,00	349,00
9.00-10.00	4025,60	4025,60	2453,60	2453,60	4225,60	3825,60	349,00	349,00
10.00-11.00	2398,52	2398,52	2326,52	2164,52	2598,52	2398,52	349,00	349,00
11.00-12.00	2319,60	2319,60	2157,60	1557,60	2519,60	2319,60	349,00	349,00
12.00-13.00	3501,10	3501,10	3087,10	2997,10	3701,10	3501,10	349,00	349,00
13.00-14.00	1600,50	1600,50	1600,50	1600,50	1800,50	1600,50	1421,00	349,00
14.00-15.00	1092,12	1092,12	948,12	848,12	1292,12	948,12	885,00	349,00
15.00-16.00	1325,60	1325,60	1037,60	1037,60	1525,60	1137,60	349,00	349,00
16.00-17.00	1061,00	1061,00	917,00	917,00	1261,00	1017,00	349,00	349,00
17.00-18.00	1602,60	1702,60	1178,60	1178,60	1622,60	1278,60	349,00	349,00
18.00-19.00	1319,12	2047,12	1319,12	1039,12	1427,12	1039,12	349,00	349,00
19.00-20.00	2564,25	2912,25	2292,25	1990,25	2328,25	1990,25	349,00	349,00
20.00-21.00	644,00	818,00	544,00	544,00	623,00	544,00	349,00	349,00
21.00-22.00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00
22.00-23.00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00
23.00-00.00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00

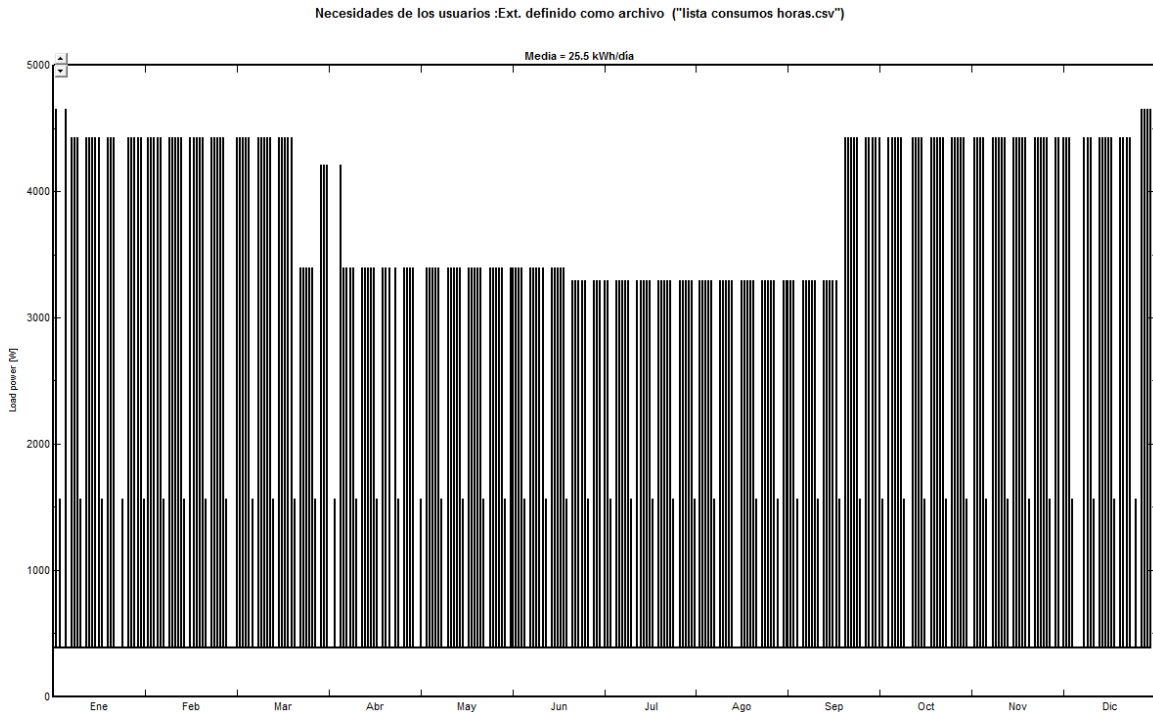
Para introducir estos valores en el programa de cálculo PVsyst, habrá que tener en cuenta la eficiencia del inversor que estará en torno al 90%, ya que PVsyst solo contempla datos en corriente continua y estos consumos son en corriente alterna. Para corregir la pérdida de potencia debida al rendimiento del inversor, se multiplicará estos consumos por un factor de corrección, en este caso 1,1.

En la siguiente tabla se pueden ver los datos de consumos que se introducirán en el programa PVsyst ya corregidos. Este programa nos calculara el número de paneles necesarios para nuestra instalación, así como la carga mínima necesaria de la batería.

Para introducirlos en el programa de cálculo, se ha generado una lista ASCII con el valor de consumo para cada hora de las 8.760 que tiene un año. Con esto se consigue un resultado mucho más preciso al poder diferenciar las horas de un día de diario o fin de semana, de invierno o verano, vacaciones, etc. Se ha tomado como ejemplo el calendario laboral del año 2.015 de Amayuelas de Abajo.

	DIARIO						SÁBADO	DOMINGO
	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	NAVIDAD	SEMANA S.		
00.00-1.00	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90
1.00-2.00	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90
2.00-3.00	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90
3.00-4.00	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90
4.00-5.00	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90
5.00-6.00	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90
6.00-7.00	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90
7.00-8.00	2867,70	2867,70	1437,70	1437,70	2867,70	2867,70	383,90	383,90
8.00-9.00	3721,30	3721,30	2291,30	2181,30	3831,30	3721,30	383,90	383,90
9.00-10.00	4428,16	4428,16	2698,96	2698,96	4648,16	4208,16	383,90	383,90
10.00-11.00	2638,37	2638,37	2559,17	2380,97	2858,37	2638,37	383,90	383,90
11.00-12.00	2551,56	2551,56	2373,36	1713,36	2771,56	2551,56	383,90	383,90
12.00-13.00	3851,21	3851,21	3395,81	3296,81	4071,21	3851,21	383,90	383,90
13.00-14.00	1760,55	1760,55	1760,55	1760,55	1980,55	1760,55	1563,10	383,90
14.00-15.00	1201,33	1201,33	1042,93	932,93	1421,33	1042,93	973,50	383,90
15.00-16.00	1458,16	1458,16	1141,36	1141,36	1678,16	1251,36	383,90	383,90
16.00-17.00	1167,10	1167,10	1008,70	1008,70	1387,10	1118,70	383,90	383,90
17.00-18.00	1762,86	1872,86	1296,46	1296,46	1784,86	1406,46	383,90	383,90
18.00-19.00	1451,03	2251,83	1451,03	1143,03	1569,83	1143,03	383,90	383,90
19.00-20.00	2820,68	3203,48	2521,48	2189,28	2561,08	2189,28	383,90	383,90
20.00-21.00	708,40	899,80	598,40	598,40	685,30	598,40	383,90	383,90
21.00-22.00	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90
22.00-23.00	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90
23.00-00.00	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90

El programa PVsyst nos permite visualizar un gráfico en el que aparecen los consumos por horas. El siguiente gráfico es de un año completo, por lo que no se pueden apreciar con detalle las horas ni los días, pero permite hacerse una idea de cuando se produce más consumo y de la forma de este.



Se aprecia como el mayor consumo se produce en los meses de Enero y Diciembre, justamente cuando la irradiación sobre los paneles es menor.

## 2.5 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

### 2.5.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

La elección de los paneles fotovoltaicos se ha realizado buscando una alta eficiencia de estos, pues aunque la guardería dispone de un terreno amplio, este se ve afectado por las sombras de los edificios cercanos y solo dispondremos de unas determinadas ubicaciones para colocar estos sin sufrir grandes pérdidas. Por ello, se han seleccionado unos paneles monocristalinos de nueva generación, con lo que la eficiencia es de las más altas en el mercado actual.

El modelo concreto es el LG300N1C-A3, del fabricante coreano LG. Son módulos monocristalinos que producen 300Wp de potencia en condiciones STC.



*Vista del módulo LG300N1C-A3.*

Este módulo se basa en la tecnología propietaria de LG MONOX™ N<sub>e</sub>ON. Esta tecnología proporciona las siguientes características:

- Células fotovoltaicas de LG de alta eficiencia: Gracias a la tecnología N-Type de LG, los módulos de LG alcanzan el 18,3% de eficiencia.
- Pruebas de EL realizadas al 100 %: Todos los módulos de LG se han sometido en diversas etapas de su fabricación a una inspección de electroluminiscencia. El test EL detecta micro-cracks invisibles al ojo humano.
- Ligeros y robustos: Los módulos de LG sólo pesan 16,8 kg, y han demostrado una resistencia extraordinaria ante presiones externas de hasta 5400 Pa.

- Garantías de confianza: LG respalda sus productos con la fuerza de una empresa global y excelentes políticas de garantía. Además de la garantía del producto a 10 años, incluye una garantía de rendimiento lineal de 25 años.
- Tolerancia de potencia positiva: LG proporciona módulos solares con un estricto control de calidad y una tolerancia de potencia nominal positiva a partir de 0%.
- Fácil instalación: Los módulos de LG se han diseñado con esmero para que los instaladores puedan disfrutar de un montaje fácil y rápido, en todas sus fases: transporte, puesta a tierra y conexión.

A continuación, se van a detallar el resto de características de estos módulos.

#### Características mecánicas.

Células	6 x 10
Fabricante de células	LG
Tipo de células	Monocristalino
Dimensiones de las células	156 x 156 mm <sup>2</sup>
Barras colectoras	3
Cubierta frontal	Vidrio templado de alta transmisión
Dimensiones (L×An×Al)	1640 x 1000 x 35 (mm)
Máx. capacidad de carga	5400 Pa (Nieve) 2400 Pa (Viento)
Peso	16.8 ± 0.5 kg
Conector, tipo	MC4, IP 67
Caja de conexiones	IP 67 con 3 diodos de protección
Cable de conexión, longitud	2 x 1000 mm
Marco	Aluminio, anodizado

#### Características eléctricas (STC<sup>2</sup>)

Potencia máxima P <sub>máx</sub> (W)	300
Tensión MPP V <sub>mpp</sub> (V)	32.0
Corriente MPP I <sub>mpp</sub> (A)	9.40
Tensión circuito abierto V <sub>oc</sub> (V)	39.8
Corriente cortocircuito I <sub>sc</sub> (A)	9.98
Eficiencia del módulo (%)	18.3
Temperatura de funcionamiento (°C)	-40 ~ +90
Tensión máxima admisible (V)	1000
Máxima corriente de retorno (A)	20
Tolerancia de potencia (%)	0 ~ +3

<sup>2</sup> STC (condiciones estándar de prueba): irradiación 1000 W/m<sup>2</sup>, temperatura del módulo 25 °C, AM 1.5 Clase de aplicación: A (según IEC 61730), clase de protección: II LG Electronics no asume la responsabilidad sobre la



exactitud de los datos eléctricos.

### Características eléctricas (NOCT3)

Potencia máxima P <sub>máx</sub> (W)	220
Tensión MPP V <sub>mpp</sub> (V)	29.3
Corriente MPP I <sub>mpp</sub> (A)	7.50
Tensión circuito abierto Voc (V)	36.9
Corriente cortocircuito I <sub>sc</sub> (A)	8.05
Pérdida de rendimiento (de 1000 W/m <sup>2</sup> a 200 W/m <sup>2</sup> )	< 3.5 %

<sup>3</sup>NOCT (temperatura nominal de empleo de la célula solar): irradiación 800 W/m<sup>2</sup>, temperatura ambiente 20 °C, velocidad del viento 1 m/s.

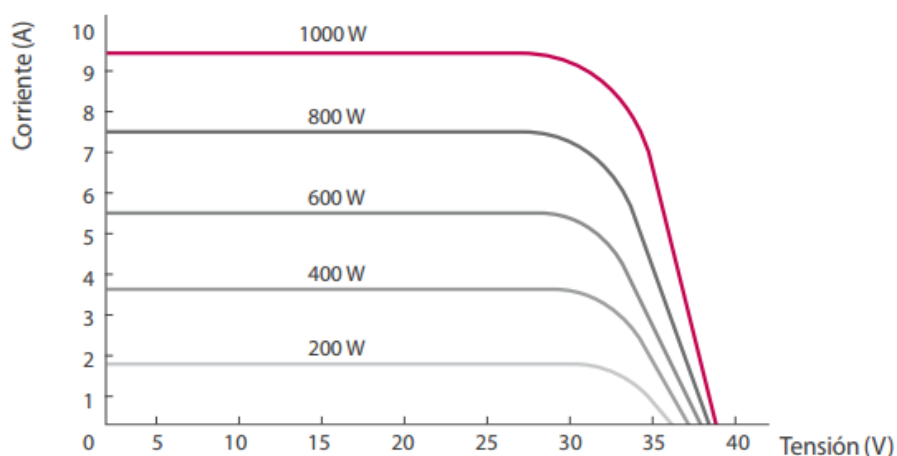
### Coefficientes de temperatura

NOCT	45.0 ± 2 °C
P <sub>mpp</sub>	-0.41 %/K
Voc	-0.29 %/K
I <sub>sc</sub>	0.04 %/K

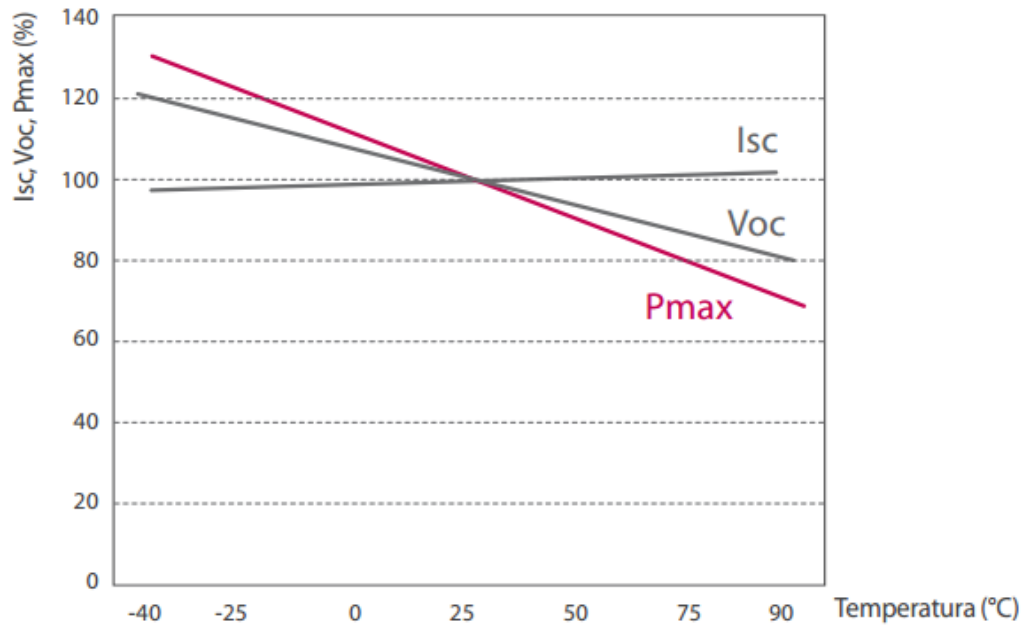
### Certificados y Garantías

Certificados	IEC 61215, IEC 61730-1/-2, IEC 61701 ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, UL 1703
Garantía del producto	10 años
Garantía de potencia para P <sub>max</sub> (Tolerancia de medición ± 3%)	25 años de garantía lineal <sup>1</sup>

### Curvas características

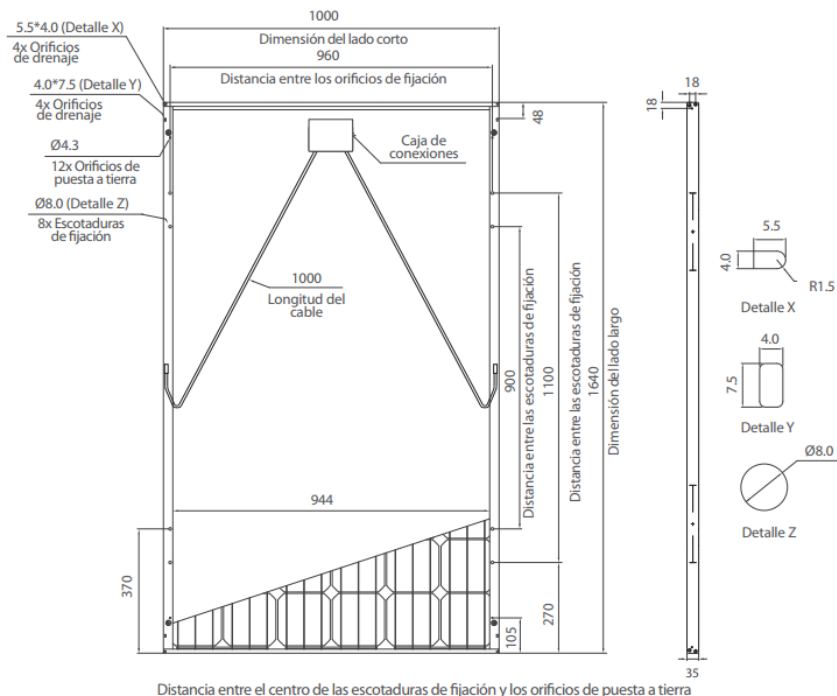


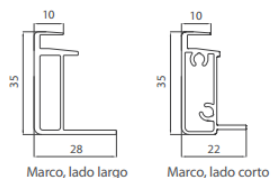
Curva I-V para diferentes irradiancias a 25°C.



Corriente de cortocircuito  $I_{sc}$ , tensión de circuito abierto  $V_{oc}$  y potencia máxima  $P_{max}$  en función de la temperatura en °C. Valores en %.

### Dimensiones (mm)





De la simulación realizada mediante PVsyst, el total de módulos a instalar será de 56 con una potencia máxima de 16.800 kWp. Para cumplir con los valores de tensión e intensidad requeridos, la conexión se realizara colocando 28 ramas en paralelo de 2 módulos en serie cada una.

Los módulos irán colocados sobre una estructura metálica, con una inclinación de 60° y azimut 0°.

Estarán distribuidos de la siguiente manera:

- Grupo 1: colocado en el tejado, formado por 14 módulos, conectados en 7 ramas de 2 módulos en serie cada una.
- Grupo 2: colocado en el tejado, formado por 14 módulos, conectados en 7 ramas de 2 módulos en serie cada una.
- Grupo 3: colocado sobre la pared del cuarto de baterías, formado por 20 módulos, conectados en 10 ramas de 2 módulos en serie cada una.

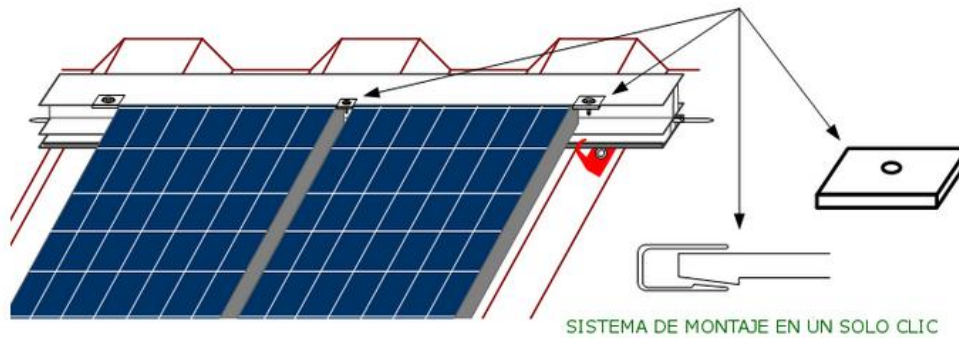
## 2.5.2 ESTRUCTURA SOPORTE

La estructura estará realizada con perfiles de aluminio reforzado con alta resistencia a la corrosión y a la humedad. La estructura será montada in situ y para ello se suministrarán todos los accesorios necesarios.

Los perfiles disponen de montaje fácil en un solo clic.



*Vista de un perfil usado en la estructura.*



*Montaje fácil en un solo clic.*

### 2.5.3 CAJAS DE CONEXIONES

Las cajas de conexiones permiten la conexión entre los módulos conectados en paralelo y el regulador de manera sencilla y consiguiendo disminuir la cantidad de cable a emplear. Estas cajas recogen los cables provenientes de los diferentes módulos, que irán a un mismo regulador, obteniendo una única salida hacia este.

Las cajas elegidas son de la marca SolarMax y el modelo es el MaxConnect 12 plus. Este modelo admite la entrada de 12 strings con una corriente de 10 A cada uno. Aunque no se usaran todos ellos, se ha optado por esta caja debido a que la corriente de salida de nuestros módulos fotovoltaicos será 9,40 A y los modelos de cajas del mercado con menos número de entradas no soportan esta corriente.



Las características de este modelo son:

- El dispositivo está diseñado de forma consecuente para 900 V. Sus componentes de alta calidad garantizan una gran durabilidad y la mayor disponibilidad.
- MaxConnect plus está completamente protegido:
  - Los fusibles de ramales y descargadores de sobretensión integrados protegen de estados de funcionamiento

- extraordinarios.
- Gracias al seccionador de gran capacidad integrado, podrá desconectar la instalación en todo momento, de forma rápida y segura.
  - Para las operaciones de mantenimiento y control es posible desconectar y medir cada uno de los ramales. Los cartuchos de fusibles se pueden cambiar sin tensión.
  - MaxConnect plus se entrega listo para instalar. Solamente se han de conectar los cables de los ramales de los módulos solares y la línea colectora al regulador. Para montar el dispositivo, puede emplear los orificios de sujeción que se encuentran en la parte posterior.
  - MaxConnect plus dispone de un sistema de supervisión de ramales electrónico que mide cada una de las corrientes y detecta las desviaciones del valor promedio. La tolerancia de fallos se puede ajustar, los ramales se pueden ocultar por separado. Los datos correspondientes se muestran en la pantalla LCD integrada.
  - El dispositivo se puede integrar en el sistema de supervisión sin más complicaciones. En caso de avería, mediante un registrador de datos se envían las notificaciones de fallo por correo electrónico o SMS.

### Características técnicas

Tensión de entrada máx.	900 VCC
Corriente por string máx.	10 ACC
Corriente de salida máx.	120 ACC
Categoría de sobretensión	(III hasta 849 VcC, II hasta 900 VCC)
Bornes de ramal de entrada	16 mm <sup>2</sup>
Borne de puesta a tierra	50 mm <sup>2</sup>
Bornes de salida	95 mm <sup>2</sup>
Seccionador de potencia	Omnipolar
Tipo de protección	IP65
Clase de protección	Clase de protección I
Temperatura ambiente	-20 °C...+50 °C
Protección contra sobretensión	Tipo 2
Carcasa	Aluminio a prueba de corrosión con tipo de protección IP65
Dimensiones: Anchura, Altura, Profundidad	600 mm, 520 mm, 150 mm
Peso	14 kg
Color	RAL 1028 / RAL 7035
Conforme	CE según EN 61000-6-3, EN 61000-6-2, EN 50178
Certificación	Homologación por TÜV
Supervisión de corriente de ramal	Comparación de las corrientes de ramal, Tolerancia ajustable, Enmascaramiento de ramales individuales

Mensaje de fallo	Contacto de aviso de fallo libre de potencial con Opción MaxWeb xp: Correo-e, SMS
Display LCD	A, Ah por ramal A, Ah total Mensajes de fallo Configuración de todos los parámetros importantes

Aunque la caja viene con terminales prefijados que pueden ser distintos a los requeridos para ajustarse a las secciones de nuestro proyecto, se realizara un pedido directo a fábrica en el que se incluirán los terminales adecuados.

En total, se necesitaran tres cajas de conexiones, una para cada regulador. Dos de ellas irán instaladas en el tejado de la guardería, junto a los grupos de paneles a conectar; la tercera ira sobre el tejado de la sala de baterías.

#### 2.5.4 REGULADORES DE CARGA

El modelo de regulador de carga elegido es el Steca Power Tarom 4140. Este regulador admite una corriente de hasta 140 A de entrada y 70 A de salida.



Características del producto:

- Regulador híbrido
- Determinación del estado de carga con Steca AtonIC (SOC)
- Selección automática de tensión
- Regulación MAP
- Tecnología de carga escalonada
- Desconexión de carga en función de SOC
- Reconexión automática del consumidor
- Compensación de temperatura
- Posible una puesta a tierra negativa de un borne o positiva de varios

bornes

- Registrador de datos integrado (contador de energía)
- Función de luz nocturna con Steca PA 15
- Función de autotest
- Carga mensual de mantenimiento

Funciones de protección electrónica:

- Protección contra sobrecarga
- Protección contra descarga total
- Protección contra polaridad inversa de los módulos, la carga y la batería
- Protección contra polaridad inversa por medio de fusible interno
- Fusible electrónico automático
- Protección contra cortocircuito de la carga y los módulos solares
- Protección contra sobretensión en la entrada del módulo
- Protección contra circuito abierto sin batería
- Protección contra corriente inversa por la noche
- Protección contra sobretemperatura y sobrecarga
- Desconexión de carga por sobretensión en la batería

Indicaciones:

- Display LCD para textos

Manejo:

- Fácil manejo con menús
- Programación por medio de botones
- Conmutación manual de carga

Opciones:

- Sensor de temperatura externo (incluida en el volumen de suministro)
- Contacto de alarma
- Monitorización de la instalación mediante cable de datos Steca PA CAB 1 Tarcom

Certificaciones:

- Conforme a los estándares europeos (CE)
- Fabricado en Alemania
- Desarrollado en Alemania
- Fabricado conforme a ISO 9001 e ISO 14001

### Características técnicas

<b>Funcionamiento</b>	
Tensión del sistema	48 V
Consumo propio	14 mA
<b>Datos de entrada CC</b>	
Tensión de circuito abierto del módulo solar	< 100 V
Corriente del módulo	140 A
<b>Datos de salida CC</b>	
Corriente de consumo*	70 A
Tensión de reconexión (SOC / LVR)	> 50 % / 50,4 V
Protección contra descarga profunda (SOC / LVD)	< 30 % / 44,4 V
<b>Datos de la batería</b>	
Tensión final de carga	54,8 V
Tensión de carga reforzada	57,6 V
Carga de compensación	58,8 V
Ajuste del tipo de batería	líquido (ajustable a través menú)
<b>Condiciones de uso</b>	
Temperatura ambiente	-10 °C ... +60 °C
<b>Equipamiento y diseño</b>	
Terminal (cable fino / único)	95 mm <sup>2</sup> -AWG 000
Grado de protección	IP 65
Dimensiones (X x Y x Z)	360 x 330x 190 mm
Peso	10 kg

El total de reguladores de carga instalados será de tres, cada uno conectado a una caja de conexiones.

Se instalarán en el cuarto de baterías.

### 2.5.5 BATERÍAS

La batería seleccionada para nuestra instalación será de la marca Exide, modelo OPzS Solar 2500 Classic.

Las baterías Classic ofrecen alta viabilidad operacional bajo todo tipo de condiciones de uso, así como un bajo mantenimiento debido a la baja cantidad de antimonio en las placas y una gran reserva de electrolito.

Características principales:

- Bajo nivel de gasificación por el bajo nivel de antimonio. <3% (EN



50272-2).

- Conforme a las normativas DIN 40 736 y DIN 40 737 T3.
- Electrolito: Ácido sulfúrico diluido.  $dN = 1.24$  kg/l. La densidad moderada confiere a estos elementos una gran longevidad. La importante reserva de electrolito, teniendo en cuenta el débil consumo de agua, permite reducir considerablemente la frecuencia del mantenimiento.
- Diseño de placas optimizado, proporcionando una capacidad superior a la de las normas DIN.
- Placas positivas tubulares, reputadas por su resistencia a las sobrecargas y ciclaje.
- Placas negativas tipo FAURE. Su espesor, asegura una vida igual a la de las positivas. El nuevo diseño de las rejillas elaborado por CAO como el de las espigas de las placas positivas, garantiza la perfecta cohesión de las materias activas y el flujo de la corriente en óptimas condiciones.
- Su triple separación garantiza el aislamiento eléctrico entre las placas, un reparto homogéneo del electrolito y un buen saneamiento de la materia activa, en particular durante el ciclaje.



Capacidad Nominal $C_{100}$ 1.85 V/C Ah.	2445
Capacidad Nominal $C_{120}$ 1.85 V/C Ah.	2500
Largo(mm)	215
Ancho(mm)	277
Alto(mm)	845
Tensión por vaso (V)	2,04 - 2,09 <sup>1</sup>
Peso vaso incl. Ácido aprox.	114
Resistencia Interna (mohm)	0,22
Corriente Corto Circuito (A)	9300
Polos	2

<sup>1</sup>según la densidad del electrolito y suponiendo que la batería está plenamente cargada.

La batería total estará formada por 48 vasos, divididos en 2 ramas en paralelo de 24 vasos cada una. La ubicación será el cuarto de baterías.

## 2.5.6 INVERSOR/CARGADOR

La elección del inversor es una parte importante del diseño de una instalación fotovoltaica, pues es un elemento en el que se producen importantes pérdidas de energía y por lo tanto hay que realizar un correcto dimensionado.

El inversor elegido será el Xantrex XW6048, de la marca Schneider. Este inversor proporciona una potencia máxima de 6.000 W y trabaja a 48 V. Además este aparato permite el funcionamiento como cargador, suministrando corriente a las baterías a través de una fuente de energía externa.



Las características principales de este inversor son:

- Salida de onda senoidal pura.
- Insuperable capacidad de sobrecarga transitoria: un novedoso y completo control digital regula el voltaje para evitar caídas en caso de sobrecarga. Puede suministrar el 200% de la potencia nominal a la carga.
- Permite configuraciones monofásicas (230 V CA) y trifásicas (400/230 V CA).
- Pueden conectarse varias unidades en paralelo (4 en monofásica y 2 en trifásica).
- Entradas de CA duales.
- Comunicación mediante red Xanbus™, proporciona un funcionamiento del sistema plug-and-play.
- Eficiente carga de batería de alta intensidad, con corrección del factor de potencia, en múltiples etapas (reduce el tiempo de recarga y los costes de electricidad o combustible y prolonga la vida útil de la batería).
- La pantalla del inversor muestra la salida de alimentación, intensidad

de carga y nivel de la batería, lo que permite comprobar el estado del sistema en una mirada

### Características técnicas

Principal	
Rango de producto	Xantrex XW
Modelo de dispositivo	XW6048-230-50
Tipode producto o componente	Inversor / cargador híbrido
Número de red de fases	Monofásica
Tipo de señal	Onda senoidal pura
Alimentación continua	6000 W AC - 230 V
Complementario	
Corriente de salida	26.1 A
Pico de corriente de salida	53 A - 15 s
Frecuencia asignada de empleo	50 Hz +/- 0.1 Hz (salida)
Distorsión armónica	< 5 %
Tensión de entrada	50.4 V CC 230 V AC
Límites de tensión de entrada	44...64 V CC 156...280 V AC - modo bypass/carga
Corriente de entrada	131 A DC at rated power
Frecuencia de entrada	59.4...60.4 Hz +/- 0.05 Hz - modo conversión 55...65 Hz - modo bypass/carga (por omisión) 44...70 Hz - modo bypass/carga (disponible)
Corriente de carga	100 A
Eficiencia	95.4 % pico
Consumo de potencia en W	< 7 W - modo de búsqueda
Montaje de dispositivo	Mont. en pared
Equipo proporcionado	Sensor de temperatura de la batería incluido para compensación térmica
Dimensiones (Alto x Ancho x Fondo) (mm)	580 mm x 410 mm x 230 mm
Peso del producto	55.2 kg
Entorno	
Grado protección IP	IP20
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...70 °C
Compatibilidad electromagnética	EN 61000-6-1, EN 61000-6-3, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3
Normas	EN 50178
Certificados de producto	CE

## 2.5.7 GRUPO ELECTRÓGENO

La instalación de un grupo electrógeno contradice el principio de ecología que se buscaba con el empleo de la energía fotovoltaica para alimentar los consumos de la guardería, que ya hemos dicho que se encuentra en un entorno ecológico.

No obstante, debido a que en el funcionamiento normal de la instalación el grupo electrógeno no será necesario funcionando únicamente como respaldo en caso de que surjan cargas imprevistas y para ayudar a recargar las baterías con el fin de que no bajen de un determinado valor de carga, se ha decidido la instalación de un grupo electrógeno. Éste no afectara a la ecología del entorno, pues está previsto que arranque en escasas ocasiones, incluso llegando a usarse solamente una o dos veces al año.

El grupo electrógeno a instalar será la de la marca española Genergy, modelo GUARDIÁN SC-6. Este grupo tiene potencia suficiente para alimentar todos los consumos de la instalación ya además poder recargar las baterías mientras tanto. Además, dispone de arranque automático por contacto, es decir, ante una orden del inversor es capaz de arrancar de forma autónoma y suministrar energía sin intervención humana, por lo que es el generador indicado para aplicaciones de respaldo.

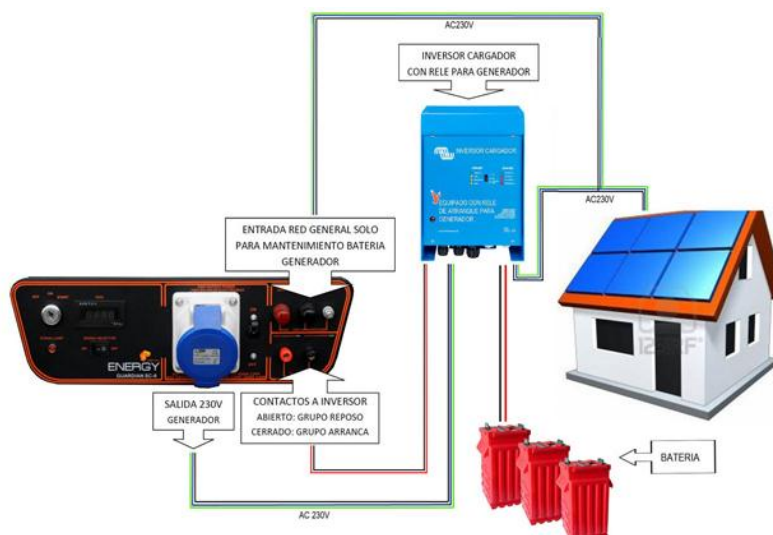


*Imagen del grupo GUARDIÁN SC-6.*

### Características técnicas

Sistema de arranque automático	Por contacto libre de potencial
Distorsión (THD) - Regulación	5% - Electrónica
Voltaje - Frecuencia	230V - 50Hz
AC 230V Nominal - Máxima	6kVA - 6,2kVA
Modelo Motor	Genergy SGH Series
Tipo Motor	4 Tiempos, Refrigerado por Aire

Nivel Sonoro (7 m.)	74dB
Arranque	Manual/Eléctrico/Automático
Capacidad Depósito	28L
Autonomía aproximada 75%	11,2
Capacidad Aceite (Tipo)	1,1L (SAE10W30-SAE10W40)
Kit de Transporte	Sí
Dimensiones	70cm x 52cm x 56cm
Peso	93 kg



Esquema tipo de conexión del grupo para que realice un arranque automático.

## 2.6 CABLEADO Y CANALIZACIONES

### 2.6.1 CABLEADO

El cableado a instalar cumplirá lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión de 2.002. La caída de tensión máxima admisible y la intensidad máxima admisible quedará fijada según las disposiciones de la ITC-B-40. La intensidad máxima admisible para cada sección la consultaremos en la tabla A.52-1 bis de la norma UNE 20460-5-523/2004.

Los cables a usar serán de la marca Prysmian, modelos Afumes Easy (AS) y P-Sun 2.0, este último especialmente fabricado para aplicaciones fotovoltaicas.



*Imagen de los cables afumex tripolar (el que se instalará sera unipolar) y P-Sun 2.0.*

El cable P-Sun 2.0 se utilizara para unir los paneles solares con las cajas de conexiones, ya que esta parte de la instalación se realizara bajo tubo al aire y este tramo está más sujeto a las inclemencias del tiempo. El resto de la instalación discurrirá bajo tubo empotrado, por eso se utilizara el conductor Afumex, que es más económico que el anterior.

Las características más destacables de estos cables son que soportan una tensión de 0,6/1 kV, son no propagadores de la llama, no propagadores de incendio, de baja emisión de humos y con aislamiento XLPE que soporta una intensidad máxima admisible mayor que el PVC. El Afumex es del tipo (RZ1-K (AS)) son de obligada instalación en locales de pública concurrencia y para líneas generales de alimentación.

El Afumex easy (AS) con las siguientes características:

- Norma de diseño: UNE 21123-4.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 3500 V.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713; NFC 20454; It ≤ 1,5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2 ; IEC 60754-2 ; NFC 20453 ; BS 6425-2 ; pH ≥ 4,3 ; C ≤ 10 mS/mm.

Conductor:

- Metal: Cobre electrolítico recocido.
- Flexibilidad: Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.
- Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente,

250 °C en cortocircuito.

Aislamiento:

- Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3.

Cubierta:

- Material: Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1.

El cable P-Sun 2.0 con las siguientes características:

- Norma de diseño: DKE/VDE AK 411.2.3
- Temperatura de servicio: -40 °C, +120 °C (10.000 h); -40 °C, +90 °C (30 años)
- Tensión nominal: 0,6/1 kV (tensión máxima en alterna: 0,7/1,2 kV, tensión máxima en continua: 0,9/1,8 kV).
- Ensayo de tensión en corriente alterna 6 kV, 15 min.
- Ensayo de tensión en corriente continua 10 kV, 15 min.W

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713; NFC 20454; It ≤ 1,5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2; NFC 20453; BS 6425-2; pH ≥ 4,3; C ≤ 10 mS/mm.

Resistencia a las condiciones climatológicas:

- Resistencia al ozono: EN 50396, test B
- Resistencia a los rayos UVA: UL 1581 (xeno test), ISO 4892-2 (A method), HD 506/A1-2.4.20
- Resistencia a la absorción de agua: EN 60811-1-3
- Otros ensayos:
- Resistencia al frío: Doblado a baja temperatura (EN 60811-1-4)
- Impacto (EN 50305)
- Dureza: 85 (DIN 53505)
- Resistencia a aceites minerales: 24 h, 100°C (EN 60811-2-1)
- Resistencia a ácidos y bases: 7 días, 23°C, ácido n-oxálico, hidróxido sódico (EN 60811-2-1)

Conductor:

- Metal: Cobre electrolítico.

- Flexibilidad: Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.
- Temperatura máxima en el conductor: 120 °C (10.000 h); 90 °C (30 años). 250 °C en cortocircuito.

Aislamiento:

- Material: Goma tipo EI6 según UNE-EN 50363-1 que confiere unas elevadas características eléctricas y mecánicas.

Cubierta

- Material: Mezcla cero halógenos, ipo EM5 según UNE EN 50363-1.

## 2.6.2 CANALIZACIONES

Las canalizaciones se realizarán a base de tubo de las dimensiones adecuadas y de acuerdo a la normativa impuesta en la ITC-BT-21 de REBT.

El dimensionado se realizará conforme a las tablas 2 y 5 de esa misma ITC, que corresponden a tubo en montaje superficial y tubo empotrado en obra.

El tubo en montaje superficial únicamente se usará para el conexionado de los paneles con las cajas de conexiones. El resto de la instalación estará realizada en tubo empotrado en obra.

## 2.6.3 RESUMEN

CIRCUITO	Long <sup>1</sup> (m)	Tensión (V)	Intens. (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Intens. Máx adm (A)	ΔV (%)	ΔV Máx (%)	Tubo (mm)
P1-C1*	20,2	48	9,42	25	110	0,28	0,35	32
P2-C2*	14	48	9,42	25	110	0,22	0,35	32
P3-C3*	11,80	48	9,42	25	110	0,17	0,35	32
C1-R1*	25,8	48	84,78	120	301	0,68	0,7	63
C2-R2*	22	48	84,78	120	301	0,57	0,7	63
C3-R3*	9	48	94,20	120	301	0,26	0,7	63
R1-B	6,2	48	84,78	120	301	0,16	0,2	63
R2-B	6,2	48	84,78	120	301	0,16	0,2	63
R3-B	6,2	48	94,20	120	301	0,18	0,2	63
B-I	5,1	48	125,00	120	301	0,19	0,2	63
I-CG	36	230(~)	26,08	50	167	0,14	0,15	40
G-I	14	230(~)	26,95	4	36	0,88	1,35	16



<sup>1</sup>: longitud total de ida y vuelta.

\*: Circuitos corregidos una vez calculadas todas las secciones, reubicando la caja de conexiones uno con el fin de unificar secciones y hallada la caída de tensión total, reasignando la caída de tensión a estos tres circuitos con el fin de reducir su sección lo máximo posible, sin sobrepasar en ningún caso la caída de tensión total desde los paneles al cuadro general fijada por el REBT en la ITC-40 en un 1,5%.

La caída de tensión máxima de la instalación tiene dos caminos:

- Desde los paneles al cuadro general: la caída será la suma de los tramos que unen dichos elementos, eligiendo siempre la más desfavorable de las que existen en paralelo. La caída de tensión es:

$$0,28\% + 0,68\% + 0,18\% + 0,19\% + 0,14\% = 1,47\% < 1,5\%$$

- Desde el grupo electrógeno al cuadro general: la caída de tensión total será la suma de los dos tramos existentes:

$$0,88\% + 0,14\% = 1,02\% < 1,5\%$$

## 2.7 PROTECCIONES

Las protecciones a instalar serán las que se recogen a continuación:

- Entre el campo fotovoltaico y el regulador, recogidos en el interior de las cajas de conexiones se encuentran:
  - Fusibles para cada string de entrada.
  - Varistores.
  - Seccionador bajo carga.
  - Además los paneles llevarán instalados diodos de bloqueo.
- Entre los reguladores y las baterías:
  - Interruptor automático de corriente continua a la salida de cada inversor.
- Entre las baterías y el inversor:
  - Interruptor automático de corriente continua.
- Entre el inversor y el cuadro general de mando y protección:
  - Interruptor automático de corriente alterna.
  - Interruptor diferencial
- Entre el grupo electrógeno y el inversor:
  - Interruptor automático de corriente alterna.
  - Interruptor diferencial

## 2.8 TOMA DE TIERRA

La ITC-BT 40 establece que las instalaciones generadoras deberán estar provistas de sistemas de puesta a tierra.

La toma de tierra estará diseñada conforme a lo dictado en la ITC-BT 18 y en la MIE-RAT 13.

La toma estará formada por un conductor de 50 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo que estará enterrado bajo la cimentación recorriendo la periferia del edificio. La longitud del cable será de 56,6 m y la resistencia de la puesta a tierra según los cálculos será de 3,53  $\Omega$ , muy por debajo de los 800  $\Omega$  máximos que se establecen para este tipo de instalaciones.

En el documento cálculos puede consultarse el dimensionado de la toma de tierra.

## 2.9 VENTILACIÓN DE LA SALA DE BATERÍAS

La ventilación de la sala de baterías se realizara de manera natural, pues la disposición de esta permite prescindir de una ventilación forzada sin problemas.

EL caudal mínimo de aire de ventilación, según los cálculos, será de 35,59 m<sup>3</sup>/h. Para conseguir este valor realizaremos unas aberturas en paredes opuestas de la sala de baterías, las que dan al exterior, de unas dimensiones de 50 cm de alto por 100 cm de ancho.

En el documento cálculos puede consultarse el dimensionado de la ventilación.

Valladolid, Junio de 2015

El Ingeniero Eléctrico

Fdo.: Juan Francisco Ramos Rodríguez

# 3 CÁLCULOS



### 3.1 INTRODUCCIÓN

Este documento tiene por objeto dimensionar y justificar los elementos que serán necesarios para realizar la instalación solar fotovoltaica en la Guardería de Amayuelas de Abajo.

Debido a que se dispone de los consumos de una guardería tipo para cada hora del año, se ha decidido utilizar el software PVsyst, en su versión 5.5, para poder realizar un cálculo más preciso y real que el que se pudiera realizar a mano, pues sería imposible evaluar cada hora del año como hace dicho programa.

### 3.2 DEMANDA ENERGÉTICA

La guardería estudiada en este proyecto tendrá una superficie construida de unos 200 m<sup>2</sup>.

Los consumos típicos de una guardería de semejante tamaño y en una ubicación similar por climatología a la de Amayuelas de Abajo se detallan en los capítulos posteriores.

#### 3.2.1 POTENCIA INSTALADA

La potencia instalada en vatios de la guardería, separada por salas, resultó ser:

- Hall:
  - Dos lámparas tipo plafón de 100 W/u      200W
  - Pasillo:
  - 8 halógenos de 50W/u      400W
  - Timbre      3W
- Sala 1 a 2 años:
  - 8 tubos fluorescentes de 36W/u      288W
  - Radiocasete      40W
  - Lámpara      60W
  - 2 luminarias emergencia 6W/u      12W
  - Central hilo musical      50W
- Almacén:
  - Microondas      1.200W
- Segunda sala de bebés:
  - Lámpara      60W

○ 4 tubos de 36W/u	144W
○ 1 luminaria emergencia	6W
● Baño:	
○ Extractor	9W
○ Lámpara	80W
○ Lámpara	40W
○ Secador	825W
○ Calefactor	1.300W
○ 1 luminaria emergencia	6W
● Sala de cunas:	
○ 4 tubos de 36W/u	144W
○ Lámpara 3 bombillas	180W
○ Radiocasete	40W
○ 1 luminaria emergencias	6W
● Despacho:	
○ 2 tubos de 36W/u	72W
○ Flexo	60W
○ Teléfono	5W
○ Router	6W
○ Ordenador	60W
○ Datafono	5W
○ Impresora	120W
○ 1 luminaria emergencia	6W
● Pasillo:	
○ 5 downlight de 2x26W	260W
○ Timbre	3W
○ 3 luminarias emergencia	18W
○ Videoportero	3W
● Baño:	
○ 4 halógenos	200W
○ 1 luminaria emergencia	6W
● Sala de psicomotricidad:	
○ 8 tubos de 18W/u	144W
● Cocina:	
○ 4 halógenos	100W
○ 1 luminaria emergencia	6W
○ Frigorífico	220W
○ Microondas	1200W
○ Lavavajillas	980W
○ Vitrocerámica inducción	2000W
○ Campana	200W
○ Caldera	20W
○ Batidora	300W

○ Cafetera	700W
● Comedor:	
○ 8 tubos fluorescentes de 36W	288W
○ 1 luminaria emergencia	6W
○ Radiocasete	40W
● Almacén:	
○ 2 tubos de 36W	72W
○ Lavadora 8kg	1000W
● Sala de 2 a 3 años:	
○ 10 tubos de 18W	180W
○ Tv	80W
○ DVD	200W
○ Radiocasete	40W
○ 1 emergencia	6W
○ Central hilo musical	50W
● Baño:	
○ 3 halógenos	150W
○ Extractor	9W
○ 1 luminaria emergencia	6W
○ Robot aspirador	25W

La potencia instalada total será de **13.939W**.

