

# MEMORIA TÉCNICA

---

**TÍTULO:**

**INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE  
AUTOCONSUMO EN LAS ESCUELAS DE VIOÑO EN  
VIOÑO, PIÉLAGOS (CANTABRIA)**

---

**PROMOTOR:**

**EXCMO. AYUNTAMIENTO DE PIÉLAGOS**

**2 de noviembre de 2023**



# ÍNDICE

<b>1 MEMORIA DESCRIPTIVA.....</b>	<b>3</b>
1.1 ANTECEDENTES.....	4
1.2 MARCO ENERGÉTICO ACTUAL.....	4
1.3 OBJETO .....	5
1.4 PETICIONARIO.....	5
1.5 DATOS Y EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.....	5
1.6 REGLAMENTACIÓN Y NORMAS TÉCNICAS CONSIDERADAS .....	6
1.7 SITUACIÓN ACTUAL .....	7
1.8 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN PROPUESTA .....	7
1.8.1 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO.....	7
1.8.2 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN.....	8
1.9 ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN.....	9
1.9.1 PRESUPUESTO .....	9
1.9.2 ANÁLISIS FINANCIERO SIN SUBVENCIÓN .....	10
1.9.3 ESTIMACIÓN DE LA SUBVENCIÓN.....	11
1.9.4 ANÁLISIS FINANCIERO CON SUBVENCIÓN .....	12
1.10 BENEFICIOS AMBIENTALES .....	12
<b>2 INFORME TÉCNICO .....</b>	<b>13</b>
<b>3 ANEJOS A LA MEMORIA.....</b>	<b>32</b>
3.1 FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPOS .....	33
<b>4 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.....</b>	<b>37</b>
4.1 OBJETO DEL PLIEGO .....	38
4.2 DISPOSICIONES APLICABLES.....	38
4.3 EQUIPOS Y MATERIALES .....	38
4.3.1 GENERADORES FOTOVOLTAICOS.....	38

4.3.2	ESTRUCTURA SOPORTE.....	39
4.3.3	INVERSORES.....	40
4.3.4	CONDUCTORES.....	42
4.3.5	CANALIZACIONES.....	43
4.3.6	CUADRO ELÉCTRICO Y CONTROL.....	43
4.3.7	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	45
4.4	CONDICIONES DE GARANTÍA.....	46
<b>5</b>	<b>ESTUDIO PREVIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....</b>	<b>48</b>
5.1	INTRODUCCIÓN.....	49
5.2	PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ACCION PREVENTIVA.....	49
5.3	RIESGOS ESPECÍFICOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN.....	52
5.3.1	INSTALACIÓN DE ESTRUCTURA Y MÓDULOS.....	52
5.3.2	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	54
5.3.3	MAQUINARIA, HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES.....	55
5.3.3.1	CAMIÓN GRÚA.....	56
5.3.3.2	PLATAFORMA ELEVADORA.....	59
5.3.3.3	SIERRA CIRCULAR.....	60
5.3.3.4	AMOLADORAS.....	61
5.3.3.5	TALADRADORA Y ATORNILLADOR PORTÁTIL.....	63
5.3.3.6	ESCALERA DE MANO.....	63
5.3.3.7	PASARELAS.....	65
5.3.3.8	ANDAMIOS DE BORRIQUETAS.....	65

## **1 MEMORIA DESCRIPTIVA**

## 1.1 ANTECEDENTES

La energía solar permite un notable ahorro económico, además de una considerable reducción de la emisión de agentes contaminantes, en particular de dióxido de carbono. De esta manera la energía eléctrica producida en la instalación fotovoltaica llevaría asociado un autoconsumo de electricidad procedente de fuentes renovables.

Para conocer los beneficios económicos y ambientales que produciría la utilización de estas tecnologías de generación, es necesario realizar un estudio de consumos de energía eléctrica y analizar los beneficios que supone la instalación de energía solar fotovoltaica de autoconsumo, dando una estimación de la reducción de la factura de suministro eléctrico, así como de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Es por esto que se solicita la redacción de la presente memoria para promover el uso de la energía solar fotovoltaica de autoconsumo.

## 1.2 MARCO ENERGÉTICO ACTUAL

El actual marco energético, condicionado por el uso de combustibles fósiles y el latente cambio climático ligado a la creciente demanda de energía por parte de los consumidores, está propiciando el fomento y la búsqueda de nuevas formas de generación de energía, con las que tratar de frenar o paliar en mayor o menor medida la dinámica actual de producción de energía eléctrica, reducir las emisiones contaminantes, así como también la dependencia de energía eléctrica procedente de la red eléctrica.

Las energías renovables se encuentran a la cabeza de las soluciones propuestas por los diferentes estamentos internacionales para alcanzar la meta de la producción de energía limpia y duradera.