### 3.2.2 HORAS DE FUNCIONAMIENTO

Las horas de funcionamiento de cada elemento dependiendo de la época del año se pueden ver en las siguientes tablas, dispuestas en formato vertical debido a su tamaño y complejidad.

En la primera fila, en la celda de color rojo, aparece la época del año a la que corresponde cada tabla. El tiempo de funcionamiento de cada aparato para cada rango horario está expresado en número de horas. Las épocas del año que se han estudiado han sido: otoño, invierno, Navidad, Semana Santa, primavera y verano. Además se hará una distinción entre los días de diario y los fines de semana.

OTOÑO	Horario	00.00-1.00 1.00-2.00 2.00-3.00 3.00-4.00 4.00-5.00 5.00-6.00 6.00-7.00 7.00-8.00 8.00-9.00 9.00-10.00 10.00-11.00 11.00-12.00 12.00-13.00 13.00-14.00 14.00-15.00 15.00-16.00 16.00-17.00 17.00-18.00 18.00-19.00 19.00-20.00 20.00-21.00 21.00-22.00 22.00-23.00 23.00-00.00																							
		00.00-1.00	1.00-2.00	2.00-3.00	3.00-4.00	4.00-5.00	5.00-6.00	6.00-7.00	7.00-8.00	8.00-9.00	9.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-13.00	13.00-14.00	14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00	17.00-18.00	18.00-19.00	19.00-20.00	20.00-21.00	21.00-22.00	22.00-23.00	23.00-00.00
Habitación	Iluminación																								
	Iluminación timbre																								
Pasillo	Iluminación																								
	Iluminación timbre																								
Sala de 1 a 2 años	Iluminación																								
	Radio-cassette																								
Sala de 1 a 2 años	Lum. Emergen																								
	Hilo musical																								
Almacén	Microondas																								
	Iluminación																								
Segunda sala de bebés	Lum. Emergen																								
	Iluminación																								
Baño	Secador																								
	Calefactor																								
Baño	Extractor																								
	Lum. Emergen																								
Sala de cunas	Iluminación																								
	Radio-cassette																								
Sala de cunas	Lum. Emergen																								
	Iluminación																								
Despacho	Teléfono																								
	Router																								
Despacho	Ordenador																								
	Datáfono																								
Despacho	Impresora																								
	Lum. Emergen																								
Pasillo	Iluminación																								
	Timbre																								
Pasillo	Lum. Emergen																								
	Iluminación																								
Baño	Videoportero																								
	Lum. Emergen																								
Sala de psicomotricidad	Iluminación																								
	Lum. Emergen																								
Sala de psicomotricidad	Iluminación																								
	Lum. Emergen																								
Cocina	Iluminación																								
	Lum. Emergen																								
Cocina	Frigorífico																								
	Microondas																								
Cocina	Lavavajillas																								
	Vitrocerámica																								
Cocina	Campana																								
	Caldera																								
Cocina	Baldosa																								
	Cátedra																								
Comedor	Iluminación																								
	Lum. Emergen																								
Comedor	Radio-cassette																								
	Iluminación																								
Almacén	Lavadora																								
	Iluminación																								
Sala de 2 a 3 años	Iluminación																								
	TV																								
Sala de 2 a 3 años	DVD																								
	Lum. Emergen																								
Sala de 2 a 3 años	Radio-cassette																								
	Hilo musical																								
Baño	Iluminación																								
	Extractor																								
Baño	Lum. Emergen																								
	Aspirador																								
Horario																									



# INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA COLEGIO INFANTIL

Horario	INVERNO																								
	00.00-1.00	1.00-2.00	2.00-3.00	3.00-4.00	4.00-5.00	5.00-6.00	6.00-7.00	7.00-8.00	8.00-9.00	9.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-13.00	13.00-14.00	14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00	17.00-18.00	18.00-19.00	19.00-20.00	20.00-21.00	21.00-22.00	22.00-23.00	23.00-00.00	
Hall																									
Pasillo																									
Sala de 1 a 2 años																									
Almacén																									
Segunda sala de bebés																									
Baño																									
Sala de cunas																									
Despacho																									
Pasillo																									
Baño																									
Sala de psicomotricidad																									
Cocina																									
Comedor																									
Almacén																									
Sala de 2 a 3 años																									
Baño																									

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA COLEGIO INFANTIL

NAVIDAD		00:00-1.00	1.00-2.00	2.00-3.00	3.00-4.00	4.00-5.00	5.00-6.00	6.00-7.00	7.00-8.00	8.00-9.00	9.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-13.00	13.00-14.00	14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00	17.00-18.00	18.00-19.00	19.00-20.00	20.00-21.00	21.00-22.00	22.00-23.00	23.00-00.00
Horario	Iluminación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Hall	Iluminación timbre	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Pasillo	Iluminación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sala de 1 a 2 años	Radio cassette Lum. Emergen Hilo musical	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Almacén	Microondas Iluminación Lum. Emergen	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Segunda sala de baños	Iluminación Lum. Emergen	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Baño	Secador Calefactor Extractor Lum. Emergen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sala de cuñas	Iluminación Radiocassette Lum. Emergen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Despacho	Iluminación Teléfono Router Ordenador Datáfono Impresora Lum. Emergen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pasillo	Iluminación Timbre Lum. Emergen Videoportero Iluminación Lum. Emergen	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Baño	Sala de psicomotricidad Iluminación Lum. Emergen	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Cocina	Iluminación Lum. Emergen Frigorífico Microondas Lavavajillas Vitrocerámica	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Camaña Caldera Baldosa Caldera	Iluminación Lum. Emergen Radiocassette Iluminación Lavadora TV	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Comedor	Iluminación Lum. Emergen Radiocassette Iluminación Lavadora	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Almacén	Iluminación	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Sala de 2 a 3 años	DVD Radiocassette Lum. Emergen Hilo musical Iluminación Extractor Lum. Emergen	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Baño	Iluminación Lum. Emergen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Aspirador	Iluminación	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Horario		00:00-1.00	1.00-2.00	2.00-3.00	3.00-4.00	4.00-5.00	5.00-6.00	6.00-7.00	7.00-8.00	8.00-9.00	9.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-13.00	13.00-14.00	14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00	17.00-18.00	18.00-19.00	19.00-20.00	20.00-21.00	21.00-22.00	22.00-23.00	23.00-00.00

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA COLEGIO INFANTIL

PRIMAVERA		00:00-1.00	1.00-2.00	2.00-3.00	3.00-4.00	4.00-5.00	5.00-6.00	6.00-7.00	7.00-8.00	8.00-9.00	9.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-13.00	13.00-14.00	14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00	17.00-18.00	18.00-19.00	19.00-20.00	20.00-21.00	21.00-22.00	22.00-23.00	23.00-00.00
Horario	Iluminación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Hall	Iluminación								0.5	0.5															
Pasillo	Iluminación								0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sala de 1 a 2 años	Iluminación								0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Radio cassette Lum. Emergen								0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Almacén	Hilo musical								0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Microondas								0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Segunda sala de bebés	Iluminación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Lum. Emergen								0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Baño	Secador																								
	Calefactor																								
Sala de cunas	Extractor																								
	Iluminación Lum. Emergen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Despacho	Radio cassette								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Iluminación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pasillo	Teléfono								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Router								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Baño	Ordenador								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Datafono								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sala de psicomotricidad	Impresora								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Lum. Emergen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Baño	Iluminación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Timbre								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sala de psicomotricidad	Lum. Emergen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Videoporno								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cocina	Iluminación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Lum. Emergen								0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Cocina	Iluminación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Lum. Emergen								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cocina	Frigorifico								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Microondas								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cocina	Lavavajillas								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Vitrocerámica								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cocina	Campaña								0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
	Caldera								0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Cocina	Baldosa								0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	Caldera								0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Comedor	Iluminación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Lum. Emergen								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Almacén	Radio cassette								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Iluminación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sala de 2 a 3 años	Lavadora								0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	TV								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Baño	DVD								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Radio cassette								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Baño	Lum. Emergen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Hilo musical								0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Aspirador	Iluminación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Extractor Lum. Emergen								0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Horario	Aspirador								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

SEMANA SANTA		Horario	00.00-1.00	1.00-2.00	2.00-3.00	3.00-4.00	4.00-5.00	5.00-6.00	6.00-7.00	7.00-8.00	8.00-9.00	9.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-13.00	13.00-14.00	14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00	17.00-18.00	18.00-19.00	19.00-20.00	20.00-21.00	21.00-22.00	22.00-23.00	23.00-00.00		
Hall	Iluminación									0,5	0,5																	
	Iluminación timbre																											
Pasillo	Iluminación									0,5	0,5																	
	Radio cassette Lum. Emergen Hilo musical												0,5															
Sala de 1 a 2 años	Iluminación																											
	Lum. Emergen Hilo musical													0,5														
Almacén	Iluminación																											
	Lum. Emergen																											
Segunda sala de bebés	Iluminación																											
	Lum. Emergen																											
Baño	Iluminación																											
	Secador Calefactor Extractor Lum. Emergen																											
Sala de cunas	Iluminación																											
	Radio cassette Lum. Emergen Iluminación																											
Despacho	Iluminación																											
	Router Ordenador Datáfono Impresora																											
Pasillo	Iluminación																											
	Timbre Lum. Emergen Videoponero Iluminación																											
Baño	Iluminación																											
	Lum. Emergen																											
Sala de psicomotricidad	Iluminación																											
	Lum. Emergen																											
Cocina	Iluminación																											
	Lum. Emergen Frigorífico Lavavajillas Vitrocerámica Campaña Caldera Batidora Cafetera																											
Comedor	Iluminación																											
	Lum. Emergen Radio cassette Iluminación Lavadora																											
Almacén	Iluminación																											
	TV DVD																											
Sala de 2 a 3 años	Iluminación																											
	Radio cassette Lum. Emergen Hilo musical Iluminación Extractor Lum. Emergen																											
Baño	Iluminación																											
	Extractor Lum. Emergen																											
Horario																												

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA COLEGIO INFANTIL

VERANO		00.00-1.00	1.00-2.00	2.00-3.00	3.00-4.00	4.00-5.00	5.00-6.00	6.00-7.00	7.00-8.00	8.00-9.00	9.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-13.00	13.00-14.00	14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00	17.00-18.00	18.00-19.00	19.00-20.00	20.00-21.00	21.00-22.00	22.00-23.00	23.00-00.00	
Hall	Iluminación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Iluminación timbre									0,5																
Pasillo	Iluminación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Radio cassette											0,5														
Sala de 1 a 2 años	Lum. Emergen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Hilo musical											0,5														
Almacén	Microondas									0,16					0,16							0,5				
	Iluminación											0,1														
Segunda sala de bebés	Lum. Emergen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Iluminación									0,25		0,25		0,25		0,25		0,25		0,25		0,25				
Baño	Secador											0,1														
	Extractor													0,1												
Sala de cunas	Lum. Emergen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Iluminación											0,5														
Despacho	Radio cassette	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Lum. Emergen																									
Pasillo	Iluminación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Timbre																						0,75			
Baño	Lum. Emergen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Videoportero																									
Sala de psicomotricidad	Lum. Emergen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Iluminación											0,25														
Cocina	Lum. Emergen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Iluminación																									
Cocina	Frigorífico	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Microondas																									
Cocina	Lavavajillas										0,25															
	Vitrocerámica																									
Cocina	Campaña										0,25															
	Caldera																									
Cocina	Caldera																									
	Caldera																									
Comedor	Lum. Emergen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Radio cassette															0,5										
Almacén	Lum. Emergen																									
	Iluminación											0,16														
Sala de 2 a 3 años	TV									0,5																
	DVD																									
Sala de 2 a 3 años	Radio cassette	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Lum. Emergen																									
Baño	Hilo musical														0,5											
	Iluminación									0,4		0,4		0,4		0,4		0,4		0,4		0,4		0,4		
Baño	Extractor									0,4		0,4		0,4		0,4		0,4		0,4		0,4		0,4		
	Lum. Emergen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Baño	Aspirador																									
	Lum. Emergen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Horario	Lum. Emergen																									
	Aspirador																									
Horario		00.00-1.00	1.00-2.00	2.00-3.00	3.00-4.00	4.00-5.00	5.00-6.00	6.00-7.00	7.00-8.00	8.00-9.00	9.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-13.00	13.00-14.00	14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00	17.00-18.00	18.00-19.00	19.00-20.00	20.00-21.00	21.00-22.00	22.00-23.00	23.00-00.00	

### 3.2.3 CONSUMOS

Una vez conocida la potencia de cada elemento y el número de horas que funciona, determinar el consumo a lo largo del día es una tarea sencilla, no requiere más trabajo que multiplicar la potencia por el número de horas. A continuación, habrá que sumar los consumos que coinciden en el mismo rango horario para cada día.

En la siguiente tabla se puede ver el consumo en cada rango horario dependiendo de la época del año y el día de la semana.

	DIARIO						SÁBADO	DOMINGO
	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	NAVIDAD	SEMANA S.		
00.00-1.00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00
1.00-2.00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00
2.00-3.00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00
3.00-4.00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00
4.00-5.00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00
5.00-6.00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00
6.00-7.00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00
7.00-8.00	2607,00	2607,00	1307,00	1307,00	2607,00	2607,00	349,00	349,00
8.00-9.00	3383,00	3383,00	2083,00	1983,00	3483,00	3383,00	349,00	349,00
9.00-10.00	4025,60	4025,60	2453,60	2453,60	4225,60	3825,60	349,00	349,00
10.00-11.00	2398,52	2398,52	2326,52	2164,52	2598,52	2398,52	349,00	349,00
11.00-12.00	2319,60	2319,60	2157,60	1557,60	2519,60	2319,60	349,00	349,00
12.00-13.00	3501,10	3501,10	3087,10	2997,10	3701,10	3501,10	349,00	349,00
13.00-14.00	1600,50	1600,50	1600,50	1600,50	1800,50	1600,50	1421,00	349,00
14.00-15.00	1092,12	1092,12	948,12	848,12	1292,12	948,12	885,00	349,00
15.00-16.00	1325,60	1325,60	1037,60	1037,60	1525,60	1137,60	349,00	349,00
16.00-17.00	1061,00	1061,00	917,00	917,00	1261,00	1017,00	349,00	349,00
17.00-18.00	1602,60	1702,60	1178,60	1178,60	1622,60	1278,60	349,00	349,00
18.00-19.00	1319,12	2047,12	1319,12	1039,12	1427,12	1039,12	349,00	349,00
19.00-20.00	2564,25	2912,25	2292,25	1990,25	2328,25	1990,25	349,00	349,00
20.00-21.00	644,00	818,00	544,00	544,00	623,00	544,00	349,00	349,00
21.00-22.00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00
22.00-23.00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00
23.00-00.00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00	349,00

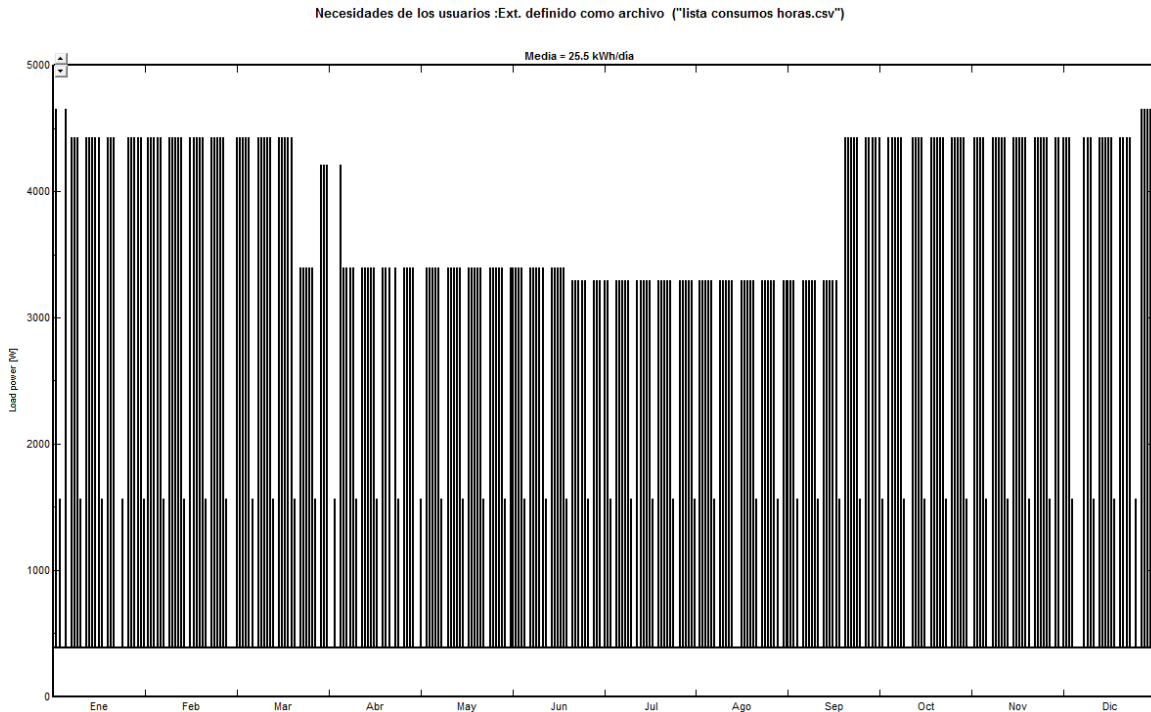
Para introducir estos valores en el programa de cálculo PVsyst, habrá que tener en cuenta la eficiencia del inversor, ya que PVsyst solo contempla datos en corriente continua y estos consumos son en corriente alterna. Para corregir la pérdida de potencia debida al rendimiento del inversor, se multiplicará estos consumos por un factor de corrección, en este caso 1,1.

En la siguiente tabla se pueden ver los datos de consumos que se introducirán en el programa PVsyst ya corregidos. Este programa nos calculara el número de paneles necesarios para nuestra instalación, así como la carga mínima necesaria de la batería.

Para introducirlos en el programa de cálculo, se ha generado una lista ASCII con el valor de consumo para cada hora de las 8.760 que tiene un año. Con esto se consigue un resultado mucho más preciso al poder diferenciar las horas de un día de diario o fin de semana, de invierno o verano,...

	DIARIO						SÁBADO	DOMINGO
	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	NAVIDAD	SEMANA S.		
00.00-1.00	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90
1.00-2.00	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90
2.00-3.00	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90
3.00-4.00	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90
4.00-5.00	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90
5.00-6.00	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90
6.00-7.00	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90
7.00-8.00	2867,70	2867,70	1437,70	1437,70	2867,70	2867,70	383,90	383,90
8.00-9.00	3721,30	3721,30	2291,30	2181,30	3831,30	3721,30	383,90	383,90
9.00-10.00	4428,16	4428,16	2698,96	2698,96	4648,16	4208,16	383,90	383,90
10.00-11.00	2638,37	2638,37	2559,17	2380,97	2858,37	2638,37	383,90	383,90
11.00-12.00	2551,56	2551,56	2373,36	1713,36	2771,56	2551,56	383,90	383,90
12.00-13.00	3851,21	3851,21	3395,81	3296,81	4071,21	3851,21	383,90	383,90
13.00-14.00	1760,55	1760,55	1760,55	1760,55	1980,55	1760,55	1563,10	383,90
14.00-15.00	1201,33	1201,33	1042,93	932,93	1421,33	1042,93	973,50	383,90
15.00-16.00	1458,16	1458,16	1141,36	1141,36	1678,16	1251,36	383,90	383,90
16.00-17.00	1167,10	1167,10	1008,70	1008,70	1387,10	1118,70	383,90	383,90
17.00-18.00	1762,86	1872,86	1296,46	1296,46	1784,86	1406,46	383,90	383,90
18.00-19.00	1451,03	2251,83	1451,03	1143,03	1569,83	1143,03	383,90	383,90
19.00-20.00	2820,68	3203,48	2521,48	2189,28	2561,08	2189,28	383,90	383,90
20.00-21.00	708,40	899,80	598,40	598,40	685,30	598,40	383,90	383,90
21.00-22.00	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90
22.00-23.00	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90
23.00-00.00	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90	383,90

El programa PVsyst nos permite visualizar un gráfico en el que aparecen los consumos por horas. El siguiente gráfico es de un año completo, por lo que no se pueden apreciar con detalle las horas ni los días, pero permite hacerse una idea de cuando se produce más consumo y de la forma de este.



En el gráfico se aprecia como el mayor consumo se produce en los meses de Enero y Diciembre, mientras que en verano el consumo es menor. Esto es debido a que el mayor consumo energético de la guardería es causado por la iluminación, y

precisamente esta es más usada en los meses de invierno.

### 3.3 DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

#### 3.3.1 ESTUDIO PRELIMINAR

En primer lugar, se realizara un dimensionado provisional que buscara satisfacer los consumos energéticos de la instalación con el mínimo número de paneles y capacidad de la batería. Posteriormente, se analizará el estado de carga de la batería a lo largo de la simulación y se estudiara si ese estado tendrá repercusión sobre la vida útil de la batería.

Es posible que una vez analizado este punto, sea necesario hacer alguna corrección sobre el cálculo.

##### 3.3.1.1 Determinación de la inclinación óptima

Para determinar la inclinación óptima de los paneles, además de conocer el consumo energético, necesitamos los datos de irradiación que llegaran a nuestros paneles.

Los datos de irradiación para una determinada ubicación, podemos consultarlos en la web <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>, para ello no hay más que introducir la ubicación y elegir el formato de salida de los datos.

Para determinar el consumo diario, se ha sumado el consumo en cada hora del día. En el caso de meses en los que hay dos tipos de consumo, por ejemplo en Enero existe un consumo propio del invierno y otra de los días de Navidad, se ha elegido el consumo mayor ya que es el caso más desfavorable.

Los consumos diarios para cada tipo de día son los siguientes, en Wh/día:

DIARIO						SABADO	DOMINGO
OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	NAVIDAD	SEMANA S.		
36229,60	37714,60	29418,40	27621,00	37957,70	34190,20	10982,40	9213,60



RELACION CONSUMOS/RADIACIÓN PARA UNA INCLINACIÓN DE 15°												
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Rad. Rd (kWh/día/ m <sup>2</sup> )	2,1 5	3,5 0	4,9 3	5,5 4	6,6 6	7,3 9	7,8 6	7,1 5	5,8 9	4,0 8	2,6 6	2,1 4
Consumos Gt (kWh/día)	37, 9	37, 7	37, 7	34, 1	29, 4	29, 4	27, 6	27, 6	36, 2	36, 2	36, 2	37, 9
P=Gt/Rd( m <sup>2</sup> )	17, 6	10, 7	7,6	6,1	4,4	3,9	3,5	3,8	6,1	8,8	15, 9	17, 7
MES MAS DESFAVORABLE: DICIEMBRE (17,7)												

RELACION CONSUMOS/RADIACIÓN PARA UNA INCLINACIÓN DE 30°												
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Rad. Rd (kWh/día/ m <sup>2</sup> )	2,5 6	4,0 5	5,3 6	5,6 5	6,5 1	7,0 6	7,5 8	7,2 1	6,3 2	4,6 3	3,1 6	2,6 2
Consumos Gt (kWh/día)	37, 9	37, 7	37, 7	34, 1	29, 4	29, 4	27, 6	27, 6	36, 2	36, 2	36, 2	37, 9
P=Gt/Rd( m <sup>2</sup> )	14, 8	9,6	7,0	6,0	4,5	4,1	3,6	3,8	5,7	7,8	11, 4	14, 4
MES MAS DESFAVORABLE: ENERO (14,8)												

RELACION CONSUMOS/RADIACIÓN PARA UNA INCLINACIÓN DE 45°												
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Rad. Rd (kWh/día/m <sup>2</sup> )	2,8 3	4,3 7	5,4 9	5,4 8	6,0 3	6,3 9	6,9 0	6,8 6	6,3 9	4,9 2	3,4 9	2,9 5
Consumos Gt (kWh/día)	37, 9	37, 7	37, 7	34, 1	29, 4	29, 4	27, 6	27, 6	36, 2	36, 2	36, 2	37, 9
P=Gt/Rd(m <sup>2</sup> )	13, 3	8,6	6,8	6,2	4,8	4,6	4,0	4,0	5,6	7,3	10, 3	12, 8
MES MAS DESFAVORABLE: ENERO (13,3)												

RELACION CONSUMOS/RADIACIÓN PARA UNA INCLINACIÓN DE 60°												
MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Rad. Rd (kWh/día/m <sup>2</sup> )	2,9 4	4,4 4	5,3 3	5,0 1	5,2 5	5,2 9	5,8 5	6,1 3	6,0 8	4,9 2	3,6 1	3,1 2
Consumos Gt (kWh/día)	37, 9	37, 7	37, 7	34, 1	29, 4	29, 4	27, 6	27, 6	36, 2	36, 2	36, 2	37, 9
P=Gt/Rd m <sup>2</sup> )	12, 8	8,4	7,0	6,8	5,6	5,5	4,7	4,5	5,9	7,3	10, 0	12, 1
MES MAS DESFAVORABLE: ENERO (12,8)												

Como se puede apreciar en las tablas, la mejor inclinación es 60°, ya que posee una relación de P menor para el mes más desfavorable. Se puede apreciar como el mes en el que menos irradiación disponemos es Enero, que justamente coincide con el mes en el que más consumo existe en la guardería. Se tendrá que dimensionar la instalación de tal manera que se pueda hacer frente a los consumos de Enero sin que exista pérdida de energía ni un solo día, esto provocara que en verano exista un gran excedente de energía.

Realizando una simulación con el software PVSyst se ha podido comprobar como la mejor inclinación para esta instalación es 60°.

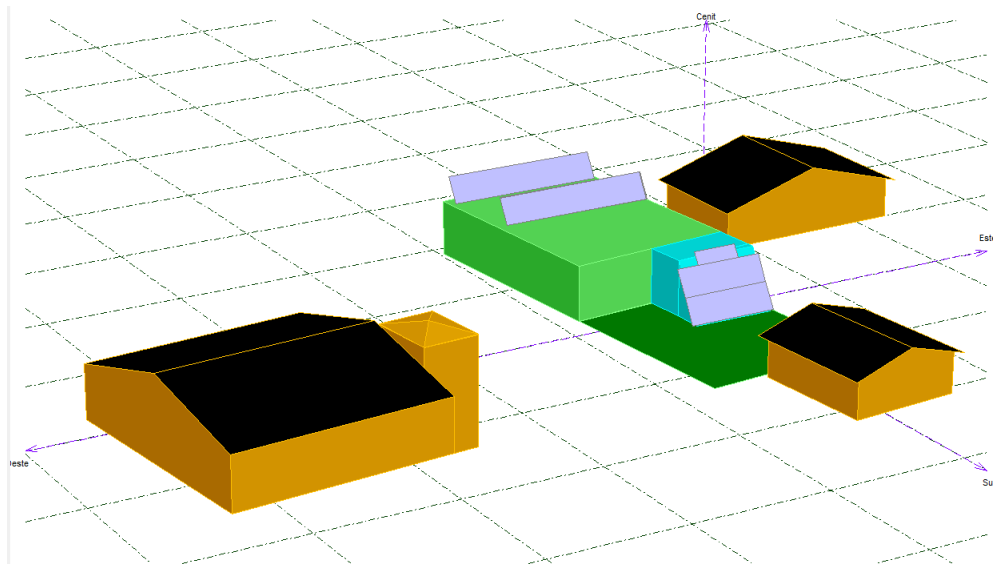
### 3.3.1.2 Sombras cercanas

Una vez estudiada y seleccionada la inclinación óptima, debemos realizar un croquis de la instalación en la que se vean los edificios cercanos con el fin de determinar las sombras que puedan aparecer en los paneles y con ellos las pérdidas en la producción de energía.

PVSyst nos permite realizar este croquis, simular la evolución de dichas sombras a lo largo del día en tiempo real y determinar dichas pérdidas.

A continuación aparece una vista de la instalación. En ella aparecen la guardería y el patio de esta en color verde. El cuarto azul sera el lugar destinado a alojar los elementos de la instalación como son las baterías, reguladores e inversor. Los edificios cercanos a la guardería son los que aparecen en color amarillo. Por último, los paneles aparecen en color gris.

Se ha optado por colocar así los paneles con el fin de evitar las sombras producidas por el campanario de la iglesia, sobretodo en el mes de enero ya que la sombra de éste incide más sobre los paneles cuando el Sol tiene un ángulo de elevación pequeño. Mediante esta colocación en el mes de enero apenas aparecen sombras importantes sobre los paneles.



Vista en 3D de la instalación.

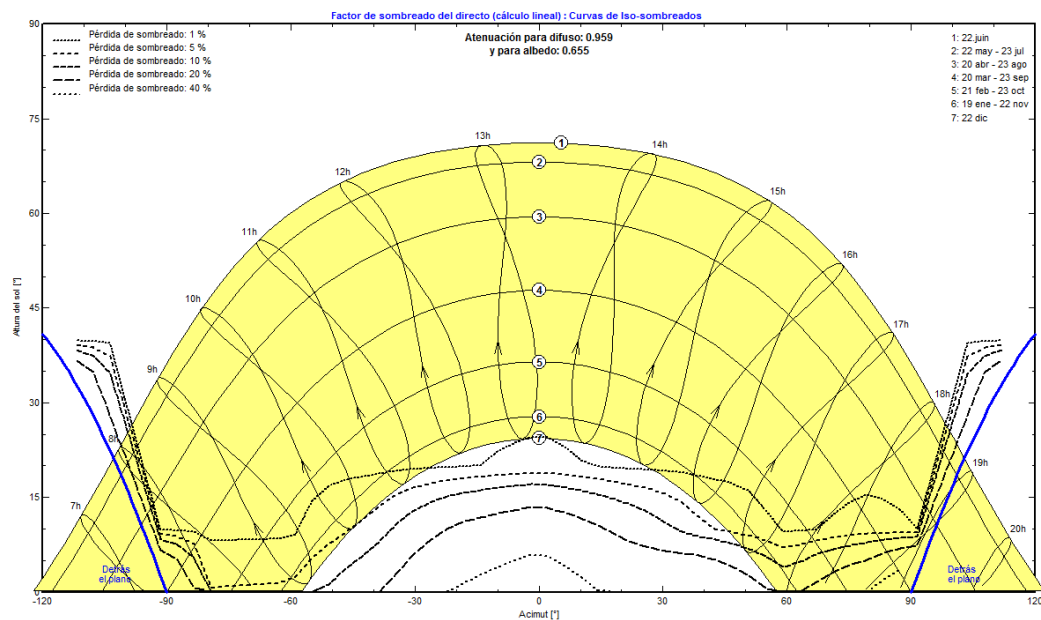


Diagrama del factor de sombreado.

Se observa como no se producen sombras importantes en los paneles, únicamente aparecen en los meses de invierno a primera y última hora del día. Por lo tanto, no existirá una gran pérdida de energía debido a sombras.

### 3.3.1.3 Número de paneles necesario

El número de paneles necesario se ha calculado realizando una serie de simulaciones con PVsyst y buscando que no exista pérdida de carga, es decir, que toda la energía consumida en el edificio proceda de nuestra instalación solar, para

ello el campo fotovoltaico debe estar bien dimensionado con el fin de poder alimentar correctamente a las baterías, y que en ningún momento exista una falta de energía.

Se ha establecido que el sistema funcione a una tensión de 48V de tensión continua. Los paneles deberán suministrar un valor de tensión superior a este para que la batería pueda cargar correctamente.

Los paneles a instalar serán de la marca LG modelo LG300N1C-A3 que proporcionan 300 Wp de potencia máxima y poseen una eficiencia del 18,3%. La tensión de estos paneles es de 32 V a 25°C y 1000 W/m<sup>2</sup>, por lo que será necesario conectar dos módulos en serie para conseguir la tensión correcta de funcionamiento. Aunque esta tensión pueda parecer muy sobredimensionada, según vaya aumentando la temperatura la tensión de los módulos ira cayendo, llegando a 26,4 V a 70°C que pueden darse en el panel en verano.

Según los datos arrojados por PVsyst, **el número de paneles necesario será 46**, distribuidos de la siguiente manera:

- Dos cadenas en el tejado de 14 paneles cada una, con unas dimensiones de 2 m de alto por 11,48 m de ancho.
- Un campo rectangular en el suelo apoyado sobre la pared del cuarto de baterías, formado por dos cadenas de 8 paneles y una de 2, con unas dimensiones de 2x6,56 m y 1x3,28 m respectivamente.

En total estos **46 paneles proporcionaran 13,8kWp** de potencia.

#### 3.3.1.4 Capacidad de la batería necesaria

Para calcular la capacidad de la batería a instalar, además de los consumos, debemos determinar los días de autonomía deseados y el porcentaje de pérdida de carga.

En este caso, dado el clima predominante en la provincia de Palencia y la posibilidad de una radiación muy escasa durante varios días, se ha optado por una autonomía de 5 días. El porcentaje de pérdida de carga se ha fijado en 0%, es decir, que no exista en ningún momento un déficit de energía.

La batería a instalar será de la marca Exide Solar, modelo OPzS Solar 2500 que tiene una capacidad de 2445Ah para C<sub>100</sub> y 2500Ah para C<sub>120</sub>. Cada vaso tiene un 2V de tensión continua.

Sin embargo, el programa trabaja con capacidades referidas a C<sub>10</sub> y estima la capacidad de esta batería en 1854Ah.

Se ha determinado, tras simular en PVsyst, que **el número de vasos a instalar será de 48**, distribuidos de la siguiente manera con el fin de conseguir la tensión y capacidad requerida:

- Dos cadenas de 24 vasos cada una, con los vasos de cada una conectados en serie para adquirir 48V.
- Conexión en paralelo de las dos cadenas para duplicar la capacidad, adquiriendo 3708Ah (C<sub>10</sub>).

### 3.3.1.5 Regulador de carga

A la hora de elegir un regulador de carga habrá que tener en cuenta dos conceptos, como son la tensión de funcionamiento y la corriente que es capaz de soportar.

La tensión será la de las baterías, 48 V de tensión continua. La corriente que tendrá que soportar será la suma de las corrientes producidas por los paneles en condiciones de máxima potencia. En total hay instalados 46 paneles, con una corriente cada uno de 9,42 A. Pero los paneles están instalados en serie dos a dos, por lo que solo habrá que tener en cuenta la mitad, 23. Por lo tanto, la corriente a soportar será:

$$23 \text{ ramas} \times 9,42 \text{ A} = 216,66 \text{ A}$$

**Se instalarán tres reguladores** Steca Power Tarom 4110 que soportan 110 A cada uno. Dos de ellos llevará asociadas 8 cadenas con un total de 16 módulos; el otro 7 cadenas con un total de 14 módulos.

La recomendación que nos hace el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red, es que el inversor deberá soportar sin daño una sobrecarga simultánea, a la temperatura ambiente máxima, de corriente en la línea de generador un 25% superior a la corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico en CEM.

La temperatura máxima la fijamos en 80°C ya que los paneles pueden llegar a calentarse 30°C por encima de la temperatura ambiente, aunque en la ubicación de la guardería no se llegara a esa temperatura de paneles. La corriente de cortocircuito producida por panel en estas condiciones es de 10,16 A. Comprobaremos uno de los reguladores de 8 ramas, el más sobrecargado:

$$8 \text{ ramas} \times 10,16 \text{ A} \times 1,25 = 101,6 \text{ A} < 110 \text{ A}$$

Vemos que se cumple la recomendación para los tres reguladores.

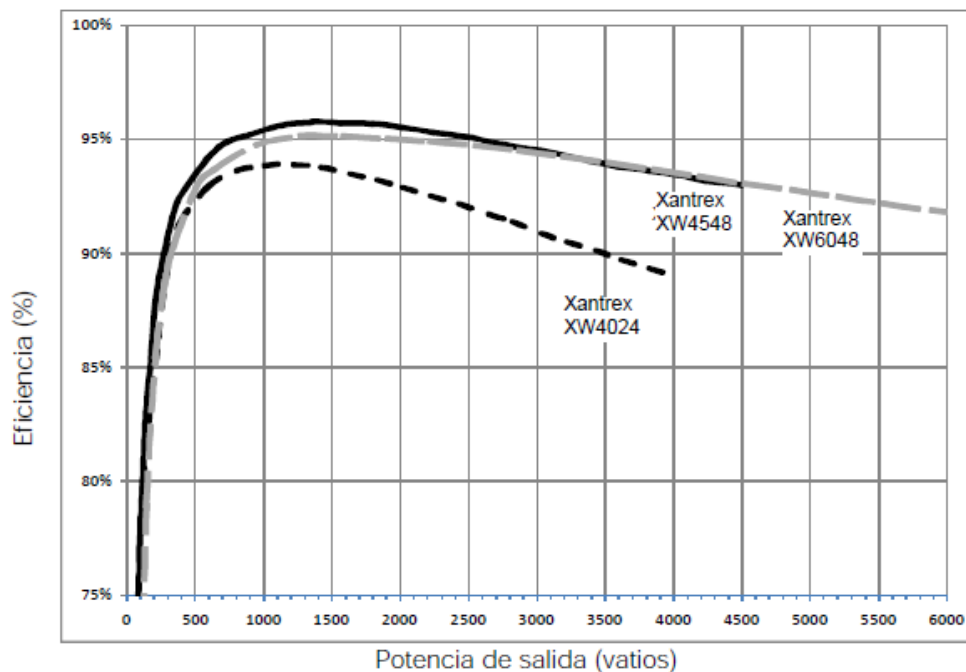
### 3.3.1.6 Inversor/Cargador

El inversor debe ser capaz de soportar la potencia que máxima demanda la instalación durante un tiempo indefinido.

La potencia máxima que demandara la instalación será de 4.648 W, una vez aplicado el factor de corrección debido a la eficiencia del conversor al pasar de corriente continua a alterna. El consumo mínimo será de 384 W

Se ha elegido un inversor de 6.000 W, el Schneider Xantrex XW6048. En la siguiente imagen puede apreciarse como el inversor estara trabajando siempre por encima de unan eficiencia del 90%, la que habiamos tomado previamente como factor de correccion. Además, en verano debido al gran excedente de energía, podemos aumentar el consumo, ya que el inversor soporta unos 1.350 W más que el maximo de nuestra instalación.

Este inversor también es capaz de actuar como cargador, recargando las baterías a partir de la energía tomada de una fuente externa, como un grupo electrógeno, actuando como respaldo cuando la radiación en los paneles es escasa o cuando las baterías están muy descargadas.



*Eficiencia de inversión en función de la potencia, para la gama Xantrex.*

### 3.3.1.7 Resultado

A continuación aparece el informe de resultados que genera el programa de

cálculo PVsyst. En él aparecen unas gráficas y tablas que proporcionan información sobre la energía generada, energía perdida, rendimiento,... que permiten analizar el funcionamiento de la instalación y si está correctamente dimensionada.

PVSYST V5.5	26/06/15	Página 3/4						
<b>Sistema Aislado: Resultados principales</b>								
<b>Proyecto :</b> TFG <b>Variante de simulación :</b> TFG-13,8kW_estetico								
<b>Parámetros principales del sistema</b> Tipo de sistema <b>Aislado</b> <b>Sombras cercanas</b> Sombreado lineal Orientación Campos FV inclinación 60° acimut 0° Generador FV N° de módulos 46 Pnom total <b>14 kWp</b> Batería Modelo OPzS Solar 2500 Tecnología bierta, tubular banco de baterías N° de unidades 48 Tensión/Capacidad <b>48 V / 3708 Ah</b> Necesidades de los usuarios Ext. definido como archivo lista consumos horas.csv global 9292 kWh/año								
<b>Resultados principales de la simulación</b> Producción del Sistema <b>Energía disponible 18.08 MWh/año</b> Producc. específico 1310 kWh/kWp/año Energía utilizada 9292 kWh/año Exced. (inutilizado) 8053 kWh/año Factor de rendimiento (PR) 38.9 % Fracción solar SF 100.0 % Pérdida de carga Fracción de tiempo 0.0 % Energía faltante 0.0 kWh								
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 14 kWp</b></p> <p>Lu : Energía no utilizada (batería plena) 1.6 kWh/kWp/día                      Lc : Pérdida colectada (pérdidas generador FV) 1.16 kWh/kWp/día                      Ls : Pérdidas sistema y carga de batería 0.15 kWh/kWp/día                      Yf : Energía suministrada al usuario 1.84 kWh/kWp/día</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p><b>Factor de rendimiento (PR) y Fracción solar SF</b></p> <p>PR : Factor de rendimiento (Yf/Yr) : 0.389                      SF : Fracción solar (ESol/ECarga) : 1.000</p> </div> </div>								
<b>TFG-13,8kW_estetico</b> <b>Balances y resultados principales</b>								
	<b>GlobHor</b>	<b>GlobEff</b>	<b>E Avail</b>	<b>EUnused</b>	<b>E Miss</b>	<b>E User</b>	<b>E Load</b>	<b>SolFrac</b>
	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	
<b>Enero</b>	51.2	84.5	895	2	0.000	808.0	808.0	1.000
<b>Febrero</b>	80.6	119.8	1356	423	0.000	835.1	835.1	1.000
<b>Marzo</b>	132.4	150.5	1699	773	0.000	871.2	871.2	1.000
<b>Abril</b>	154.8	136.1	1498	768	0.000	677.0	677.0	1.000
<b>Mayo</b>	201.5	146.6	1625	891	0.000	698.6	698.6	1.000
<b>Junio</b>	220.5	143.7	1589	795	0.000	715.5	715.5	1.000
<b>Julio</b>	239.6	162.8	1805	1021	0.000	716.1	716.1	1.000
<b>Agosto</b>	208.0	172.9	1925	1192	0.000	681.0	681.0	1.000
<b>Septiembre</b>	154.1	168.2	1906	1102	0.000	757.4	757.4	1.000
<b>Octubre</b>	103.2	142.0	1623	705	0.000	861.8	861.8	1.000
<b>Noviembre</b>	60.9	104.7	1152	271	0.000	823.8	823.8	1.000
<b>Diciembre</b>	48.1	91.4	1002	110	0.000	845.9	845.9	1.000
<b>Año</b>	1654.9	1623.3	18075	8053	0.000	9291.5	9291.5	1.000
Leyendas: GlobHor Irradiación global horizontal E Miss Energía faltante GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados E User Energía suministrada al usuario E Avail Energía Solar Disponible E Load Necesidad de energía del usuario (Carga) EUnused Pérdida de energía no utilizada (batería plena) SolFrac Fracción solar (EUtilizada/ECarga)								

A la vista de los gráficos podemos sacar varias conclusiones:

1. En invierno y especialmente en enero la energía obtenida será la justa, pero en verano existirá un gran excedente por el que se podrán aumentar ligeramente los consumos si es necesario.
2. La fracción solar es 1 todos los meses, esto quiere decir que toda la energía consumida en la instalación ha sido obtenida por el sistema fotovoltaico.
3. El rendimiento es bajo, esto es debido a que se desperdicia mucha energía fruto del gran sobredimensionamiento que ha habido que hacer para poder afrontar los meses de invierno. Precisamente, el rendimiento sube los meses en los que existe un menor excedente de energía.

En la tabla vemos que no existe energía faltante, lo que se traduce en que nuestra instalación siempre tendrá energía disponible.

### **3.3.1.8 Análisis de la vida útil de la batería**

Antes de hacer un análisis de los resultados de la simulación, analizaremos los ciclos de carga y la vida útil de la batería. La batería será el componente más caro de nuestra instalación, llegando a costar casi la mitad del presupuesto destinado a materiales.

Como ya sabemos, los ciclos de descarga muy profundos repercuten drásticamente en la vida útil de nuestra batería. Por ello, veremos hasta que niveles de carga baja la batería y si es preocupante o no.

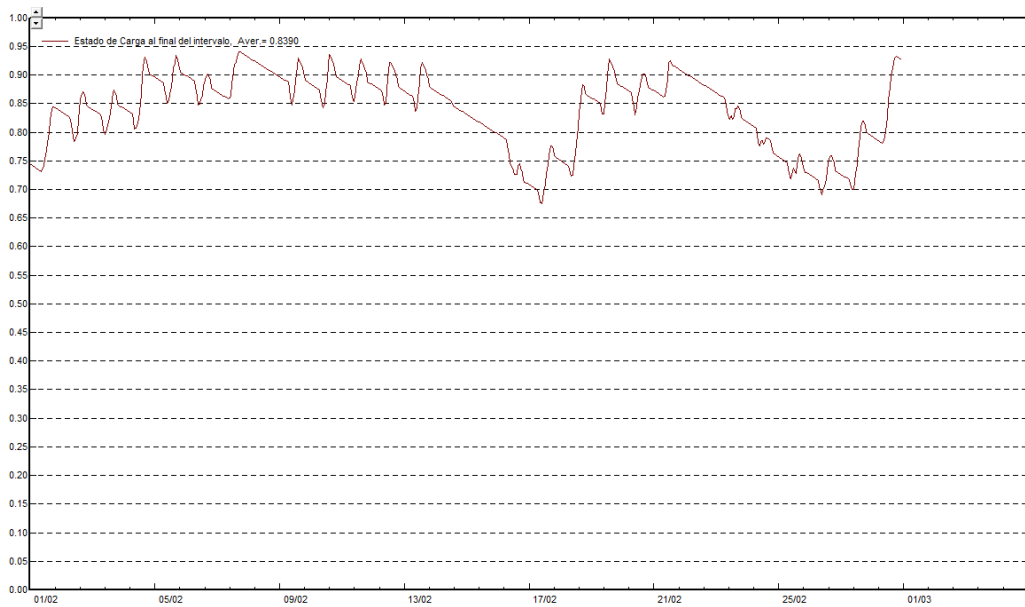
Lo ideal sería que la batería no se descargara más del 75-80%, pero dadas las condiciones de nuestra instalación esto será difícil de conseguir.

A continuación, vamos a ver el estado de carga por horas para los distintos meses del año. También se obtendrá la gráfica diaria con irradiación incluida para las mayores bajadas de carga del año. Puede verse, es la gráfica con más detallada, como estos días coinciden con días nublados encadenados en los que apenas existe radiación.

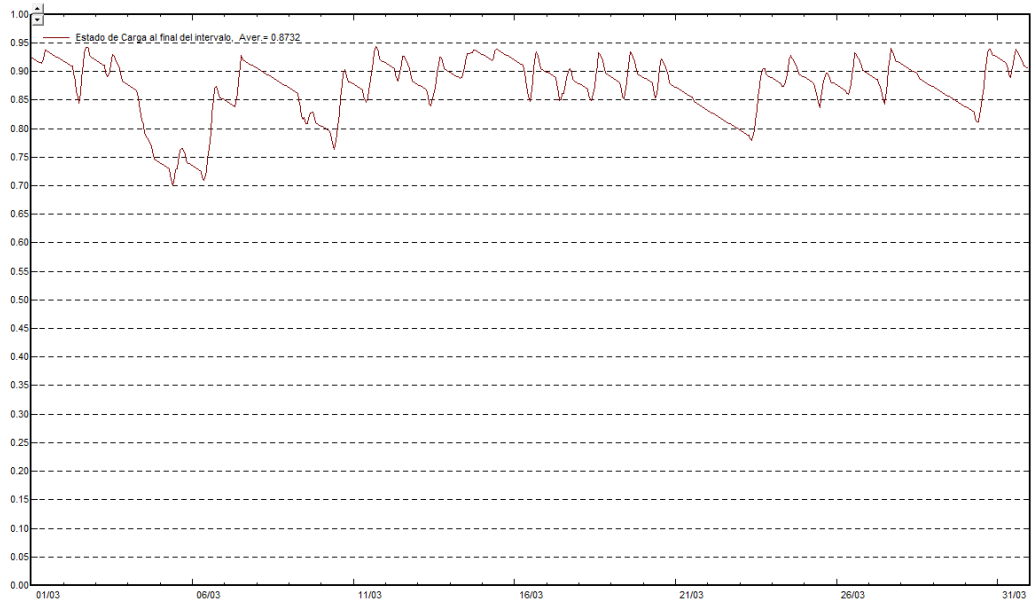




Estado de carga por horas para el mes de enero.



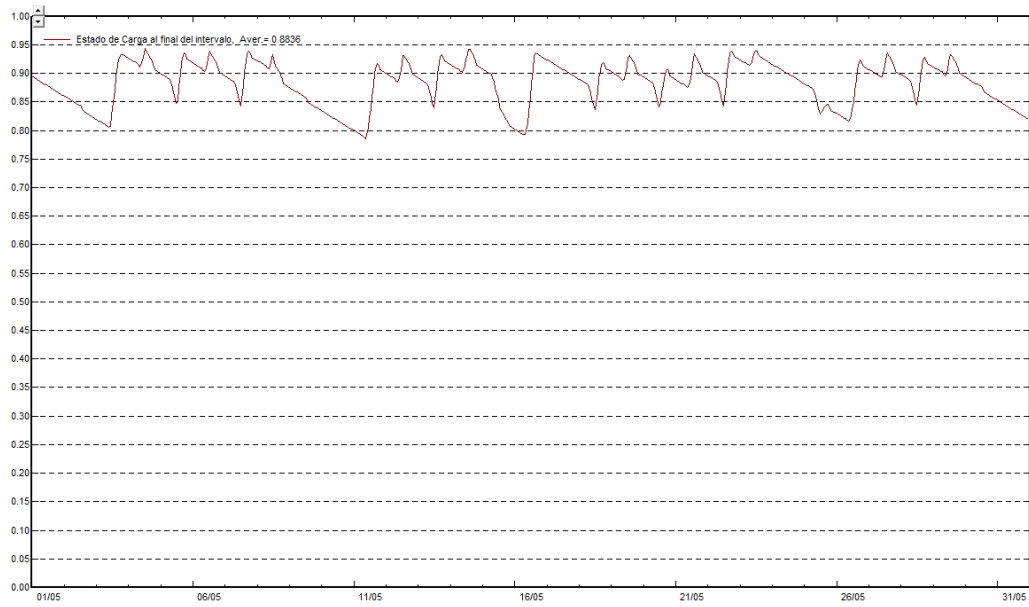
Estado de carga por horas para el mes de febrero.



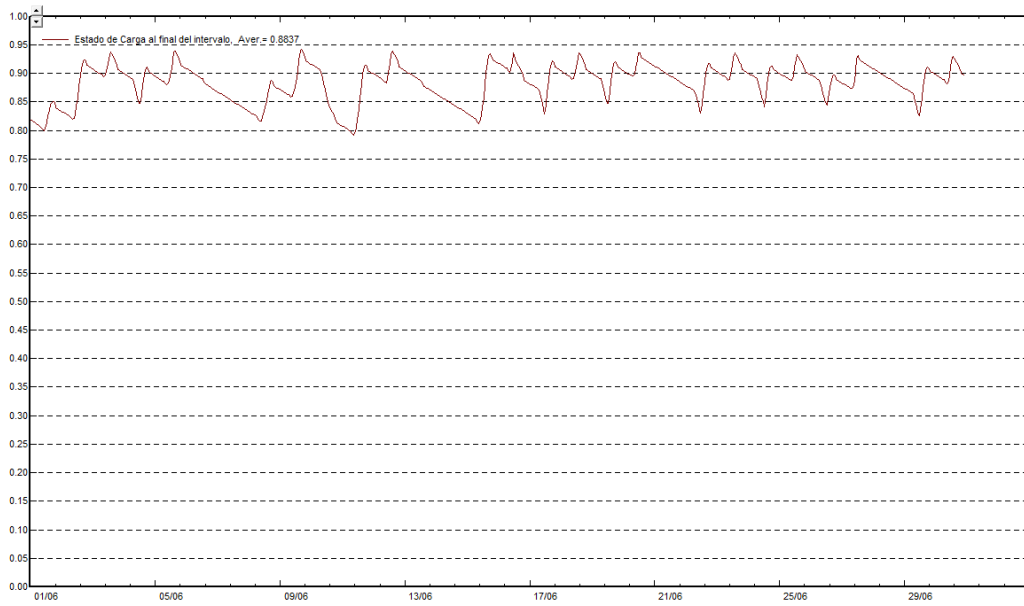
*Estado de carga por horas para el mes de marzo.*



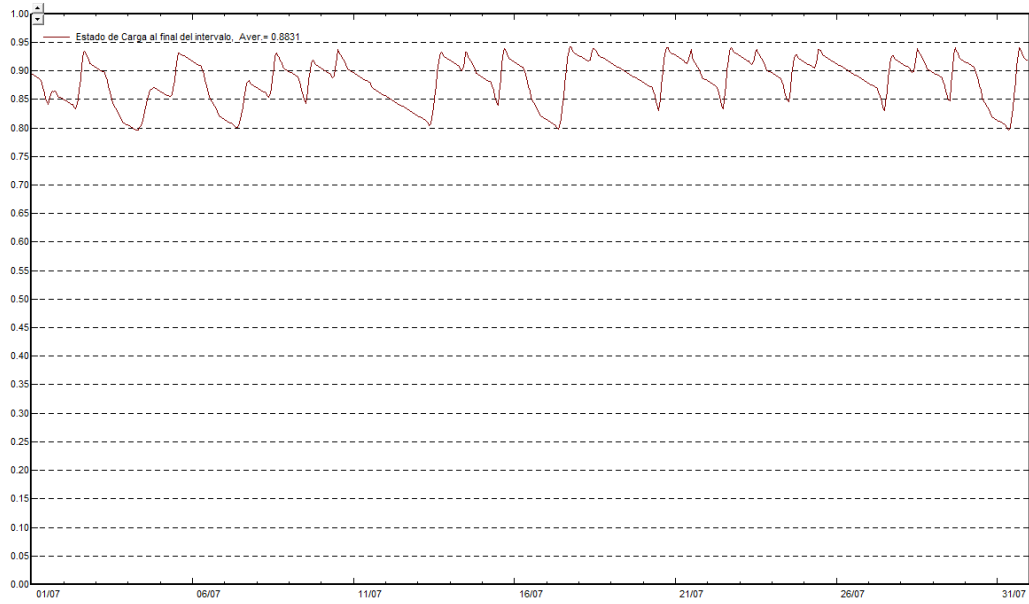
*Estado de carga por horas para el mes de abril.*



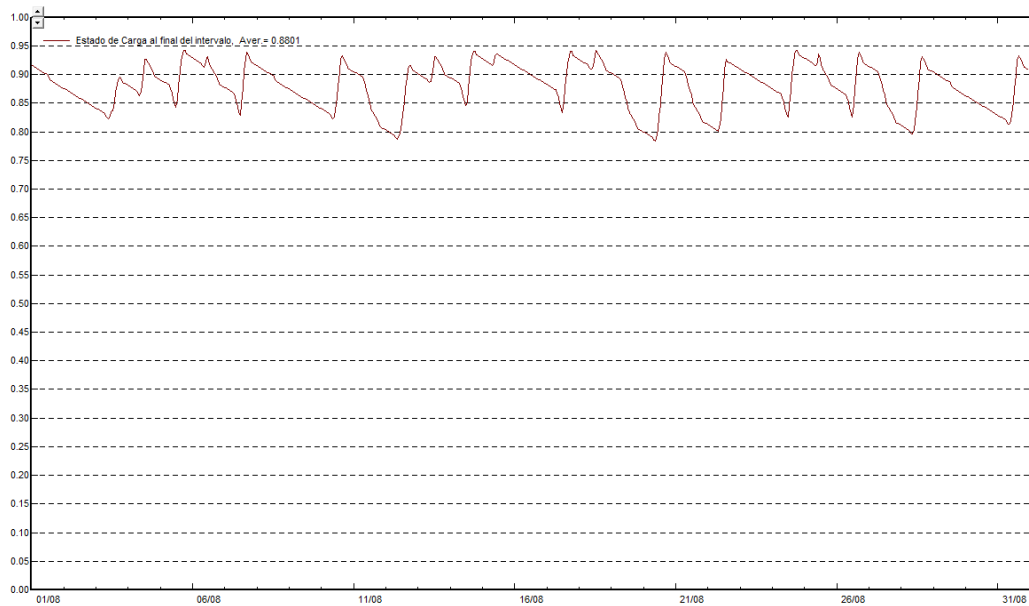
Estado de carga por horas para el mes de mayo.



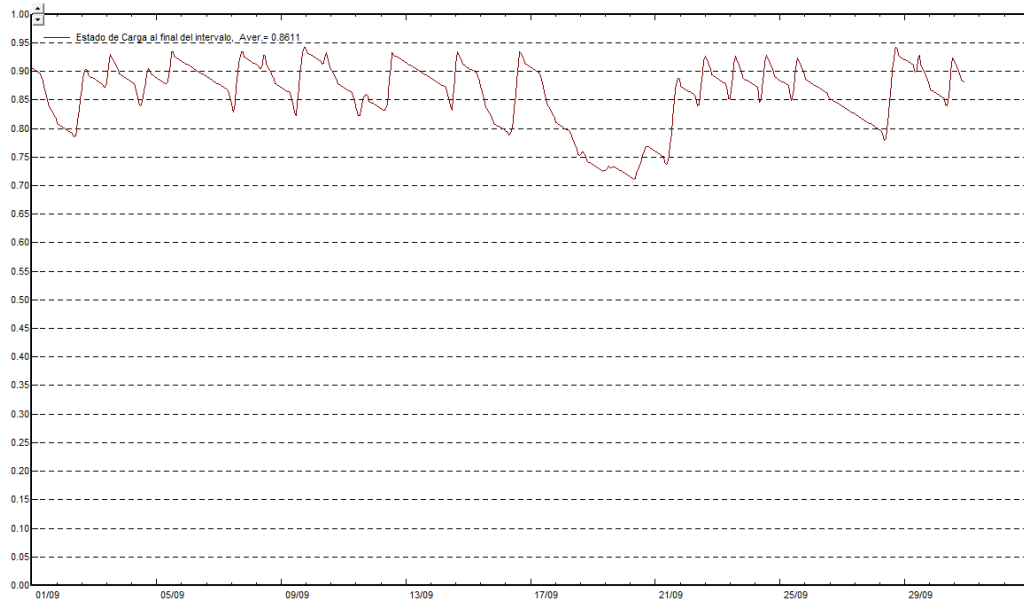
Estado de carga por horas para el mes de junio.



*Estado de carga por horas para el mes de julio.*



*Estado de carga por horas para el mes de agosto.*



Estado de carga por horas para el mes de septiembre.



Estado de carga por horas para el mes de octubre.



*Estado de carga por horas para el mes de noviembre.*



*Estado de carga por horas para el mes de diciembre.*

Se observa como los meses de enero, octubre, noviembre y diciembre el tanto por ciento de descarga es importante, especialmente en enero en el que se llega a quedar la batería en 6-7% de su capacidad nominal.

Dado que la batería es el elemento más caro de la instalación, se tratara de buscar una solución a este problema e intentar que las descargas no sean tan

profundas y con ello aumentar la vida útil.

Las posibles soluciones pueden ser:

1. Aumentar la capacidad de la batería y el número de paneles.
2. Cambiar el horario de ciertos consumos con el fin de repartirlos mejor a lo largo del día o buscar soluciones como usar una cocina de gas en lugar de vitrocerámica los meses de invierno, limitar el uso del alumbrado en salas en las que no se permanezca constantemente, usar una o dos salas y poner una proyección,... etc.
3. Usar una fuente externa para cargar las baterías, como puede ser un pequeño grupo electrógeno.

### 3.3.2 ESTUDIO DEFINITIVO

A continuación, buscaremos mejorar la vida útil de la batería evitando descargas profundas. Para ello, en primer lugar, vamos a aumentar el número de paneles y la capacidad de la batería.

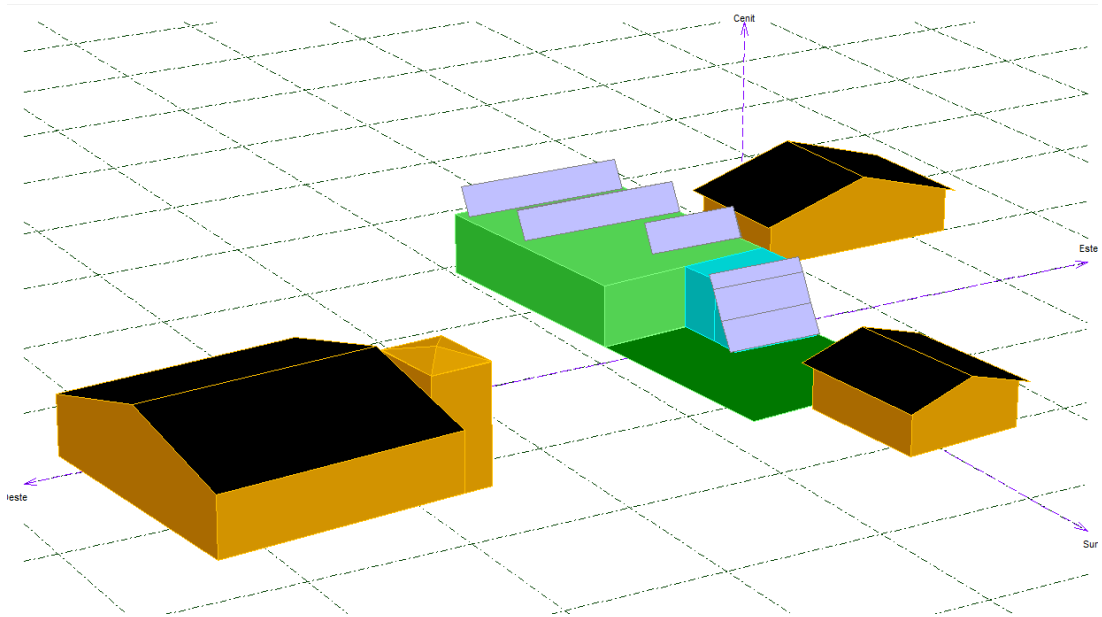
#### 3.3.2.1 *Determinación de la inclinación óptima*

La inclinación óptima seguirá siendo de 60°, ya que seguimos buscando optimizar el mes de enero.

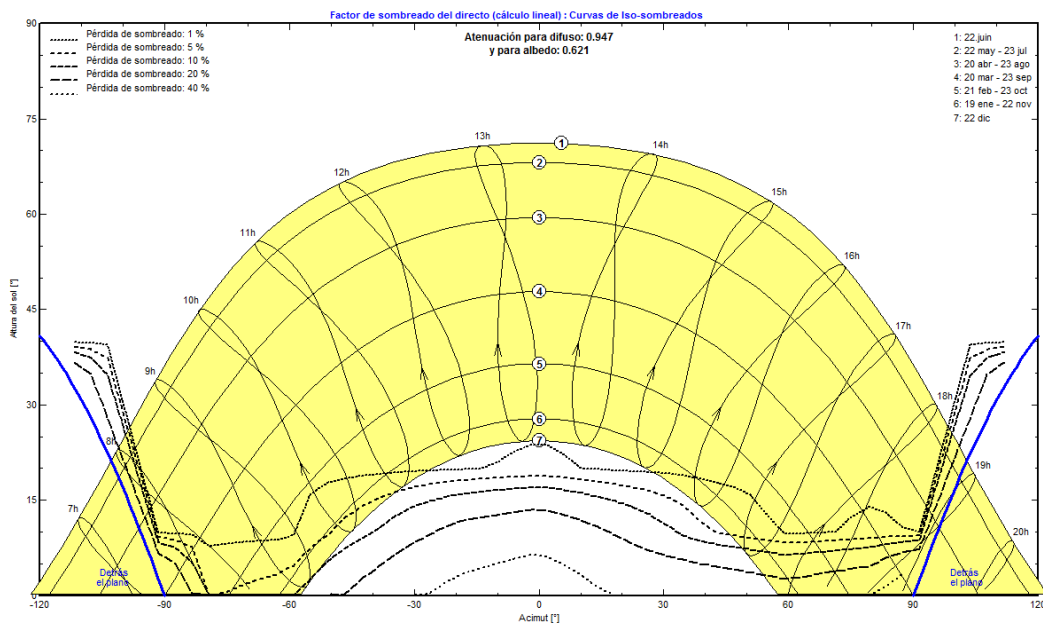
#### 3.3.2.2 *Sombras cercanas*

Las sombras cercanas cambiarán, debido a que ahora existirán un mayor número de paneles en la instalación.

A continuación veremos la vista con la nueva ubicación de los paneles, al igual que en el caso anterior, se ha buscado evitar que las sombras proyectadas por el campanario incidan sobre los paneles.



Vista en 3D de la instalación.



Al igual que el caso anterior, no se producen sombras importantes. Solamente se ven influidos los meses en los que el sol está más bajo y dentro de estos meses solo las primeras y últimas horas del día.

### 3.3.2.3 Número de paneles necesario

Con el fin de aumentar la energía producida por los paneles se ha aumentado el número de estos. Se ha pasado de los 46 que había en un primer



momento a 56. No se ha aumentado más esta cifra porque las mejoras en la capacidad almacenada en la batería no son sustanciosas y habría que aumentar mucho el número de paneles instalados, con lo que el ahorro a largo plazo de la mejora de la vida útil de la batería se vería contrarrestado con la inversión inicial en paneles.

El número de paneles necesario será 56, distribuidos de la siguiente manera:

- Dos cadenas en el tejado de 14 paneles cada una, con unas dimensiones de 2 m de alto por 11,48 m de ancho.
- Una cadena en el tejado con 8 paneles, con unas dimensiones de 2x6,56 m.
- Un campo rectangular en el suelo apoyado sobre la pared del cuarto de baterías, formado por dos cadenas de 8 paneles y una de 4, con unas dimensiones de 2x6,56 m y 1x6,56 m respectivamente.

Los paneles irán conectados dos a dos en serie, formando un total de 28 ramas con el fin de alcanzar la tensión necesaria.

En total estos 56 paneles proporcionarían 16,8kWp de potencia.

#### 3.3.2.4 Capacidad de la batería necesaria

La batería a instalar definitivamente se ha dejado como en la primera opción, ya que aumentándola solo conseguimos perjudicar la capacidad de reserva los días críticos, pues al no existir apenas radiación, el campo fotovoltaico no es capaz de recargar la batería y mucho menos si aumentamos su capacidad.

Por el contrario, disminuir dicha capacidad tampoco ayuda, pues los días de radiación escasa es la única fuente de energía.

Por lo tanto, la batería es la misma que la ya mencionada anteriormente.

La batería a instalar será de la marca **Exide Solar, modelo OPzS Solar 2500** que tiene una capacidad de 2445Ah para C<sub>100</sub> y 2500Ah para C<sub>120</sub>. Cada vaso tiene un 2V de tensión continua.

#### 3.3.2.5 Regulador de carga

Al aumentar el número de paneles, aumenta la corriente que estos inyectan a la batería. Esto puede provocar que necesitemos aumentar la corriente que debe

aguantar un regulador y tener que buscar un modelo superior. En concreto, en nuestra instalación aparece este problema, por lo que se cambiara el regulador calculado anteriormente.

La tensión será la de las baterías, 48 V de tensión continua. La corriente que tendrá que soportar será la suma de las corrientes producidas por los paneles en condiciones de máxima potencia. En total hay instalados 56 paneles, con una corriente cada uno de 9,42 A. Pero los paneles están instalados en serie dos a dos, por lo que solo habrá que tener en cuenta la mitad, 28. Por lo tanto, la corriente a soportar será:

$$28 \text{ ramas} \times 9,42 \text{ A} = 263,76 \text{ A}$$

**Se instalaran tres reguladores Steca Power Tarom 4140** que soportan 140 A cada uno. Dos de ellos llevará asociadas 9 cadenas con un total de 18 módulos; el otro 10 cadenas con un total de 20 módulos.

La recomendación que nos hace el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red, es que el inversor deberá soportar sin daño una sobrecarga simultánea, a la temperatura ambiente máxima, de corriente en la línea de generador un 25% superior a la corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico en CEM.

La temperatura máxima la fijamos en 80°C ya que los paneles pueden llegar a calentarse 30°C por encima de la temperatura ambiente, aunque en la ubicación de la guardería no se llegara a esa temperatura de paneles. La corriente de cortocircuito producida por panel en estas condiciones es de 10,16 A. Comprobaremos uno de los reguladores de 8 ramas, el más sobrecargado:

$$10 \text{ ramas} \times 10,16 \text{ A} \times 1,25 = 127 \text{ A} < 140 \text{ A}$$

Vemos que se cumple la recomendación para los tres reguladores.

### 3.3.2.6 Inversor

El inversor será el mismo que el calculado anteriormente, pues los consumos no han cambiado.

**Se ha elegido un inversor de 6.000 W, el Schneider Xantrex XW6048.**

### 3.3.2.7 Resultado

A continuación, veremos el nuevo informe generado.

PVSYST V5.5	26/06/15	Página 3/4						
<b>Sistema Aislado: Resultados principales</b>								
<b>Proyecto : TFG</b>								
<b>Variante de simulación : TFG-16,8kW_estetico2</b>								
<b>Parámetros principales del sistema</b>	Tipo de sistema	<b>Aislado</b>						
<b>Sombras cercanas</b>	Sombreado lineal							
Orientación Campos FV	inclinación	60° acimut 0°						
Generador FV	N° de módulos	56 Pnom total <b>17 kWp</b>						
Batería	Modelo	OPzS Solar 2500 Tecnología <b>bierta, tubular</b>						
banco de baterías	N° de unidades	48 Tensión/Capacidad <b>48 V / 3708 Ah</b>						
Necesidades de los usuarios	Ext. definido como archivo	lista consumos horas.csv global <b>9292 kWh/año</b>						
<b>Resultados principales de la simulación</b>								
Producción del Sistema	<b>Energía disponible</b>	<b>21.65 MWh/año</b> Produc. específico 1289 kWh/kWp/año						
	Energía utilizada	9292 kWh/año Exced. (inutilizado) 11.63 MWh/año						
	Factor de rendimiento (PR)	31.9 % Fracción solar SF 100.0 %						
Pérdida de carga	Fracción de tiempo	0.0 % Energía faltante 0.0 kWh						
<p><b>Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 17 kWp</b></p> <p><b>Factor de rendimiento (PR) y Fracción solar SF</b></p>								
<b>TFG-16,8kW_estetico2</b>								
<b>Balances y resultados principales</b>								
	<b>GlobHor</b>	<b>GlobEff</b>	<b>E Avail</b>	<b>EUnused</b>	<b>E Miss</b>	<b>E User</b>	<b>E Load</b>	<b>SolFrac</b>
	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	
<b>Enero</b>	51.2	83.9	1103	189	0.000	808.0	808.0	1.000
<b>Febrero</b>	80.6	118.4	1651	744	0.000	835.1	835.1	1.000
<b>Marzo</b>	132.4	148.1	2030	1098	0.000	871.2	871.2	1.000
<b>Abril</b>	154.8	134.2	1817	1117	0.000	677.0	677.0	1.000
<b>Mayo</b>	201.5	144.2	1951	1201	0.000	698.6	698.6	1.000
<b>Junio</b>	220.5	140.8	1888	1091	0.000	715.5	715.5	1.000
<b>Julio</b>	239.6	158.8	2127	1344	0.000	716.1	716.1	1.000
<b>Agosto</b>	208.0	170.0	2289	1560	0.000	681.0	681.0	1.000
<b>Septiembre</b>	154.1	165.7	2241	1434	0.000	757.4	757.4	1.000
<b>Octubre</b>	103.2	139.9	1903	988	0.000	861.8	861.8	1.000
<b>Noviembre</b>	60.9	103.9	1414	528	0.000	823.8	823.8	1.000
<b>Diciembre</b>	48.1	90.7	1241	338	0.000	845.9	845.9	1.000
<b>Año</b>	1654.9	1598.8	21655	11632	0.000	9291.5	9291.5	1.000
Leyendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	E Miss	Energía faltante				
	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E User	Energía suministrada al usuario				
	E Avail	Energía Solar Disponible	E Load	Necesidad de energía del usuario (Carga)				
	EUnused	Pérdida de energía no utilizada (batería plena)	SolFrac	Fracción solar (EUtilizada/ECarga)				

A la vista de los gráficos podemos sacar varias conclusiones:

1. Vemos que la producción de energía ha aumentado respecto al modelo anterior, existiendo incluso un pequeño excedente en enero.
2. La fracción solar continúa siendo 1. Esto debe de ser así, pues la producción de energía ha mejorado respecto al caso anterior, y los consumos son los mismos.
3. El rendimiento ha empeorado respecto al modelo anterior, esto es debido a que se desperdicia una mayor cantidad de energía con este modelo que con aquel, pero merece la pena sacrificar un poco de rendimiento si se consigue subir el nivel de carga de las baterías.

En la tabla vemos que no existe energía faltante, lo que se traduce en que nuestra instalación siempre tendrá energía disponible. Además, ahora la energía no se queda tan corta en los meses de invierno, por lo que da un mayor margen de seguridad.

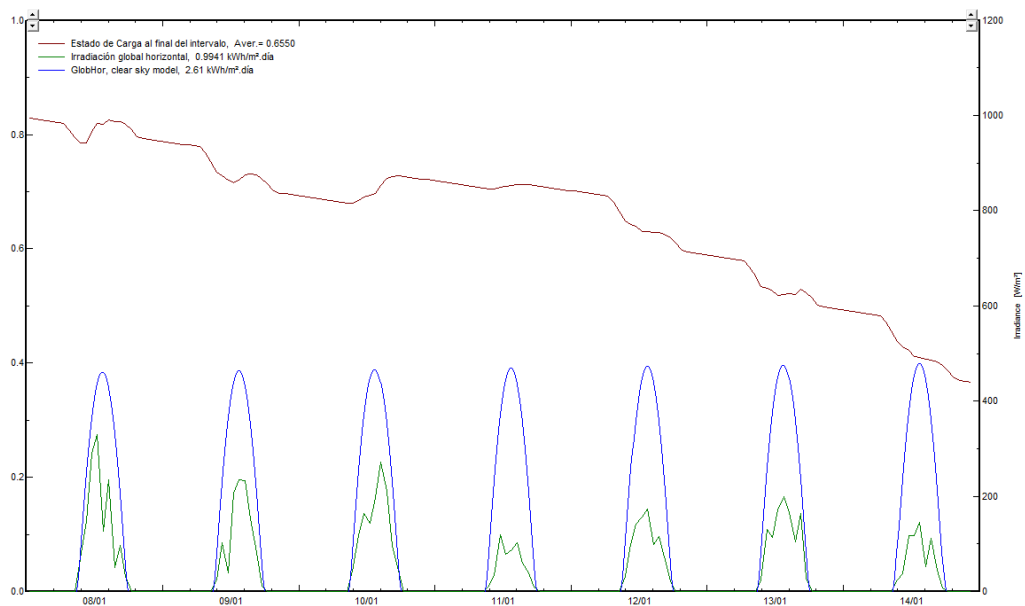
#### **3.3.2.8 Análisis de la vida útil de la batería**

A continuación, vamos a ver el nuevo estado de carga por horas para los distintos meses del año y analizar si se ha conseguido mejorarlo respecto a la situación anterior.

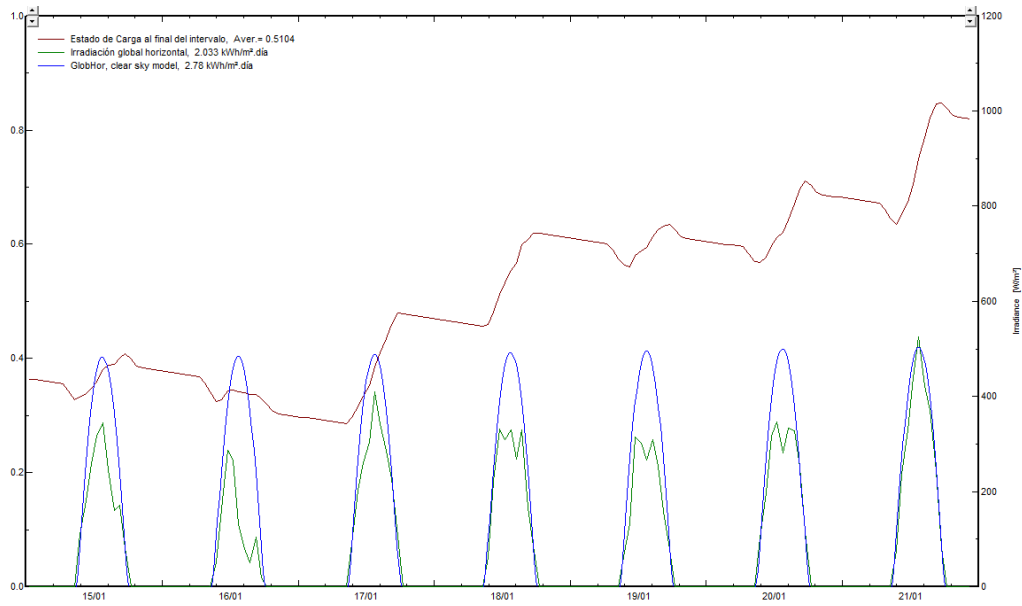
Además obtendremos gráficos de la radiación diaria, para ver si coinciden los días críticos con días nublados.



Estado de carga por horas para el mes de enero.



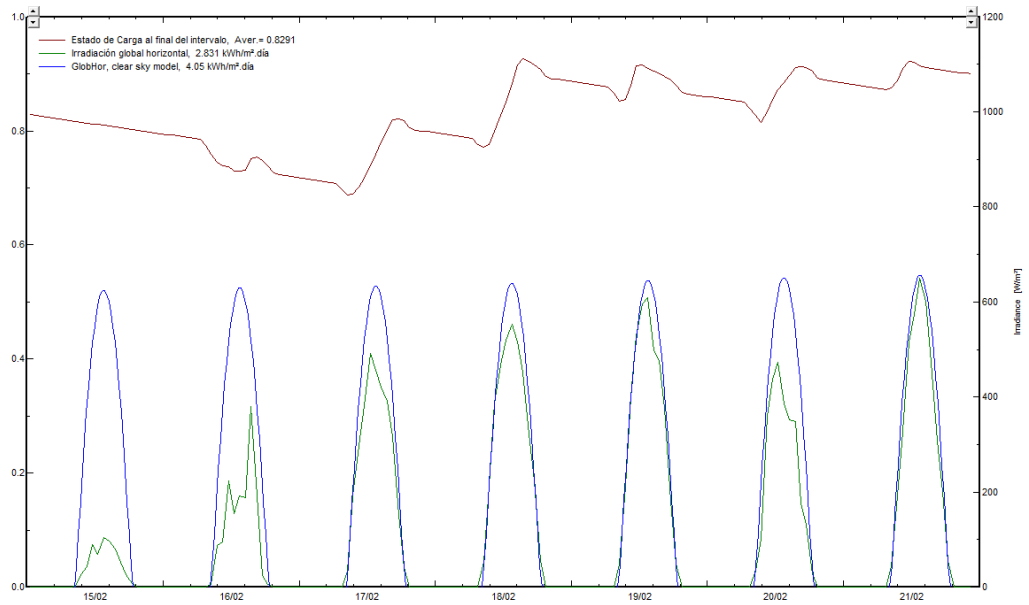
Estado de carga en rojo, irradiación global horizontal en verde e irradiación incidente sobre los paneles en azul de la segunda semana de enero. Se observa como la bajada de la carga de la batería coincide con días en los que existe poca irradiación.



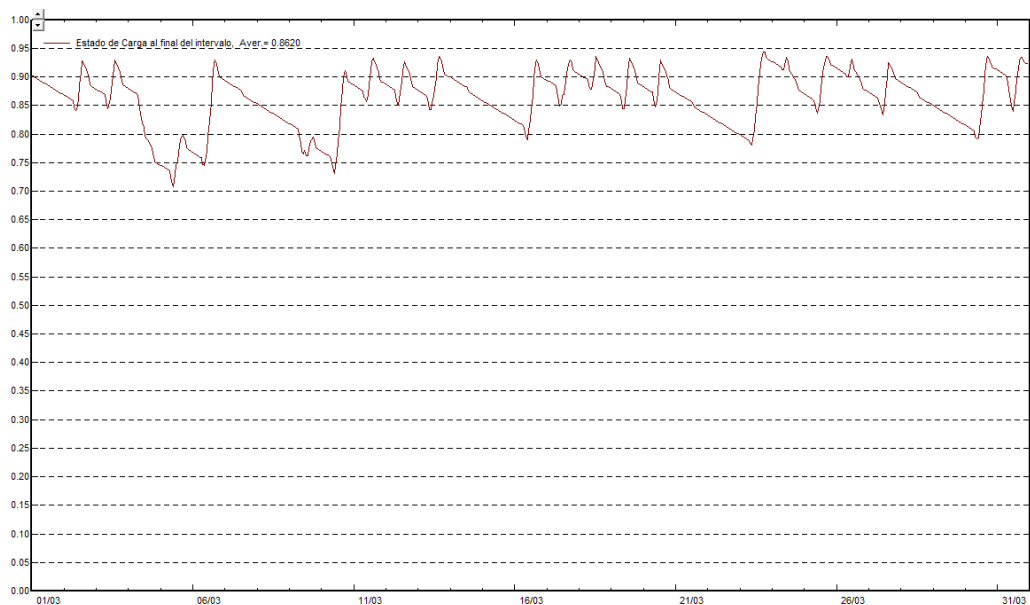
Estado de carga en rojo, irradiación global horizontal en verde e irradiación incidente sobre los paneles en azul de la tercera semana de enero. Se observa como la bajada de la carga de la batería coincide con días en los que existe poca irradiación. Cuando la irradiación vuelve a aumentar, también lo hace progresivamente la carga.



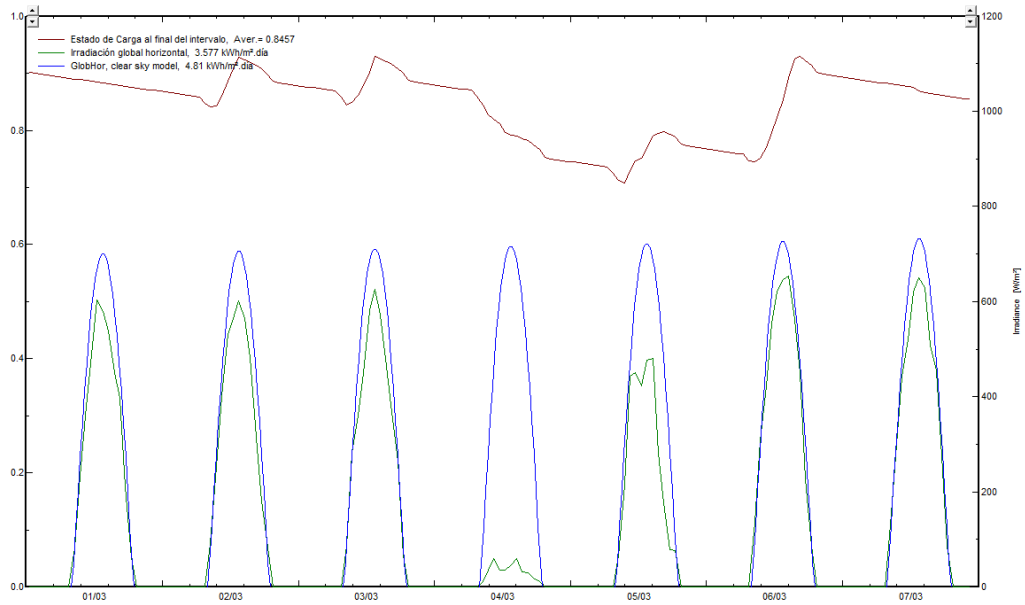
Estado de carga por horas para el mes de febrero.



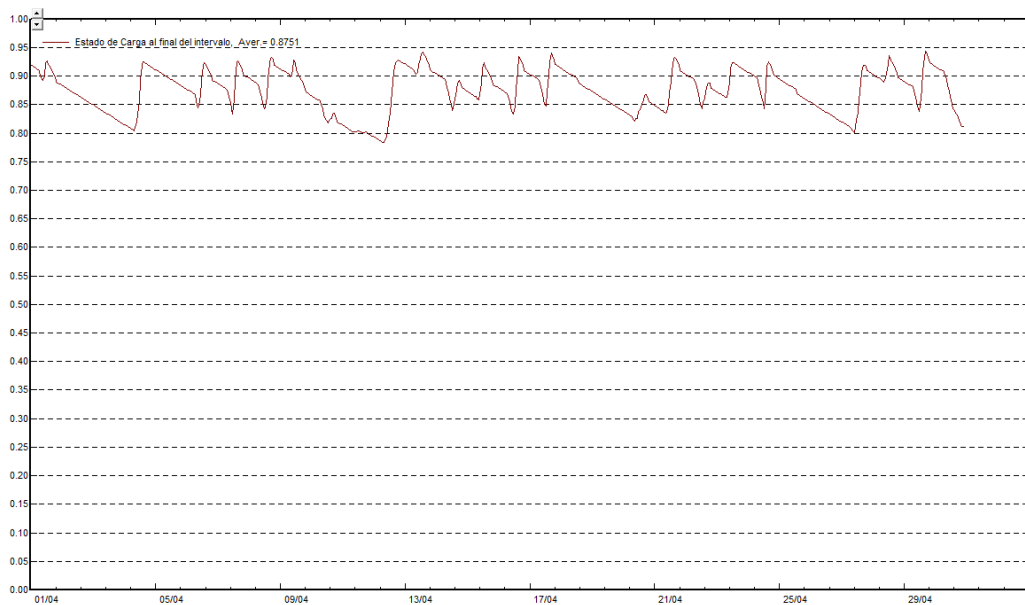
Estado de carga en rojo, irradiación global horizontal en verde e irradiación incidente sobre los paneles en azul de la segunda semana de febrero. Se observa como la bajada de la carga de la batería coincide con días en los que existe poca irradiación. Cuando la irradiación vuelve a aumentar, también lo hace progresivamente la carga.



Estado de carga por horas para el mes de marzo.

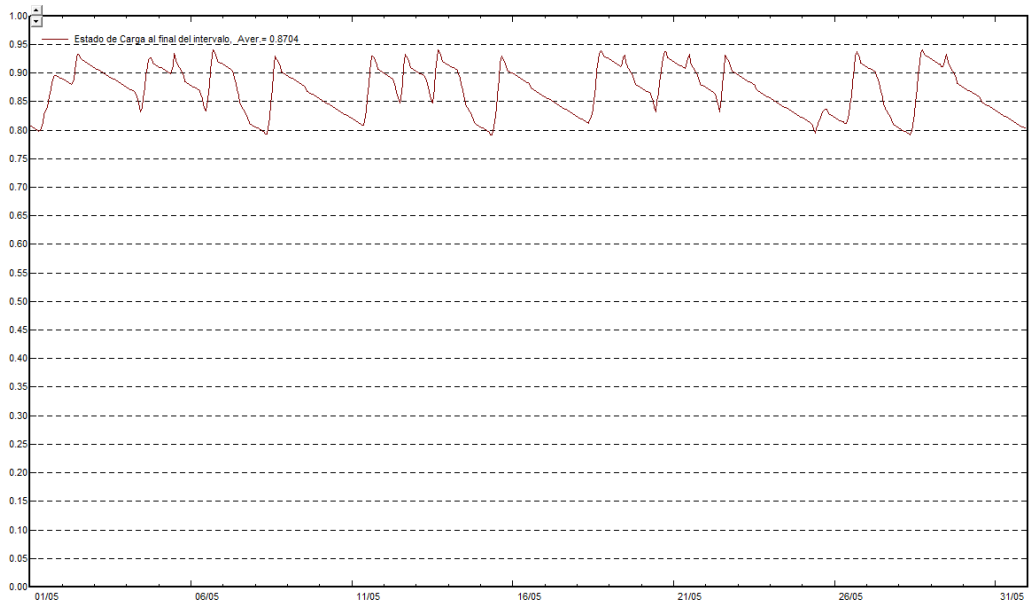


Estado de carga en rojo, irradiación global horizontal en verde e irradiación incidente sobre los paneles en azul de la primera semana de marzo. Se observa como la bajada de la carga de la batería coincide con días en los que existe poca irradiación. Cuando la irradiación vuelve a aumentar, también lo hace progresivamente la carga.

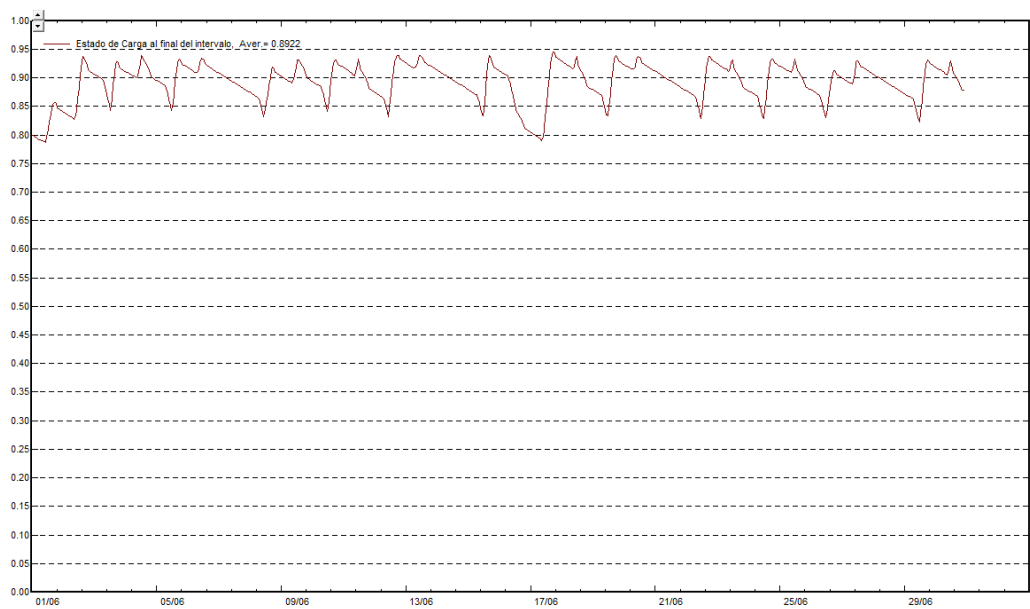


Estado de carga por horas para el mes de abril.

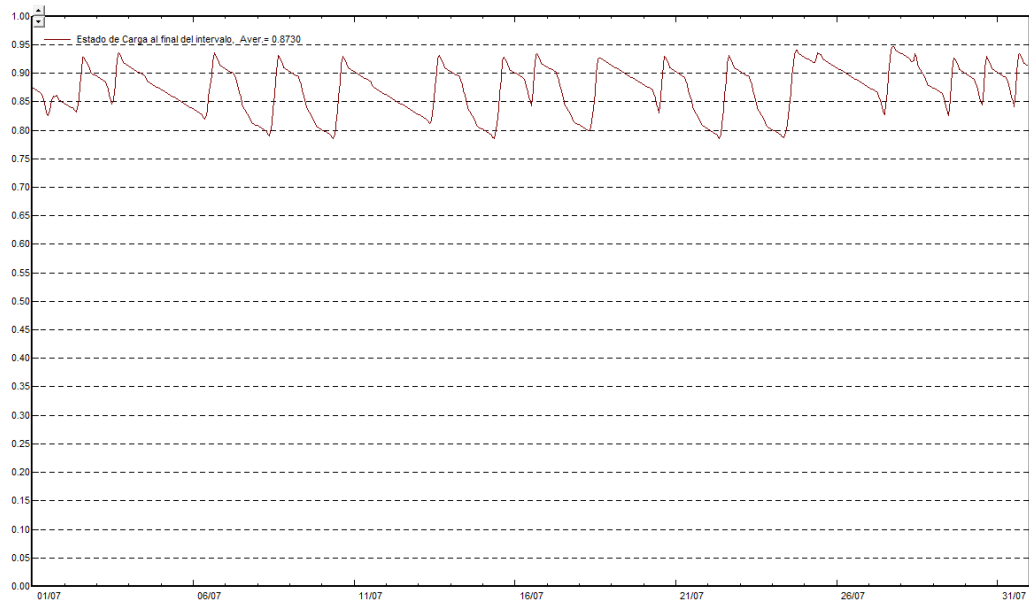




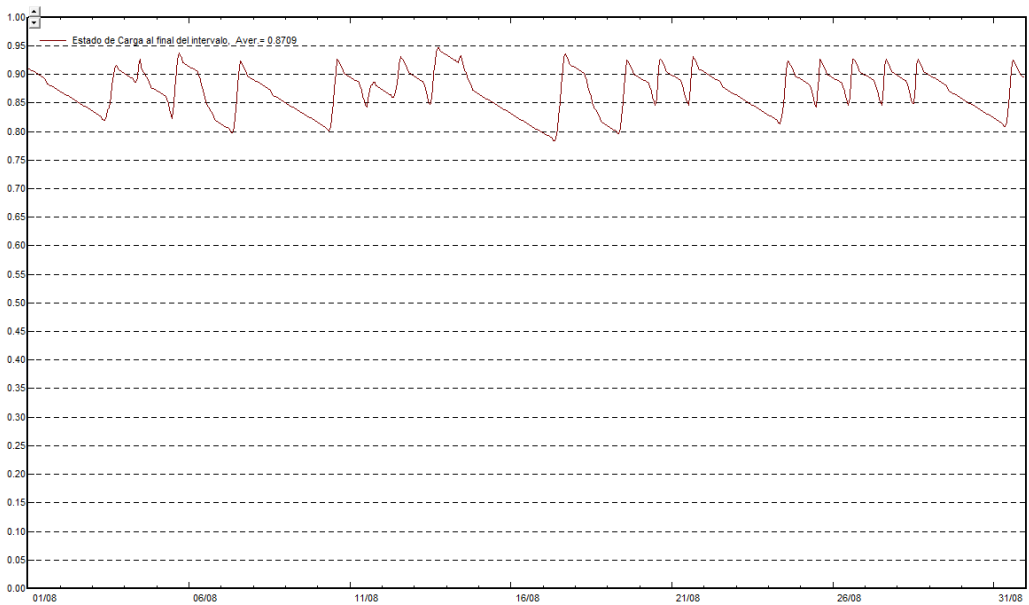
Estado de carga por horas para el mes de mayo.