Partiendo de estas premisas, se pretende llevar a cabo la ejecución de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo (de acuerdo con el artículo 4 del Real Decreto 244/2019 del 5 abril) con la que generar corriente eléctrica a través de la conversión de radiación solar en electricidad empleando módulos solares fotovoltaicos.

### 1.3 OBJETO

La redacción de esta Memoria tiene como objeto la descripción de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 6,9 kWp conectada a la red interior de las Escuelas de Vioño en Vioño para su presentación ante la Alcaldía del Ayuntamiento de Piélagos.

### 1.4 PETICIONARIO

- PROMOTOR: Ayuntamiento de Piélagos
- DOMICILIO SOCIAL/FISCAL: Avda. Luis de la Concha, 66, 39470 Renedo de Piélagos (Cantabria)

### 1.5 DATOS Y EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

- COORDENADAS UTM: 421.177 4.801.381 (Huso 30)
- REFERENCIA CATASTRAL: 1316103VP2011N0001JD
- CUPS DE SUMINISTRO: ES0027700018582001ER0F
- DIRECCIÓN: Barrio San Vicente 14, 39479 Vioño, Piélagos (Cantabria)



## **1.6 REGLAMENTACIÓN Y NORMAS TÉCNICAS CONSIDERADAS**

Para la confección del presente documento, se han tenido en cuenta todos los reglamentos en vigor que le sean de aplicación específica, entre otros, los siguientes:

- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 1663/2000 de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Decreto 842/2.002 de 2 de agosto, publicado en el BOE N° 224, de fecha 18 de septiembre de 2.002) e instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 314/2.006 del 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Así como sus modificaciones.
- Pliego de condiciones técnicas del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (I.D.A.E.) para instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red (Año 2.002).

- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 9 de marzo de 1971 (OSHT).
- Ley de Protección del Ambiente Atmosférico (LPAA).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Y cuantas normativas vigentes le sean de aplicación específica.

## **1.7 SITUACIÓN ACTUAL**

El titular está acogido a una tarifa eléctrica 2.0TD (mercado libre de BT) y cuenta con una potencia contratada de 14,49 kW en todos los periodos, en trifásica.

Del análisis de la factura, el consumo medio anual es de unos 6.433 kWh.

Para minimizar los consumos y contribuir a la mejora ambiental se estudia la posibilidad de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo.

## **1.8 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN PROPUESTA**

### **1.8.1 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO**

La conversión de la luz en electricidad se lleva a cabo a través de las células fotovoltaicas, obleas de silicio de alta pureza, que una vez transformadas en semiconductores por procedimientos físico-químicos de avanzada tecnología, se conectan entre si mediante conductores de corriente; encapsulándose a continuación para protegerlas del medio ambiente y obteniéndose entonces el módulo solar fotovoltaico, que convierte directamente la luz en electricidad.



La energía producida en los módulos se transporta hasta el inversor(es) senoidales DC/AC, que hacen la conversión de la corriente continua DC a alterna a 400 VAC con un alto rendimiento (>96%).

Toda la energía producida por el campo solar se transportará hasta el inversor(es), y la salida de este se inyectará a la red interior de la edificación. La producción, obviamente, solo se dará en horas diurnas.

El excedente de energía producido por el sistema solar será vertido a la red trifásica (400 V / 3F+N) perteneciente a la compañía Eléctrica, compensándose el excedente en la factura del mes siguiente al precio del mercado, o bien pactado entre la comercializadora y el usuario.

La potencia máxima del vertido será la del inversor de 6 kW.

## 1.8.2 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

### ***Generación solar***

La instalación solar está formada por 15 módulos solares monocristalinos bifaciales de 460 W de potencia unitaria, siendo la potencia pico del conjunto 6.900 Wp.

El conjunto de módulos se coloca en la cubierta del edificio mediante estructura coplanar y tornillería de acero inoxidable.

En los anejos se incluyen las fichas técnicas de los módulos escogidos.

### ***Inversor DC/AC***

La transformación de la corriente continua DC procedente de los módulos en corriente alterna AC se lleva a cabo en un inversor trifásico de 6 kW. Se conectan 15 módulos solares de 460 W de forma que llegue 1 alineación de módulos en serie (strings) de 15 unidades.

El inversor incluye comunicación remota mediante RS485, Ethernet, y opcionalmente Wifi. Esta monitorización proporciona información en tiempo real del estado de la instalación, incluyendo la producción unitaria del campo de módulos solares.

En los anejos se incluye la ficha técnica del inversor solar escogido.

## **Estructura**

La cubierta donde se colocarán los módulos es una cubierta inclinada, por tanto, se utilizará una estructura coplanar de aluminio y tornillería de acero inoxidable. El ángulo de inclinación de la cubierta se estima en unos 23° y la orientación 23° Sureste.