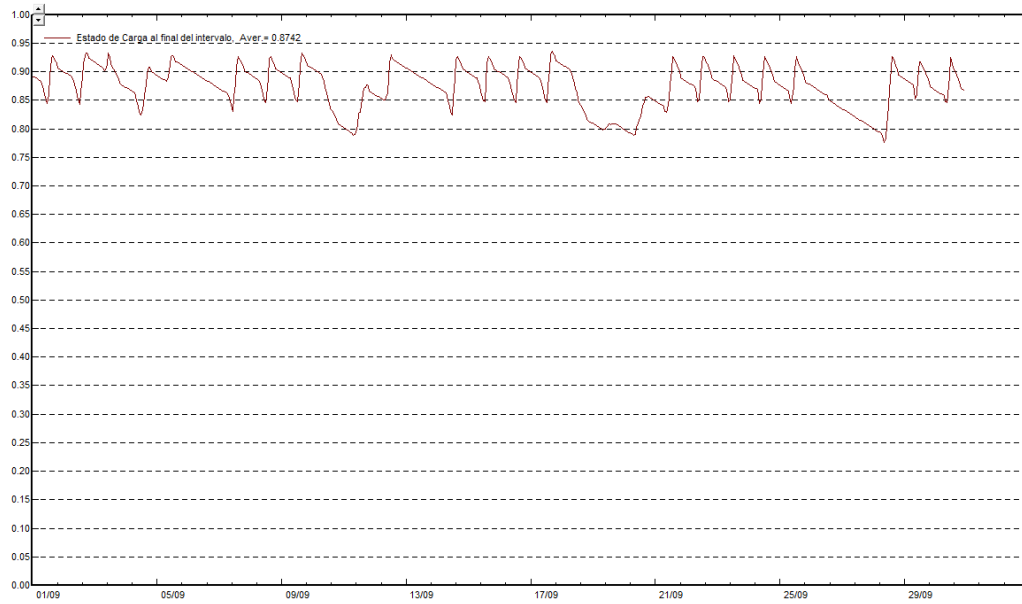
Estado de carga por horas para el mes de junio.



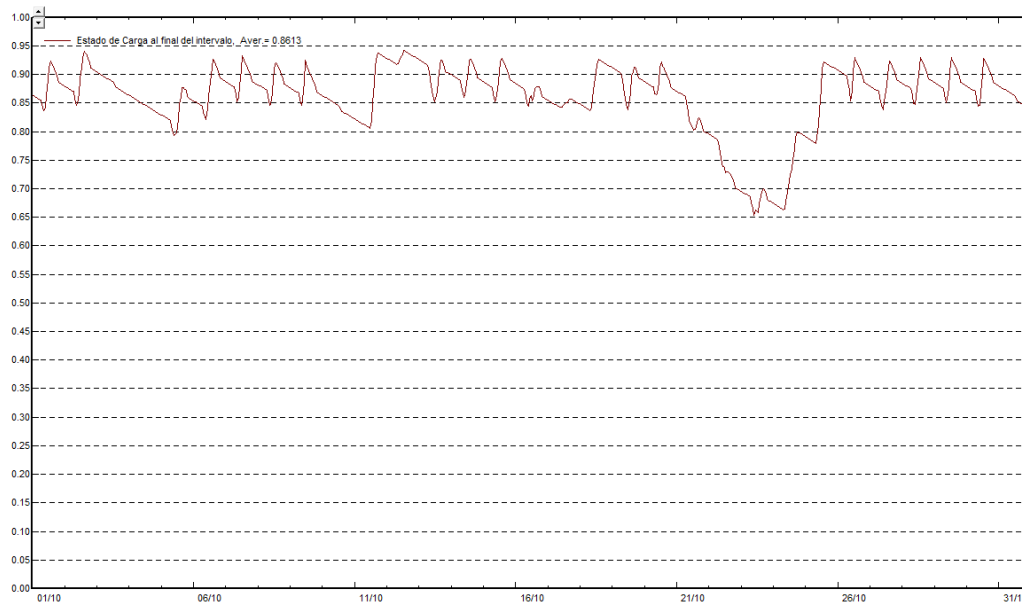
Estado de carga por horas para el mes de julio.



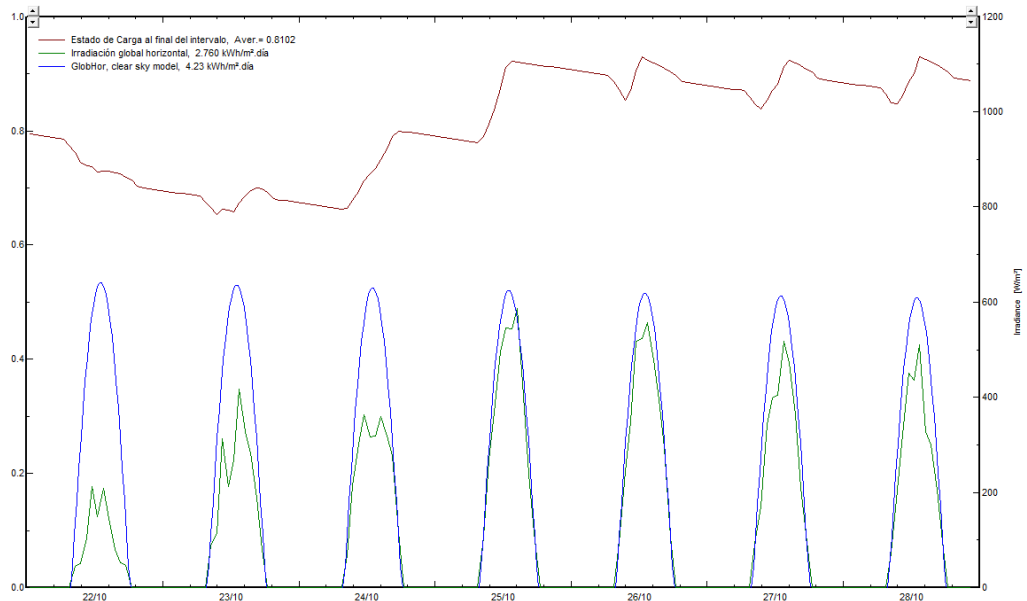
Estado de carga por horas para el mes de agosto.



*Estado de carga por horas para el mes de septiembre.*



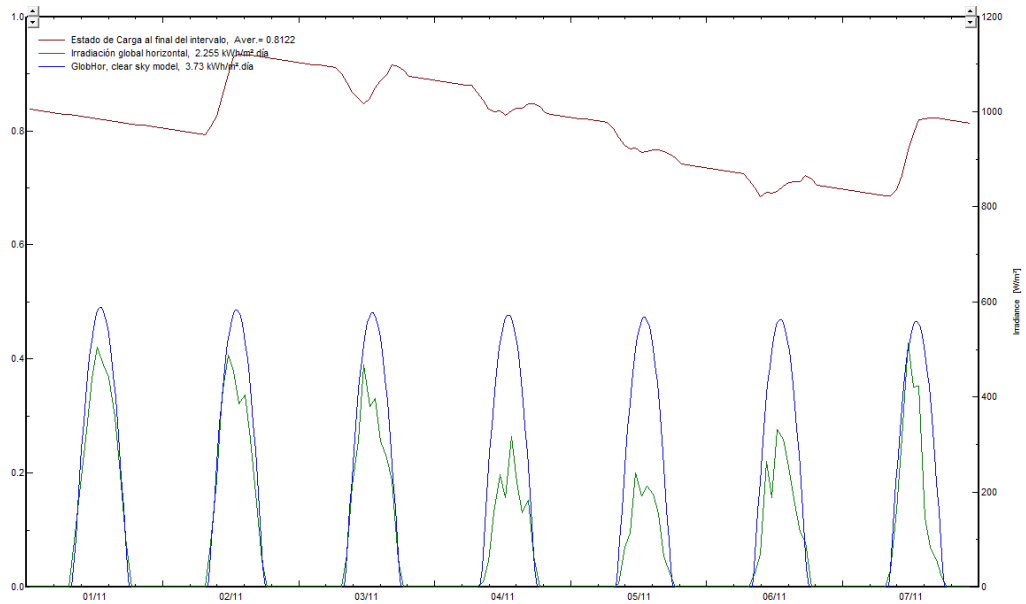
*Estado de carga por horas para el mes de octubre.*



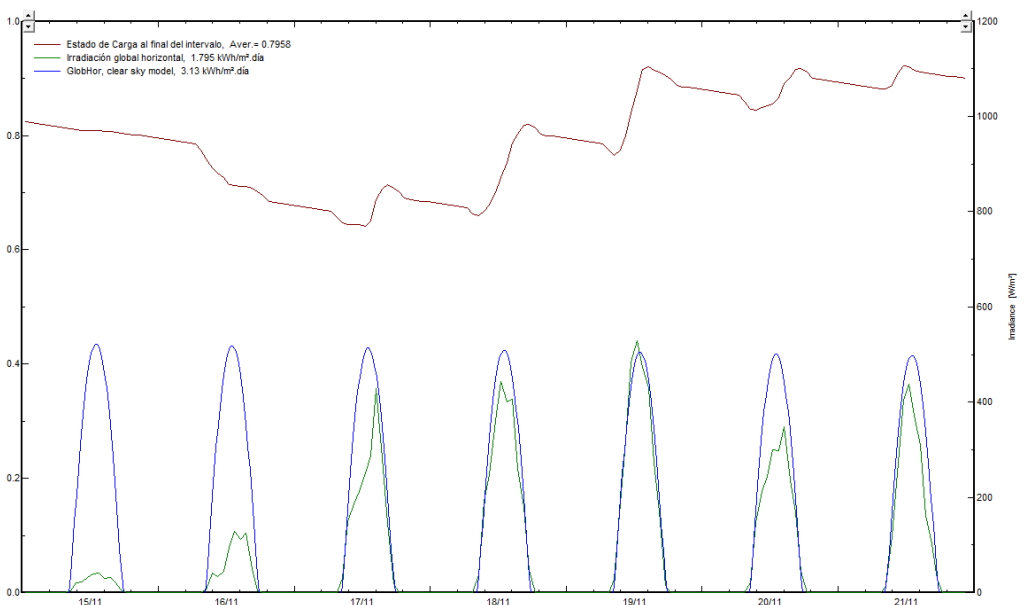
Estado de carga en rojo, irradiación global horizontal en verde e irradiación incidente sobre los paneles en azul de la tercera semana de octubre. Se observa como la bajada de la carga de la batería coincide con días en los que existe poca irradiación. Cuando la irradiación vuelve a aumentar, también lo hace progresivamente la carga.



Estado de carga por horas para el mes de noviembre.

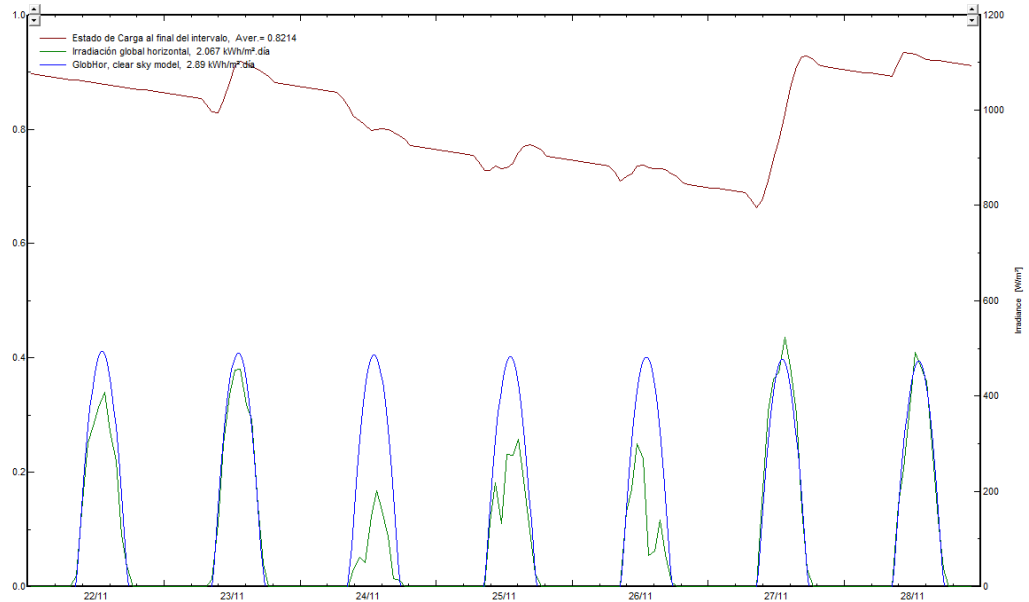


Estado de carga en rojo, irradiación global horizontal en verde e irradiación incidente sobre los paneles en azul de la primera semana de noviembre. Se observa como la bajada de la carga de la batería coincide con días en los que existe poca irradiación. Cuando la irradiación vuelve a aumentar, también lo hace progresivamente la carga.



Estado de carga en rojo, irradiación global horizontal en verde e irradiación incidente sobre los paneles en azul de la segunda semana de noviembre. Se observa como la bajada de la carga de la batería coincide con días en los que existe poca irradiación. Cuando la irradiación vuelve a aumentar, también lo hace

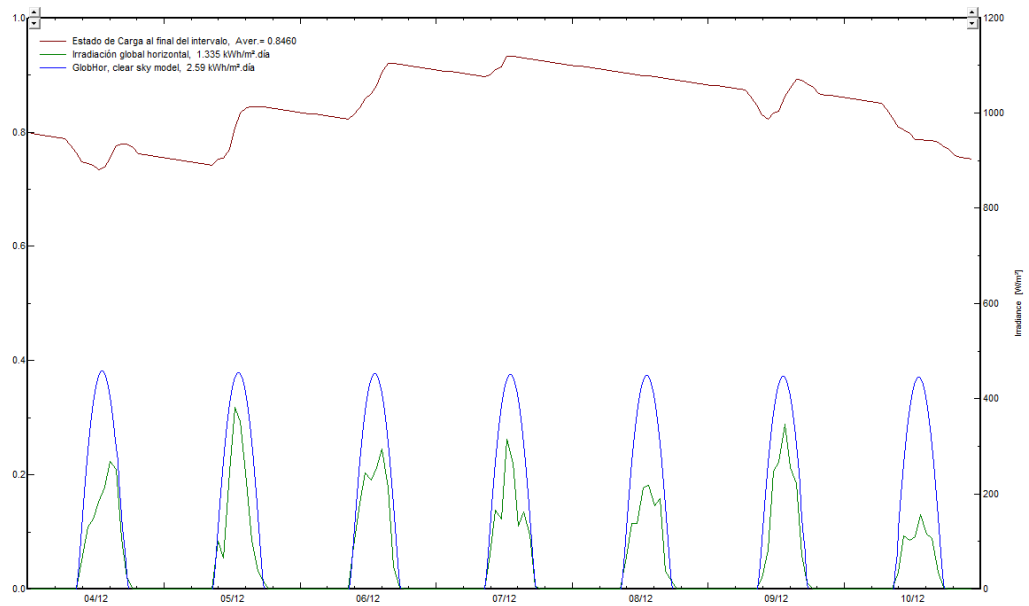
*progresivamente la carga.*



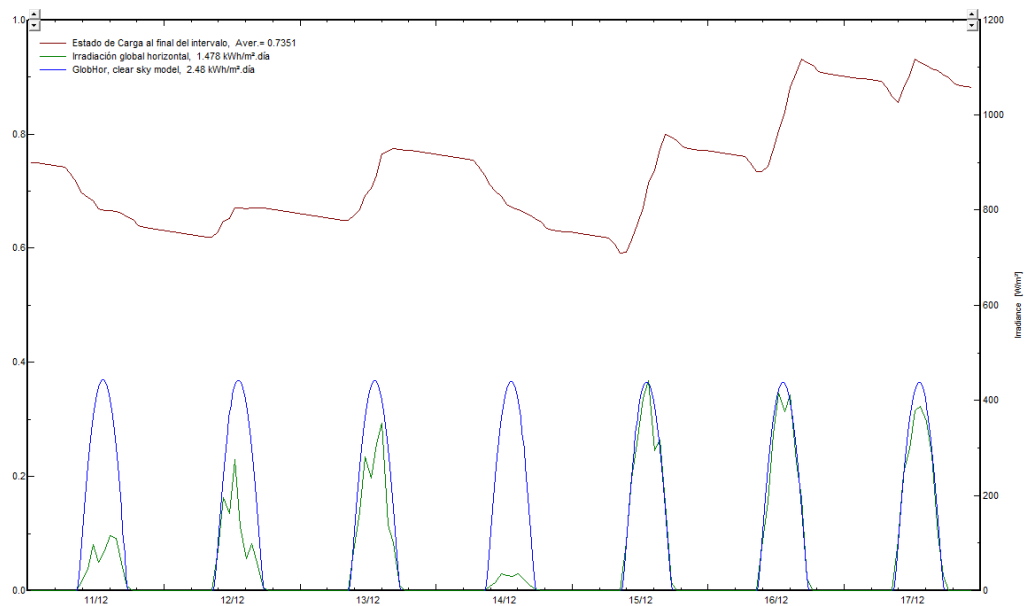
*Estado de carga en rojo, irradiación global horizontal en verde e irradiación incidente sobre los paneles en azul de la tercera semana de noviembre. Se observa como la bajada de la carga de la batería coincide con días en los que existe poca irradiación. Cuando la irradiación vuelve a aumentar, también lo hace progresivamente la carga.*



*Estado de carga por horas para el mes de diciembre.*

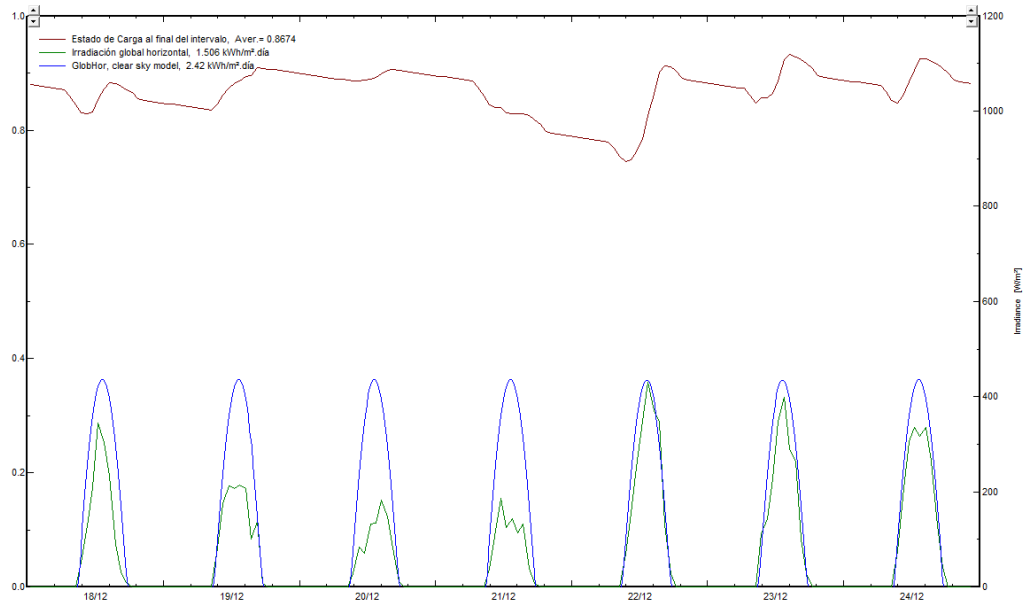


*Estado de carga en rojo, irradiación global horizontal en verde e irradiación incidente sobre los paneles en azul de la primera semana de diciembre. Se observa como la bajada de la carga de la batería coincide con días en los que existe poca irradiación. Cuando la irradiación vuelve a aumentar, también lo hace progresivamente la carga.*



*Estado de carga en rojo, irradiación global horizontal en verde e irradiación incidente sobre los paneles en azul de la segunda semana de diciembre. Se observa como la bajada de la carga de la batería coincide con días en los que*

*existe poca irradiación. Cuando la irradiación vuelve a aumentar, también lo hace progresivamente la carga.*



*Estado de carga en rojo, irradiación global horizontal en verde e irradiación incidente sobre los paneles en azul de la tercera semana de diciembre. Se observa como la bajada de la carga de la batería coincide con días en los que existe poca irradiación. Cuando la irradiación vuelve a aumentar, también lo hace progresivamente la carga.*

Se observa como si ha mejorado el estado de las baterías, especialmente en enero que ahora las baterías llegan a bajar al 28-29% en lugar del 6-7% de antes. En diciembre se ha pasado de un 50% a un 60% de mínimo. En general ha mejorado la media del estado de carga.

Pero no es suficiente para preservar la vida útil de las baterías. Por lo tanto, se optara por hacer un ajuste de consumos y ver que se puede obtener con ello.

Además, se llega a la conclusión de que las grandes bajadas en las baterías son provocadas por días nublados en los que apenas existe radiación, y los paneles no son capaces de recargar la batería. Por lo que aumentar más el número de paneles o baterías no es la solución.



### 3.3.2.9 Ajuste de los consumos

Con el fin de limitar las bajadas en la carga de las baterías, se optara por realizar un ajuste en los consumos únicamente para el mes de enero completo y los días nublados de febrero, marzo, octubre, noviembre y diciembre:

- Se dispondrá de una fuente alternativa para cocinar y así evitar el uso de la vitrocerámica, como puede ser una cocina de gas o de leña, típica de la región en la que se ubica la guardería.
- Se limitaran consumos como horas de uso ordenador e iluminación no necesaria, de las 5 horas que se usaba cada mañana se pasaran a dos con un uso más eficiente, pero si algún día es necesario ampliar este tiempo puede hacerse sin problema. Se intentara reducir el tiempo de funcionamiento de las luminarias del pasillo, reduciendo su uso en las horas centrales del día o instalando un detector de presencia.
- Se optimizarán las estancias en uso simultáneamente, buscando alternativas al desarrollo cotidiano de la guardería, en las que se evite tener muchas luminarias encendidas a la vez. Durante las 3 primeras horas de la mañana, se agruparan los niños de la sala de 1 a 2 años y la de 2 a 3 años en esta última, para ver alguna película infantil o realizar alguna tarea alternativa.

A continuación, veremos las nuevas gráficas de estado de carga de los meses afectados en el ajuste y las anteriores a este, para poder compararlas.

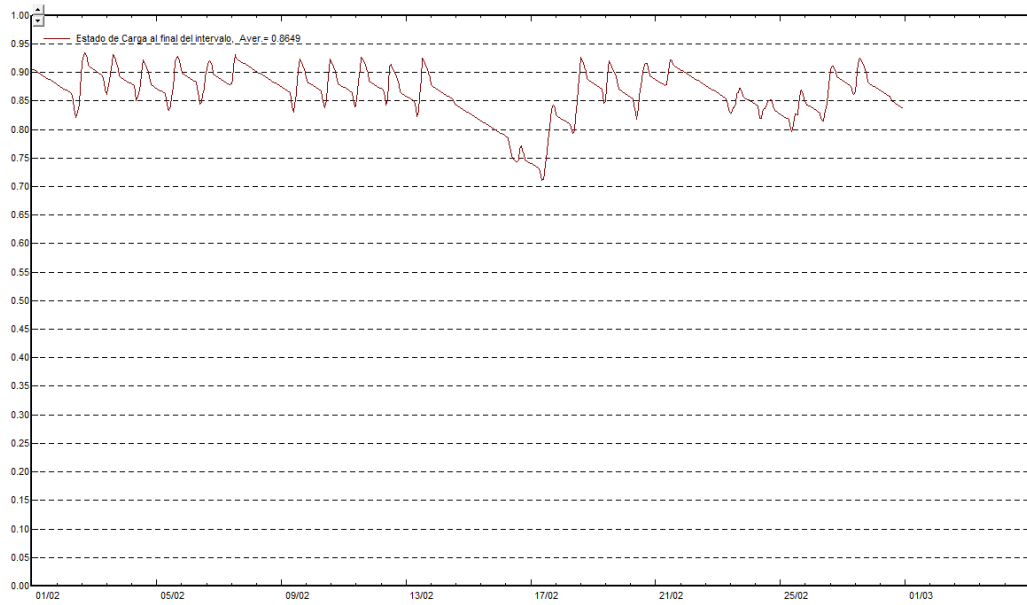


*Estado de carga para el mes de enero una vez reducidos los consumos.*

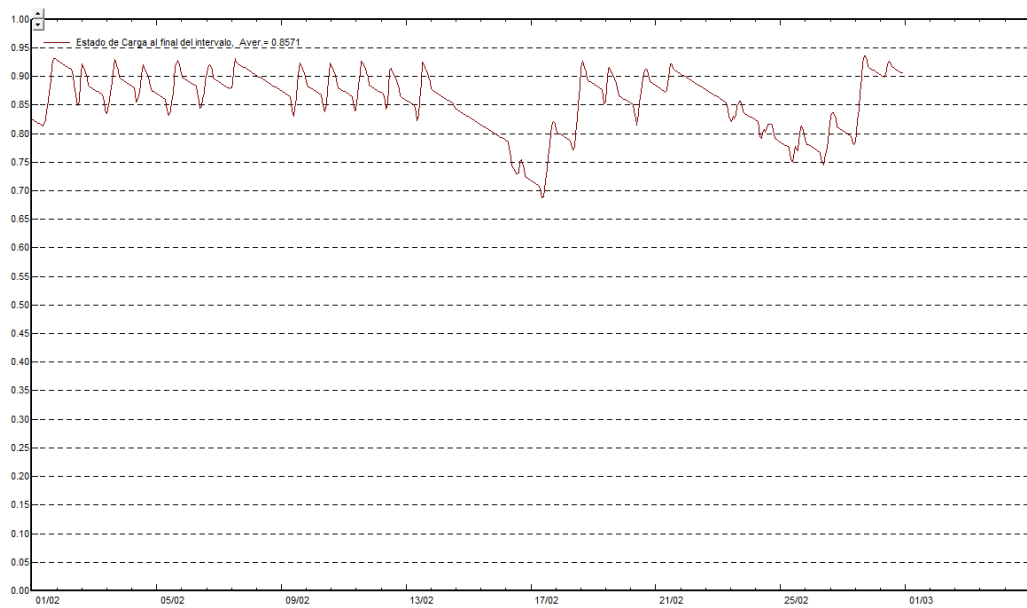


*Estado de carga para el mes de enero antes de reducir los consumos.*

En este mes se ha conseguido una gran mejora, aumentando los mínimos en un 20% y el estado medio de carga en un 9%. Aún así, siguen existiendo picos de descarga grandes provocados por los días en los que apenas existe radiación y los fines de semana en los que los consumos no se pueden ajustar.

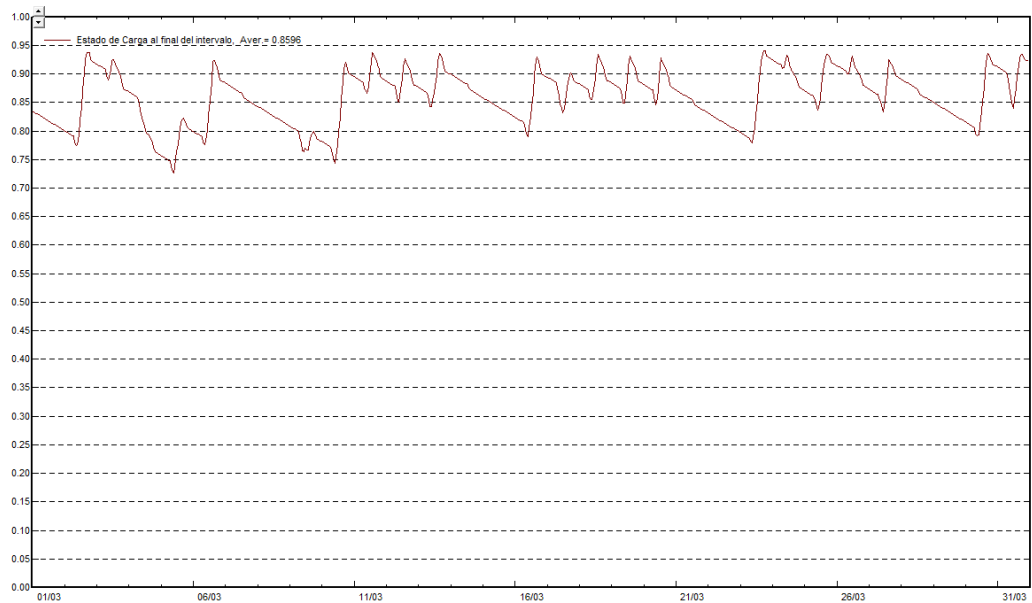


*Estado de carga para el mes de febrero una vez reducidos los consumos.*

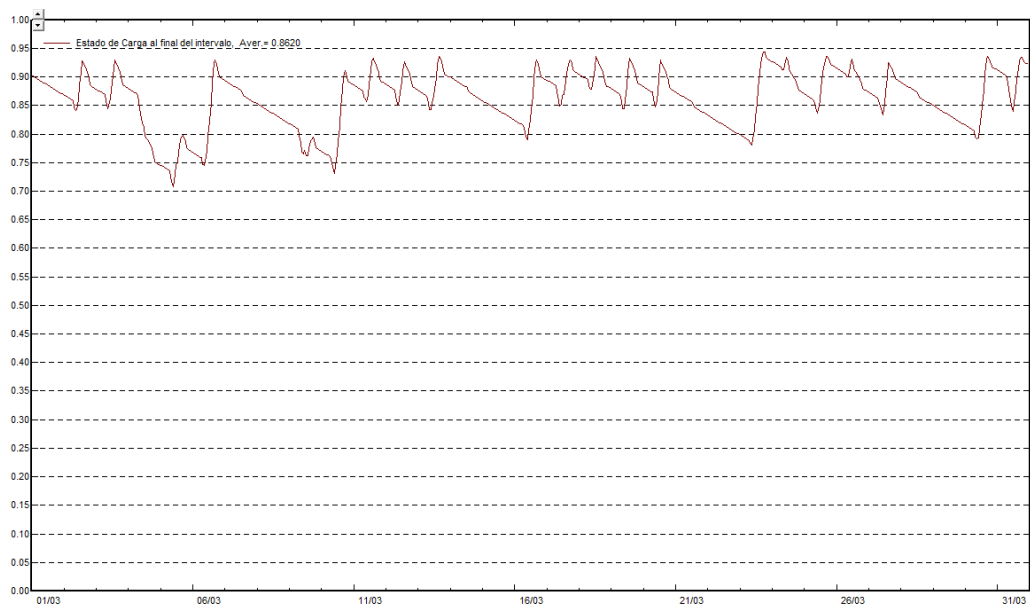


*Estado de carga para el mes de febrero antes de reducir los consumos.*

Este mes apenas ha mejorado, solamente ha aumentado un 2% el mínimo de carga y no llega al 1% el estado medio.

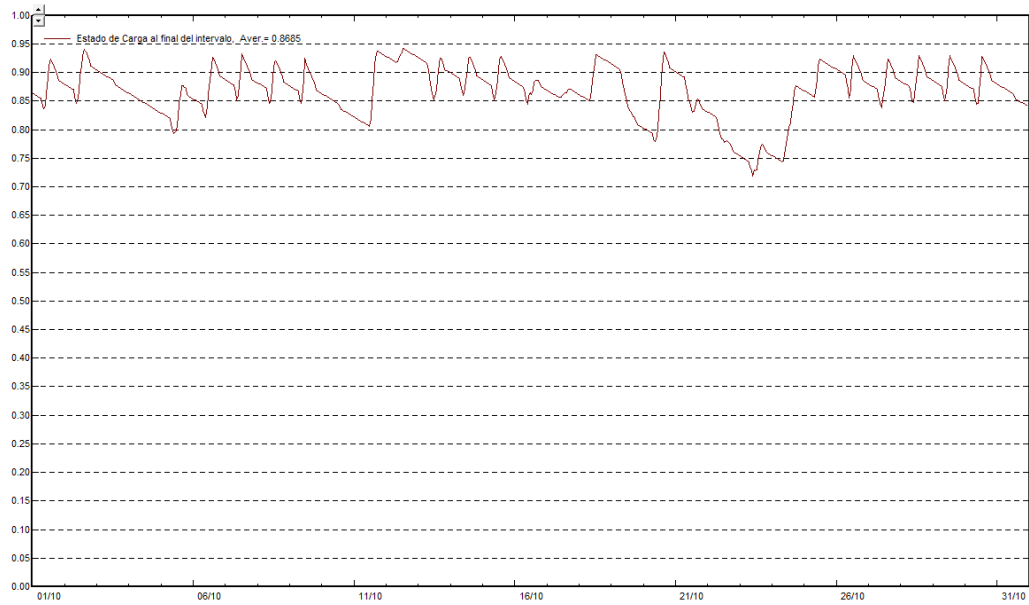


*Estado de carga para el mes de marzo una vez reducido los consumos.*

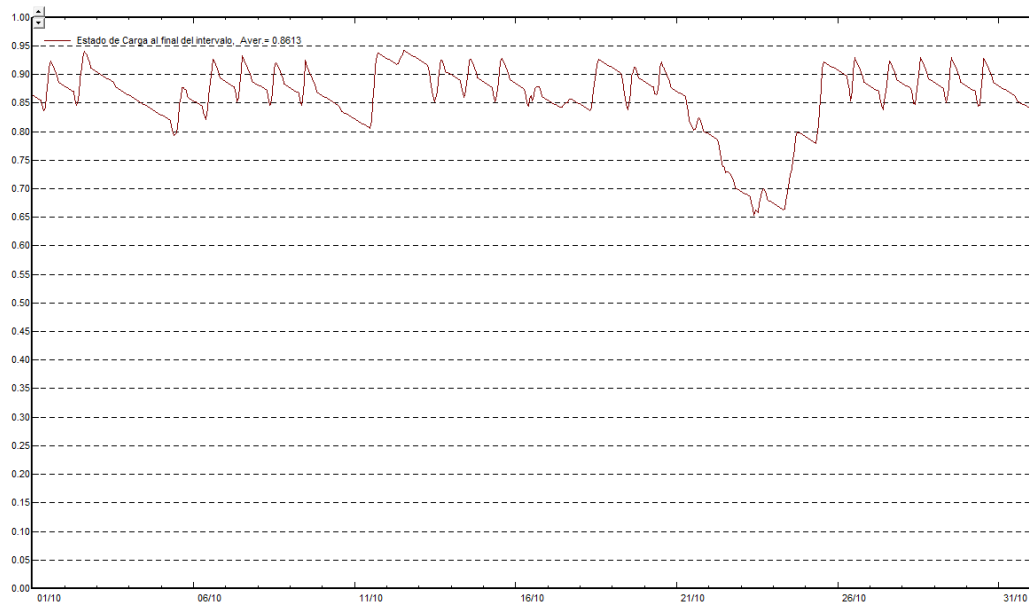


*Estado de carga para el mes de marzo antes de reducir los consumos.*

En este mes han ocurrido dos cosas, mientras que el mínimo ha mejorado un 2%, el estado medio de carga ha bajado. Esta bajada no es preocupante, pues apenas es un 0,26%.

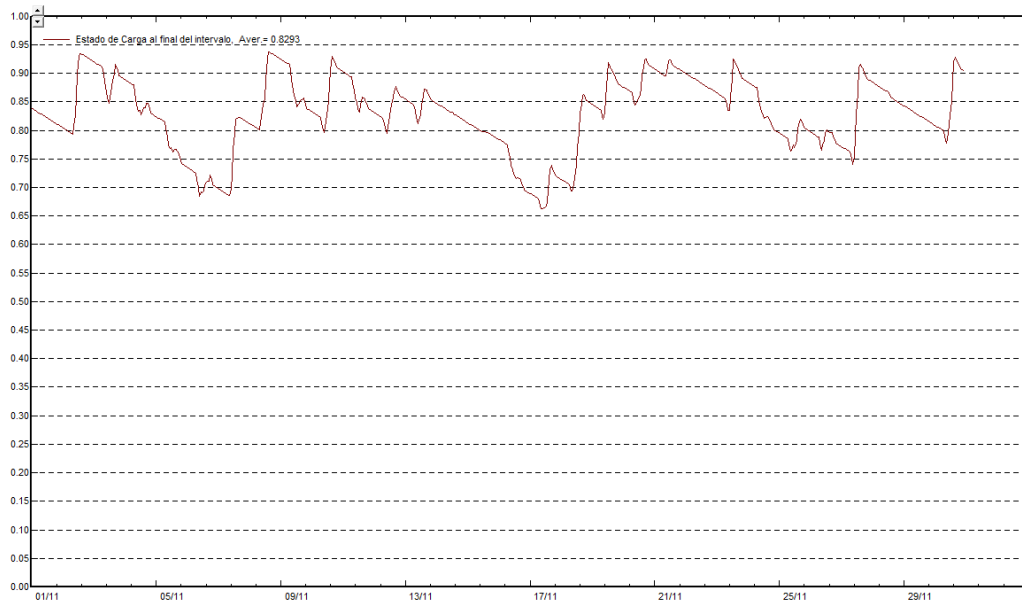


*Estado de carga para el mes de octubre una vez reducidos los consumos.*



*Estado de carga para el mes de octubre antes de reducir los consumos.*

Este mes si ha habido mejora en cuanto al mínimo, que ha subido un 7%. El estado medio de carga es prácticamente el mismo.

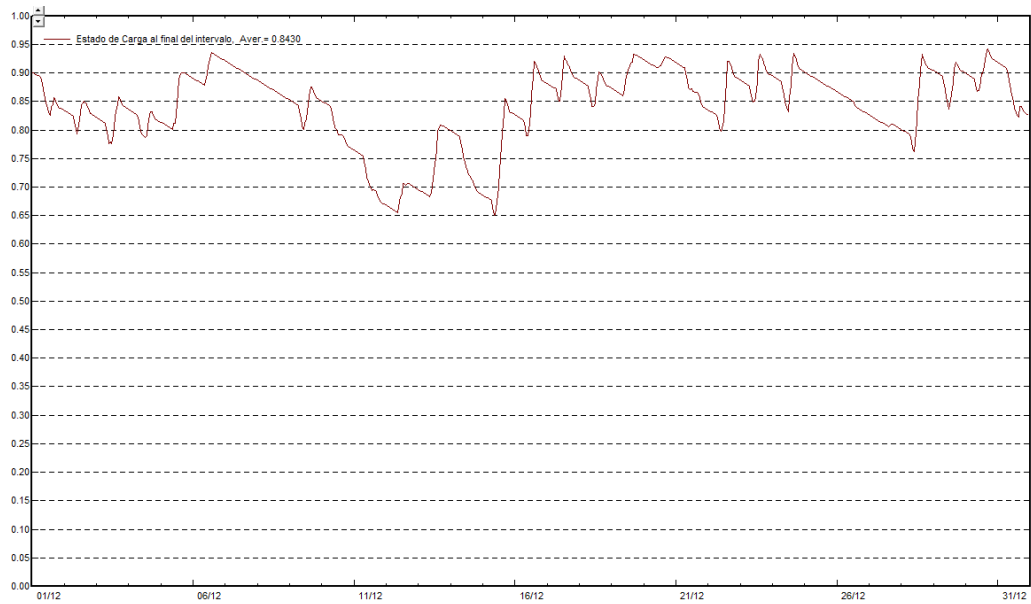


*Estado de carga para el mes de noviembre una vez reducidos los consumos.*



*Estado de carga para el mes de noviembre antes de reducir los consumos.*

Este mes prácticamente permanece igual, se nota una pequeña mejora pero nada importante.



*Estado de carga para el mes de diciembre una vez reducidos los consumos.*



*Estado de carga para el mes de diciembre antes de reducir los consumos.*

Este mes ha mejorado el mínimo un 5% y el estado medio más de 1%.

Por lo tanto, vemos que en general se ha conseguido una gran mejora, especialmente en enero se ha pasado de un 28-29% al 48% y la media del mes ha mejorado de un 68% a un 77%. El resto de meses han mejorado de manera menos significativa. Simplemente con tres ajustes el mes de enero ahora es menos agresivo con las baterías. Esto no significa que haya que disminuir el consumo, simplemente que actuando de una manera más conservadora sobre ciertos días, se puede alargar la vida útil de las baterías y con ello conseguir un gran ahorro a largo plazo.

Con los consumos actuales no es necesario disponer de un grupo electrógeno que actúe como cargador para las baterías ya que los ciclos de carga-descarga anuales por debajo del 80% son escasos comparados con el número de ciclos de la vida útil de una batería. No obstante, se instalara un grupo electrógeno por si surgen consumos imprevistos o menos radiación de la prevista, pues aunque es improbable que exista una falta de energía, si puede darse que las descargas de las baterías resulten preocupantes de nuevo.

### 3.3.2.10 Grupo electrógeno

El **grupo electrógeno** a instalar será de la marca GENERGY, modelo GUARDIÁN SC-6. Este modelo proporciona **6 kVA** que será suficiente para abastecer todos los consumos de la instalación y además poder recargar las baterías a la vez. Tiene salida en 230 V y dispone de arranque automático mediante un contacto que ira conectado al inversor. Cuando el nivel de carga de las baterías descienda de un valor preestablecido el grupo se pondrá en funcionamiento. El inversor desconectará el generador cuando las baterías se encuentren totalmente cargadas o cuando alcancen un valor deseado.

### 3.3.2.11 RESULTADO FINAL

Una vez ajustados los consumos, la simulación arrojará otros resultados distintos a los ya obtenidos anteriormente.

Además, la simulación contiene una serie de factores que hacen que el resultado real sea más optimista que el simulado:

- La capacidad de la batería que usa el software PVsyst está definida en  $C_{10}$ , pero la instalación no realizará una descarga tan rápida, por lo que si miramos la capacidad  $C_{100}$  veremos un valor de capacidad mayor que la utilizada por el programa.
- El estado de carga del mes de enero siempre arranca en el 60%, independientemente del valor final del mes de diciembre.
- El factor de seguridad del inversor se estimó en un 1,1 debido a que se tomó una eficiencia de este del 90%, pero el inversor elegido trabaja entre el 90% y el 95,4%, dependiendo de la potencia de salida que esté entregando.

El programa PVsyst genera un informe con los resultados de la simulación. A continuación aparece dicho informe tal y como ha sido generado.



En primer lugar aparecen los datos de entrada que hemos dado al programa para realizar el cálculo, como son número de paneles, capacidad de la batería, inclinación y orientación, factores de pérdidas y las necesidades energéticas del usuario.

PVSYST V5.5		03/07/15	Página 1/4										
<b>Sistema Aislado: Parámetros de la simulación</b>													
<b>Proyecto :</b>	<b>TFG</b>												
<b>Lugar geográfico</b>	<b>Amayuelas de Abajo</b>	<b>País</b>	<b>España</b>										
<b>Ubicación</b>	Latitud 42.2°N	Longitud	4.5°W										
Hora definido como	Hora Legal Huso hor. UT+1	Altitud	779 m										
	Albedo 0.20												
<b>Datos climatológicos :</b>	Amayuelas de Abajo, Síntesis datos por hora												
<b>Variante de simulación : TFG-16,8kW_estetico2_eficiente</b>													
	Fecha de simulación	03/07/15 11h44											
<b>Parámetros de la simulación</b>													
<b>Orientación Plano Receptor</b>	Inclinación 60°	Acimut	0°										
<b>Sombras cercanas</b>	Sombreado lineal												
<b>Características generador FV</b>													
<b>Módulo FV</b>	Si-mono	Modelo	<b>LG300N1C</b>										
		Fabricante	LG Electronics Inc.										
Número de módulos FV	En serie	2 módulos	En paralelo 28 cadenas										
Nº total de módulos FV	Nº módulos	56	Pnom unitaria 300 Wp										
Potencia global generador	Nominal (STC)	<b>17 kWp</b>	En cond. funciona. 15 kWp (50°C)										
Caract. funcionamiento del generador (50°C)	V mpp	58 V	I mpp 260 A										
Superficie total	Superficie módulos	<b>91.8 m²</b>											
<b>Factores de pérdida Generador FV</b>													
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s										
=> Temp. Opera. Nom. Cél. (G=800 W/m², Tamb=20° C, VelViento=1m/s)			TONC 45 °C										
Pérdida Óhmica en el Cableado	Res. global generador	3.7 mOhm	Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC										
Pérdidas por polvo y suciedad del generador			Fracción de Pérdidas 3.0 %										
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de Pérdidas 0.0 %										
Pérdidas Mismatch Módulos			Fracción de Pérdidas 4.0 % (tensión fija)										
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parámetro bo 0.05										
<b>Parámetro del Sistema</b>	Tipo de sistema	<b>Sistema Aislado</b>											
<b>Batería</b>	Modelo	<b>OPzS Solar 2500</b>											
	Fabricante	Exide Classic											
Características del banco de baterías	Tensión	48 V	Capacidad Nominal 3708 Ah										
	Nº de unidades	24 en serie x 2 en paralelo											
	Temperatura	Fijo (20°C)											
<b>Regulador</b>	Modelo	Tarom 4140_3_en_paralelo											
	Fabricante	Steca											
	Tecnología	uP, Series transistor	Coef. temp. -5.0 mV/°C/elem.										
Umbral de Regulación Baterías	Carga	54.8/50.4 V	Descarga 43.7/48.0 V										
	Comando de Generador Auxiliar	47.3/51.6 V											
<b>Necesidades de los usuarios</b>	Ext. definido como archivo	lista consumos horas_mezcla1.csv											
Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año	
710	807	849	677	699	715	716	681	757	834	741	750	8937	kWh

La siguiente página del informe ya ha sido comentada anteriormente, pues es el mismo resultado que nos aparece cuando introducimos las sombras cercanas. Podemos ver la colocación de los módulos y las pérdidas de radiación por sombreado en función de la hora del día y del día del año.

PVSYST V5.5	03/07/15	Página 2/4
-------------	----------	------------

Sistema Aislado: Definición del sombreado cercano

Proyecto : **TFG**  
 Variante de simulación : **TFG-16,8kW\_estetico2\_eficiente**

<b>Parámetros principales del sistema</b>	Tipo de sistema	<b>Aislado</b>		
<b>Sombras cercanas</b>	Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	60°	acimut	0°
Generador FV	Nº de módulos	56	Phom total	<b>17 kWp</b>
Batería	Modelo	OPzS Solar 2500	Tecnología	bierta, tubular
banco de baterías	Nº de unidades	48	Tensión/Capacidad	<b>48 V / 3708 Ah</b>
Necesidades de los usuarios	Ext. definido como archivo	lista consumos horas_mezos_dias		8937 kWh/año

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano

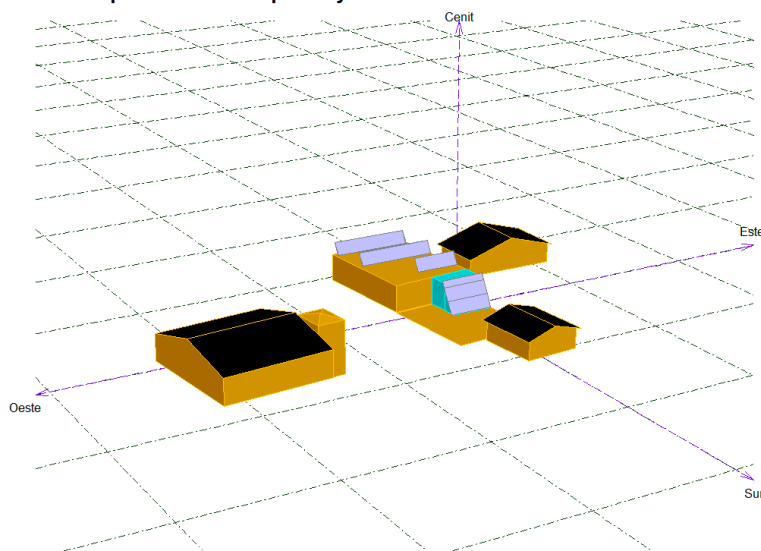
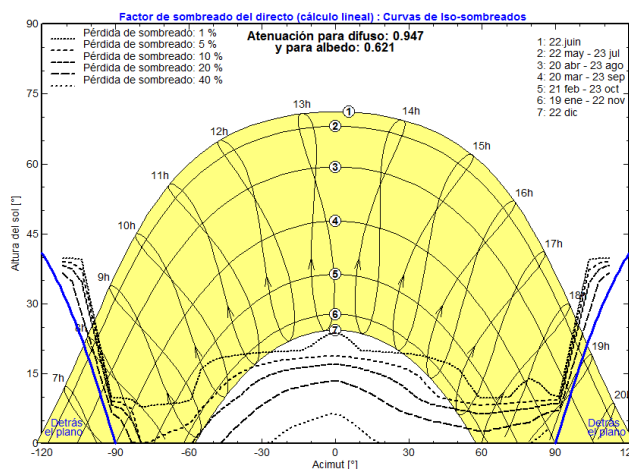


Diagrama de Iso-sombreados

TFG: TFG



La siguiente página del informe contiene gráficas de gran interés para ver cómo se comporta nuestra instalación. Ya las habíamos visto anteriormente para los casos de predimensionado, pero ahora las analizaremos para el resultado final.

PVSYST V5.5		03/07/15	Página 3/4					
<b>Sistema Aislado: Resultados principales</b>								
<b>Proyecto :</b>		<b>TFG</b>						
<b>Variante de simulación : TFG-16,8kW_estetico2_eficiente</b>								
<b>Parámetros principales del sistema</b>	Tipo de sistema	<b>Aislado</b>						
<b>Sombras cercanas</b>	Sombreado lineal							
Orientación Campos FV	inclinación	60°	acimut 0°					
Generador FV	N° de módulos	56	Pnom total <b>17 kWp</b>					
Batería	Modelo	OPzS Solar 2500	Tecnología bierta, tubular					
banco de baterías	N° de unidades	48	Tensión/Capacidad <b>48 V / 3708 Ah</b>					
Necesidades de los usuarios	Ext. definido como archivo	lista consumos horas_mezotodav	8937 kWh/año					
<b>Resultados principales de la simulación</b>								
Producción del Sistema	<b>Energía disponible</b>	<b>21.60 MWh/año</b>	Produc. específico 1286 kWh/kWp/año					
	Energía utilizada	8937 kWh/año	Exced. (inutilizado) 11.95 MWh/año					
	Factor de rendimiento (PR)	30.7 %	Fracción solar SF 100.0 %					
Pérdida de carga	Fracción de tiempo	0.0 %	Energía faltante 0.0 kWh					
<b>Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 17 kWp</b>		<b>Factor de rendimiento (PR) y Fracción solar SF</b>						
<b>TFG-16,8kW_estetico2_eficiente</b>								
<b>Balances y resultados principales</b>								
	<b>GlobHor</b>	<b>GlobEff</b>	<b>E Avail</b>	<b>E Unused</b>	<b>E Miss</b>	<b>E User</b>	<b>E Load</b>	<b>SolFrac</b>
	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	
<b>Enero</b>	51.2	83.9	1123	279	0.000	710.3	710.3	1.000
<b>Febrero</b>	80.6	118.4	1635	800	0.000	807.4	807.4	1.000
<b>Marzo</b>	132.4	148.1	2008	1077	0.000	849.1	849.1	1.000
<b>Abril</b>	154.8	134.2	1817	1117	0.000	677.0	677.0	1.000
<b>Mayo</b>	201.5	144.2	1951	1201	0.000	698.6	698.6	1.000
<b>Junio</b>	220.5	140.8	1888	1091	0.000	715.5	715.5	1.000
<b>Julio</b>	239.6	158.8	2127	1344	0.000	716.1	716.1	1.000
<b>Agosto</b>	208.0	170.0	2289	1560	0.000	681.0	681.0	1.000
<b>Septiembre</b>	154.1	165.7	2241	1434	0.000	757.4	757.4	1.000
<b>Octubre</b>	103.2	139.9	1895	1009	0.000	834.1	834.1	1.000
<b>Noviembre</b>	60.9	103.9	1402	595	0.000	740.8	740.8	1.000
<b>Diciembre</b>	48.1	90.7	1224	443	0.000	750.2	750.2	1.000
<b>Año</b>	1654.9	1598.8	21599	11950	0.000	8937.5	8937.5	1.000
Leyendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	E Avail	E Unused	E Miss	E User	E Load	SolFrac
	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E User	E Load	SolFrac	Energía faltante	Energía suministrada al usuario	
	E Avail	Energía Solar Disponible	E Load	SolFrac		Necesidad de energía del usuario (Carga)		
	E Unused	Pérdida de energía no utilizada (batería plena)				Fracción solar (E Utilizada/ECarga)		

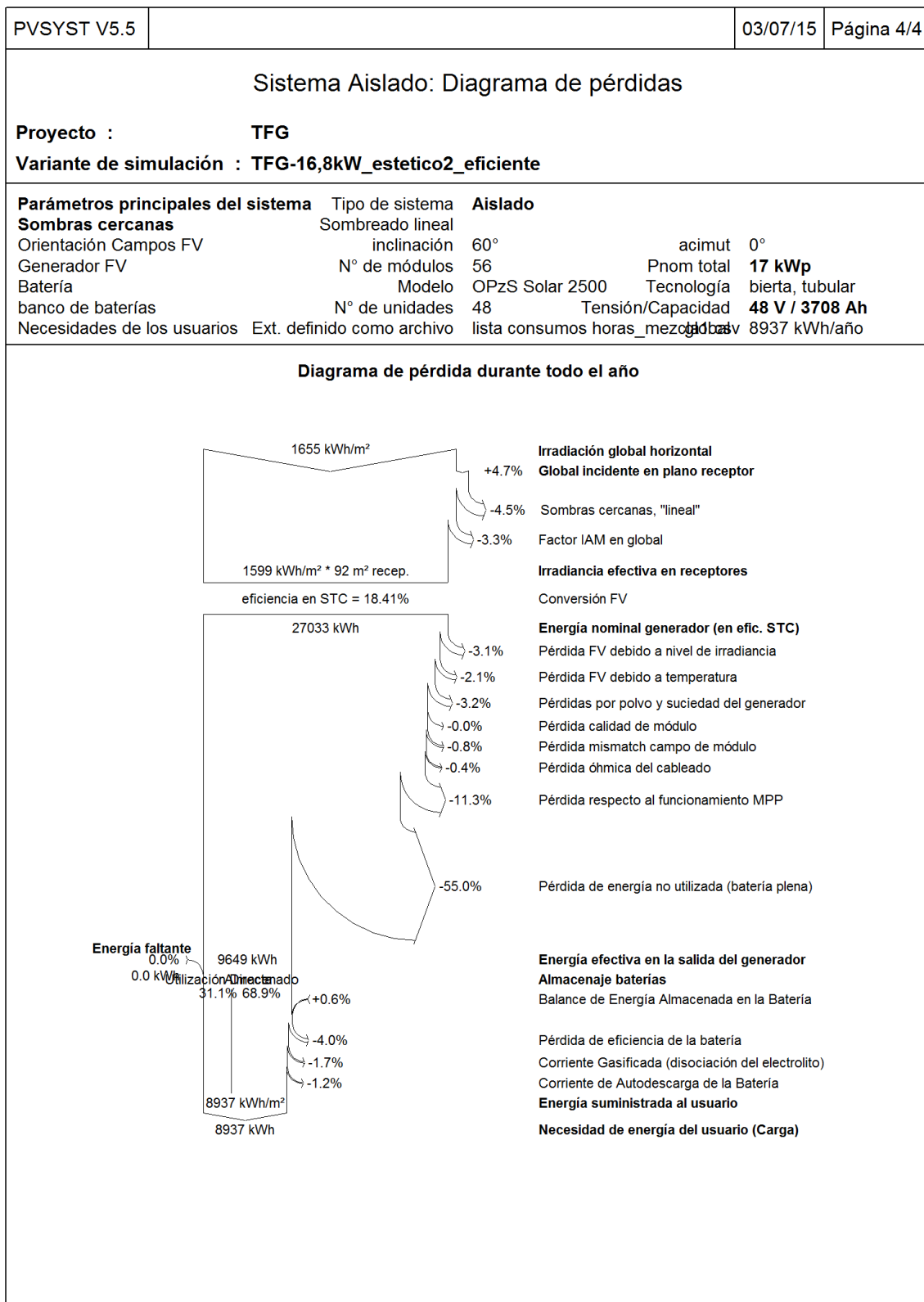
La primera gráfica nos permite ver rápidamente que existe un excedente de energía, pues lo que más llama la atención es que en todos los meses existe energía no utilizada por batería llena, especialmente en los de verano. Esta energía es incluso a veces mayor que la suministrada al usuario, pero es la única manera de conseguir que en los meses de invierno no exista pérdida de carga y que la vida útil de las baterías no se vea muy reducida por descargas muy profundas. La altura total de cada barra representa la producción mensual de energía, se aprecia como enero es el mes con menor producción. En los meses de verano se pueden hacer incrementos puntuales de consumo, aprovechando así el gran excedente de energía existente.

La siguiente gráfica nos muestra el factor de rendimiento y la fracción solar. El factor de rendimiento tiene que ver con cómo se aprovecha la energía, es decir, si la energía no usada es muy grande y además existen muchas pérdidas, como en los meses de verano, el rendimiento baja. En los meses de invierno el rendimiento es mayor, ya que gran parte de la energía generada es aprovechada.

En cuanto a la fracción solar, representada por barras verdes, representa la relación existente entre la producción obtenida en la instalación fotovoltaica y los consumos mensuales que se requieren abastecer con dicha instalación. Este valor oscila entre 0 y 1, siendo 0 cuando nada de la energía utilizada proviene de la instalación fotovoltaica aislada y 1 cuando la totalidad de la energía utilizada proviene de la instalación fotovoltaica. En el diagrama obtenido se aprecia que para todos los meses la fracción solar es 1.

En la tabla aparecen reflejados numéricamente los valores de las gráficas. De estos nos interesa ver la energía disponible, la energía no usada, la energía perdida, la energía suministrada y la energía requerida. Para que no exista pérdida de carga la energía perdida tiene que ser 0, esto implica que las dos últimas tienen que ser iguales. Además esto hace que la fracción solar será 1.

Por último, el informe generado muestra una imagen esquemática en la que aparecen representadas las pérdidas en la instalación. Aquí se suman todas las pérdidas existentes, desde las producidas por sombras, por caídas de tensión en el cableado, suciedad en los paneles, energía perdida por batería llena, etc.



La única ganancia importante producida es debida a la inclinación de los paneles, ya que se produce una mayor irradiación que para la situación horizontal.

Llama la atención las pérdidas por batería llena, que representan un 55% de la energía total.

Los apartados que aparecen solapados expresan que la energía final utilizada directamente es del 31,1%, mientras que la almacenada es del 68,9%.

Además, a estas pérdidas hay que sumar la producida en el inversor. Como hemos visto este funcionara con una eficiencia que oscila entre el 90% para los consumos mas pequeños y un 95,4 para una carga media. Considerando que siempre funciona al 90%, se produzcan unas peridas del 10%, unos 890kWh.

### 3.3.3 RESUMEN DEFINITIVO

COMPONENTE	MODELO	CONEXION	TOTAL
Módulos fotovoltaicos	LG LG300N1C-A3	→ 28 ramas en paralelo → 2 módulo en serie cada rama	56
Baterías	Exide OPzS Solar 2500	→ 2 ramas en paralelo → 24 vasos en serie cada rama	48
Reguladores	Steca Tarom 4140	→ 3 reguladores en paralelo	3
Inversor	Schneider Xantrex XW6048	→ 1 inversor	1
Generador	GENERGY GUARDIÁN SC-6	→ 1 generador	1

### 3.4 CABLEADO

En este apartado se detallan los criterios y cálculos para definir las secciones del cableado que formara parte de la instalación proyectada, siguiendo lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión de 2.002 y las recomendaciones del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red.

El presente proyecto se ocupara únicamente de la instalación correspondiente a la parte de fotovoltaica, terminando los cálculos en el inversor.

### 3.4.1 CRITERIOS

Para el cálculo de la sección del cableado habrá que tener en cuenta dos criterios y elegir el más desfavorable de ambos:

- Cálculo por máxima intensidad admisible: se basa en elegir una sección en función de la máxima intensidad que soporta una determinada sección y de la intensidad prevista que circulara por ella.
- Cálculo por la caída de tensión máxima admisible: se establece una caída de tensión máxima para un determinado tramo de conductor y se busca una sección que como máxima provoque esta caída.

#### 3.4.1.1 Cálculo de la sección por intensidad máxima admisible

Según lo establecido en el REBT de 2.002, en la ITC 40, los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador.

Por lo tanto determinaremos la sección mínima que deberán tener los conductores basándonos en lo descrito en la norma UNE 20460-5-523/2004, y a partir de la tabla A.52-1 bis buscaremos la sección que se necesitara en función de la intensidad y del tipo de canalización.

#### 3.4.1.2 Cálculo de la sección por la máxima caída de tensión admisible

En este apartado se hallara la sección en función de la máxima caída de tensión fijada para un determinado conductor.

El REBT de 2.002 en la ITC-40 establece que la máxima caída de tensión para instalaciones generadoras es de un 1,5% entre el generador y el punto de interconexión a la instalación interior, para la intensidad nominal. Es decir, la máxima caída de tensión para la totalidad de la línea será de 1,5%, pero para facilitar el cálculo dividiremos esta caída de tensión entre los distintos tramos de la instalación en función de la distancia y la intensidad a transportar:

- Entre los módulos y las cajas de conexiones: 0,35%
- Entre las cajas de conexiones y los reguladores: 0,6%
- Entre los reguladores y las baterías: 0,2%
- Entre las baterías y el inversor: 0,2%
- Entre el inversor y el cuadro general de alimentación: 0,15%

- Entre el generador y el inversor: 1,35%

Una vez calculadas las secciones, se revisara la caída de tensión total y si es inferior al 1,5% de ajustaran de nuevo las caídas de tensión para las secciones más grandes, con el fin de intentar reducirlas.

Para calcular la sección usaremos la siguiente formula:

$$S = \frac{P \times L}{U \times e \times \sigma} = \frac{I \times L}{U \times \Delta U \times \sigma}$$

Siendo:

- P: Potencia en W
- L: longitud de ida y vuelta en m
- U: tensión del sistema en V
- e: caída de tensión máxima en V
- $\sigma$ : conductividad del conductor en  $\Omega^{-1}m^{-1}$  (Para el cobre a 25°C es 56)
- I: intensidad en A
- $\Delta U$ : caída de tensión máxima en tanto por uno

### 3.4.2 TUBOS PROTECTORES

Los tubos utilizados se dimensionaran de acuerdo a la ITC-BT-21, acogiéndose a la Tabla 2 en caso de tubos en superficie y a la Tabla 5 en caso de tubos empotrados. Los primeros únicamente serán los pertenecientes a los conductores entre los paneles y las cajas de conexiones, el resto serán todos tubos empotrados en obra.

### 3.4.3 CÁLCULO DE LA SECCIÓN ENTRE LOS MÓDULOS Y LAS CAJAS DE CONEXIONES

#### 3.4.3.1 Cableado entre el grupo de paneles 1 y la caja de conexiones 1 (P1-C1)

**Datos de partida:**

Se **instalarán 9** conductores iguales al calculado a continuación, ya que únicamente se va a calcular el del string más desfavorable de los 9 que llegarán a la caja de conexiones 1.

El tramo de conductor más desfavorable tiene una longitud de ida y vuelta de **14 m**.



El cable empleado llevará aislamiento XLPE y se instalará bajo tubo en montaje superficial.

El conductor será unipolar.

La tensión del sistema es de **48 V**.

La intensidad máxima que circulará por el conductor será la correspondiente al punto de máxima potencia del panel, en concreto para los módulos instalados será de **9,42 A**.

#### Secciones:

Por intensidad máxima admisible:

Como ya se ha indicado, el dimensionado por este método deberá realizarse aplicando el factor de corrección el 125%, la corriente resultante es de **11,77 A**

Según la tabla A.52-1 bis para dicha intensidad, aislamiento XLPE con dos conductores unipolares e instalados bajo tubo empotrado en obra le corresponde una sección de **1,5 mm<sup>2</sup>**.

Por caída de tensión máxima admisible:

La caída de tensión máxima entre los paneles y las cajas de conexiones será del 0,35% para la intensidad nominal.

Obtenemos una sección por caída de tensión de:

$$S = \frac{I \times L}{U \times \Delta U \times \sigma} = \frac{9,42 \times 14}{48 \times 0,0035 \times 56} = \mathbf{14,01 \text{ mm}^2}$$

La sección comercial inmediatamente superior a la calculada será de 16 mm<sup>2</sup>.

Elegiremos la sección mayor ya que será el caso más desfavorable, en concreto la sección comercial a instalar será de **16 mm<sup>2</sup>**, que soporta una corriente de **87 A**.

Según la Tabla 2, de la ITC-BT 21, los 2 conductores de dicha sección irán albergados en un tubo de **25 mm** de diámetro.

La designación comercial del cableado a instalar será la siguiente:

(2x16) mm<sup>2</sup> Cu bajo tubo de 25 mm de diámetro.

#### Caídas de tensión:

La caída de tensión del circuito tiene un valor de:

$$e = 100 \frac{I \times L}{S \times U \times \sigma} = 100 \frac{9,42 \times 14}{16 \times 48 \times 56} = 0,30 \% = 0,14 V$$

### 3.4.3.2 Cableado entre el grupo de paneles 2 y la caja de conexiones 2 (P2-C2)

#### Datos de partida:

Se **instalarán 9** conductores iguales al calculado a continuación, ya que únicamente se va a calcular el del string más desfavorable de los 9 que llegarán a la caja de conexiones 2.

El tramo de conductor más desfavorable tiene una longitud de ida y vuelta de **14 m**.

El cable empleado llevará aislamiento XLPE y se instalará bajo tubo en montaje superficial.

El conductor será unipolar.

La tensión del sistema es de **48 V**.

La intensidad máxima que circulará por el conductor será la correspondiente al punto de máxima potencia del panel, en concreto para los módulos instalados será de **9,42 A**.

#### Secciones:

Por intensidad máxima admisible:

Como ya se ha indicado, el dimensionado por este método deberá realizarse aplicando el factor de corrección el 125%, la corriente resultante es de **11,77 A**

Según la tabla A.52-1 bis para dicha intensidad, aislamiento XLPE con dos conductores unipolares e instalados bajo tubo empotrado en obra le corresponde una sección de **1,5 mm<sup>2</sup>**.

Por caída de tensión máxima admisible:

La caída de tensión máxima entre los paneles y las cajas de conexiones será del 0,35% para la intensidad nominal.

Obtenemos una sección por caída de tensión de:

$$S = \frac{I \times L}{U \times \Delta U \times \sigma} = \frac{9,42 \times 14}{48 \times 0,0035 \times 56} = \mathbf{14.01 \text{ mm}^2}$$

La sección comercial inmediatamente superior a la calculada será de 16

mm<sup>2</sup>.

Elegiremos la sección mayor ya que será el caso más desfavorable, en concreto la sección comercial a instalar será de **16 mm<sup>2</sup>**, que soporta una corriente de **87 A**.

Según la Tabla 2, de la ITC-BT 21, los 2 conductores de dicha sección irán albergados en un tubo de **25 mm** de diámetro.

La designación comercial del cableado a instalar será la siguiente:

(2x16) mm<sup>2</sup> Cu bajo tubo de 25 mm de diámetro.

#### Caídas de tensión:

La caída de tensión del circuito tiene un valor de:

$$e = 100 \frac{I \times L}{S \times U \times \sigma} = 100 \frac{9,42 \times 14}{16 \times 48 \times 56} = 0,30 \% = 0,14 V$$

#### 3.4.3.3 Cableado entre el grupo de paneles 3 y la caja de conexiones 3 (P3-C3)

##### Datos de partida:

Se instalarán **10** conductores iguales al calculado a continuación, ya que únicamente se va a calcular el del string más desfavorable de los 10 que llegarán a la caja de conexiones 3.

El tramo de conductor más desfavorable tiene una longitud de ida y vuelta de **11,80 m**.

El cable empleado llevará aislamiento XLPE y se instalará bajo tubo en montaje superficial.

El conductor será unipolar.

La tensión del sistema es de **48 V**.

La intensidad máxima que circulará por el conductor será la correspondiente al punto de máxima potencia del panel, en concreto para los módulos instalados será de **9,42 A**.

##### Secciones:

Por intensidad máxima admisible:

Como ya se ha indicado, el dimensionado por este método deberá realizarse

aplicando el factor de corrección el 125% la corriente resultante es de **11,77 A**

Según la tabla A.52-1 bis para dicha intensidad, aislamiento XLPE con dos conductores unipolares e instalados bajo tubo empotrado en obra le corresponde una sección de **1,5 mm<sup>2</sup>**.

Por caída de tensión máxima admisible:

La caída de tensión máxima entre los paneles y las cajas de conexiones será del 0,35% para la intensidad nominal.

Obtenemos una sección por caída de tensión de:

$$S = \frac{I \times L}{U \times \Delta U \times \sigma} = \frac{9,42 \times 11,80}{48 \times 0,0035 \times 56} = \mathbf{11,81 \text{ mm}^2}$$

La sección comercial inmediatamente superior a la calculada será de **16 mm<sup>2</sup>**.

Elegiremos la sección mayor ya que será el caso más desfavorable, en concreto la sección comercial a instalar será de **16 mm<sup>2</sup>**, que soporta una corriente de **87 A**.

Según la Tabla 2, de ITC-BT 21, los 2 conductores de dicha sección irán albergados en un tubo de **25 mm** de diámetro.

La designación comercial del cableado a instalar será la siguiente:

(2x16) mm<sup>2</sup> Cu bajo tubo de 25 mm de diámetro.

**Caídas de tensión:**

La caída de tensión del circuito tiene un valor de:

$$e = 100 \frac{I \times L}{S \times U \times \sigma} = 100 \frac{9,42 \times 11,80}{6 \times 48 \times 56} = 0,25 \% = 0,12 \text{ V}$$

### 3.4.4 CÁLCULO DE LA SECCIÓN ENTRE LAS CAJAS DE CONEXIONES Y LOS REGULADORES

#### 3.4.4.1 Cableado entre la caja de conexiones 1 y el regulador 1 (C1-R1)

**Datos de partida:**

El tramo de conductor tiene una longitud de ida y vuelta de **32 m**.

El cable empleado llevará aislamiento XLPE y se instalará bajo tubo

empotrado en obra.

El conductor será unipolar.

La tensión del sistema es de **48 V**.

La intensidad máxima que circulará por el conductor será la correspondiente al punto de máxima potencia de cada panel multiplicado por el número de strings que entran en la caja, en concreto para los módulos instalados será de **9,42 x 9 = 84,78 A**.

#### Secciones:

Por intensidad máxima admisible:

Como ya se ha indicado, el dimensionado por este método deberá realizarse aplicando el factor de corrección el 125% la corriente resultante es de **105,97 A**

Según la tabla A.52-1 bis para dicha intensidad, aislamiento XLPE con dos conductores unipolares e instalados bajo tubo empotrado en obra le corresponde una sección de **25 mm<sup>2</sup>**.

Por caída de tensión máxima admisible:

La caída de tensión máxima entre las cajas de conexiones y los reguladores será del 0,6% para la intensidad nominal.

Obtenemos una sección por caída de tensión de:

$$S = \frac{I \times L}{U \times \Delta U \times \sigma} = \frac{84,78 \times 32}{48 \times 0,006 \times 56} = \mathbf{168,21 \text{ mm}^2}$$

La sección comercial inmediatamente superior a la calculada será de **185 mm<sup>2</sup>**.

Elegiremos la sección mayor ya que será el caso más desfavorable, en concreto la sección comercial a instalar será de **185 mm<sup>2</sup>**, que soporta una corriente de **391 A**.

Según la Tabla 5, de la ITC-BT 21, los 2 conductores de dicha sección irán albergados en un tubo de **75 mm** de diámetro.

La designación comercial del cableado a instalar será la siguiente:

(2x240) mm<sup>2</sup> Cu bajo tubo de 75 mm de diámetro.

### Caídas de tensión:

La caída de tensión tiene un valor de:

$$e = 100 \frac{I \times L}{S \times U \times \sigma} = 100 \frac{84,78 \times 32}{185 \times 48 \times 56} = 0,54 \% = 0,26 V$$

#### 3.4.4.2 Cableado entre la caja de conexiones 2 y el regulador 2 (C2-R2)

### Datos de partida:

El tramo de conductor tiene una longitud de ida y vuelta de **22 m**.

El cable empleado llevará aislamiento XLPE y se instalará bajo tubo empotrado en obra.

El conductor será unipolar.

La tensión del sistema es de **48 V**.

La intensidad máxima que circulará por el conductor será la correspondiente al punto de máxima potencia de cada panel multiplicado por el número de strings que entran en la caja, en concreto para los módulos instalados será de **9,42 x 9 = 84,78 A**.

### Secciones:

Por intensidad máxima admisible:

Como ya se ha indicado, el dimensionado por este método deberá realizarse aplicando el factor de corrección el 125% la corriente resultante es de **105,97 A**

Según la tabla A.52-1 bis para dicha intensidad, aislamiento XLPE con dos conductores unipolares e instalados bajo tubo empotrado en obra le corresponde una sección de **25 mm<sup>2</sup>**.

Por caída de tensión máxima admisible:

La caída de tensión máxima entre las cajas de conexiones y los reguladores será del 0,6% para la intensidad nominal.

Obtenemos una sección por caída de tensión de:

$$S = \frac{I \times L}{U \times \Delta U \times \sigma} = \frac{84,78 \times 22}{48 \times 0,006 \times 56} = \mathbf{115,64 \text{ mm}^2}$$

La sección comercial inmediatamente superior a la calculada será de 120

mm<sup>2</sup>.

Elegiremos la sección mayor ya que será el caso más desfavorable, en concreto la sección comercial a instalar será de **120 mm<sup>2</sup>**, que soporta una corriente de **301 A**.

Según la Tabla 7, de la ITC-BT 21, los 2 conductores de dicha sección irán albergados en un tubo de **63 mm** de diámetro.

La designación comercial del cableado a instalar será la siguiente:

(2x120) mm<sup>2</sup> Cu bajo tubo de 63 mm de diámetro.

#### Caídas de tensión:

La caída de tensión tiene un valor de:

$$e = 100 \frac{I \times L}{S \times U \times \sigma} = 100 \frac{84,78 \times 22}{150 \times 48 \times 56} = 0,57 \% = 0,27 V$$

#### 3.4.4.3 Cableado entre la caja de conexiones 3 y el regulador 3 (C3-R3)

##### Datos de partida:

El tramo de conductor tiene una longitud de ida y vuelta de **9 m**.

El cable empleado llevará aislamiento XLPE y se instalará bajo tubo empotrado en obra.

El conductor será unipolar.

La tensión del sistema es de **48 V**.

La intensidad máxima que circulará por el conductor será la correspondiente al punto de máxima potencia de cada panel multiplicado por el número de strings que entran en la caja, en concreto para los módulos instalados será de **9,42 x 10 = 94,20 A**.

##### Secciones:

Por intensidad máxima admisible:

Como ya se ha indicado, el dimensionado por este método deberá realizarse aplicando el factor de corrección el 125% la corriente resultante es de **117,75 A**

Según la tabla A.52-1 bis para dicha intensidad, aislamiento XLPE con dos conductores unipolares e instalados bajo tubo empotrado en obra le corresponde

una sección de **35 mm<sup>2</sup>**.

Por caída de tensión máxima admisible:

La caída de tensión máxima entre las cajas de conexiones y los reguladores será del 0,6% para la intensidad nominal.

Obtenemos una sección por caída de tensión de:

$$S = \frac{I \times L}{U \times \Delta U \times \sigma} = \frac{94,20 \times 9}{48 \times 0,006 \times 56} = 52,56 \text{ mm}^2$$

La sección comercial inmediatamente superior a la calculada será de 70 mm<sup>2</sup>.

Elegiremos la sección mayor ya que será el caso más desfavorable, en concreto la sección comercial a instalar será de **70 mm<sup>2</sup>**, que soporta una corriente de **214 A**.

Según la Tabla 7, de la ITC-BT 21, los 2 conductores de dicha sección irán albergados en un tubo de **50 mm** de diámetro.

La designación comercial del cableado a instalar será la siguiente:

(2x70) mm<sup>2</sup> Cu bajo tubo de 50 mm de diámetro.

**Caídas de tensión:**

La caída de tensión tiene un valor de:

$$e = 100 \frac{I \times L}{S \times U \times \sigma} = 100 \frac{94,20 \times 9}{70 \times 48 \times 56} = 0,45 \% = 0,21 \text{ V}$$

### 3.4.5 CABLEADO ENTRE LOS REGULADORES Y LAS BATERÍAS

#### 3.4.5.1 Cableado entre el regulador 1 y la batería (R1-B)

**Datos de partida:**

El tramo de conductor tiene una longitud de ida y vuelta de **6,2 m**.

El cable empleado llevará aislamiento XLPE y se instalará bajo tubo empotrado en obra.

El conductor será unipolar.

La tensión del sistema es de **48 V**.



La intensidad máxima que circulará por el conductor será la correspondiente al punto de máxima potencia de cada panel multiplicado por el número de strings que entran en la caja, en concreto para los módulos instalados será de **9,42 x 9 = 84,78 A**.

#### Secciones:

Por intensidad máxima admisible:

Como ya se ha indicado, el dimensionado por este método deberá realizarse aplicando el factor de corrección el 125% la corriente resultante es de **105,97 A**

Según la tabla A.52-1 bis para dicha intensidad, aislamiento XLPE con dos conductores unipolares e instalados bajo tubo empotrado en obra le corresponde una sección de **25 mm<sup>2</sup>**.

Por caída de tensión máxima admisible:

La caída de tensión máxima entre el regulador y la batería se establecerá en el 0,20% para la intensidad nominal.

Obtenemos una sección por caída de tensión de:

$$S = \frac{I \times L}{U \times \Delta U \times \sigma} = \frac{84,78 \times 6,2}{48 \times 0,002 \times 56} = \mathbf{97,77 \text{ mm}^2}$$

La sección comercial inmediatamente superior a la calculada será de 120 mm<sup>2</sup>.

Elegiremos la sección mayor ya que será el caso más desfavorable, en concreto la sección comercial a instalar será de **120 mm<sup>2</sup>**, que soporta una corriente de **301 A**.

Según la Tabla 7, de la ITC-BT 21, los 2 conductores de dicha sección irán albergados en un tubo de **63 mm** de diámetro.

La designación comercial del cableado a instalar será la siguiente:

(2x120) mm<sup>2</sup> Cu bajo tubo de 63 mm de diámetro.

#### Caídas de tensión:

La caída de tensión tiene un valor de:

$$e = 100 \frac{I \times L}{S \times U \times \sigma} = 100 \frac{84,78 \times 6,20}{120 \times 48 \times 56} = 0,16 \% = 0,07 \text{ V}$$

### 3.4.5.2 Cableado entre el regulador 2 y la batería (R2-B)

#### Datos de partida:

El tramo de conductor tiene una longitud de ida y vuelta de **6,2 m**.

El cable empleado llevará aislamiento XLPE y se instalará bajo tubo empotrado en obra.

El conductor será unipolar.

La tensión del sistema es de **48 V**.

La intensidad máxima que circulará por el conductor será la correspondiente al punto de máxima potencia de cada panel multiplicado por el número de strings que entran en la caja, en concreto para los módulos instalados será de **9,42 x 9 = 84,78 A**.

#### Secciones:

Por intensidad máxima admisible:

Como ya se ha indicado, el dimensionado por este método deberá realizarse aplicando el factor de corrección el 125% la corriente resultante es de **105,97 A**

Según la tabla A.52-1 bis para dicha intensidad, aislamiento XLPE con dos conductores unipolares e instalados bajo tubo empotrado en obra le corresponde una sección de **25 mm<sup>2</sup>**.

Por caída de tensión máxima admisible:

La caída de tensión máxima entre el regulador y la batería se establecerá en el 0,20% para la intensidad nominal.

Obtenemos una sección por caída de tensión de:

$$S = \frac{I \times L}{U \times \Delta U \times \sigma} = \frac{84,78 \times 6,2}{48 \times 0,002 \times 56} = 97,77 \text{ mm}^2$$

La sección comercial inmediatamente superior a la calculada será de 120 mm<sup>2</sup>.

Elegiremos la sección mayor ya que será el caso más desfavorable, en concreto la sección comercial a instalar será de **120 mm<sup>2</sup>**, que soporta una corriente de **301 A**.

Según la Tabla 7, de la ITC-BT 21, los 2 conductores de dicha sección irán albergados en un tubo de **63 mm** de diámetro.

La designación comercial del cableado a instalar será la siguiente:

(2x120) mm<sup>2</sup> Cu bajo tubo de 63 mm de diámetro.

#### Caídas de tensión:

La caída de tensión tiene un valor de:

$$e = 100 \frac{I \times L}{S \times U \times \sigma} = 100 \frac{84,78 \times 6,20}{120 \times 48 \times 56} = 0,16 \% = 0,07 V$$

#### 3.4.5.3 Cableado entre el regulador 3 y la batería (R3-B)

##### Datos de partida:

El tramo de conductor tiene una longitud de ida y vuelta de **6,2 m**.

El cable empleado llevará aislamiento XLPE y se instalará bajo tubo empotrado en obra.

El conductor será unipolar.

La tensión del sistema es de **48 V**.

La intensidad máxima que circulará por el conductor será la correspondiente al punto de máxima potencia de cada panel multiplicado por el número de strings que entran en la caja, en concreto para los módulos instalados será de **9,42 x 10 = 94,20 A**.

##### Secciones:

Por intensidad máxima admisible:

Como ya se ha indicado, el dimensionado por este método deberá realizarse aplicando el factor de corrección el 125% la corriente resultante es de **117,75 A**

Según la tabla A.52-1 bis para dicha intensidad, aislamiento XLPE con dos conductores unipolares e instalados bajo tubo empotrado en obra le corresponde una sección de **35 mm<sup>2</sup>**.

Por caída de tensión máxima admisible:

La caída de tensión máxima entre el regulador y la batería se establecerá en el 0,20% para la intensidad nominal.

Obtenemos una sección por caída de tensión de:

$$S = \frac{I \times L}{U \times \Delta U \times \sigma} = \frac{94,20 \times 6,2}{48 \times 0,002 \times 56} = \mathbf{108,63 \text{ mm}^2}$$

La sección comercial inmediatamente superior a la calculada será de 120 mm<sup>2</sup>.

Elegiremos la sección mayor ya que será el caso más desfavorable, en concreto la sección comercial a instalar será de **120 mm<sup>2</sup>**, que soporta una corriente de **301 A**.

Según la Tabla 7, de la ITC-BT 21, los 2 conductores de dicha sección irán albergados en un tubo de **63 mm** de diámetro.

La designación comercial del cableado a instalar será la siguiente:

(2x120) mm<sup>2</sup> Cu bajo tubo de 63 mm de diámetro.

**Caídas de tensión:**

La caída de tensión tiene un valor de:

$$e = 100 \frac{I \times L}{S \times U \times \sigma} = 100 \frac{94,20 \times 6,20}{120 \times 48 \times 56} = 0,18 \% = 0,08 \text{ V}$$

### 3.4.6 CABLEADO ENTRE LAS BATERÍAS Y EL INVERSOR (B-I)

**Datos de partida:**

El tramo de conductor tiene una longitud de ida y vuelta de **5,1 m**.

El cable empleado llevará aislamiento XLPE y se instalará bajo tubo empotrado en obra.

El conductor será unipolar.

La tensión del sistema es de **48 V**.

La intensidad máxima que circulará por el conductor será la correspondiente a la nominal del inversor, por el factor del 25%. El inversor es de 6.000 W, que a una tensión de 48 V obtenemos una corriente de 125 A y multiplicado por el factor de 1,25 nos da una corriente de **156,25 A**.

**Secciones:**

Por intensidad máxima admisible:

Como ya se ha indicado, el dimensionado deberá realizarse para una

intensidad de **156,25 A**

Según la tabla A.52-1 bis para dicha intensidad, aislamiento XLPE con dos conductores unipolares e instalados bajo tubo empotrado en obra le corresponde una sección de **50 mm<sup>2</sup>**.

Por caída de tensión máxima admisible:

La caída de tensión máxima entre la batería y el inversor se establecerá en el 0,20% para la intensidad nominal.

Obtenemos una sección por caída de tensión de:

$$S = \frac{I \times L}{U \times \Delta U \times \sigma} = \frac{125 \times 5,1}{48 \times 0,002 \times 56} = \mathbf{118,58 \text{ mm}^2}$$

La sección comercial inmediatamente superior a la calculada será de 120 mm<sup>2</sup>.

Elegiremos la sección mayor ya que será el caso más desfavorable, en concreto la sección comercial a instalar será de **120 mm<sup>2</sup>**, que soporta una corriente de **301 A**.

Según la Tabla 7, de la ITC-BT 21, los 2 conductores de dicha sección irán albergados en un tubo de **63 mm** de diámetro.

La designación comercial del cableado a instalar será la siguiente:

(2x120) mm<sup>2</sup> Cu bajo tubo de 63 mm de diámetro.

**Caídas de tensión:**

La caída de tensión tiene un valor de:

$$e = 100 \frac{I \times L}{S \times U \times \sigma} = 100 \frac{125 \times 5,1}{120 \times 48 \times 56} = 0,19 \% = 0,09 V$$

### 3.4.7 CABLEADO ENTRE EL INVERSOR Y EL CUADRO GENERAL DE ALIMENTACIÓN (I-CG)

**Datos de partida:**

El tramo de conductor tiene una longitud de ida y vuelta de **36 m**.

El cable empleado llevará aislamiento XLPE y se instalará bajo tubo empotrado en obra.

El conductor será unipolar.

La tensión del sistema es de **230 V (alterna monofásica)**.

La intensidad máxima que circulará por el conductor será la correspondiente a la nominal del inversor, por el factor del 25%. El inversor es de 6.000 W, que a una tensión de 230 V obtenemos 26,08 A y multiplicado por el factor de 1,25 nos da una corriente de **32,6 A**.

#### Secciones:

Por intensidad máxima admisible:

Como ya se ha indicado, el dimensionado deberá realizarse para una intensidad de **32,6 A**

Según la tabla A.52-1 bis para dicha intensidad, aislamiento XLPE con dos conductores unipolares e instalados bajo tubo empotrado en obra le corresponde una sección de **4 mm<sup>2</sup>**.

Por caída de tensión máxima admisible:

La caída de tensión máxima entre el inversor y el cuadro general de alimentación se establecerá en el 0,15% para la intensidad nominal.

Obtenemos una sección por caída de tensión de:

$$S = \frac{I \times L}{U \times \Delta U \times \sigma} = \frac{26,08 \times 36}{230 \times 0,0015 \times 56} = \mathbf{48,59 \text{ mm}^2}$$

La sección comercial inmediatamente superior a la calculada será de 50 mm<sup>2</sup>.

Elegiremos la sección mayor ya que será el caso más desfavorable, en concreto la sección comercial a instalar será de **50 mm<sup>2</sup>**, que soporta una corriente de **167 A**.

Según la Tabla 7, de la ITC-BT 21, los 3 conductores de dicha sección irán albergados en un tubo de **40 mm** de diámetro.

La designación comercial del cableado a instalar será la siguiente:

(3x50) mm<sup>2</sup> Cu bajo tubo de 40 mm de diámetro.

#### Caídas de tensión:

La caída de tensión tiene un valor de:

$$e = 100 \frac{I \times L}{S \times U \times \sigma} = 100 \frac{26,08 \times 36}{50 \times 230 \times 56} = 0,14 \% = 0,33 \text{ V}$$

### 3.4.8 CABLEADO ENTRE EL GENERADOR Y EL INVERSOR (G-I)

#### Datos de partida:

El tramo de conductor tiene una longitud de ida y vuelta de **14 m**.

El cable empleado llevará aislamiento XLPE y se instalará bajo tubo empotrado en obra.

El conductor será unipolar.

La tensión del sistema es de **230 V (alterna monofásica)**.

La intensidad máxima que circulará por el conductor será la correspondiente a la nominal del generador, que es de 6,0-6,2 va, que a una tensión de 230 V nos da una corriente máxima de 26,95 y multiplicado por el factor de 1,25 queda **33,69A**.

#### Secciones:

Por intensidad máxima admisible:

Como ya se ha indicado, el dimensionado deberá realizarse para una intensidad de **33,69 A**

Según la tabla A.52-1 bis para dicha intensidad, aislamiento XLPE con dos conductores unipolares e instalados bajo tubo empotrado en obra le corresponde una sección de **4 mm<sup>2</sup>**.

Por caída de tensión máxima admisible:

La caída de tensión máxima entre el generador y el inversor se establecerá en el 1,35 % para la intensidad nominal.

Obtenemos una sección por caída de tensión de:

$$S = \frac{I \times L}{U \times \Delta U \times \sigma} = \frac{26,95 \times 14}{230 \times 0,0135 \times 56} = \mathbf{2,16 \text{ mm}^2}$$

La sección comercial inmediatamente superior a la calculada será de 70 mm<sup>2</sup>.

Elegiremos la sección mayor ya que será el caso más desfavorable, en concreto la sección comercial a instalar será de **4 mm<sup>2</sup>**, que soporta una corriente de **36 A**.

Según la Tabla 7, de la ITC-BT 21, los 3 conductores de dicha sección irán

albergados en un tubo de **16 mm** de diámetro.

La designación comercial del cableado a instalar será la siguiente:

(3x4) mm<sup>2</sup> Cu bajo tubo de 16 mm de diámetro.

#### Caídas de tensión:

La caída de tensión tiene un valor de:

$$e = 100 \frac{I \times L}{S \times U \times \sigma} = 100 \frac{32,6 \times 14}{4 \times 230 \times 56} = 0,88 \% = 0,20 V$$

### 3.4.9 CORRECCIÓN DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

Con el fin de igualar las secciones del cableado entre puntos equivalentes de la instalación, facilitando así su montaje, como son las líneas que unen las cajas de conexiones con sus reguladores, se llevará a cabo un ajuste en la instalación. Además una vez realizado este ajuste, si la caída de tensión total existente lo permite, se reasignara la caída de tensión parcial a los tramos más desfavorables.

En primer lugar, la caja de conexiones 1 será desplazada, acercándola más al regulador 1, con lo que el conductor que une a ambos será más corto y su sección disminuirá. Al realizar esto, los conductores que unen los paneles con la caja de conexiones 1 serán más largos, por lo que seguramente nos veremos obligados a aumentar su sección.

### 3.4.10 CORRECCIÓN DE LA SECCIÓN ENTRE LOS MÓDULOS Y LAS CAJAS DE CONEXIONES

Únicamente se moverá de ubicación la cajas de conexiones 1, ya que es en la que mayor longitud hay hasta el regulador correspondiente. La intención de este ajuste es que tanto las líneas que unen las cajas de conexiones y los reguladores, como las que unen los reguladores con las baterías usen la sección de 120 mm<sup>2</sup>, unificando así las secciones en continua facilitando tanto el montaje por parte del instalador como abaratando el precio en el mercado al adquirir un número mayor de metros de una única sección.

La caja de conexiones 1 se desplazará 3,1 m hacia el regulador, que suman 6,2 m de cable entre ida y vuelta, llegando a los 20,2 m en total.

Únicamente se calculará el primer caso, el más desfavorable y posteriormente se igualaran las secciones a la resultante en el primero. Se



calcularán las nuevas caídas de tensión.

### 3.4.10.1 Cableado entre el grupo de paneles 1 y la caja de conexiones 1 (P1-C1)

#### Datos de partida:

Se **instalarán 9** conductores iguales al calculado a continuación, ya que únicamente se va a calcular el del string más desfavorable de los 9 que llegarán a la caja de conexiones 1, que al proporcionar todos la misma corriente, el más desfavorable será el que más longitud tenga.

El tramo de conductor más desfavorable tiene una longitud de ida y vuelta de **20,2 m**.

El cable empleado llevará aislamiento XLPE y se instalará bajo tubo en montaje superficial.

El conductor será unipolar.

La tensión del sistema es de **48 V**.

La intensidad máxima que circulará por el conductor será la correspondiente al punto de máxima potencia del panel, en concreto para los módulos instalados será de **9,42 A**.

#### Secciones:

Por intensidad máxima admisible:

Como ya se ha indicado, el dimensionado por este método deberá realizarse aplicando el factor de corrección el 125% la corriente resultante es de **11,77 A**

Según la tabla A.52-1 bis para dicha intensidad, aislamiento XLPE con dos conductores unipolares e instalados bajo tubo empotrado en obra le corresponde una sección de **1,5 mm<sup>2</sup>**.

Por caída de tensión máxima admisible:

La caída de tensión máxima entre los paneles y las cajas de conexiones se establecerá en el 0,35% para la intensidad nominal.

Obtenemos una sección por caída de tensión de:

$$S = \frac{I \times L}{U \times \Delta U \times \sigma} = \frac{9,42 \times 20,2}{48 \times 0,0035 \times 56} = \mathbf{20,22 \text{ mm}^2}$$

La sección comercial inmediatamente superior a la calculada será de 25 mm<sup>2</sup>.

Elegiremos la sección mayor ya que será el caso más desfavorable, en concreto la sección comercial a instalar será de **25 mm<sup>2</sup>**, que soporta una corriente de **110 A**.

Según la Tabla 2, de la ITC-BT 21, los 2 conductores de dicha sección irán albergados en un tubo de **32 mm** de diámetro.

La designación comercial del cableado a instalar será la siguiente:

(2x25) mm<sup>2</sup> Cu bajo tubo de 32 mm de diámetro.

#### Caídas de tensión:

La caída de tensión tiene un valor de:

$$e = 100 \frac{I \times L}{S \times U \times \sigma} = 100 \frac{9,42 \times 20,2}{25 \times 48 \times 56} = 0,28 \% = 0,13 V$$

#### 3.4.10.2 Cableado entre el grupo de paneles 2 y la caja de conexiones 2 (P2-C2)

##### Datos de partida:

Se **instalaran 9** conductores iguales al calculado a continuación.

El tramo de conductor más desfavorable tiene una longitud de ida y vuelta de **14 m**.

El cable empleado llevará aislamiento XLPE y se instalará bajo tubo en montaje superficial.

El conductor será unipolar.

La tensión del sistema es de **48 V**.

La intensidad máxima que circulará por el conductor será la correspondiente al punto de máxima potencia del panel, en concreto para los módulos instalados será de **9,42 A**.

Se ha decidido aumentar la sección a 25 mm<sup>2</sup> con el fin de unificar las secciones a instalar, disminuyendo los distintos tipos de estas últimas facilitando así el montaje y el precio, en el mercado al comprar un mayor número de metros de una única sección.

Por lo tanto, como hemos dicho. Se instalará una sección de **25 mm<sup>2</sup>**, que soporta una corriente de **110 A**.

Según la Tabla 2, de la ITC-BT 21, los 2 conductores de dicha sección irán albergados en un tubo de **32 mm** de diámetro.

La designación comercial del cableado a instalar será la siguiente:

(2x25) mm<sup>2</sup> Cu bajo tubo de 32 mm de diámetro.

#### Caídas de tensión:

La caída de tensión tiene un valor de:

$$e = 100 \frac{I \times L}{S \times U \times \sigma} = 100 \frac{9,42 \times 14}{25 \times 48 \times 56} = 0,22 \% = 0,10 V$$

#### 3.4.10.3 Cableado entre el grupo de paneles 3 y la caja de conexiones 3 (P3-C3)

##### Datos de partida:

Se **instalaran 10** conductores iguales al calculado a continuación.

El tramo de conductor más desfavorable tiene una longitud de ida y vuelta de **11,80 m**.

El cable empleado llevará aislamiento XLPE y se instalará bajo tubo en montaje superficial.

El conductor será unipolar.

La tensión del sistema es de **48 V**.

La intensidad máxima que circulará por el conductor será la correspondiente al punto de máxima potencia del panel, en concreto para los módulos instalados será de **9,42 A**.

Se ha decidido aumentar la sección a 25 mm<sup>2</sup> con el fin de unificar las secciones a instalar, disminuyendo los distintos tipos de estas últimas facilitando así el montaje y el precio, en el mercado al comprar un mayor número de metros de una única sección.

Por lo tanto, como hemos dicho. Se instalará una sección de **25 mm<sup>2</sup>**, que soporta una corriente de **110 A**.

Según la Tabla 2, de la ITC-BT 21, los 2 conductores de dicha sección irán

albergados en un tubo de **32 mm** de diámetro.

La designación comercial del cableado a instalar será la siguiente:

(2x25) mm<sup>2</sup> Cu bajo tubo de 32 mm de diámetro.

#### Caídas de tensión:

La caída de tensión tiene un valor de:

$$e = 100 \frac{I \times L}{S \times U \times \sigma} = 100 \frac{9,42 \times 11,80}{25 \times 48 \times 56} = 0,17 \% = 0,07 V$$

### 3.4.11 CORRECIÓN DE LA SECCIÓN ENTRE LAS CAJAS DE CONEXIONES Y LOS REGULADORES

La caída de tensión máxima que existe ahora en la instalación sin contar con las líneas entre las cajas de conexiones y los reguladores se calcula sumando los tramos más desfavorables conectados en serie:

- De los paneles a las cajas de conexiones: 0,28%
- De los reguladores a la batería: 0,18%
- De la batería al inversor: 0,19%
- Del inversor al cuadro general: 0,14%

En total suman 0,79%. Por lo tanto vemos que podemos tener una caída de tensión en las líneas que estamos estudiando del:

$$1,5\% - 0,79\% = 0,71 \%$$

Asignaremos una caída de tensión del 0,70% a dichos tramos. Con ello intentaremos disminuir la sección de estos, sin sobrepasar en ningún caso el límite de caída de tensión fijado en 1,5%.

En función de los cálculos para la sección 1, que es la más desfavorable, se igualarán las otras dos secciones igualaran a ésta para unificarlas.

#### 3.4.11.1 Cableado entre la caja de conexiones 1 y el regulador 1 (C1-R1)

##### Datos de partida:

El tramo de conductor ahora tiene una longitud de ida y vuelta menor, ya que se ha movido la caja de conexiones 1, la longitud es ahora de **25,8 m**.

El cable empleado llevará aislamiento XLPE y se instalará bajo tubo empotrado en obra.

El conductor será unipolar.

La tensión del sistema es de **48 V**.

La intensidad máxima que circulará por el conductor será la correspondiente al punto de máxima potencia de cada panel multiplicado por el número de strings que entran en la caja, en concreto para los módulos instalados será de **9,42 x 9 = 84,78 A**.

### Secciones:

Por intensidad máxima admisible:

Como ya se ha indicado, el dimensionado por este método deberá realizarse aplicando el factor de corrección el 125% la intensidad resultante es de **105,97 A**

Según la tabla A.52-1 bis para dicha intensidad, aislamiento XLPE con dos conductores unipolares e instalados bajo tubo empotrado en obra le corresponde una sección de **25 mm<sup>2</sup>**.

Por caída de tensión máxima admisible:

La caída de tensión máxima entre las cajas de conexiones y los reguladores será del 0,7% para la intensidad nominal.

Obtenemos una sección por caída de tensión de:

$$S = \frac{I \times L}{U \times \Delta U \times \sigma} = \frac{84,78 \times 25,8}{48 \times 0,0070 \times 56} = \mathbf{116,24mm^2}$$

La sección comercial inmediatamente superior a la calculada será de 120 mm<sup>2</sup>.

Elegiremos la sección mayor ya que será el caso más desfavorable, en concreto la sección comercial a instalar será de **120 mm<sup>2</sup>**, que soporta una intensidad de **301A**.

Según la Tabla 5, de la ITC-BT 21, los 2 conductores de dicha sección irán albergados en un tubo de **63 mm** de diámetro.

La designación comercial del cableado a instalar será la siguiente:

(2x120) mm<sup>2</sup> Cu bajo tubo de 63 mm de diámetro.

**Caídas de tensión:**

La caída de tensión tiene un valor de:

$$e = 100 \frac{I \times L}{S \times U \times \sigma} = 100 \frac{84,78 \times 25,8}{120 \times 48 \times 56} = 0,68 \% = 0,32 V$$

**3.4.11.2 Cableado entre la caja de conexiones 2 y el regulador 2 (C2-R2)**

**Datos de partida:**

Los cálculos de este tramo dieron como resultado una sección de 120 mm<sup>2</sup>, por lo que no se realizara el cálculo de nuevo, únicamente se calculara la caída de tensión.

La longitud de este tramo es de **22 m y la intensidad de 84,78 A.**

**Caídas de tensión:**

La caída de tensión tiene un valor de:

$$e = 100 \frac{I \times L}{S \times U \times \sigma} = 100 \frac{84,78 \times 22}{120 \times 48 \times 56} = 0,57 \% = 0,27 V$$

**3.4.11.3 Cableado entre la caja de conexiones 3 y el regulador 3 (C3-R3)**

**Datos de partida:**

Los cálculos de este tramo dieron como resultado una sección menor de 120 mm<sup>2</sup>, por lo que se aumentara el valor de esta hasta los 120 mm<sup>2</sup>. Únicamente se calculara la caída de tensión.

La longitud de este tramo es de **9 m y la intensidad de 94,20 A.**

**Caídas de tensión:**

La caída de tensión tiene un valor de:

$$e = 100 \frac{I \times L}{S \times U \times \sigma} = 100 \frac{94,20 \times 9}{120 \times 48 \times 56} = 0,26 \% = 0,12 V$$

### 3.5 PROTECCIONES

Con el fin de proteger nuestra instalación contra cortocircuitos y sobrecargas, se instalarán una serie de protecciones que eviten el daño a los aparatos.

1. Las cajas de conexiones ya cuentan con una protección mediante un fusible en cada string de entrada, además consta de un descargador de sobretensiones y un seccionador bajo carga. Estas protecciones limitarán la intensidad de que llega al regulador y con ello a las baterías, realizando así una protección de la instalación, incluido cableado, que va desde los módulos a las baterías, pasando por el regulador. Para evitar corrientes de retorno en los paneles, estos llevarán asociados diodos de bloqueo.
2. Entre los reguladores y las baterías se instalarán interruptores de corriente continua de la marca Schneider modelo TM100DC, con una corriente nominal de 100 A. Se instalarán a la salida de los reguladores.
3. Para proteger el inversor por el lado de corriente continua, se colocará un interruptor automático de corriente continua aguas arriba del inversor, con el fin de proteger este dispositivo ante un posible fallo. El interruptor a instalar será de la marca Schneider, modelo TM125DC especial para corriente continua, de dos polos, con una intensidad nominal de 125 A, que a 48 V nos dará una intensidad máxima de 6.000W, la intensidad nominal del inversor.
4. Para proteger la línea de alimentación entre el inversor y el cuadro general de alimentación, se instalará un interruptor automático de 32 A de dos polos de Schneider, modelo A9K17632 para corriente alterna. También se colocará un diferencial de 40 A y 2 P de la marca ABB.
5. Además, habrá que proteger el inversor desde el lado del generador. En este caso colocaremos un interruptor automático y un diferencial idénticos a los anteriores.

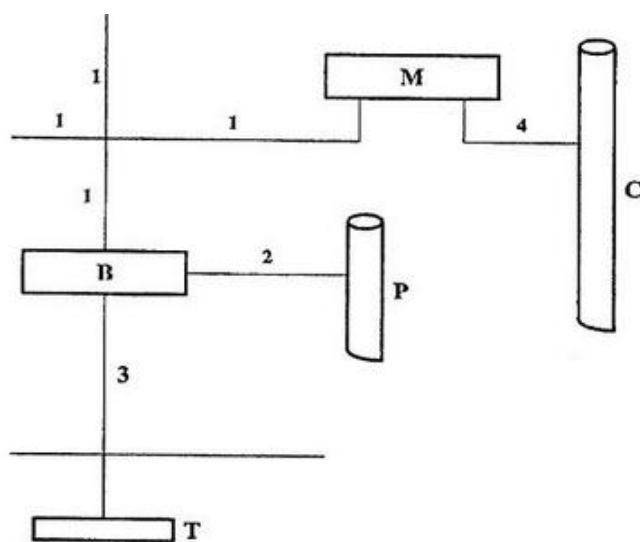
### 3.6 TOMA DE TIERRA

EL REBT establece, en su ITC-BT-40, que las instalaciones generadoras deberán estar provistas de sistemas de puesta a tierra que, en todo momento, aseguren que las tensiones que se puedan presentar en las masas metálicas de la instalación no superen los valores establecidos en la MIE RAT 13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas,

### Subestaciones y Centros de Transformación.

Además, las recomendaciones del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red dicen que todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48 voltios contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura soporte del generador y los marcos metálicos de los módulos. En nuestro caso, la tensión nominal es de 48 V.

El objetivo de la puesta a tierra es limitar la tensión que puede aparecer en las masas metálicas debido a un defecto de aislante y asegurar el correcto funcionamiento de las protecciones. Consiste en una unión metálica directa entre determinados elementos de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo. Mediante esta conexión se consigue que no existan diferencias de potencial peligrosas en el conjunto de instalaciones. Además, la puesta a tierra permite el paso de corrientes de descarga de origen atmosférico.



#### Leyenda

- 1 Conductor de protección.
- 2 Conductor de unión equipotencial principal.
- 3 Conductor de tierra o línea de enlace con el electrodo de puesta a tierra.
- 4 Conductor de equipotencialidad suplementaria.
- B Borne principal de tierra
- M Masa.
- C Elemento conductor.
- P Canalización metálica principal de agua.
- T Toma de tierra.

#### Partes de la instalación de puesta a tierra:

- Terreno: Absorbe las descargas
- Toma de tierra: Elemento de unión entre terreno y circuito. Está formado por electrodos colocados en el terreno que se unen, mediante una línea de enlace con tierra, en los puntos de puesta a tierra.
- Conductor de tierra: Une los puntos de puesta a tierra con las



derivaciones necesarias para la puesta a tierra de todas las masas.

- Borne de tierra: Unión entre la línea principal de tierra y los conductores de protección.
- Conductores de protección: Unión entre las derivaciones de la línea principal de tierra y las masas, con la finalidad de proteger contra los contactos indirectos.

Se realizará una instalación de puesta a tierra constituida por un cable de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección que recorrerá la periferia del edificio enterrado en la cimentación a una profundidad de 2 m. Este tendrá una longitud de conductor de 56,6 m.

Con esta base, se procederá al cálculo de la resistencia de Puesta a Tierra de la instalación. La resistividad del terreno será aproximadamente de 100 Ω·m. El perímetro del conductor será de m. De esta forma, la resistencia de puesta a tierra de nuestro electrodo será de:

$$R = \frac{2\rho}{l} = \frac{2 \cdot 100}{56,6} = 3,53 \Omega$$

El REBT en la ITC-BT-18 establece que el valor de la resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V en locales conductores, como el nuestro por estar los paneles a la intemperie.

Con una sensibilidad de los diferenciales de 30mA, hallaremos la máxima resistencia que provocara que aparezcan esos 24V. Cualquier valor por debajo de ese punto servirá.

$$R = 24/0,030 = 800 \Omega$$

El valor de la resistencia obtenida es menor que la máxima de 800 Ω, por lo que la resistencia obtenida es correcta.

La toma de tierra de la instalación fotovoltaica deberá ser independiente de la usada para la instalación interior de corriente alterna.

## 3.7 VENTILACIÓN DEL LOCAL DE BATERÍAS

### 3.7.1 REQUISITOS DE VENTILACIÓN

Para calcular el sistema de ventilación del cuarto de baterías hay que dirigirse a la norma UNE-EN 50272-2. Aquí se recogen los requisitos que deben de

cumplir este tipo de locales.

El objeto de ventilar un lugar donde hay una batería es mantener la concentración de hidrogeno por debajo del límite inferior de explosión (LEL), que es del 4% en volumen. Los lugares o salas de baterías se consideran seguros cuando, ya sea por medio de ventilación natural o forzada (artificial), la concentración de hidrogeno se mantiene por debajo del límite de seguridad.

EL valor mínimo de la corriente de aire para la ventilación de un lugar o compartimento donde hay una batería se calcula mediante la siguiente formula:

$$Q = v \cdot q \cdot s \cdot n \cdot I_{gas} \cdot C_{rt} \cdot 10^{-3} [m^3/h]$$

Dónde:

- Q es la corriente de aire de ventilación mínima en m<sup>3</sup>/h.
- v, q y s son constantes con un valor fijo asignado, el resultado de v·q·s = 0,05 m<sup>3</sup>/Ah.
- n corresponde al número de elementos por los que está compuesta la batería.
- I<sub>gas</sub> es la corriente que produce gas en mA/Ah por Ah capacidad estimada para la corriente de carga flotante o la corriente de carga rápida.
- C<sub>rt</sub> es la capacidad C<sub>10</sub> de los elementos de plomo ácido en Ah, U<sub>f</sub>=1,80 V/elemento a 20°C o la capacidad C<sub>5</sub> para los elementos de NiCd en Ah, U<sub>f</sub>=1,00 V/elemento a 20°C.

$$Q=0,05 \cdot n \cdot I_{gas} \cdot C_{rt} \cdot 10^{-3} [m^3/h]$$

Los valores determinados de I<sub>gas</sub> vienen determinados en la siguiente tabla:

	Baterías de plomo abiertas Sb<3%	Baterías de plomo con válvula reguladora	Baterías NiCd abiertas
I <sub>gas</sub> Carga de Flotación	5	1	5
I <sub>gas</sub> Carga Rápida	20	8	50

Las baterías instaladas pertenecen al segundo tipo, baterías de plomo hermético VRLA, por lo tanto elegiremos el valor más desfavorable de esta columna, en este caso 8.

Por lo tanto, los datos de partida son:

- n = 48 elementos.
- I<sub>gas</sub> = 8.

- $C_{rt} = 1.854\text{Ah}$ .

Con estos datos, el caudal mínimo será:

$$Q = 0,05 \cdot 48 \cdot 8 \cdot 1.854 \cdot 10^{-3}[\text{m}^3/\text{h}] = 35,59 \text{ m}^3/\text{h}$$

### 3.7.2 VENTILACIÓN NATURAL

La cantidad de corriente de aire de ventilación deberá ser preferiblemente natural, o en caso contrario ventilación forzada (artificial). En el caso de nuestra instalación no será problema obtener una ventilación natural, debido a la ubicación exterior del cuarto de baterías.

Las salas con baterías o cerramientos necesitan una entrada y una salida de aire con un área libre mínimo de apertura que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$A = 28 \cdot Q$$

Dónde:

- $Q$  es el ritmo de la corriente de ventilación de aire fresco anteriormente calculado en  $\text{m}^3/\text{h}$ .
- $A$  es el área libre de apertura en la entrada y salida de aire en  $\text{cm}^2$ .

Por lo tanto, el área total de apertura será de:

$$A = 28 \cdot 35,59 = 996,71 \text{ cm}^2 = 0,099 \text{ m}^2$$

El área libre necesaria tiene un valor pequeño, por lo que se sobredimensionara este valor, y con ello se evitara las pérdidas creadas al poner una rejilla en las aberturas. **El área de entrada y de salida será de 0,5 m de alto por 1 m de largo, teniendo un área de 0,5 m<sup>2</sup> o 5.000 cm<sup>2</sup>.**

Las aberturas se realizaran en paredes opuestas, concretamente en las dos que dan al exterior, con el fin de aumentar la corriente de aire.

Valladolid, Junio de 2015

El Ingeniero Eléctrico

Fdo.: Juan Francisco Ramos Rodríguez



# 4 PLANOS



#### 4.1 SITUACIÓN

#### 4.2 EMPLAZAMIENTO

#### 4.3 PLANTA

#### 4.4 VISTAS DE LOS PANELES

#### 4.5 GRAPADO DE LOS PANELES

#### 4.6 VISTAS DEL CUARTO DE EQUIPOS

#### 4.7 ESQUEMA UNIFILAR

NOTA: Los planos del presente TFG estarán contenidos en la carpeta “información adicional” incluida en este mismo CD, debido a que por su tamaño no se han podido incluir en este documento.





# 5 PLIEGO DE CONDICIONES



## 5.1 CONDICIONES GENERALES

### 5.1.1 OBJETO

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto la ordenación, con carácter general, de las condiciones facultativas, económicas y técnicas que han de regir los contratos destinados a la ejecución de los trabajos de obra, siempre que expresamente se haga mención de este pliego en los particulares de cada una de las obras.

### 5.1.2 ÁMBITO

El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas se aplica a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

En determinados supuestos del proyecto se podrán adoptar, por la propia naturaleza del mismo o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este Pliego de Condiciones Técnicas, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

Este Pliego de Condiciones Técnicas está asociado a las líneas de ayuda para la promoción de instalaciones de energía solar fotovoltaica en el ámbito del Plan de Energías Renovables.

### 5.1.3 DOCUMENTOS DEL PROYECTO

El presente Proyecto se compone de los siguientes documentos:

- Una Memoria que considera las necesidades a satisfacer y los factores de carácter general a tener en cuenta durante la realización del Proyecto.
- Cálculos que especifican el dimensionado de los elementos a emplear dentro de la instalación eléctrica del edificio.
- Planos que permiten que la instalación quede perfectamente definida.
- Un Presupuesto Industrial en el que quedan definidos los costes de la instalación.

- El Pliego de Condiciones Particulares Técnicas y Económicas, en el que se recogen las especificaciones de los materiales y elementos constitutivos y las normas para la ejecución de los trabajos, así como las bases económicas y legales que regirán en la obra.
- Estudio Básico de Seguridad y Salud, que precisará las normas básicas de seguridad y salud aplicables a la obra.
- Evaluación de Impacto Ambiental, que contendrá un estudio del posible daño causado al medio ambiente durante la ejecución y explotación del Proyecto, indicando las medidas necesarias para poder eliminarlo o reducirlo.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas. Dentro del documento Planos, la cota prevalece sobre la medida a escala. En caso de duda se consultará con el Director Facultativo.

Las omisiones en los Planos y en el Pliego de Condiciones, o las descripciones erróneas de los detalles de las obras que sean manifiestamente indispensables para respetar el espíritu o intención expuestos en los Documentos del presente Proyecto, o que, por uso y costumbre deben ser realizados, no sólo, no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completados y especificados en los Planos y en el Pliego de Condiciones.

#### 5.1.4 NORMATIVA

Este Pliego es de aplicación, en su integridad, a todas las instalaciones solares fotovoltaicas aisladas de la red destinadas a:

- Electrificación de viviendas y edificios
- Alumbrado público
- Aplicaciones agropecuarias
- Bombeo y tratamiento de agua
- Aplicaciones mixtas con otras fuentes de energías renovables

También podrá ser de aplicación a otras instalaciones distintas a las anteriores, siempre que tengan características técnicas similares.

En todo caso es de aplicación toda la normativa que afecte a instalaciones solares fotovoltaicas:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002).

- Código Técnico de la Edificación (CTE), cuando sea aplicable.
- Directivas Europeas de seguridad y compatibilidad electromagnética.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborables.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas establecidas por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE) en Octubre de 2002.

## 5.2 CONDICIONES FACULTATIVAS

### 5.2.1 CONTRATO

En este punto fijaremos la relación contractual entre el Promotor y el Contratista. El Contrato tendrá carácter de documento privado, pudiendo ser elevado a documento público a instancia de una de las partes, siendo en este caso a cuenta del Contratista los gastos que ello origine.

Una vez depositada la fianza definitiva por parte del Contratista, y habiendo firmado el contrato ambas partes, el Promotor procederá, a petición del interesado, a devolver la fianza provisional, si la hubiera.

Cuando por causas imputables al Contratista, no se pudiera formalizar el Contrato en el plazo previsto, el Promotor podrá proceder a anular la adjudicación, con incautación de la fianza provisional.

Llegados a este punto, Promotor y Contratista, por separado, deberán asignar un representante en la obra: el Director Facultativo y el Jefe de Obra, respectivamente.

El Director Facultativo será la máxima autoridad dentro de la obra, teniendo la capacidad de modificar el Proyecto. Así mismo, tiene también la obligación de revisar el Proyecto y corregir los fallos que este tenga. No existe inconveniente en que el redactor del Proyecto sea posteriormente el Director Facultativo.

Posteriormente, el Director Facultativo deberá proceder a la realización del replanteo de la obra. Los costes derivados de este replanteo serán por cuenta del Contratista.

El Contratista (o su representante) y el Director Facultativo, una vez estén de acuerdo con el replanteo, deberán ir a la zona de actuación de la obra y firmar el Acta de Comprobación del Replanteo, donde reflejaran la viabilidad del proyecto. Un día después de esta firma, comenzara el plazo de ejecución de la obra.

Todos los gastos e impuestos de cualquier orden, que por disposición del Estado, Provincia o Municipio se deriven del Contrato, y estén vigentes en la fecha

de la firma del mismo, serán por cuenta del Contratista, a excepción del IVA.

Las modificaciones tributarias establecidas con posterioridad al contrato afectaran al sujeto pasivo directo, sin que las partes puedan repercutirlas entre sí. En ningún caso podrá ser causa de revisión de precios la modificación del sistema tributario vigente a la firma del contrato.

Los responsables de la ejecución de la obra, Contratista y Jefe de Obra, cumplirán en todo momento lo establecido en el presente proyecto. Si hubiera alguna indeterminación o duda en la interpretación, se seguirán las indicaciones establecidas por el Director Facultativo.

Cualquier modificación posible que se pudiese dar en el proyecto deberá ser consultada con el Director Facultativo, quien aceptara o rechazara dicha propuesta de modificación.

El Promotor podrá contratar para la realización total de la obra a tantos Contratistas o Trabajadores Autónomos como considere necesarios. Estos, a su vez, podrán subcontratar un máximo de tres Subcontratistas o Trabajadores Autónomos para realizar partes específicas de sus trabajos.

El Contratista está obligado a presentar a la representación del Promotor antes de la iniciación de los trabajos, una relación comprensiva del personal facultativo responsable de la ejecución de la obra contratada y a dar cuenta posteriormente de los cambios que en el mismo se efectúen, durante la vigencia del contrato.

## 5.2.2 DELIMITACIÓN DE FUNCIONES DE LOS AGENTES INTERVINIENTES

### 5.2.2.1 *El promotor*

Las funciones del promotor serán las siguientes:

1. Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.
2. Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.
3. Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.
4. Designar al coordinador de seguridad y salud para el proyecto y la ejecución de la obra.
5. Suscribir los seguros previstos en la LOE.

6. Entregar al adquirente, en su caso, la documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las administraciones competentes.

### 5.2.2.2 El contratista

Las funciones del contratista serán las siguientes:

1. Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
2. Suscribir con el Director Facultativo el Acta de Comprobación del Replanteo de la obra.
3. Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.
4. Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
5. Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando, por iniciativa propia o por orden de la Dirección Facultativa, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
6. Custodiar el Libro de Órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
7. Facilitar al Director Facultativo, con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
8. Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
9. Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
10. Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
11. Elaborar el plan de seguridad y salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo.

### 5.2.3 OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA

### 5.2.3.1 Verificación de los documentos

Antes de dar comienzo a las obras, el Contratista consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

### 5.2.3.2 Plan de seguridad y salud

El contratista es responsable de las condiciones de seguridad e higiene en los trabajos, estando obligado a adoptar y hacer aplicar, a su costa, las disposiciones vigentes sobre estas materias, en las medidas que dicte la Inspección de Trabajo y demás organismos competentes, así como las normas de seguridad complementarias que correspondan a las características de las obras contratadas.

A tal efecto, el contratista debe establecer un Plan de Seguridad, Higiene y Primeros Auxilios que especifique con claridad las medidas prácticas que, para la consecución de las precedentes prescripciones, estime necesario tomar en la obra. Este Plan debe precisar las formas de aplicación de las medidas complementarias que correspondan a los riesgos de la obra con el objeto de asegurar eficazmente:

- La seguridad de todo el personal.
- La Higiene y Primeros Auxilios a enfermos y accidentados.
- La seguridad de las instalaciones.

El Plan de seguridad así concebido debe comprender la aplicación de las Normas de Seguridad que la dirección de obra prescribe a sus empleados cuando realizan trabajos similares a los encomendados al personal del contratista, y que se encuentran contenidas en las Prescripciones de Seguridad y Primeros Auxilios redactadas por UNESA.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran, tanto en la propia obra como en las edificaciones contiguas. Se atenderá a lo dispuesto a este aspecto en la legislación vigente, siendo en todo caso, único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto puedan quedar afectados ni el Promotor ni la Dirección Facultativa, por responsabilidad en cualquier aspecto.

Será por tanto de cuenta del Contratista el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y de todos los daños que puedan causarse en los trabajos de ejecución de la obra, cuando a ello hubiera lugar.

El Director Facultativo podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito,



el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

### 5.2.3.3 Oficina en la obra

El Contratista habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos, para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada. En dicha oficina, el Contratista tendrá siempre a disposición de la Dirección Facultativa:

- El Proyecto de Ejecución completo
- La licencia de obra
- El Libro de Órdenes y Asistencias
- El Plan de Seguridad y Salud
- El Libro de Incidencias

### 5.2.3.4 Representación del contratista. Jefe de obra

El contratista está obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de jefe de obra de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata.

El jefe de obra, por sí o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al arquitecto o al aparejador o arquitecto técnico, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

### 5.2.3.5 Trabajos no estipulados expresamente

Es obligación del contratista el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el director facultativo dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y

tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc. Y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc. que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

## 5.2.4 CONDICIONES GENERALES DEBIDAS A LOS TRABAJOS O A LOS MATERIALES

### 5.2.4.1 *Ejecución de las obras*

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director Facultativo, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director Facultativo.

El Contratista no podrá utilizar personal en los trabajos que no sea de su exclusiva cuenta y cargo.

Igualmente será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

### 5.2.4.2 *Subcontratación de las obras*

El Contratista podrá dar a destajo o en subcontrata cualquier parte de la obra, pero con la previa autorización del Director de las Obras. La obra que el Contratista pueda dar a destajo no podrá exceder del 25% del valor total del Contrato, salvo autorización expresa del Director de las Obras. El director de las Obras, está facultado para decidir la exclusión de un destajista por ser

incompetente o no reunir las condiciones necesarias. Comunicada esta decisión al Contratista, este deberá tomar las medidas precisas e inmediatas para la rescisión de este trabajo.

El contratista será siempre responsable ante el Director de las Obras de todas las actividades de los subcontratistas y de las obligaciones derivadas del cumplimiento de las condiciones expresadas en este Pliego.

#### **5.2.4.3 Plazo de comienzo y de ejecución**

El Contratista deberá dar comienzo a las obras dentro de los quince días siguientes a la fecha de adjudicación definitiva a su favor, dando cuenta de oficio a la Dirección Facultativa del día que se propone inaugurar los trabajos, quien acusara recibo.

Las obras deberán quedar total y absolutamente terminadas en el plazo que se fije en la adjudicación a contar desde igual fecha que en el caso anterior. No se considerara motivo de demora de las obras la posible falta de mano de obra o dificultades en la entrega de los materiales.

No obstante, los plazos podrán ser objeto de modificaciones por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados por el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos, en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

Obligatoriamente y por escrito, el Contratista deberá dar cuenta al Director Facultativo del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

#### **5.2.4.4 Sanciones por retraso**

Si el contratista, excluyendo los casos de fuerza mayor, no tuviese perfectamente concluidas las obras y en disposición de inmediata utilización o puesta en servicio, dentro del plazo previsto, el promotor podrá reducir de las liquidaciones, fianzas o emolumentos de todas clases que tuviese en su poder las cantidades establecidas según las cláusulas del contrato privado entre propiedad y contrata.

Cuando el director de obra advierta la posibilidad de que un retraso en la ejecución de las obras o en el montaje, no va a repercutir en la puesta en marcha de la instalación ni causar perjuicios a terceros, podrá acordar libremente la supresión de multas, o la ampliación de los plazos de ejecución.

#### 5.2.4.5 Trabajos defectuosos

El Contratista, como es natural, debe emplear los materiales que cumplan las condiciones generales exigidas en el presente Pliego de Condiciones y realizará todos los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado en dicho documento, y en los demás que se recogen en este Pliego.

Por ello y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos por los que ha sido contratado y de las faltas y defectos que en estos puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servir de excusa, ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que por el Director Facultativo o sus auxiliares, no se le haya llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que le hayan sido valoradas las certificaciones parciales de obra, que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta. Así mismo será de su responsabilidad la correcta conservación de las diferentes partes de la obra, una vez ejecutadas, hasta su entrega.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director Facultativo o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos efectuados, o que los materiales empleados no reúnan las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de ejecución de los trabajos o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo preceptuado y todo ello a expensas del Contratista.

En caso de reiteración en la ejecución de unidades defectuosas, o cuando estas sean de gran importancia, el Promotor podrá optar, previo asesoramiento de la Dirección Facultativa, por la rescisión del contrato sin perjuicio de las penalizaciones que pudiera imponer al Contratista en concepto de indemnización.

#### 5.2.4.6 Vicios ocultos

Si el Director Facultativo tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará

efectuar en cualquier momento y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que crea defectuosos.

Los gastos de demolición y reconstrucción que se ocasionan, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario, correrán a cargo del Promotor.

#### **5.2.4.7 Materiales**

Los materiales deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifiquen en los distintos documentos que componen el Proyecto. Así mismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este Pliego, citándose como referencia.

Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad, aquellos materiales que estén en posesión del Documento de Idoneidad Técnica, que avalen sus cualidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

Por parte del Contratista debe existir la obligación de comunicar a los suministradores las cualidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos, sea solicitado un informe sobre ellos a la Dirección Facultativa y al Organismo encargado del Control de Calidad.

El Contratista será responsable del empleo de materiales que cumplan con las condiciones exigidas, siendo estas condiciones independientes, con respecto al nivel de control de calidad, para aceptación de los mismos que se establece en el apartado de Especificaciones de Control de Calidad.

#### **5.2.4.8 Ensayos y reconocimientos**

Los ensayos y reconocimientos verificados por el Director de las Obras o por sus delegados durante la ejecución de sus trabajos, no tienen otro carácter que el de simples antecedentes para la recepción. Por lo tanto, la admisión de materiales o elementos de la obra, antes de la recepción definitiva, no atenúa las obligaciones que contrae el Contratista de subsanar o reponer, si las obras o instalaciones resultasen inaceptables, parcial o totalmente, en el reconocimiento final y pruebas de recepción.

#### 5.2.4.9 Limpieza de las obras

Es obligación del contratista mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

### 5.2.5 RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

#### 5.2.5.1 Recepción provisional de las obras

Treinta días antes de finalizar las obras, comunicará el Director Facultativo al Promotor la proximidad de su terminación a fin de convenir la fecha para el acto de Recepción Provisional.

Una vez terminada la totalidad de las obras, se procederá a la Recepción Provisional. El Contratista lo pondrá en conocimiento del Promotor, mediante carta certificada con acuso de recibo. Si el Contratista no acude a la convocatoria, se hará mención de su ausencia en el Acta de Recepción.

En la Recepción Provisional será necesaria la asistencia de un representante de la Propiedad, del Director Facultativo, del Contratista o su representante y de un representante de la Intervención General del Ayuntamiento.

El Interventor General comprobará que todo lo que se haya realizado es lo que realmente se aprobó en los Presupuestos Generales del Ayuntamiento. Si no coincidiese con lo aprobado, tendrá la potestad de no firmar el Acta, con las consecuencias derivadas de ello.

Tras practicar un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta por triplicado, firmada por los cuatro asistentes legales antes indicados.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por recibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía de un año.

Seguidamente los Técnicos de la Dirección Facultativa, extenderán el correspondiente Certificado Final de Obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el Acta y se especificarán en la misma los defectos observados, así como las instrucciones al Contratista, que la Dirección Facultativa considere necesarias para

remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlo, expirado el cual, e efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Contratista no hubiese cumplido el plazo, se considerará rescindido el contrato con pérdidas de fianza, a no ser que se estime conveniente otorgarle un nuevo e improrrogable plazo.

Será condición indispensable para proceder a la recepción provisional la entrega por parte del Contratista a la Dirección Facultativa de la totalidad de los planos de obra generales y de las instalaciones realmente ejecutadas, así como las pertinentes autorizaciones de los

Organismos Oficiales de la Provincia, para el uso y puesta en servicio de las instalaciones que así lo requieran.

### 5.2.5.2 Garantía

#### 5.2.5.2.1 Ámbito general de la garantía:

Sin perjuicio de una posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la entrega de la instalación.

#### 5.2.5.2.2 Plazos:

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

Si hubiera de interrumpirse la explotación del sistema debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

#### 5.2.5.2.3 Condiciones económicas:

La garantía incluye tanto la reparación o reposición de los componentes y las

piezas que pudieran resultar defectuosas, como la mano de obra.

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

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

Si, en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

#### 5.2.5.2.4 Anulación de la garantía:

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador, excepto en las condiciones del último punto del apartado 2.5.2.3.

#### 5.2.5.2.5 Lugar y tiempo de la prestación:

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará fehacientemente al fabricante.

El suministrador atenderá el aviso en un plazo máximo de 48 horas si la instalación no funciona, o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas con la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.



### 5.2.5.3 Recepción definitiva

Finalizado el plazo de garantía se procederá a la recepción definitiva, con las mismas formalidades de la provisional. Si se encontraran las instalaciones en perfecto estado de uso y conservación, se darán por recibidas definitivamente y quedará el Contratista relevado de toda responsabilidad administrativa quedando subsistente la responsabilidad civil según establece la Ley.

En el caso de que hubiese sido necesario conceder un plazo para subsanar los defectos hallados, el Contratista no tendrá derecho a cantidad alguna en concepto de ampliación del plazo de garantía, debiendo continuar encargado de la conservación de las obras durante esa ampliación.

## 5.3 CONDICIONES ECONÓMICAS

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

### 5.3.1 PRECIOS UNITARIOS

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considera Costes Directos:

La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.

- Los materiales en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad y salud, para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc. que tengan lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considera Costes Indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc. También se consideran los gastos del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considera Gastos Generales:

- Los gastos de la empresa no incluidos en los puntos anteriores, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública, este porcentaje se suele establecer en un 13%).

Se considera Beneficio Industrial:

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 6% sobre la suma de las anteriores partidas.

El Precio de Ejecución Material será el resultado obtenido por la suma de los Costes Directos e Indirectos.

El Precio de Contrata es la suma de los Costes Directos, Costes Indirectos, Gastos Generales y Beneficio Industrial. El IVA gira sobre esta suma, pero no integra el precio.

## 5.3.2 ABONO DE LOS TRABAJOS

### 5.3.2.1 Formas de pago

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras el abono de los trabajos se podrá efectuar de las siguientes formas, no existiendo posibilidad de escoger entre varias de ellas:

- Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
- Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

- Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las contrapartidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.
- Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del Director Facultativo.
- Se abonará al Contratista en idénticas condiciones el caso anterior.
- Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente Pliego de Condiciones determina.
- Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el Contrato.

### 5.3.2.2 *Certificaciones*

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el Contrato o en el Pliego de Condiciones que rija en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Director Facultativo.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente Pliego de Condiciones, respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Director Facultativo los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez días siguientes a su recibo, el Director Facultativo aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Promotor contra la resolución del Director Facultativo en la forma prevenida en el presente Pliego de Condiciones.

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, el Director Facultativo expedirá a la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las certificaciones se remitirán al Promotor, dentro del mes siguiente al periodo a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones la aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En caso de que el Director Facultativo lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Director Facultativo, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

### 5.3.3 FIANZAS

#### 5.3.3.1 Fianza provisional

La fianza provisional del mantenimiento de las ofertas se constituirá por los Contratistas oferentes por la cantidad que se fije en las bases de licitación. Esta fianza se depositará al tomar parte en el concurso y se hará en efectivo.

#### 5.3.3.2 Fianza definitiva

A la firma del Contrato, el Contratista deberá constituir la fianza definitiva por un importe igual al 5% del Presupuesto Total de Adjudicación.

En cualquier caso, el Promotor se reserva el derecho de modificar el anterior porcentaje, estableciendo previamente en las bases del concurso el importe de esta fianza.

La fianza se constituirá en efectivo o por Aval Bancario realizable a satisfacción del Promotor. En el caso de que el Aval Bancario sea prestado por varios Bancos, todos ellos quedarán obligados solidariamente con el Promotor y con renuncia expresa a los beneficios de división y exclusión.

El modelo de Aval Bancario será facilitado por el Promotor, debiendo ajustarse el Contratista obligatoriamente a dicho modelo.

La fianza tendrá carácter de irrevocable desde el momento de la firma del Contrato hasta la liquidación final de las obras, siendo devuelta una vez realizada ésta.

Dicha liquidación seguirá a la recepción definitiva de la obra, que tendrá lugar una vez transcurrido el plazo de garantía, a partir de la fecha de la recepción provisional. Esta fianza inicial responde del cumplimiento de todas las obligaciones del Contratista, y quedará a beneficio del Promotor en los casos de abandono del trabajo o rescisión del Contrato por causa imputable al Contratista.

#### 5.3.4 SANCIONES

En el caso de incumplimiento de los plazos fijados por causas directamente imputables al Contratista, satisfará éste las multas con cargo a las certificaciones, fondo de retenciones o fianza definitiva, sucesivamente, sin perjuicio de la responsabilidad por daños.

Si el retraso producido en el incumplimiento de los plazos ocasionara a su vez retrasos en otros Contratistas, lesionando los intereses de estos, el Promotor podrá hacer repercutir sobre el Contratista las indemnizaciones a que hubiera lugar por tales perjuicios.

En el caso de que los retrasos se produzcan por causas imputables al Promotor en los suministros a que venga obligada la Empresa, por órdenes expresas de la Dirección Facultativa o por demoras en los montajes de maquinaria o equipos, se prorrogarán los plazos en un tiempo igual al estimado por el Promotor como retraso producido.

Cuando el promotor advierta la posibilidad de que un retraso en la ejecución de las obras o en el montaje, no va a repercutir en la puesta en marcha de la instalación ni causar perjuicios a terceros, podrá acordar libremente la supresión de multas, o la ampliación de los plazos de ejecución.

En este último caso, el Promotor podrá diferir a la nueva fecha de terminación, y en el supuesto de que ésta tampoco se cumpla, la ampliación de las multas establecidas.

El Promotor podrá establecer premios en el caso de cumplimiento de los plazos parciales y totales contratados y/o un sistema de primas para premiar los posibles adelantos sobre dichos plazos de terminación de obras.

Las cantidades, tanto de las multas como de las primas, serán pactadas en el contrato entre ambas partes.

## 5.4 CONDICIONES TÉCNICAS

### 5.4.1 COMPONENTES Y MATERIALES

#### 5.4.1.1 Generalidades

Todas las instalaciones eléctricas deberán cumplir con las exigencias de protecciones y seguridad de las personas, y entre ellas las dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión o legislación posterior vigente.

Como principio general, se tiene que asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico (clase I) para equipos y materiales.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad para proteger a las personas frente a contactos directos e indirectos, especialmente en instalaciones con tensiones de operación superiores a 50 V<sub>RMS</sub> ó 120 V<sub>CC</sub>. Se recomienda la utilización de equipos y materiales de aislamiento eléctrico de clase II.

Se incluirán todas las protecciones necesarias para proteger a la instalación frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65, y los de interior, IP20.

Los equipos electrónicos de la instalación cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas podrán ser certificadas por el fabricante).

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en la lengua oficial del lugar donde se sitúa la instalación, en este caso el castellano.

#### 5.4.1.2 Generadores fotovoltaicos

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, o UNE-EN 62108 para módulos de concentración, así como la especificación UNE-EN 61730-1 y 2 sobre seguridad en módulos FV. Este requisito se justificará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente

emitido por algún laboratorio acreditado.

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

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación. En caso de variaciones respecto de estas características, con carácter excepcional, deberá presentarse en la Memoria justificación de su utilización.

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

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

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales, referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del  $\pm 5\%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo.

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

Se instalarán los elementos necesarios para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del generador.

En aquellos casos en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, todo producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con la aprobación expresa del IDAE. En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

#### 5.4.1.3 Estructura soporte

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos y se incluirán todos los accesorios que se precisen.

La estructura de soporte y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las normas del fabricante.

La estructura soporte de los módulos ha de resistir, con los módulos

instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación (CTE).

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

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

La tornillería empleada deberá ser de acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando los de sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

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

En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustará a las exigencias del Código Técnico de la Edificación y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas.

Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirá la Norma MV102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las Normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor mínimo de 80 micras, para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

#### **5.4.1.4 Acumuladores de plomo-ácido**

Se recomienda que los acumuladores sean de plomo-ácido, preferentemente estacionarias y de placa tubular. No se permitirá el uso de baterías de arranque.

Para asegurar una adecuada recarga de las baterías, la capacidad nominal del acumulador (en Ah) no excederá en 25 veces la corriente (en A) de cortocircuito en CEM del generador fotovoltaico. En el caso de que la capacidad del acumulador elegido sea superior a este valor, se justificará adecuadamente.

La máxima profundidad de descarga (referida a la capacidad nominal del acumulador) no excederá el 80 % en instalaciones donde se prevea que descargas



tan profundas no serán frecuentes. En aquellas aplicaciones en las que estas sobredescargas puedan ser habituales, tales como alumbrado público, la máxima profundidad de descarga no superará el 60 %.

Se protegerá, especialmente frente a sobrecargas, a las baterías con electrolito gelificado, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

La capacidad inicial del acumulador será superior al 90 % de la capacidad nominal. En cualquier caso, deberán seguirse las recomendaciones del fabricante para aquellas baterías que requieran una carga inicial.

La autodescarga del acumulador a 20 °C no excederá el 6% de su capacidad nominal por mes.

La vida del acumulador, definida como la correspondiente hasta que su capacidad residual caiga por debajo del 80 % de su capacidad nominal, debe ser superior a 1000 ciclos, cuando se descarga el acumulador hasta una profundidad del 50 % a 20 °C.

El acumulador será instalado siguiendo las recomendaciones del fabricante. En cualquier caso, deberá asegurarse lo siguiente:

- El acumulador se situará en un lugar ventilado y con acceso restringido.
- Se adoptarán las medidas de protección necesarias para evitar el cortocircuito accidental de los terminales del acumulador, por ejemplo, mediante cubiertas aislantes.

Cada batería, o vaso, deberá estar etiquetado, al menos, con la siguiente información:

- Tensión nominal (V)
- Polaridad de los terminales
- Capacidad nominal (Ah)
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie

#### 5.4.1.5 Reguladores de carga

Las baterías se protegerán contra sobrecargas y sobredescargas. En general, estas protecciones serán realizadas por el regulador de carga, aunque dichas funciones podrán incorporarse en otros equipos siempre que se asegure una protección equivalente.

Los reguladores de carga que utilicen la tensión del acumulador como referencia para la regulación deberán cumplir los siguientes requisitos:

- La tensión de desconexión de la carga de consumo del regulador deberá elegirse para que la interrupción del suministro de electricidad a las cargas se produzca cuando el acumulador haya alcanzado la profundidad máxima de descarga permitida (ver 4.1.4). La precisión en las tensiones de corte efectivas respecto a los valores fijados en el regulador será del 1 %.
- La tensión final de carga debe asegurar la correcta carga de la batería.
- La tensión final de carga debe corregirse por temperatura a razón de  $-4\text{mV}/^{\circ}\text{C}$  a  $-5\text{mV}/^{\circ}\text{C}$  por vaso, y estar en el intervalo de  $\pm 1\%$  del valor especificado.
- Se permitirán sobrecargas controladas del acumulador para evitar la estratificación del electrolito o para realizar cargas de igualación.

Se permitirá el uso de otros reguladores que utilicen diferentes estrategias de regulación atendiendo a otros parámetros, como por ejemplo, el estado de carga del acumulador. En cualquier caso, deberá asegurarse una protección equivalente del acumulador contra sobrecargas y sobredescargas.

Los reguladores de carga estarán protegidos frente a cortocircuitos en la línea de consumo.

El regulador de carga se seleccionará para que sea capaz de resistir sin daño una sobrecarga simultánea, a la temperatura ambiente máxima, de:

- Corriente en la línea de generador: un 25% superior a la corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico.
- Corriente en la línea de consumo: un 25 % superior a la corriente máxima de la carga de consumo.

El regulador de carga debería estar protegido contra la posibilidad de desconexión accidental del acumulador. En estas condiciones, el regulador debería asegurar, además de su propia protección, la de las cargas conectadas.

Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de generador y acumulador serán inferiores al 4% de la tensión nominal, para sistemas de menos de 1 kW, y del 2% de la tensión nominal para sistemas mayores de 1 kW, incluyendo los terminales. Estos valores se especifican para las siguientes condiciones: corriente nula en la línea de consumo y corriente en la línea generador-acumulador igual a la corriente máxima especificada para el regulador. Si las caídas de tensión son superiores, por ejemplo, si el regulador incorpora un diodo de bloqueo, se justificará el motivo en la Memoria.

Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de batería y consumo serán inferiores al 4% de la tensión nominal (0,5 V para 12 V de tensión nominal), para sistemas de menos de 1 kW, y del 2 % de la tensión nominal para sistemas mayores de 1 kW, incluyendo los terminales. Estos valores se especifican para las siguientes condiciones: corriente nula en la línea de generador y corriente

en la línea acumulador-consumo igual a la corriente máxima especificada para el regulador.

Las pérdidas de energía diarias causadas por el autoconsumo del regulador en condiciones normales de operación deben ser inferiores al 3 % del consumo diario de energía.

Las tensiones de reconexión de sobrecarga y sobredescarga serán distintas de las de desconexión, o bien estarán temporizadas, para evitar oscilaciones desconexión-reconexión.

El regulador de carga deberá estar etiquetado con al menos la siguiente información:

- Tensión nominal (V)
- Corriente máxima (A)
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie
- Polaridad de terminales y conexiones

#### 5.4.1.6 Inversores

Los requisitos técnicos de este apartado se aplican a inversores monofásicos o trifásicos que funcionan como fuente de tensión fija (valor eficaz de tensión y frecuencia de salida fijos). Para otros tipos de inversores se asegurarán requisitos de calidad equivalentes.

Los inversores serán de onda senoidal pura. Se permitirá el uso de inversores de onda no senoidal, si su potencia nominal es inferior a 1 kVA, no producen daño a las cargas y aseguran una correcta operación de éstas.

Los inversores se conectarán a la salida de consumo del regulador de carga o en bornes del acumulador. En este último caso se asegurará la protección del acumulador frente a sobrecargas y sobredescargas. Estas protecciones podrán estar incorporadas en el propio inversor o se realizarán con un regulador de carga, en cuyo caso el regulador debe permitir breves bajadas de tensión en el acumulador para asegurar el arranque del inversor.

El inversor debe asegurar una correcta operación en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema.

La regulación del inversor debe asegurar que la tensión y la frecuencia de salida estén en los siguientes márgenes, en cualquier condición de operación:

- $V_{NOM} \pm 5 \%$ , siendo  $V_{NOM} = 220 V_{RMS}$  O  $230 V_{RMS}$
- $50 \text{ Hz} \pm 2\%$

El inversor será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiente especificado por el fabricante.

El inversor debe arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación, especialmente aquellas que requieren elevadas corrientes de arranque (TV, motores, etc.), sin interferir en su correcta operación ni en el resto de cargas.

Los inversores estarán protegidos frente a las siguientes situaciones:

- Tensión de entrada fuera del margen de operación.
- Desconexión del acumulador.
- Cortocircuito en la salida de corriente alterna.
- Sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.

El autoconsumo del inversor sin carga conectada será menor o igual al 2 % de la potencia nominal de salida.

Las pérdidas de energía diaria ocasionadas por el autoconsumo del inversor serán inferiores al 5 % del consumo diario de energía. Se recomienda que el inversor tenga un sistema de “stand-by” para reducir estas pérdidas cuando el inversor trabaja en vacío (sin carga).

El rendimiento del inversor con cargas resistivas será superior a los límites especificados en la siguiente tabla.

Tipo de inversor		Rendimiento al 20% de la potencia nominal	Rendimiento a potencia nominal
Onda senoidal(*)	$P_{NOM} \leq 5\ 00VA$	>85%	>75%
	$P_{NOM} > 5\ 00VA$	>90%	>85%
Onda no senoidal		>90%	>85%

(\*) Se considerará que los inversores son de onda senoidal si la distorsión armónica total de la tensión de salida es inferior al 5% cuando el inversor alimenta cargas lineales, desde el 20 % hasta el 100 % de la potencia nominal.

Los inversores deberán estar etiquetados con, al menos, la siguiente información:

- Potencia nominal (VA)
- Tensión nominal de entrada (V)
- Tensión (V) y frecuencia (Hz) nominales de salida
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie
- Polaridad y terminales

#### 5.4.1.7 Cargas de consumo

Se utilizarán lámparas fluorescentes, preferiblemente de alta eficiencia. No

se permitirá el uso de lámparas incandescentes.

Las lámparas fluorescentes de corriente alterna deberán cumplir la normativa al respecto. Se recomienda utilizar lámparas que tengan corregido el factor de potencia.

En ausencia de un procedimiento reconocido de cualificación de lámparas fluorescentes de continua, estos dispositivos deberán verificar los siguientes requisitos:

- El balastro debe asegurar un encendido seguro en el margen de tensiones de operación, y en todo el margen de temperaturas ambientes previstas.
- La lámpara debe estar protegida cuando:
  - Se invierte la polaridad de la tensión de entrada.
  - La salida del balastro es cortocircuitada.
  - Opera sin tubo.
- La potencia de entrada de la lámpara debe estar en el margen de  $\pm 10\%$  de la potencia nominal.
- El rendimiento luminoso de la lámpara debe ser superior a 40 lúmenes/W.
- La lámpara debe tener una duración mínima de 5000 ciclos cuando se aplica el siguiente ciclado: 60 segundos encendido/150 segundos apagado, y a una temperatura de 20 °C.
- Las lámparas deben cumplir las directivas europeas de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética.

Se recomienda que no se utilicen cargas para climatización.

Los enchufes y tomas de corriente para corriente continua deben estar protegidos contra inversión de polaridad y ser distintos de los de uso habitual para corriente alterna.

#### 5.4.1.8 Cableado

Todo el cableado cumplirá con lo establecido en la legislación vigente.

Los conductores necesarios tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, incluyendo cualquier terminal intermedio, al 1,5 % a la tensión nominal continua del sistema.

Se incluirá toda la longitud de cables necesaria (parte continua y/o alterna)

para cada aplicación concreta, evitando esfuerzos sobre los elementos de la instalación y sobre los propios cables.

Los positivos y negativos de la parte continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados (códigos de colores, etiquetas, etc.) de acuerdo a la normativa vigente.

Los cables de exterior estarán protegidos contra la intemperie.

Para conocer la legislación vigente, dirigirse al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

#### **5.4.1.9 Protecciones y puesta a tierra**

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

El sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos. En caso de existir una instalación previa no se alterarán las condiciones de seguridad de la misma.

La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. Se prestará especial atención a la protección de la batería frente a cortocircuitos mediante un fusible, disyuntor magnetotérmico u otro elemento que cumpla con esta función.

#### **5.4.2 RECEPCIONES Y PRUEBAS**

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas del lugar del usuario de la instalación, para facilitar su correcta interpretación.

Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán, como mínimo, las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha del sistema.
- Prueba de las protecciones del sistema y de las medidas de seguridad, especialmente las del acumulador.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. El Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que el sistema ha funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos del sistema suministrado. Además se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Entrega de la documentación requerida en este PCT.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación del sistema, aunque deberá adiestrar al usuario.

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o elección de componentes por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de ocho años contados a partir de la fecha de la firma del Acta de Recepción Provisional.

No obstante, vencida la garantía, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se aprecia que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

### 5.4.3 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO

#### 5.4.3.1 Generalidades

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

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

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

### 5.4.3.2 Programa de mantenimiento

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica aisladas de la red de distribución eléctrica.

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

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

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

Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en los plazos estipulados y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la instalación.
- El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

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

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc.
- Comprobación del estado de los módulos: situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
- Estructura soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación, etc.
- Baterías: nivel del electrolito, limpieza y engrasado de terminales, etc.



- Regulador de carga: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento de indicadores, etc.
- Inversores: estado de indicadores y alarmas.
- Caídas de tensión en el cableado de continua.
- Verificación de los elementos de seguridad y protecciones: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.

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

Las operaciones de mantenimiento realizadas se registrarán en un libro de mantenimiento.

Valladolid, Julio de 2015

El Ingeniero Eléctrico

Fdo.: Juan Francisco Ramos Rodríguez



# 6 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD



## 6.1 INTRODUCCIÓN

### 6.1.1 OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto de éste estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello, relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Así mismo éste Estudio de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes y demás aspectos contemplados en su artículo 24 sobre coordinación de actividades empresariales.

En base a éste Estudio Básico de Seguridad, el Contratista elaborará su Plan de Seguridad y Salud, en el que tendrá en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto de éste Proyecto.

### 6.1.2 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que el Promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos siguientes supuestos:

- Presupuesto de ejecución incluido en el Proyecto superior o igual a 450.000 euros.
- Duración estimada de ejecución mayor a 30 días, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Volumen de mano de obra (suma de los días de trabajo del total de los trabajadores) superior 500.
- Obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

Al no encontrarse el presente proyecto dentro de ninguno de los supuestos

anteriores, se debe redactar el Estudio Básico de Seguridad y Salud.

### 6.1.3 CAMPO DE APLICACIÓN

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud es de aplicación en los trabajos pertenecientes a la realización de la instalación solar fotovoltaica aislada integrada en la Guardería Municipal de Amayuelas de Abajo.

## 6.2 DESARROLLO DEL ESTUDIO

### 6.2.1 ASPECTOS GENERALES

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

La Dirección Facultativa comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección y teléfonos de estos servicios deberá ser colocada de forma visible en lugares estratégicos de la obra.

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

### 6.2.2 FACTORES DE RIESGO

Los factores de riesgo son las situaciones del trabajo que pueden afectar negativamente a la salud de los trabajadores.

En la siguiente tabla se reflejan los principales factores de riesgo que aparecen en el trabajo, sus consecuencias y la técnica preventiva adecuada para cada uno de ellos.

Factores de riesgo	Consecuencias	Técnicas preventivas
→ Falta de orden y limpieza. → Mal estado de las máquinas. → Falta de protección colectiva. → No utilización de los EPIs. → Realización de actos inseguros.	→ Accidente de trabajo.	→ Seguridad.
→ Uso de productos peligrosos. → Exposición a ruido y vibraciones. → Exposición a contaminantes.	→ Enfermedad profesional. → Enfermedad relacionada con el trabajo.	→ Higiene industrial.
→ Exigencias físicas del trabajo. → Manipulación de cargas. → Movimientos repetitivos. → Posturas forzadas o inadecuadas.	→ Fatiga física. → Enfermedad profesional.	→ Ergonomía.
→ Malas condiciones de trabajo (horarios, salario, etc.). → Ritmo acelerado de trabajo. → Falta de comunicación. → Estilo de mando. → Falta de estabilidad en el empleo.	→ Fatiga mental. → Insatisfacción laboral.	→ Psicología.

### 6.2.3 IDENTIFICACIÓN Y NOTIFICACIÓN DE RIESGOS

Según la ley de prevención, tanto los empresarios como los trabajadores tienen una serie de derechos, pero también de obligaciones. Entre los deberes, los trabajadores están obligados a utilizar correctamente los medios y equipos de protección, así como los dispositivos de seguridad; además, deben comunicar los riesgos observados durante el desarrollo de la actividad y, en su caso, proponer medidas de prevención y protección. Con la notificación se puede conocer y actuar sobre los riesgos antes de que se materialicen en accidentes u otros daños para la salud.

Cómo actuar:

- Observación del riesgo. Antes de iniciar cualquier tarea debemos analizar los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que vayamos a utilizar, identificando los riesgos evitables y aquellos que no puedan evitarse, para establecer las medidas correctoras pertinentes.
- Notificación del riesgo. Si durante el transcurso del trabajo observamos la existencia de algún riesgo que no hayamos identificado anteriormente, relacionado con las instalaciones, maquinaria, equipos o lugar de

trabajo, o bien esté relacionado con la organización o la falta de prevención, lo pondremos inmediatamente en conocimiento de la dirección de la empresa o del delegado de prevención.

- Medidas correctoras. Una vez identificado y notificado el riesgo, se aplicarán las medidas correctoras pertinentes relativas a las protecciones técnicas, acciones formativas e informativas sobre la organización y planificación del trabajo, anteponiendo siempre la protección colectiva a la individual.

## 6.2.4 PRINCIPALES RIESGOS EN LA INSTALACIONES SOLARES

### 6.2.4.1 Riesgos ligados a la seguridad

La seguridad en el trabajo pretende prevenir los accidentes laborales. Estos se producen por un contacto directo entre un agente material (como equipos de trabajo, maquinaria, vehículos, herramientas o materiales) y el trabajador.

Los principales riesgos que pueden aparecer en las instalaciones solares se recogen en la siguiente tabla:

RIESGOS LIGADOS A LA SEGURIDAD		
Riesgo	Causas que los producen	Consecuencias sobre la salud
Atrapamiento, atropello, choque contra otro vehículo, vuelco	→ Utilización de grúa, plataforma elevadora móvil, carretilla elevadora toro o manitou, plataforma elevadora de tijera, excavadora.	→ Golpes, heridas, fracturas, muerte.
Caídas a distinto nivel	→ Trabajo sobre escaleras, andamios o plataformas elevadoras. → Trabajo sobre tejados. → Hundimiento de la cubierta.	→ Heridas, fracturas de huesos, inflamaciones musculares, esguinces, desgarros musculares, fuertes hematomas, muerte.
Caídas al mismo nivel y pisadas sobre objetos	→ Irregularidades del terreno o del pavimento. → Suelos resbaladizos o mojados. → Falta de orden y limpieza en los lugares de trabajo. → Insuficiente iluminación. → Manejo o transporte de cargas que impidan la visibilidad.	→ Heridas, fracturas de huesos, inflamaciones musculares, esguinces, desgarros musculares, hematomas.



Caída de objetos en manipulación	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Manipulación de cargas.</li> <li>→ Manejo de herramientas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Heridas, fracturas de huesos, inflamaciones musculares, esguinces, desgarros musculares, hematomas.</li> </ul>
Caída de objetos por desplome	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Izado de materiales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Golpes, heridas, fracturas, muerte.</li> </ul>
Contactos eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Instalación eléctrica (equipos inversores y demás conexiones).</li> <li>→ Utilización de herramientas eléctricas (taladro, radial).</li> <li>→ Contacto con líneas de conducción de energía eléctrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Fracturas y luxaciones, traumatismos, contracciones musculares y agarrotamiento, quemaduras, fibrilaciones, necrosis de tejidos, parada respiratoria, parada cardíaca, muerte.</li> </ul>
Contactos térmicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Soldadura.</li> <li>→ Contacto con objetos o materiales calientes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Inflamación, infección, destrucción celular, quemaduras.</li> </ul>
Golpes y cortes con objetos	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Manipulación de herramientas.</li> <li>→ Rotura de los cristales de los paneles o rebabas de soldadura.</li> <li>→ Utilización de sierra o radial para el corte de tuberías y estructuras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Magulladuras, heridas, rozaduras, contusiones, hematomas, fisuras, fractura de huesos.</li> </ul>
Incendios	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Cortocircuitos o fallo del sistema eléctrico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Quemaduras, magulladuras, intoxicación, pérdida de consciencia, asfixia, muerte</li> </ul>
Proyección de fragmentos o partículas	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Labores de soldadura, preparación del terreno, corte de estructuras o construcción de casetas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Heridas, cortes, quemaduras, irritación de la mucosa buconasal, incrustación de partículas en diferentes partes del cuerpo, pérdida parcial o total de la visión.</li> </ul>

#### 6.2.4.1.1 Atrapamiento, atropello, choque contra otro vehículo, vuelco

La utilización de diversa maquinaria como la empleada para cargar y

transportar materiales (carretilla elevadora o grúa), para el transporte de personas (plataforma elevadora móvil de personal) o excavadoras para el acondicionamiento y nivelado del terreno (cuando se va a instalar un huerto solar fotovoltaico), puede ocasionar diversos riesgos.

Medidas preventivas:

- Exigir que todos los medios de transporte dispongan de pórticos de seguridad o bastidor antivuelco debidamente homologados.
- Asegurarse de que los vehículos y máquinas se revisen antes de su uso.
- Transportar la carga colocándola uniformemente en la carretilla o vehículo que utilices.
- Limitar la velocidad en función del vehículo, la carga y la zona de circulación.
- Evitar cambios de dirección bruscos (virajes con poco radio, a velocidad excesiva o en la parte baja de un descenso rápido).
- Para circular en vacío, hacerlo con la horquilla bajada.
- No elevar una carga que exceda de la capacidad nominal de la máquina.
- No embragar ni acelerar bruscamente.
- Nunca situarse en la zona de maniobras de una máquina o vehículo.
- No bajarse del vehículo sin asegurarse de que está correctamente parado y con el freno puesto.

#### 6.2.4.1.2 Caídas a distinto nivel

La mayoría de las veces que se produce un accidente de este tipo se debe a negligencias a la hora de realizar una tarea (utilización de elementos inapropiados como apoyo para subir), al mal estado de las instalaciones o a la incorrecta utilización de las mismas (escaleras, andamios, plataformas elevadoras), a no ponerse el equipo de protección adecuado, a la falta de protección horizontal o vertical en los elementos estructurales y en las cubiertas del edificio o a la falta de estabilidad y/o solidez suficiente en los elementos de soporte utilizados (escaleras fijas y de mano, andamios, tejados).

Medidas preventivas:

- Antes de comenzar el trabajo, realizar una inspección visual del equipo de protección individual y, ante cualquier duda sobre su seguridad, sustituir lo que se crea necesario.
- Señalizar la zona de trabajo donde exista el riesgo de caída.
- Extremar las precauciones en trabajos sobre cubiertas, techos o tejados con pendiente acusada, especialmente si están húmedos o resbaladizos.
- Emplear medidas de protección colectivas (barandillas o redes).
- Utilizar los equipos de trabajo adecuados (andamios, escaleras de mano,

plataformas elevadoras móviles).

- Usar equipos de protección individual que impidan o limiten las caídas (arnés anticaídas o cinturón de sujeción junto a un elemento de amarre) cuando se vaya a estar a una altura superior a 3,5 metros; así como calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Respetar y prestar atención a las señales en zonas delimitadas, como agujeros en el suelo.

#### 6.2.4.1.3 Caídas al mismo nivel y pisadas sobre objetos

Las principales causas de este riesgo son las superficies resbaladizas, el desorden imperante con cables, placas, tornillos, tuberías o herramientas en la zona de trabajo, el transporte manual de cargas voluminosas o una deficiente iluminación.

Medidas preventivas:

- Mantener limpio y ordenado el lugar de trabajo así como los lugares de paso, libres de cables, piezas, estructuras, herramientas, restos de cascotes o recortes de material, que aumenten el riesgo de caída.
- Usar botas de seguridad con suela antideslizante y con puntera y plantilla metálica.
- Señalizar los obstáculos existentes y las diferencias de nivel en el suelo.
- Almacenar los materiales apilándolos sobre una base sólida, evitando alturas excesivas y respetando las zonas de paso.
- Guardar los materiales de poca estabilidad en cajones o contenedores para impedir su caída.
- Calzar los objetos circulares, como tubos, para evitar que rueden.
- Limpiar inmediatamente los derrames de líquidos en el suelo o cubrirlos con un compuesto absorbente y señalar la zona.
- Procurar que las zonas de circulación y las salidas se encuentren señalizadas y libres de obstáculos.
- Recoger los residuos y recortes de material sobrante y depositarlos en recipientes adecuados.
- Si no hay suficiente luz, utilizar medios auxiliares y comunicar dicha situación para que se corrija.
- Evitar las prisas y distracciones porque pueden provocar un accidente.
- Manipulando alguna carga, evitar que esta te obstaculice la visibilidad.

#### 6.2.4.1.4 Caída de objetos en manipulación

Este riesgo se produce durante el transporte de cargas (en algunos casos muy pesadas, como los paneles o las estructuras, o muy voluminosas, como los

depósitos de acumulación en las instalaciones térmicas) o la utilización de herramientas manuales.

Medidas preventivas:

- Antes de iniciar la tarea, analizar cuál es la operación más adecuada para realizar la manipulación de objetos.
- No manipular manualmente cargas pesadas, utilizar elementos mecánicos.
- Colocar correctamente la carga a transportar. Ç
- Usar guantes y botas de seguridad con puntera reforzada.
- Usar herramientas cuya forma permita el mayor contacto posible con la mano.
- Procurar que las herramientas ofrezcan una distancia de empuñadura menor de 10 cm entre los dedos pulgar e índice.

#### 6.2.4.1.5 Caída de objetos por desplome

Este riesgo se produce, fundamentalmente, durante el izado de cargas; cuando se sube el material a las azoteas o a los tejados de edificios o cuando se suben los paneles para colocarlos sobre las estructuras. Entre sus causas podemos resaltar, por ejemplo, un deficiente eslingado de materiales largos, la falta de paletizado y enjaulado de elementos cortos, la falta de protección y apantallamiento del nivel inferior, el transporte de cargas por encima del personal, la colocación incorrecta de la carga o la ubicación de la grúa, carretilla elevadora o pluma, sin respetar la distancia de seguridad reglamentaria.

Medidas preventivas:

- Comprobar que la zona de izado se encuentre acotada en un perímetro de dos metros.
- Asegurarse de que la carga queda correctamente colocada, sin que pueda dar lugar a basculamientos.
- Realizar un correcto proceso de eslingado, paletizado y enjaulado de los materiales.
- No sobrepasar la carga máxima permitida en los elevadores.
- No situarse debajo de las cargas suspendidas.
- Utilizar casco de protección, guantes y botas de seguridad.
- Manejar los aparatos de elevación de cargas (grúa, carretilla, plataforma elevadora) solo si estás capacitado para ello y autorizado por la empresa.
- Revisar diariamente el estado del cable y de las eslingas, detectando deshilachados, roturas o cualquier otro desperfecto que impida el uso seguro de los mismos.

- Asegurarse de que el cable está provisto de un limitador de altura, el cual pulsará un interruptor que parará la elevación antes de que el gancho llegue a golpear la pluma del maniquillo y produzca la caída de la carga izada. El gancho, a su vez, debe ir provisto de un pestillo de seguridad.
- Si al iniciar el izado de la carga se notara que hay corrimiento de esta a causa de la mala fijación de las líneas de sujeción, no continuar con la maniobra y colocarla correctamente.
- Realizar las maniobras de elevación y descenso suavemente, sin arrancadas ni paradas bruscas, en sentido vertical y sin balancear la carga.
- No transportar cargas por encima de la zona de paso de personas o vehículos.
- No dejar cargas suspendidas con la máquina parada.
- Manejando una grúa:
  - Diariamente, antes de comenzar el trabajo con la grúa, comprobar el perfecto funcionamiento de todos los elementos relacionados con la seguridad: los frenos, los limitadores de elevación, las señales de advertencia sonoras y/o luminosas y el dispositivo general de corte de corriente.
  - Al finalizar la jornada situar el gancho en lo alto, en su posición normal de reposo, y siempre a una altura superior a 2 metros.
  - Si se necesita la ayuda de algún compañero, se debe estar seguro de que se ha separado a una distancia prudencial antes de iniciar la elevación.
  - Cuando un obstáculo impide ver la carga, el guiado debe realizarse por una única persona.
  - Asegurarse de que nadie circula o se estaciona bajo cargas suspendidas.
  - Nunca balancear la carga para depositarla en un punto que no puede ser alcanzado normalmente.
  - Inspeccionar el lugar donde se vaya a depositar la carga, quitando previamente los estobos que existan.

#### 6.2.4.1.6 Contactos eléctricos

Los accidentes eléctricos se producen cuando la persona entra en contacto con la corriente eléctrica. Este contacto puede ser de dos tipos:

- Directo. Se produce por el contacto de personas con las partes activas de la instalación o los equipos.
- Indirecto. Se produce por el contacto de personas con masas puestas accidentalmente bajo tensión.

Este riesgo se produce fundamentalmente durante la instalación de los circuitos eléctricos, de los inversores y de los transformadores y durante la conexión a la línea eléctrica (en el caso de instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red), así como durante las labores de reparación y mantenimiento de las instalaciones solares. Por otro lado, también existe el riesgo durante la utilización de herramientas, maquinaria y equipos eléctricos o al tocar accidentalmente una línea eléctrica aérea.

Medidas preventivas:

- Señalizar la zona de trabajo donde exista el riesgo.
- Asegurarse de que las herramientas eléctricas como taladradoras, cortadoras de tuberías o radiales estén dotadas de doble aislamiento.
- Emplear herramientas con mangos aislantes.
- Si se utiliza un cable prolongador, comprobar que el enchufe tenga el mismo número de patillas que la herramienta eléctrica a la que va a ser conectado y que hagan conexión estanca entre ambas clavijas.
- Si se sospecha que alguna herramienta o equipo eléctrico presenta algún problema, señalarlo para que no se utilice hasta que sea revisado por personal competente.
- Desconectar de la red eléctrica las herramientas y equipos antes de proceder a su limpieza, ajuste o mantenimiento.
- Utilizar clavijas normalizadas para la conexión de cables eléctricos a los cuadros de alimentación.
- Comprobar que la corriente esté cortada cuando manipules las instalaciones.
- Mantener todos los dispositivos y elementos que componen una instalación eléctrica en correcto estado de funcionamiento y conservación.
- Asegurarse de que los cuadros eléctricos, receptores, clavijas y bases de enchufes están protegidos de contactos con parte en tensión en operaciones ordinarias.
- Colocar una señal en los armarios y cuadros eléctricos donde se haga referencia al tipo de riesgo a que se está expuesto.
- Alejarse de las partes activas de la instalación para evitar contactos fortuitos.
- Recubrir las partes activas con el aislamiento apropiado.
- Interponer pantallas o elementos de seguridad para impedir todo contacto accidental con las partes activas de la instalación.
- Utilizar el equipo de protección individual adecuado: guantes aislantes, mangos aislantes en las herramientas, calzado de seguridad con suela aislante y alfombras o banquetas de seguridad aislantes.
- En las instalaciones fotovoltaicas:

- Antes de iniciar la instalación de los inversores, comprobar que el interruptor automático de entrada de corriente continua y el de salida de corriente alterna están desconectados.
- Una vez que los inversores están fijados, proceder a la conexión de los terminales de salida hacia la red de corriente alterna, sin olvidar la conexión a tierra.
- Verificar que el interruptor automático de entrada de corriente continua está desconectado, antes de conectar el generador fotovoltaico a los terminales de entrada a corriente continua, siempre respetando la polaridad. Seguidamente, actuando sobre el interruptor automático, los inversores, gracias a su funcionamiento automático, empezarán a funcionar.
- Emplear un sistema de detección de defecto de aislamiento, ya que el generador fotovoltaico no estará unido a tierra. Si una persona hiciera un contacto con un elemento eléctrico (toca un cable) el contacto no afectara a la persona puesto que no existe retorno de la corriente por estar aislado de tierra. Si por el paso del tiempo en la instalación se produjera un defecto en la parte de corriente continua, la instalación seguirá funcionando ya que el defecto no se manifiesta con la derivación a tierra. En este caso, si se produjera el contacto de la persona con la instalación, sí existe riesgo grave, teniendo en cuenta la elevada tensión de corriente continua a la que se trabaja.

#### 6.2.4.1.7 Contactos térmicos

Son especialmente importantes durante los trabajos de soldadura, el manejo de lámparas de soldar portátiles o la manipulación de tubos u otros elementos calientes.

Medidas preventivas:

- Utilizar guantes, pantalla de protección facial o casco integral, mandil y ropa adecuada que te protejan del calor.
- Revisar periódicamente el estado de los equipos y lleva a cabo un mantenimiento adecuado.
- No tocar las piezas recientemente soldadas o que hayan estado expuestas al sol durante mucho tiempo.

#### 6.2.4.1.8 Golpes y cortes con objetos

Las causas que pueden provocar estos riesgos son muy variadas. Entre ellas, podemos resaltar el traslado o manejo de los materiales y las piezas necesarias para la instalación, la realización de tareas adoptando posturas forzadas o inadecuadas en lugares con espacio reducido (por ejemplo en las salas

de calderas o debajo de los paneles), la inadecuada utilización de las herramientas, la falta de resguardos en las máquinas (como taladro, sierra o roscadora), el contacto con superficies peligrosas (como los captadores o la estructura soporte), o la falta de iluminación.

Medidas preventivas:

- Respetar las instrucciones de uso de los equipos o herramientas y utilizarlos únicamente para el fin para el que estén destinados.
- Mantener inclinada hacia abajo la parte posterior de tubos, escaleras de mano y materiales largos cuando los traslades de lugar.
- Limpiar las herramientas y colocarlas en los lugares destinados para ello.
- Usar máquinas que cumplan la normativa de seguridad con el marcado CE y seguir las instrucciones de seguridad indicadas por el fabricante.
- Emplear dispositivos de protección: barreras, cubiertas, dobles mandos, resguardos.
- Instalar, utilizar y mantener de forma adecuada la maquinaria y sustituir aquella que no reúna las condiciones adecuadas.
- Asegurarse de que los equipos de trabajo tienen mangos seguros e interruptores de seguridad.
- Usar guantes y botas de seguridad.

#### 6.2.4.1.9 Incendios

Pueden producirse por chispas de máquinas eléctricas, durante las operaciones de soldadura de las tuberías para las instalaciones térmicas (por ejemplo por el empleo de boquillas inadecuadas en los sopletes o por un retardo en el encendido) o por un cortocircuito eléctrico.

Medidas preventivas:

- Exigir la presencia de extintores en los lugares donde sea necesario y comprobar que se realicen revisiones periódicas de los mismos.
- Asegurarse del correcto funcionamiento de los sistemas eléctricos.
- Comprobar que las herramientas tienen los dispositivos de seguridad adecuados.
- Cuando se utilice soplete:
  - Revisar el estado de las mangueras, sustituyéndolas por otras cuando su estado así lo aconseje.
  - La unión de las mangueras a los racores y al soplete se efectuará con los elementos recomendados por el suministrador del gas, nunca emplear alambres que puedan llegar a cortar la manguera al apretarlos.



- Utilizar un sistema de reducción de llama automático al apoyarlo, así como un sistema de paro temporal de funcionamiento y con válvula antirretroceso de llama.
- Cortar automáticamente el suministro de gas si la llama se apaga.
- Colocar reductores de presión entre el recipiente de gas y el soplete.

#### 6.2.4.1.10 Proyección de fragmentos o partículas

Es especialmente peligroso cuando se utiliza la radial para cortar las estructuras o en las labores de cimentación y construcción de los pilares sobre los que irán las estructuras, o de las casetas donde se situarán los cuadros de mando.

Medidas preventivas:

- Utilizar siempre equipos con marcado CE.
- Comprobar que la maquinaria dispone de protecciones que eviten la proyección de fragmentos y partículas.
- Seguir las instrucciones del fabricante de las herramientas o equipos.
- Utilizar el yelmo de soldar o la pantalla de mano durante los trabajos de soldadura.
- Antes de comenzar a soldar, comprobar que no transitan personas en el entorno del puesto de trabajo.
- Usar el equipo de protección adecuado a la tarea que se vaya a realizar: gafas, pantalla facial, guantes, delantal, manguitos o polainas.

#### 6.2.4.2 Riesgos ligados al ambiente de trabajo: Higiene industrial

El entorno en el que desarrollamos las diferentes tareas de nuestro trabajo puede llegar a deteriorar nuestra salud, ya que podemos estar expuestos a la acción de productos químicos, a diversos contaminantes en el aire, a temperaturas ambientales inadecuadas o a la energía electromagnética.

RIESGOS LIGADOS AL AMBIENTE DE TRBAJO		
Riesgo	Causas que los producen	Consecuencias sobre la salud
Exposición a agentes químicos	→ Acumuladores, electroquímicos, presencia de ácidos, gases inflamables, inhalación de humos y gases tóxicos durante la soldadura.	→ Irritación de la piel, reacciones alérgicas, intoxicaciones, alteraciones del sistema nervioso, quemaduras, ulceraciones, asfixia, asma, edema pulmonar, muerte.

Exposición a temperaturas ambientales extremas	→ Exposición a temperaturas adversas de frío, calor y lluvia durante prácticamente toda la instalación.	→ Insolación o golpe de calor, deshidratación, agotamiento. → Hipotermia, resfriados, infecciones, problemas reumáticos, alteraciones de la consciencia, problemas circulatorios.
Radiaciones no ionizantes	→ Trabajos de soldadura.	→ Irritación, enrojecimiento o eritemas, quemaduras, cefaleas, vértigo, lesiones en los ojos, cáncer de piel.
Ruido	→ Durante el manejo de equipos y maquinaria (sierra, radial, taladro, grúa, plataformas, carretilla).	→ Hipoacusia (pérdida prematura de audición), alteraciones del sueño, excitabilidad, pérdida de capacidad de atención, sordera profesional.
Vibraciones	→ Utilización de herramientas (taladro, radial). → Utilización de maquinaria (grúas, plataformas, excavadora, carretilla).	→ Lesiones mano-brazo. → Lesiones lumbares.

#### 6.2.4.2.1 Exposición a agentes químicos

Los mayores peligros se encuentran cuando se manejan baterías o cuando se realizan trabajos de soldadura.

Medidas preventivas:

- En los trabajos de mantenimiento y manipulación de baterías, evitar entrar en contacto con las sustancias que contienen mediante la utilización de guantes, pantallas faciales y mascarillas contra ácidos.
- Asegurarse de que el sistema de ventilación general y extracción localizada de gases durante los trabajos de soldadura sea suficiente e idóneo para la eliminación del riesgo.

#### 6.2.4.2.2 Exposición a temperaturas ambientales extremas

La instalación de los captadores solares térmicos y de los módulos fotovoltaicos exige permanecer durante mucho tiempo a la intemperie, por lo que se debe estar preparado para la exposición a condiciones climáticas adversas, tanto de frío como de calor.

Medidas preventivas:

- Frente al frío:
  - Utilizar ropa adecuada que aisle del frío, el viento y la humedad, que permita la transpiración y la disipación de parte del calor que se genera al trabajar y que permita trabajar más cómodamente.
  - Procurar tener los pies siempre secos y protegidos con calzado de abrigo e impermeable al agua.
  - Limitar la duración de la exposición al frío aumentando la frecuencia de los descansos.
  - Realizar rotación de puestos de trabajo y de tareas.
  - Beber frecuentemente líquidos, preferiblemente calientes.
- Frente al calor:
  - Utilizar protección para la cabeza (si no es obligatorio el uso de casco) y crema solar en las zonas del cuerpo expuestas al sol.
  - Disminuir la intensidad del trabajo, sobre todo al mediodía y realiza descansos periódicos en lugares frescos y en la sombra.
  - Usar ropa adecuada y transpirable (ligera, fresca y de colores claros).
  - Beber agua frecuentemente.
  - Evitar la ingesta de comidas copiosas antes de la actividad laboral.

#### 6.2.4.2.3 Radiaciones no ionizantes

La exposición a este riesgo se produce fundamentalmente en las instalaciones de energía solar térmica, durante los trabajos de soldadura que se realizan para colocar los elementos de distribución del agua caliente (tuberías).

Medidas preventivas:

- Limitar el tiempo de exposición a las radiaciones.
- Realizar controles médicos periódicos.
- No mirar directamente al arco voltaico si se realizan trabajos de soldadura eléctrica.
- Utilizar el equipo de protección individual: pantalla de mano o de cabeza en soldadura eléctrica, gafas o pantalla facial en soldadura con soplete, guantes, polainas y manguitos.

#### 6.2.4.2.4 Ruido

La exposición a niveles altos de ruido se produce, principalmente, por el uso de herramientas (como la radial para las operaciones de corte de estructuras o del taladro o los atornilladores eléctricos durante la instalación de los paneles, la dobladora de tubos, roscadora o sierra circular para colocar las tuberías en las instalaciones térmicas) o por la utilización de maquinaria (escavadora, grúas,

plataformas elevadoras).

Medidas preventivas:

- Emplear herramientas con el marcado CE.
- Realizar un mantenimiento adecuado de las máquinas y herramientas.
- Usar protectores auditivos (tapones, orejeras, cascos o auriculares).
- Reducir el tiempo de exposición al ruido.
- Acudir al especialista para que te realice una audiometría de forma periódica.

#### 6.2.4.2.5 Vibraciones

Podemos diferenciar dos tipos de vibraciones:

- Las que afectan al sistema mano-brazo, y que son producidas por el manejo de las herramientas.
- Las que afectan a todo el cuerpo (sobre todo a la zona lumbar) y que se producen cuando conducimos vehículos o maquinaria.

Medidas preventivas:

- Manejo de herramientas:
  - Emplear las herramientas de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
  - Sujetar las máquinas de forma ligera, sin agarrarlas fuertemente, pues la transmisión de la vibración se produce con mayor facilidad de esta última manera. La forma de agarre, aun siendo ligera, debe ser consistente con la naturaleza de la tarea que se lleva a cabo y las características de las máquinas.
- Conducción de vehículos u otra maquinaria:
  - Exigir que el asiento esté diseñado de modo que absorba las vibraciones y comprobar que esté en perfecto estado.
  - Si es necesario, utilizar cinturón lumbo-abdominal.

#### 6.2.4.3 Riesgos ergonómicos

Para realizar cualquier trabajo se debe invertir cierta cantidad de energía, tanto física como mental, por lo que es lógico aparezca fatiga. Esto es una consecuencia lógica del esfuerzo que se ha realizado, pero siempre que se mantenga dentro de unos límites que permitan recuperarse después de una jornada de descanso. El problema surge cuando el trabajo realizado supera dichos límites y el tiempo dedicado a descansar y a realizar otras actividades no es

suficiente. De ahí, la importancia que tiene que el entorno de trabajo esté diseñado y organizado de tal manera que ayude a no sobrepasar dichos límites.

RIESGOS ERGONÓMICOS		
Riesgo	Causas que los producen	Consecuencias sobre la salud
Posturas forzadas y movimientos repetitivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Sujeción de estructuras y paneles en espacios reducidos.</li> <li>→ Instalación de los depósitos y bombas en las instalaciones térmicas en lugares reducidos.</li> <li>→ Operaciones de precisión con herramientas manuales (taladro, atornillador, radial).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Dolores musculares, lumbalgias y dolores cervicales, lesiones de espalda, dolor de piernas, síndrome del túnel carpiano (provoca dolor y entumecimiento de la muñeca y de la mano).</li> </ul>
Sobreesfuerzos	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Manipulación de cargas y/o de grandes estructuras (captadores solares, soportes, acumuladores, bombas de circulación).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Lesiones de espalda, dorso-lumbares, músculo-esqueléticas.</li> </ul>

#### 6.2.4.3.1 Posturas forzadas y movimientos repetitivos

Gran parte de las actividades realizadas en las instalaciones solares requiere que se adopten posturas que no son las más cómodas para trabajar, tanto si se colocan sobre tejados como si son sobre el suelo.

Medidas preventivas:

- Mantener un ritmo de trabajo adecuado.
- Procurar adoptar posturas correctas.
- Intentar rotar las tareas, evitando permanecer mucho tiempo realizando lo mismo.
- Planificar el trabajo teniendo en cuenta que el calor y el ruido pueden incrementar el esfuerzo y la fatiga.
- Administrar bien el tiempo de trabajo, realizando pausas que eviten la fatiga muscular.
- Si la tarea requiere permanecer mucho tiempo agachado, usar rodilleras.
- Prestar atención a la altura en la que se realizan los trabajos. Colocar apoyos cuando se realicen funciones con los brazos por encima de los hombros.

#### 6.2.4.3.2 Sobreesfuerzos

Se producen durante las operaciones de transporte o sujeción de una carga,

como son el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento de dicha carga. Para reducir los riesgos asociados a la manipulación manual de cargas se deberá tener en cuenta varios aspectos como son: el peso, el tamaño y la forma de la carga, las posturas que se deben adoptar para su manipulación y la frecuencia de repetición de los movimientos.

Medidas preventivas:

1. Antes de iniciar una tarea, informarse sobre la mejor manera de realizarla para reducir la posibilidad de lesiones.
2. Valorar cuál puede ser el peso aproximado de la pieza a levantar, dónde está su centro de gravedad, así como el estado de su embalaje y la firmeza de los asideros; prestar atención a las piezas o partes salientes de las cargas o, si es posible, eliminarlas.
3. No manipular una carga cuando las manos o la carga estén impregnadas de alguna sustancia deslizante.
4. No levantar objetos de más de 25 kg para hombres y de 15 para mujeres.
5. Si la carga es muy pesada o voluminosa, pedir ayuda a otros compañeros.
6. Si se manipula carga con ayuda de otra persona, evitar las rotaciones bruscas.
7. Emplear, siempre que sea posible, medios auxiliares para transportar objetos como carretillas o traspaleas; principalmente si las cargas son pesadas, voluminosas o si la frecuencia con la que estas se manipulan es alta.
8. Usar los equipos de protección adecuados (protecciones lumbares, guantes, calzado de seguridad).

#### 6.2.4.4 Riesgos psicosociales

Para finalizar con los riesgos a los que se puede enfrentar cualquier profesional que se dedique a la instalación de energía solar, bien sea térmica o fotovoltaica, se ha decidido incluir los riesgos psicosociales ya que, aunque no se derivan del modo técnico de realizar las actividades propias de instalación sino que se deben a los factores organizativos, pueden pasar más desapercibidos, porque sus consecuencias (como la fatiga mental o la insatisfacción laboral) no suelen ser tan evidentes como las de los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales.

RIESGOS PSICOSOCIALES		
Riesgo	Causas que los producen	Consecuencias sobre la salud
Fatiga mental	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Cantidad de información recibida para realizar el trabajo.</li> <li>→ Complejidad de la respuesta que se exige.</li> <li>→ Tiempo en que se ha de responder.</li> <li>→ Capacidad individual del trabajador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Irritabilidad, depresión, falta de energía y voluntad de trabajar, dolor de cabeza, mareos, insomnio, pérdida de apetito.</li> <li>→ Problemas laborales y familiares.</li> </ul>
Insatisfacción laboral	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Organización del trabajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Sentimiento desmotivador, actitud negativa hacia el trabajo, ansiedad, depresión.</li> <li>→ Problemas laborales y familiares</li> </ul>

#### 6.2.4.4.1 Fatiga mental

Cuando el trabajo exige una gran concentración, un esfuerzo prolongado de atención, etc., a los que no es posible acostumbrarse, es decir, existe una sobrecarga que se va repitiendo y de la cual no se es capaz de recuperarse, es cuando puede aparecer un estado de fatiga que debe preocupar.

Medidas preventivas:

- Procurar adaptar la carga de trabajo a las características de cada uno.
- Organizar las jornadas de manera que diversifiques las tareas.
- Realizar descansos periódicos.
- Comunicar al superior al mando las dificultades o la carga excesiva de trabajo.
- Exigir una formación técnica adecuada a cada puesto.
- Utilizar técnicas de relajación, meditación, respiración o practicar algún deporte para controlar mejor el cuerpo.

#### 6.2.4.4.2 Insatisfacción laboral

La insatisfacción laboral se define como el grado de malestar que experimenta un trabajador a consecuencia de su trabajo, es decir, las características de su trabajo no se adaptan a lo que él espera de dicho trabajo. Las

causas pueden ser muy diversas como el salario, la falta de responsabilidad o de iniciativa, las malas relaciones con los compañeros y/o los superiores, la imposibilidad de aplicar sus conocimientos y aptitudes, la presión del tiempo o los horarios, que no le permiten compaginar su vida laboral con la familiar.

Medidas preventivas:

- Analizar el trabajo y resaltar los aspectos positivos para encontrar mayor sentido a la ocupación.
- Procurar mantener buenas relaciones personales con los compañeros.
- Reivindicar en la empresa modelos de planificación de las tareas que faciliten la participación y el trabajo en grupo, huyendo de los trabajos monótonos y repetitivos.
- Exigir que la participación en el trabajo sea igualitaria.
- Marcar objetivos razonables, tanto laborales como personales.

### 6.2.5 BOTIQUINES

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente, y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.

### 6.2.6 ASISTENCIA A ACCIDENTADOS

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

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

### 6.2.7 PROTECCIONES

Las protecciones a utilizar son las descritas en los siguientes apartados.



### 6.2.7.1 Ropa de trabajo

Ropa de trabajo, adecuada a la tarea a realizar por los trabajadores relacionados con la obra.

### 6.2.7.2 Equipos de protección

Se relacionan a continuación los equipos de protección individual y colectiva de uso más frecuente en los trabajos de este tipo. El Contratista deberá seleccionar aquellos que sean necesarios según el tipo de trabajo.

#### 6.2.7.2.1 Equipos de protección individual (EPI)

Se detallan a continuación los equipos de protección individual (EPI) a utilizar, de acuerdo con las normas UNE:

- Calzado de seguridad
- Casco de seguridad
- Guantes aislantes de la electricidad BT y AT
- Guantes de protección mecánica
- Pantalla contra proyecciones
- Gafas de seguridad
- Cinturón de seguridad
- Discriminador de baja tensión
- Equipo contra caídas desde alturas (arnés anticaída, pértiga, cuerdas, etc.)

#### 6.2.7.2.2 Protecciones colectivas

Se señalan a continuación una serie de medidas para garantizar la protección colectiva de las personas relacionadas con la obra.

- Señalización: cintas, banderolas, etc.
- Cualquier tipo de protección colectiva que se pueda requerir en el trabajo a realizar, de forma especial, las necesarias para los trabajos en instalaciones eléctricas de Alta o Baja Tensión, adecuadas al método de trabajo y a los distintos tipos y características de las instalaciones.
- Dispositivos y protecciones que eviten la caída del operario tanto en el ascenso y descenso como durante la permanencia en lo alto de estructuras y apoyos: línea de seguridad, doble amarre o cualquier otro dispositivo o protección que evite la caída o aminore sus consecuencias:

redes, aros de protección.

### 6.2.7.3 Equipos de primeros auxilios y emergencias

Respecto a los equipos de primeros auxilios y emergencias, se dispondrá de lo siguiente:

- Botiquín con los medios necesarios para realizar curas de urgencia en caso de accidente, ubicado en el vestuario u oficina, a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa Contratista. En este botiquín debe estar visible y actualizado el teléfono de los Centros de Salud más cercanos así como el del Instituto de Herpetología, centro de Apicultura, etc.
- Se dispondrá en obra de un medio de comunicación, teléfono o emisora, y de un cuadro con los números de los teléfonos de contacto para casos de emergencia médica o de otro tipo.

### 6.2.7.4 Equipos de protección contra incendios

Se dispondrá de extintores de polvo seco clase A, B, C de eficacia suficiente, según la legislación y normativa vigente.

## 6.2.8 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

### 6.2.8.1 Suministro de energía eléctrica

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por el

Contratista, proporcionando los puntos de enganche necesarios. Todos los puntos de toma de corriente, incluidos los provisionales para herramientas portátiles, contarán con protección térmica y diferencial adecuada.

### 6.2.8.2 Suministro de agua potable

El suministro de agua potable será a través de las conducciones habituales de suministro en la región, zona, etc., en el caso de que esto no sea posible dispondrán de los medios necesarios (cisternas, etc.) que garanticen su existencia regular desde el comienzo de la obra.

### 6.2.8.3 Servicios higiénicos

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si fuera posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado, en caso contrario, se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agreda al medio ambiente.

## 6.3 PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

### 6.3.1 NORMAS OFICIALES

La relación de normativa que a continuación se presenta no pretende ser exhaustiva, se trata únicamente de recoger la normativa legal vigente en el momento de la edición de este documento, que sea de aplicación y del mayor interés para la realización de los trabajos objeto del Contrato al que se adjunta este Estudio Básico de Seguridad y Salud:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y R.D. 842/2002.
- Ley 8/1980 de 20 de marzo. Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio. Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Real Decreto 39/1995, de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997, relativo a la utilización por los trabajadores de

los equipos de protección personal.

- Real Decreto 1215/1997, relativo a la utilización pro los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de octubre. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001.protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia de este documento.

### 6.3.2 OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

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

(En la introducción del Real Decreto y en el apartado 2 del Artículo 2 se establece que el contratista y el subcontratista tendrán la consideración de empresario a los efectos previstos en la normativa sobre prevención de riesgos laborales. Como en las obras de edificación es habitual la existencia de numerosos subcontratistas, será previsible la existencia del Coordinador en la fase de ejecución).

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

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

### 6.3.3 COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

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

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

9. Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.

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

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

#### 6.3.4 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

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

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

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

Facultativa.

### 6.3.5 OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

1. Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:
  - El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
  - La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
  - La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
  - El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
  - La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
  - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
  - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
  - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
  - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
  - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.
5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas

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

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor o eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

### 6.3.6 OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Los trabajadores autónomos están obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
  - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
  - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
  - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
  - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
  - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
  - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
- Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1.997.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

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

### 6.3.7 LIBRO DE INCIDENCIAS

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

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo. (Sólo se podrán hacer anotaciones en el Libro de Incidencias relacionadas con el cumplimiento del Plan).

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

### 6.3.8 PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

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

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

### 6.3.9 DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

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



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

### 6.3.10 PREVISIONES E INFORMACIONES ÚTILES PARA TRABAJOS POSTERIORES

Entre otras informaciones, se deberá disponer de:

- Instrucciones de operación normal y de emergencia.
- Señalización clara de mandos de operación y emergencia.
- Dispositivos de protección personal y colectiva para trabajos posteriores de mantenimiento.
- Equipos de rescate y auxilio para casos necesarios.

Valladolid, Julio de 2015

El Ingeniero Eléctrico

Fdo.: Juan Francisco Ramos Rodríguez



# 7 IMPACTO AMBIENTAL



## 7.1 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

La Evaluación Simplificada de Impacto Ambiental es el procedimiento aplicable a las actividades que tienen o pueden tener una incidencia moderada en el medio ambiente.

Busca informar al Promotor de un proyecto sobre los efectos en el medio ambiente que éste puede originar. Así, este documento se considera un instrumento de política ambiental que permite integrar al ambiente un proyecto o una actividad determinada, teniendo como principal finalidad atenuar los efectos negativos del mismo en el medio.

En el presente estudio se pretende poner de manifiesto y analizar los efectos que sobre el Medio Ambiente (entendiéndose como tal la conjunción del Medio Físico y Socioeconómico) origina la instalación solar fotovoltaica aislada destinada a alimentar la Guardería Municipal del municipio Amayuelas de Abajo.

Para la realización de este análisis se partirá del hecho de que la explotación se encuentra en fase de proyecto, limitándonos a estudiar los efectos producidos durante el periodo de construcción y aquellos que se puedan originar durante la fase de funcionamiento.

Los pasos a seguir en la elaboración de este estudio serán:

1. Descripción general de la explotación.
2. Descripción del entorno.
3. Definición de las acciones susceptibles de originar impacto sobre algún factor del medio.
4. Establecimiento de los factores del medio afectados y definición de la afección.
5. Elaboración de la Matriz de Importancia que cuantifique la magnitud del impacto originado por cada acción sobre cada factor.
6. Valoración cualitativa del impacto; Análisis y conclusiones.
7. Proposición de medidas correctoras.
8. Plan de vigilancia ambiental.

## 7.2 ESTUDIO GENERAL DE LA GUARDERIA

En este punto indicaremos de manera general las características técnicas y de explotación de la Guardería Municipal de Amayuelas de Abajo y la instalación solar fotovoltaica aislada asociada a la misma, objeto de la presente Evaluación Simplificada de Impacto Ambiental, bajo el punto de vista de su interacción con el medio, en términos de utilización racional de éste y de los efectos que el conjunto

de la instalación tendrá sobre el mismo.

La guardería estará formada por una única planta en la que encontraremos unas trece estancias, incluidas salas destinadas al cuidado de los niños, almacenes, baños, cocina, comedor y oficina.

Además, la guardería contará con un patio aledaño para el recreo de los niños.

Las placas solares irán instaladas una parte en la cubierta plana del edificio y otra en el patio perteneciente a la guardería.

### 7.2.1 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Las características constructivas más significativas de la guardería son las siguientes:

#### 7.2.1.1 *Obra civil.*

El edificio está constituido por una única planta, que consta de unos 200 m<sup>2</sup>. Esta planta se sitúa a nivel de suelo.

La cimentación es de hormigón armado, mientras que la estructura es metálica.

La solera es a base de hormigón en masa, con las correspondientes juntas de dilatación, cada 4 metros.

La cubierta del edificio será plana.

El patio estará encementado y consta de una extensión de unos 160 m<sup>2</sup>.

#### 7.2.1.2 *Instalación eléctrica.*

El abastecimiento de la totalidad de la energía eléctrica demandada por el edificio será cubierto íntegramente por la instalación solar fotovoltaica asociada al edificio.

La instalación eléctrica de alumbrado se realizará a base de lámparas fluorescentes con factor de potencia corregido y bombillas de bajo consumo.

Todos los receptores eléctricos estarán perfectamente protegidos contra sobrecargas y corrientes de fuga mediante interruptores magnetotérmicos e interruptores diferenciales, respectivamente, cumpliendo en su totalidad el R.E.B.T.

Todos los cuadros eléctricos están perfectamente protegidos ante la humedad.

Las secciones de los conductores se han diseñado para las exigencias de calentamiento, caída de tensión y cortocircuitos, según las Normas UNE y el R.E.B.T.

### 7.2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

La actividad llevada a cabo durante la fase de explotación del edificio será el cuidado y educación de niños en edad pre-escolar. Para ello consta con unas salas destinadas a este fin, separadas por edades. Otras partes del edificio, los almacenes, estarán destinadas a alojar todos los utensilios necesarios. También se cuenta con cocina y comedor en la que preparar y servir la comida.

### 7.3 DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

Al objeto de tener una idea general de las características del medio donde se ubica la guardería, diremos que ésta se encuentra situada en el término municipal de Amayuelas de Abajo, en un entorno cercano a zonas residenciales, correspondiente a una zona llana, siendo actualmente un descampado sin cuidar y una casa derrumbada.

Desde el punto de vista faunístico, no cabe destacar la presencia de especies de interés especial, así como amenazadas.

Dicha delimitación no afectará de manera muy drástica al entorno, al no ser ésta una zona especialmente activa en cuanto a fauna se refiere, y además no se encuentra dentro de una zona de paso obligado o acostumbrada a hábitos migratorios de estas u otras especies.

#### 7.3.1 EFECTOS DE LA INSTALACIÓN SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

Las instalaciones solares fotovoltaicas aisladas tienen un impacto medio

ambiental prácticamente inexistente. Los sistemas de energía solar no generan contaminación del aire durante su funcionamiento, luego las emisiones que nos encontramos en este tipo de instalaciones se deben únicamente a la fabricación de los mismos.

Para la realización del presente Estudio de Impacto Ambiental tendremos en cuenta tres fases en el proceso del presente Proyecto, en las cuales pueden producir diferentes tipos de impactos sobre el medio ambiente. Dichas fases son las que se indican a continuación:

- Proceso de fabricación de los paneles solares fotovoltaicos.
- Fase de construcción de la instalación solar fotovoltaica.
- Fase de explotación de la instalación solar fotovoltaica.

### *7.3.1.1 Posibles impactos en la fabricación de los paneles fotovoltaicos*

La fabricación de células fotovoltaicas a menudo requiere usar materiales peligrosos como el arsénico y el cadmio.

La fabricación del acero, cobre y aluminio que normalmente se utiliza como materia prima, genera problemas ambientales por emisiones, por ejemplo, de polvos y compuestos fluorados, y produce no sólo gran contaminación a raíz de los desechos y efluentes que se originan, sino también una gran demanda energética, especialmente en el caso del aluminio.

El silicio, el cual es relativamente inerte, puede ser peligroso para los trabajadores si se respira en forma de polvo.

Los trabajadores involucrados en la fabricación de módulos fotovoltaicos y otros componentes deben ser protegidos de la exposición a estos materiales.

Para las celdas solares se utilizan en parte metales raros y tóxicos (cadmio, arsénico, selenio, galio) que ya durante su procesamiento pueden conducir a problemas como la contaminación de las aguas residuales y emisiones de aire contaminado. En estos casos se trata de sustancias químicamente muy estables. El riesgo ambiental se limita a las instalaciones donde se produce. Mediante el control y medidas preventivas de seguridad, es posible minimizar el riesgo.

Por lo tanto, en todos los procesos de fabricación de módulos fotovoltaicos, componentes electrónicos para los inversores y reguladores, estructuras, cables, etc., es donde las emisiones de gases y vertidos al sistema de saneamiento, pueden tener mayor impacto sobre el medio.

Los residuos tóxicos y peligrosos están regulados por el real decreto



833/1988 del 20 de Julio.

En este documento se encuentran reglamentadas las actuaciones en materia de eliminación este tipo de residuos, que se resume en un correcto etiquetado y su almacenamiento hasta la retirada por empresas gestoras de residuos.

En cuanto a la energía consumida en el proceso de fabricación, se sabe que en un tiempo de entre 4 y 7 años los módulos devuelven la energía consumida en la fabricación, muy inferior a la prevista para éstos, que es superior a los 25 años.

Los paneles pueden generar molestias óptico-estéticas. Las reflexiones molestas disminuyen si se elimina el espejado u opacando los elementos, pero esto produce una pérdidas en energía producida.

La sombra y la modificación del albedo generados por las grandes instalaciones pueden, según las condiciones locales, ejercer impactos tanto sobre el microclima (tasas de evaporación, movimiento del viento, temperatura) como sobre la flora y fauna.

### *7.3.1.2 Posibles impactos en la fase de construcción de la instalación solar fotovoltaica.*

En la fase de construcción de la instalación solar fotovoltaica, se necesitará de una serie de acciones para su posterior explotación.

Del estudio de la fase de construcción se derivan las siguientes acciones causantes de posibles efectos:

Desplazamiento de la maquinaria:

- Para la construcción de la instalación proyectada será necesario el empleo de maquinaria. Las máquinas que hay que trasladar son las necesarias, preferentemente, para la construcción de la estructura soporte de los paneles solares, así como su posterior colocación en dicha estructura. Dichos desplazamientos pueden afectar al medio en la calidad gaseosa y sonora de la zona, debido a la emisión de gases como el dióxido de carbono y de ruido.
- También provocará el desplazamiento de la población y modificará el estado de las infraestructuras, alterando el uso cotidiano de las vías colindantes y reduciendo la fluidez de la circulación.

Movimiento y funcionamiento de maquinaria necesaria:

- Para llevar a cabo la instalación solar fotovoltaica, se necesita el uso

de maquinaria que en algunos casos será especializada, y que en otros casos será maquinaria normal de uso en las obras.

- Estas acciones pueden afectar al medio en la calidad gaseosa y sonora de la zona, debido a la emisión de gases como el dióxido de carbono y de ruido. También puede producir alteraciones en el estado del suelo por la presión efectuada por la maquinaria, y alterar la fauna existente en la zona.

Contratación de mano de obra:

- Será necesaria para la realización de los diferentes procesos de fabricación, utilizando la oferta existente en las proximidades, especialmente para los trabajos en los que no se requiera especialización. Con ello se modifica la situación económica general de la zona, reduciendo la tasa de paro de la población de la zona y aumentando las actividades del sector servicios, sobre todo en la construcción.

### *7.3.1.3 Posibles impactos en la fase de explotación de la instalación solar fotovoltaica.*

Aquí se engloban las acciones derivadas del normal funcionamiento de la instalación. En el caso de la instalación fotovoltaica aislada, estas acciones son mínimas.

A continuación vamos a analizar algunos factores ambientales para comprobar lo anteriormente comentado.

#### 7.3.1.3.1 Emisiones

Las emisiones producidas por la energía solar fotovoltaica, son nulas al no producirse combustión alguna de combustible. No genera ningún gas contaminante para la atmósfera.

#### 7.3.1.3.2 Ruidos

La generación de energía mediante módulos solares no produce ruido alguno que pueda causar molestias o daños en el medio ambiente ya que no se produce movimiento alguno de piezas o equipos. Únicamente puede producirse un pequeño zumbido por parte del inversor, siendo tan leve que fuera del propio cuarto no se aprecia.

### 7.3.1.3.3 Impacto visual

Las instalaciones situadas en las azoteas o tejados apenas pueden observarse a nivel de suelo, por tanto el impacto que pueda ejercer esta instalación fotovoltaica sobre el paisaje es nulo, además de tenerse en cuenta que se encuentra en una zona urbana, donde el impacto visual ya está producido. Los módulos situados en el patio están integrados en la pared del cuarto de baterías, siendo apenas visibles desde la calle.

### 7.3.1.3.4 Residuos tóxicos

El funcionamiento de los equipos de la instalación no vierte ningún tipo de residuo tóxico al exterior. Habrá que tener especial cuidado con las baterías, ya que en su interior contienen ácido.

### 7.3.1.3.5 Geología

Las celdas fotovoltaicas se fabrican con silicio, elemento que se obtiene de la arena, muy abundante en la naturaleza y del que no se requieren grandes cantidades.

Por tanto, en la construcción de los módulos fotovoltaicos no se producen alteraciones de las características topográficas o estructurales del terreno.

### 7.3.1.3.6 Flora y fauna

La repercusión sobre la vegetación es nula. Además, al eliminarse los tendidos eléctricos subterráneos necesarios para abastecer energéticamente al edificio en caso de no disponer de la instalación solar fotovoltaica, se evitan los posibles efectos perjudiciales para la fauna.

## 7.3.2 FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS Y DEFINICIÓN DE LA AFECCIÓN

A continuación, trataremos de describir los factores del medio más representativos que se verán afectados por la instalación fotovoltaica.

Así, de forma genérica, estableceremos que el Entorno de ubicación de la guardería se encuentra constituido por elementos que pertenecen a dos grandes grupos: Medio Físico y Medio Socioeconómico, los cuales se componen de subsistemas y éstos a su vez de componentes ambientales sobre los cuales

impactarán las acciones antes propuestas.

A modo de referencia, se establece un cuadro resumen con la relación de Factores del Medio más representativos y que servirán de guía en la descripción posterior.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL
MEDIO FÍSICO	MEDIO INERTE	Aire Agua Tierra y suelo Procesos
	MEDIO BIÓTICO	Vegetación Fauna Procesos
	MEDIO PERCEPTUAL	Valor testimonial Paisaje Intervisibilidad Componentes singulares Recursos científico-culturales
	MEDIO DE NÚCLEOS URBANOS	Estructura de los núcleos Estructura urbana y equipamientos Infraestructura y servicios Patrimonio histórico-artístico
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL	MEDIO SOCIO-CULTURAL	Aspectos culturales Servicios colectivos Patrimonio histórico-artístico
	MEDIO ECONÓMICO	Economía Población

### 7.3.3 EFECTOS PRODUCIDOS ACCIÓN-FACTOR

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS	ACCIONES IMPACTANTES	FASE DE CONSTRUCCIÓN						FASE DE EXPLOTA-CIÓN	
		Desbroce del terreno	Excavación	Pavimentació	Construcción	Fabricación de los	Inversión económica	Manejo de la instalación	Edificio de la instalación
FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS									
	AIRE								
SUELO	Calidad del aire	X				X			
	Nivel de polvo	X	X	X	X	X			
	Nivel de ruido	X	X	X	X				
AGUA	Erosión	X	X						
	Suelo fértil	X	X	X					
	Ecosistema del suelo	X	X						
FLORA	Subterránea	X	X			X			
	Superficial					X			
FAUNA	Cubierta vegetal	X	X	X					
PERCEPTUAL	Cadena trófica	X	X						
	Diversidad	X							
HUMANOS	Paisaje	X	X	X	X				X
POBLACIÓN	Calidad de vida			X	X			X	X
	Empleo fijo						X	X	
ECÓNOMIA	Empleo eventual	X	X	X	X	X	X	X	
	Actividad económica						X	X	

#### Impactos provocados

Una vez definidos las acciones e impactos, que estos causan, pasaremos a hacer un recuento o listado de cada impacto que se provoca en cada caso

particular.

FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTOS PROVOCADOS
CALIDAD DEL AIRE	→ Disminuye la calidad del aire y aumenta la concentración de gases contaminantes
NIVEL DE POLVO	→ Aumento del nivel de polvo, lo que implica menor visibilidad y contaminación atmosférica en general.
NIVEL DE RUIDO	→ Contaminación acústica.
EROSIÓN	→ Aumento de la erosión antrópica.
SUELO FÉRTIL	→ Reducción de fertilidad y pérdida de suelo fértil.
ECOSISTEMA DEL SUELO	→ Alteración y desplazamiento del ecosistema del suelo original.
AGUA SUBSUELO	→ Disminución de la filtración y la recarga. → Disminución de la calidad del agua subterránea.
AGUA SUPERFICIAL	→ Aumento del consumo. → Disminución del recurso
CUBIERTA VEGETAL	→ Disminución, eliminación y degradación de parte de la cubierta vegetal original.
CADENA TRÓFICA	→ Alteración de la cadena trófica del ecosistema original.
DIVERSIDAD FAUNA	→ Desplazamiento de especies autóctonas, sobre todo de herbívoros.
PAISAJE	→ Pérdida de la naturalidad y valor paisajístico.
CALIDAD DE VIDA	→ Aumenta la calidad de vida de las personas dependientes directas o indirectamente en la explotación.
EMPLEO FIJO	→ Aumento de la población activa.
EMPLEO EVENTUAL	→ Aumento de la población activa.
ACTIVIDADES ECONOMICAS	→ Aumento de ingresos en la economía local.

#### 7.3.4 CUANTIFICACION DE LA MAGNITUD DEL IMPACTO ORIGINADO POR CADA ACCION SOBRE CADA FACTOR DEL MEDIO. MATRIZ DE IMPORTANCIA.

Una vez identificadas las acciones y los factores del medio que, presumiblemente, serán impactados por aquéllas, la matriz de importancia nos permitirá obtener una valoración cualitativa de los impactos.

En esta matriz se situarán en las columnas las acciones antes descritas, mientras que las filas serán ocupadas por los factores del medio afectados, de tal forma que en las casillas de cruce podremos comprobar la Importancia del impacto de la acción sobre el factor correspondiente.

El término Importancia, hace referencia al ratio mediante el cual mediremos

cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto de la intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo, tales como extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad.

La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce del siguiente modelo, donde aparecen en abreviatura los atributos antes citados:

$$I = \pm [3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC];$$

De tal forma que:

1. El signo indica la naturaleza del impacto, positivo si es beneficioso, o negativo si es perjudicial respecto del factor considerado.
2. Intensidad (I): Hace referencia al grado de incidencia de la acción sobre el factor (Grado de destrucción del factor).
3. Extensión (EX): Se refiere al área de influencia teórica del impacto, respecto a la del factor afectado (Área de influencia).
4. Momento (MO): Hace referencia al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor considerado (Plazo de manifestación).
5. Persistencia (PE): Se refiere al tiempo, que supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición (Permanencia del efecto).
6. Reversibilidad (RV): Se refiere a la posibilidad se reconstruir el factor afectado por medios naturales (Reconstrucción por medios naturales).
7. Recuperabilidad (MC): Se refiere a la posibilidad de reconstruir el factor, por medio de intervención humana (Reconstrucción por medios humanos).
8. Sinergia (SI): Hace referencia al grado de reforzamiento del efecto de una acción sobre un factor debido a la presencia de otra acción (Potenciación de la manifestación).
9. Acumulación (AC): Hace referencia al incremento progresivo de la manifestación del efecto (Incremento progresivo).
10. Efecto (EF): Hace referencia a la relación causa – efecto, es decir, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción (Relación causa efecto).
11. Periodicidad (PR): Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto (Regularidad de la manifestación).

Valores a asignar a cada atributo:

- Naturaleza: impacto beneficioso (+) impacto perjudicial (-)
- Intensidad: baja (1) media (2) alta (3) muy alta (8) total (12)
- Extensión: puntual (1) parcial (2) extensión (4) total (8) crítica (+4)

- Momento: largo plazo (1) medio plazo (2) corto plazo (3) inmediato (4) crítico (+4)
- Persistencia: momentánea (1) temporal (2) pertinaz (3) permanente (4)
- Reversibilidad: corto plazo (1) medio plazo (2) largo plazo (3) fugaz (-1) irreversible (4)
- Recuperabilidad: recuperable de manera inmediata (1) recuperable a largo plazo (2) mitigable o compensable (4) irrecuperable (8)
- Sinergia: sin sinergismo (simple) (1) sinérgico (2) muy sinérgico (4)
- Acumulación: simple (1) acumulativo (4) efecto indirecto (1) directo (2)
- Periodicidad irregular o discontinuo (1) periódico (2) continuo (+4)



MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS	ACCIONES IMPACTANTES	UIP	FASE DE CONSTRUCCIÓN						FASE DE EXPLOTA-CIÓN	
			Desbroce del terreno	Excavación	Pavimentación	Construcción	Fabricación de los	Inversión económica	Manejo de la instalación	Edificio de la instalación
AIRE	Calidad del aire	60	-37					-20		
	Nivel de polvo	50	-25	-30	+41	-35	-25			
	Nivel de ruido	50	-22	-24		-36				
SUELO	Erosión	50	-38	-28						
	Suelo fértil	70		-49	-66					
	Ecosistema del suelo	40	-31	-45						
AGUA	Subterránea	70	-27	-24	-43		-27			
	Superficial	50								
FLORA	Cubierta vegetal	110	-71	-68	-65	-35				
FAUNA	Cadena trófica	60	-24	-31						
	Diversidad	60	-24							
PERCEPTUAL	Paisaje	110	-50	-50		-33				-25
HUMANOS	Calidad de vida	60				+29	+30		+29	+40
POBLACIÓN	Empleo fijo	50						50	+39	
	Empleo eventual	50						50	+39	
ECÓNOMIA	Actividad económica	60						+40	+29	
ABSOLUTA		1000	-349	-349	-133	-110	-42	140	136	5
PONDERADA		1	-26	-26	-13	-9	-3	8	7	0

### 7.3.5 ANALÍISIS Y CONCLUSIONES.

Los valores de importancia de cada factor están representados en la Matriz de Importancia anterior. Estos valores pueden ser positivos o negativos. Según el valor que adopte la importancia del impacto, será:

- $I < 25$  IMPACTO IRRELEVANTE O COMPATIBLE.
- $25 > I > 50$  IMPACTO MODERADO.
- $50 > I > 75$  IMPACTO SEVERO.
- $I > 75$  IMPACTO CRITICO.

La suma de las importancias del impacto de cada elemento tipo por columnas nos identificará la agresividad de las distintas acciones.

La suma absoluta nos indica la agresividad intrínseca de una acción y la suma relativa, la agresividad real sobre el medio, ya que la combinación de cada factor a la calidad del medio es distinta.

Sobre el Medio físico las acciones más agresivas son el Desbroce del terreno y las Excavaciones, tanto de manera absoluta (-349 ambos) como ponderada (-26), seguida de acciones también importantes como son las Construcciones y Pavimentado.

Sobre el Medio Socioeconómico y Cultural, las acciones más más beneficiosas son la inversión económica (+140 y +8) y el Manejo de la instalación (+170 y +7).

Atendiendo a la totalidad del Medio Ambiente, las acciones más agresivas son el Desbroce del terreno y las Excavaciones, de las cuales la totalidad de su impacto corresponde al Medio Físico.

Por lo tanto la primera conclusión que podemos extraer de este estudio es que las medidas correctoras a implantar en la explotación deben ir encaminadas a intentar mitigar el efecto negativo del desbroce del terreno y excavaciones, y así como a la mitigación del impacto visual que producen las infraestructuras de la explotación en el entorno.

Por otro lado, se puede observar cómo el Medio Socioeconómico se encuentra afectado positivamente por la implantación del complejo.

### 7.3.6 MEDIDAS CORRECTORAS PROPUESTAS

Una vez establecidas, en el apartado anterior, las acciones con mayor incidencia sobre los diferentes factores del medio analizados derivadas de la fase

de contracción de la instalación, estableceremos, a continuación, una relación de medidas correctoras que traten de minimizar el impacto que producirán dichas acciones. Con estos datos, se cuantificará el efecto positivo de estas medidas sobre los diferentes factores del medio, de tal forma que se podrá comprobar, el efecto reductor de impacto que supondrán estas medidas.

ACCIONES	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS CORRECTORAS
Eliminación de la cubierta vegetal. Presencia de edificación.		→ Diseño de la jardinería → Utilización de materiales y colores acordes con la zona → Impacto visual con adecuación del entorno → Edificaciones de una planta
Excavaciones y desbroces	→ Evitar levantamiento de polvo durante la fase de construcción	→ Riego mediante manguera de las zonas afectadas mientras se realizan dichas actividades
Fabricación de paneles fotovoltaicos	→ Emisiones gaseosas tóxicas → Residuos	→ Protección de los trabajadores ante las emisiones → Correcto etiquetado y almacenamiento de residuos hasta su retirada

### 7.3.7 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Los objetivos que se persiguen en la elaboración de un programa de vigilancia ambiental son los siguientes:

- Comprobación del establecimiento, así como del buen funcionamiento de las medidas correctoras propuestas.
- Medida de los impactos residuales sobre los que no se pueden acometer medidas correctoras.
- Control de la posible aparición de nuevos impactos, que no se han tenido en cuenta en la presente Evaluación Simplificada de Impacto Ambiental.

El programa de Vigilancia Ambiental irá encaminado, en nuestro caso, a la revisión y control de las infraestructuras y dispositivos introducidos para disminuir la intensidad de los impactos producidos durante el proceso de producción. Así los elementos a controlar serán:

- Mantenimiento de los elementos de jardinería.
- Ejecución de la obra.

- Inspección por parte de la Administración, una vez al año y sin aviso previo, de la instalación.
- Mantenimiento de vehículos y elementos de la instalación: baterías, inversores y demás aparataje eléctrica.
- Elementos de seguridad e higiene en el trabajo.

Valladolid, Julio de 2015

El Ingeniero Eléctrico

Fdo.: Juan Francisco Ramos Rodríguez

# 8 PRESUPUESTO



## 8.1 PRECIOS UNITARIOS DESCOMPUESTOS

### 8.1.1 MÓDULO FOTOVOLTAICO LG300N1C-A3

Modulo solar fotovoltaico LG300N1C-A3 de 300 W, 32 V y 9,40 A en el punto de máxima potencia en condiciones STC. Medidas de 1x1,64 m, espesor de 35 mm y peso de 16,8 kg. Incluidos diodos de bloqueo y montaje.

UD	RESUMEN	PRECIO (€)	CANTIDAD	IMPORTE (€)
h	Oficial de 1ª electricista	25	0,15	3,75
h	Ayudante electricista	18	0,15	2,7
ud	Módulo solar LG300N1C-A3	369	1	369
				<b>375,45</b>

### 8.1.2 ESTRUCTURA SOPORTE DE ALUMINIO

Estructura formada por perfiles de aluminio reforzado con alta resistencia a la corrosión y a la humedad montada in situ. Sistema de montaje fácil en un solo clic. Incluye montaje, tornillería, fijadores, conectores y demás accesorios. Precio por módulo.

UD	RESUMEN	PRECIO (€)	CANTIDAD	IMPORTE (€)
h	Ayudante electricista	18	0,25	4,5
m	Perfil aluminio	10	6	60
u	Accesorios	7,99	1	7,99
				<b>72,49</b>

### 8.1.3 CAJA DE CONEXIONES SOLARMAX

Caja de conexiones SolarMax MaxConnect 12 plus con entrada para 12 strings de 10 A cada uno, sistema de supervisión electrónico de ramales, pantalla LCD integrada y protección contra sobretensión integrada. Montaje incluido.

UD	RESUMEN	PRECIO (€)	CANTIDAD	IMPORTE (€)
h	Oficial de 1ª electricista	25	0,75	18,75
u	Caja de conexiones MaxConnect 12 plus	1.860	1	1.860
				<b>1.878,75</b>

#### 8.1.4 REGULADOR DE CARGA STECA TAROM 4140

Regulador de carga Steca Tarom 4140 con 140 A de entrada, 48 V de tensión continua, pantalla LCD, protección contra cortocircuito y sobrecarga, protección contra sobretensión y circuito abierto. Montaje incluido.

UD	RESUMEN	PRECIO (€)	CANTIDAD	IMPORTE (€)
h	Oficial de 1ª electricista	25	0,5	12,5
h	Ayudante electricista	18	0,5	9
u	Regulador Steca Tarom 4140	2.145,33	1	2.145,33
				<b>2.166,83</b>

#### 8.1.5 BATERÍAS EXIDE CLASICC OPZS SOLAR 2500

Batería Exide Clasicc OPzS Solar 2500 con capacidad C<sub>100</sub> de 2445 Ah y 2 V de tensión continua, placas positivas tubulares de gran resistencia a las sobrecargas y ciclaje, placas negativas tipo FAURE y bajo nivel de gasificación por el bajo nivel de antimonio (<3%). Incluye tapón de rellenado. Montaje incluido.

UD	RESUMEN	PRECIO (€)	CANTIDAD	IMPORTE (€)
h	Oficial de 1ª electricista	25	0,5	12,5
h	Ayudante electricista	18	0,5	9
u	Batería OPzS 2500	734,83	1	734,83
				<b>756,33</b>

#### 8.1.6 BANCADA PARA BATERÍAS

Bancada para la colocación de 12 vasos sin ruedas. Montaje incluido.

UD	RESUMEN	PRECIO (€)	CANTIDAD	IMPORTE (€)
h	Ayudante electricista	18	0,15	2,7
u	Bancada	287,56	1	287,56
				<b>290,26</b>

#### 8.1.7 INVERSOR SCHNEIDER XANTREX XW6048

Inversor/Cargador Schneider Xantrex XW6048 de 6.000 W de potencia, 48 V de tensión continua de entrada y 230 V de tensión alterna de salida. Funcionamiento como cargador para una entrada de 230 V de tensión alterna e interruptor de corriente alterna de 60 A. Montaje incluido.



UD	RESUMEN	PRECIO (€)	CANTIDAD	IMPORTE (€)
h	Oficial de 1ª electricista	25	0,5	12,5
h	Ayudante electricista	18	0,5	9
u	Inversor Xantrex XW6048	2.804,00	1	2.804,00
				<b>2.825,5</b>

### 8.1.8 GRUPO ELECTRÓGENO GENERGY GUARDIÁN SC-6

Grupo electrógeno Genergy Guardián SC-6 de 6 kVA, monofásico a 230 V de tensión alterna y arranque automático por contacto libre de potencial. Motor de gasolina de 4 tiempos. Montaje incluido.

UD	RESUMEN	PRECIO (€)	CANTIDAD	IMPORTE (€)
h	Oficial de 1ª electricista	25	0,5	12,5
h	Ayudante electricista	18	0,5	9
u	Grupo electrógeno Genergy	1.105,00	1	1.105,00
				<b>1.126,5</b>

### 8.1.9 CABLEADO

#### 8.1.9.1 Cableado de corriente continua de 25 mm<sup>2</sup>

El tipo de cable empleado será unipolar de cobre con aislamiento en polietileno reticulado, marca Prysmian y modelo P-Sun 2.0 con aislamiento de 0,6/1 kV de 25 mm<sup>2</sup> de sección, libre de halógenos, no propagador de llama y reducida emisión de gases tóxicos. Tubo protector y montaje incluidos.

UD	RESUMEN	PRECIO (€)	CANTIDAD	IMPORTE (€)
h	Oficial de 1ª electricista	25	0,06	1,50
h	Ayudante electricista	18	0,06	1,08
m	Cable P-Sun 2.0 de 25 mm <sup>2</sup>	7,48	2	14,96
m	Tubo PVC D=32 mm	0,43	1	0,43
ud	Pequeño material	1,35	1	1,35
				<b>19,32</b>

### 8.1.9.2 Cableado de corriente continua de 120 mm<sup>2</sup>

El tipo de cable empleado será unipolar de cobre con aislamiento en polietileno reticulado, marca Prysmian y modelo Afumex Easy (AS) con aislamiento de 0,6/1 kV de 120 mm<sup>2</sup> de sección, libre de halógenos, no propagador de llama, no propagador de incendio y reducida emisión de gases tóxicos. Tubo protector y montaje incluidos.

UD	RESUMEN	PRECIO (€)	CANTIDAD	IMPORTE (€)
h	Oficial de 1ª electricista	25	0,06	1,50
h	Ayudante electricista	18	0,06	1,08
m	Cable Afumex Easy (AS) de 120 mm <sup>2</sup>	18,35	2	36,7
m	Tubo PVC D=63 mm	0,95	1	0,95
ud	Pequeño material	1,35	1	1,35
				<b>41,48</b>

### 8.1.9.3 Cableado de corriente alterna monofásico de 4 mm<sup>2</sup>

El tipo de cable empleado será unipolar de cobre con aislamiento en polietileno reticulado, marca Prysmian y modelo Afumex Easy (AS) con aislamiento de 0,6/1 kV de 4 mm<sup>2</sup> de sección, libre de halógenos, no propagador de llama, no propagador de incendio y reducida emisión de gases tóxicos. Tubo protector y montaje incluidos.

UD	RESUMEN	PRECIO (€)	CANTIDAD	IMPORTE (€)
h	Oficial de 1ª electricista	25	0,06	1,50
h	Ayudante electricista	18	0,06	1,08
m	Cable Afumex Easy (AS) de 4 mm <sup>2</sup>	1,20	2	2,40
m	Tubo PVC D=16 mm	0,29	1	0,29
ud	Pequeño material	1,35	1	1,35
				<b>7,42</b>

### 8.1.9.4 Cableado de corriente alterna de 50 mm<sup>2</sup>

El tipo de cable empleado será unipolar de cobre con aislamiento en polietileno reticulado, marca Prysmian y modelo Afumex Easy (AS) con aislamiento de 0,6/1 kV de 50 mm<sup>2</sup> de sección, libre de halógenos, no propagador de llama, no

propagador de incendio y reducida emisión de gases tóxicos. Tubo protector y montaje incluidos.

UD	RESUMEN	PRECIO (€)	CANTIDAD	IMPORTE (€)
h	Oficial de 1ª electricista	25	0,06	1,50
h	Ayudante electricista	18	0,06	1,08
m	Cable Afumex Easy (AS) de 50 mm <sup>2</sup>	7,97	2	15,94
m	Tubo PVC D=40 mm	0,52	1	0,52
ud	Pequeño material	1,35	1	1,35
				<b>20,39</b>

## 8.1.10 PROTECCIONES

### 8.1.10.1 Interruptor automático de corriente continua de 100 A

Interruptor automático bipolar Schneider TN100D de la serie NSX DC, de corriente continua, especialmente diseñado para aplicaciones fotovoltaicas, corriente nominal de 100 A y tensiones de 24 a 750 V. Montaje incluido.

UD	RESUMEN	PRECIO (€)	CANTIDAD	IMPORTE (€)
h	Oficial de 1ª electricista	25	0,25	6,25
h	Ayudante electricista	18	0,25	4,5
m	Interruptor Schneider TN100D	615,78	1	615,78
				<b>626,53</b>

### 8.1.10.2 Interruptor automático de corriente continua de 125 A

Interruptor automático bipolar Schneider TN125D de la serie NSX DC, de corriente continua, especialmente diseñado para aplicaciones fotovoltaicas, corriente nominal de 125 A y tensiones de 24 a 750 V. Montaje incluido.

UD	RESUMEN	PRECIO (€)	CANTIDAD	IMPORTE (€)
h	Oficial de 1ª electricista	25	0,25	6,25
h	Ayudante electricista	18	0,25	4,5
m	Interruptor Schneider TN125D	707,95	1	707,95
				<b>718,17</b>

### 8.1.10.3 Interruptor automático de corriente alterna de 32 A

Interruptor automático bipolar Schneider Acti 9 iK60 para corriente alterna, corriente nominal de 32 A y tensiones de 230 a 400 V, doble aislamiento Clase 2. Montaje incluido.

UD	RESUMEN	PRECIO (€)	CANTIDAD	IMPORTE (€)
h	Oficial de 1ª electricista	25	0,25	6,25
h	Ayudante electricista	18	0,25	4,5
m	Interruptor Schneider	50,98	1	50,98
				<b>61,73</b>

### 8.1.10.4 Interruptor diferencial de 40 A

Interruptor diferencial de ABB, de dos polos, corriente nominal de 40 A y tensiones de 230, sensibilidad de 30 mA. Montaje incluido.

UD	RESUMEN	PRECIO (€)	CANTIDAD	IMPORTE (€)
h	Oficial de 1ª electricista	25	0,25	6,25
h	Ayudante electricista	18	0,25	4,5
m	Interruptor diferencial ABB	71,20	1	71,20
				<b>81,95</b>

### 8.1.11 PUESTA A TIERRA

Red de puesta a tierra general del edificio, de acuerdo con lo indicado en la MIE RAT-13, y normas de la Compañía Suministradora, formada por cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección. Material de conexión y montaje incluidos.

UD	RESUMEN	PRECIO (€)	CANTIDAD	IMPORTE (€)
h	Oficial de 1ª electricista	25	0,06	1,50
h	Ayudante electricista	18	0,06	1,08
m	Cable de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup>	4,97	1	4,97
ud	Material de conexión	1,35	1	1,35
				<b>8,9</b>

## 8.2 MEDICIONES Y PRESUPUESTO

### 8.2.1 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

Orden	Descripción	Medición (ud)	Precio (€)	Importe (€)
1.1	Módulo fotovoltaico LG	56	375,45	21.025,20
1.2	Estructura soporte	56	72,49	4.059,44
1.3	Caja conexiones Solarmax	3	1.878,75	5.636,25
1.4	Regulador Steca Tarom	3	2.166,83	6.500,49
1.5	Batería Exide Classic OPzS	48	756,33	36.303,84
1.6	Bancada para baterías	4	290,26	1.161,04
1.7	Inversor Schneider Xantrex	1	2.825,5	2.825,50
1.8	Grupo electrógeno Genergy	1	1.126,5	1.126,50
				<b>78.638,26</b>

### 8.2.2 CABLEADO

Orden	Descripción	Medición (m)	Precio (€)	Importe (€)
1.9.1	Circuito corriente continua 25 mm <sup>2</sup>	135	19,32	2.608,20
1.9.2	Circuito corriente continua 120 mm <sup>2</sup>	40,25	41,48	1.669,57
1.9.3	Circuito corriente alterna 4 mm <sup>2</sup>	7	7,42	51,94
1.9.4	Circuito corriente alterna 50 mm <sup>2</sup>	18	20,39	367,02
				<b>4.696,73</b>

### 8.2.3 PROTECCIONES

Orden	Descripción	Medición (m)	Precio (€)	Importe (€)
1.10.1	Interruptor automático cc 100 A	3	626,53	1.879,59
1.10.2	Interruptor automático cc 125 A	1	718,17	718,17
1.10.3	Interruptor automático ca 32 A	2	61,73	123,46
1.10.4	Interruptor diferencial 40 A y 30mA	2	81,95	163,9
				<b>2.885,12</b>

### 8.2.4 PUESTA A TIERRA

Orden	Descripción	Medición (m)	Precio (€)	Importe (€)
1.11	Puesta a tierra del edificio	56,6	8,9	503,74
				<b>503,74</b>

### 8.3 TOTAL PARTIDAS

Orden	Partida	Importe (€)
2.1	Instalación solar fotovoltaica	78.638,26
2.2	Cableado	4.696,73
2.3	Protecciones	2.885,12
2.4	Puesta a tierra	503,74
		<b>86.723,85</b>

OCHENTA Y SEIS MIL SETECIENTOS VEINTITRES EUROS Y OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

### 8.4 PRESUPUESTO TOTAL

Concepto	Importe (€)
Total de ejecución material	86.723,85
Gastos generales 13%	11.274,10
Beneficio industrial 6%	5.203,43
<b>Total presupuesto de contrata sin I.V.A.</b>	<b>103.201,38</b>
I.V.A. 21%	21.672,29
<b>Total presupuesto de contrata con I.V.A.</b>	<b>124.873,67</b>

El total del presupuesto asciende a la cantidad expresada de:

**CIENTO VEINTICUATRO MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y TRES EUROS Y SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS.**

Valladolid, Julio de 2015

El Ingeniero Eléctrico

Fdo.: Juan Francisco Ramos Rodríguez

## 9 CONCLUSIONES

Una vez terminado el TFG, se deberá analizar si se han cumplido los objetivos marcados inicialmente.

Como se ha podido comprobar, la instalación cumple el objetivo de realizar un dimensionado capaz de satisfacer los consumos demandados por la guardería y que permita tener energía eléctrica siempre a disposición del usuario y en ningún momento exista una falta de energía, con las consecuencias que ello tendría.

También se ha cumplido el objetivo de optimizar la instalación al máximo, con el fin de aumentar el estado de carga de las baterías y con ello su vida útil. Este objetivo se ha conseguido actuando sobre varios puntos de la instalación, desde una colocación de los paneles evitando la mayor parte de las sombras en los meses más críticos, aumento del número de paneles por encima de los necesitados con el fin de que proporcionen más energía a las baterías, ajuste de algunos consumos innecesarios y la instalación de un grupo electrógeno. Éste último, aunque no sigue los principios de un entorno ecológico, tendrá un uso limitado a unas pocas veces al año, con lo que no supondrá un problema para el entorno.

Además, se ha realizado una optimización del cableado, con el fin de facilitar la labor del instalador y de avatar costes.

A la vista de los resultados, el presente TFG ha cumplido todos sus objetivos iniciales.





## 10 BIBLIOGRAFÍA

A continuación, se detalla una lista de los libros, documentos, software y páginas web utilizados para la realización de este proyecto.

### 10.1 Libros y documentos empleados.

- LORENZO, E. *Ingeniería Fotovoltaica Volumen III*. 1ª ed. España: Progensa, 2014. 297p. ISBN: 978-84-95693-32-7. Este libro ha sido de especial utilidad a la hora de redactar la Introducción de la Memoria, en él se detallan claramente los materiales utilizados en la energía solar fotovoltaica y los conceptos clave como radiación, El Sol... También ha servido de referencia para el correcto dimensionado y cálculo de protecciones.
- ROLDÁN VILLORIA, José. *Necesidades Energéticas y Propuestas de Instalaciones Solares*. España: Paraninfo, 2011. 272p. ISBN: 978-84-283-3297-2. Este libro también detalla los elementos de una instalación fotovoltaica, siendo de especial interés los distintos esquemas tipo utilizados en esta clase de instalaciones.
- PERPIÑÁN, Óscar; CASTRO, Manuel; COLMENAR, Antonio. *Diseño de Sistemas Fotovoltaicos*. España: Progensa, 2012. 137p. ISBN: 978-84-95693-72-3. Este libro se ha usado como complemento a los anteriores, especialmente a la hora de redactar los documentos.
- Apuntes de la asignatura “Energías Renovables”, Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Valladolid. Los apuntes de esta asignatura se han usado para comprobar los cálculos obtenidos por el programa, pudiendo hacer así un correcto dimensionado de la instalación. También han ayudado a redactar la memoria aportando datos que no aparecen en los libros anteriores, como las nuevas tecnologías de los módulos fotovoltaicos.
- España. Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto del 2002. *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión*. El reglamento permite el cálculo de distintos puntos de la instalación, estableciendo los requisitos de ámbito eléctrico que se deben cumplir en todas las instalaciones. Se ha usado para el cálculo de secciones del cableado (ITC-19, ITC-40), cálculo de los tubos protectores del cableado (ITC-21), cálculo de la puesta a tierra (ITC-18).
- IDAE. *Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red*. Madrid: IDAE, 2009. En este documento se recomiendan los

requisitos que deben cumplir los materiales empleados en las instalaciones fotovoltaicas, como por ejemplo las normas que deben cumplir.

- AENOR. Requisitos de seguridad para las baterías e instalaciones de baterías. UNE-EN 50272-2. Madrid: AENOR, 2002. Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los locales que alojen baterías. Se ha usado para calcular la ventilación necesaria para el cuarto de baterías.
- AENOR. Instalaciones eléctricas en edificios. UNE 20460-5-523. Madrid: AENOR, 2004. Esta norma se ha usado para consultar la Tabla A.52-1 bis. Esta tabla proporciona las intensidades máximas admisibles de un conductor en función de la sección del cable y el método de instalación. Actualiza la Tabla 2 de la ITC-19 del REBT 2002.

## 10.2 Software

- PVsyst 5.5. Este ha sido el programa usado para el dimensionado de la instalación fotovoltaica. Introduciendo la base de clima de la ubicación deseada y los consumos energéticos requeridos, el programa da una estimación de la inclinación, número de paneles y baterías necesarios. El diseñador puede jugar con estos números para ajustar los resultados a su deseo.
- AutoCAD 2012. Este programa de diseño asistido por ordenador se ha usado para realizar los planos.
- Google Earth. Gracias a este software de visión satélite se ha podido ubicar correctamente la guardería y determinar sus dimensiones.

## 10.3 Páginas web

- Todas las webs de los fabricantes de cada elemento han sido consultadas para conocer el catálogo de productos y las características de los productos elegidos finalmente. Entre estas páginas se encuentran:
  - <http://www.lg-solar.com/es/>: página de los módulos fotovoltaicos.
  - <http://www.solarmax.com/>: página de las cajas de conexiones.
  - <http://www.steca.com/>: página de los reguladores.
  - <http://www.exide.com/es/es>: página de las baterías.
  - <http://www.schneider-electric.com/>: página del inversor y protecciones de marca Schneider.
  - <http://www.abb.es/>: página de las protecciones diferenciales.

- <http://www.genergy.es>: página del grupo electrógeno.
- <http://www.prysmianclub.es/>: página de los conductores.
- Otras web que se han consultado para recopilar información respecto a materiales, dimensionado, normativa y precios han sido:
  - <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/info/faq.htm>: web usada para importar la base de clima al programa de cálculo. Ofrece mapas de climas, tablas de radiación, temperaturas...
  - <http://www.solarweb.net/>: foro en el que se resuelven dudas de todo tipo. Útil para conocer marcas de equipos, normativa y esquemas de conexiones.
  - <http://desenchufados.net/>: blog tecnológico en el que se recogen noticias sobre energía, especialmente energías renovables. Útil para conocer como está la tecnología fotovoltaica actualmente en potencias instaladas, eficiencias por modulo, nuevas tecnologías...
  - <http://www.elalmacensolar.es/>, <http://www.technosun.com/>, <http://www.as-iberica.com/>, <http://www.albasolar.es>, <http://www.merkasol.com/>: han sido consultadas para obtener referencias sobre el precio en el mercado de los diferentes