## **1.9 ANALISIS DE LA INVERSIÓN**

En este apartado se incluye un análisis de la viabilidad económica de la instalación que se pretende materializar.

Para definir la inversión es necesario determinar el coste económico de la instalación de generación, que, según criterios de mercado, oferta y disponibilidad, se han seleccionado módulos fotovoltaicos de 460 vatios, requiriendo 15 unidades para alcanzar una potencia pico instalada de 6.900 Wp y un inversor trifásico de 6 kW.

### **1.9.1 PRESUPUESTO**

DESCRIPCIÓN	Nº
Módulo fotovoltaico Leapton de 460 Wp o equivalente para conexión a red. 25 años de garantía 80% en producción.	15
Estructura para módulos solares fotovoltaicos fabricada en aluminio especial para tejado y tornillería de acero inoxidable.	1
Inversor de conexión a red trifásico Solis o equivalente de 6 kW. Incluyendo monitorización de la energía.	1
Material para montaje <i>Cable eléctrico.</i> <i>Armario eléctrico.</i> <i>Fusibles DC.</i> <i>Interruptor automático magnetotérmico y diferencial.</i>	1
Instalación y montaje <i>Mano de obra técnico especialista y ayudante, incluyendo desplazamiento y dietas.</i> <i>Porte de equipos.</i>	1
Tramitación de ayudas, Certificado de instalación y Homologación en DGI.	1

**SUBTOTAL (IVA no incluido)**

**7.590,00 €**

### 1.9.2 ANÁLISIS FINANCIERO SIN SUBVENCIÓN

La realización de la instalación solar fotovoltaica de 6.900 Wp tiene un presupuesto de ejecución que asciende a la cantidad de SIETE MIL QUINIENTOS NOVENTA EUROS (7.590,00 €), teniendo en cuenta que el proyecto tiene una vida útil de 25 años y considerando que el precio actual de la energía es de 0,13 €/kWh, la inversión tiene un periodo de recuperación de 9 años.

### 1.9.3 ESTIMACIÓN DE LA SUBVENCIÓN

El 29 de junio de 2021 fue aprobado por el Consejo de Ministros, a propuesta del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, el Real Decreto 477/2021 por el que se aprueba la concesión directa a las comunidades autónomas y a las ciudades de Ceuta y Melilla de ayudas para la ejecución de diversos programas de incentivos ligados al autoconsumo y al almacenamiento, con fuentes de energía renovable, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. Las solicitudes de ayuda correspondientes podrán cursarse hasta el 31 de diciembre de 2023, en la forma establecida la convocatoria (Orden IND/20/2022, de 6 de abril).

La convocatoria comprende 6 programas de incentivos, particularmente para el caso de esta instalación, sería de aplicable el siguiente:

*Programa de incentivos 4: Realización de instalaciones de autoconsumo, con fuentes de energía renovable, el sector residencial, las administraciones públicas y el tercer sector, con o sin almacenamiento.*

La estimación de subvención de una instalación con las características descritas en este presupuesto se muestra en la siguiente tabla:

<p><b>Información GENERAL</b></p> <p>MUNICIPIO DONDE SE REALIZA LA ACTUACIÓN: PIÉLAGOS</p> <p>SECTOR DONDE SE DESARROLLA LA ACTUACIÓN: TERCER SECTOR Y ADMINISTRACIONES PÚBLICAS</p>	<p><b>Costes ELEGIBLES</b></p> <p>COSTE ELEGIBLE TOTAL DE GENERACIÓN: 7590,00 €</p> <p>COSTE ELEGIBLE TOTAL DE ALMACENAMIENTO: 0,00 €</p>
<p><b>Instalación de GENERACIÓN / ALMACENAMIENTO</b></p> <p>TIPOLOGÍA DE INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO RENOVABLE: FOTOVOLTAICA</p> <p>POTENCIA DE GENERACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO: 6,9 kWp</p> <p>INSTALACIÓN AISLADA DE LA RED: NO</p> <p>INCORPORACIÓN DE SISTEMA DE ALMACENAMIENTO: NO</p> <p>CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO: 0,0 kWh</p>	<p><b>Autoconsumo COLECTIVO</b></p> <p>INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO COLECTIVO: NO</p>
<p><b>Retirada de AMIANTO / Instalación de MARQUESINAS</b></p> <p>RETIRADA DE AMIANTO: NO</p> <p>INSTALACIÓN DE MARQUESINAS: NO</p> <p><small>** Las ayudas aplicables sobre actuaciones complementarias serán aplicables siempre y cuando el porcentaje de potencia instalada sobre marquesina, o sobre la superficie de la cual se ha eliminado amianto, suponga, al menos, el 50 por ciento de la potencia de la instalación de generación realmente instalada.</small></p>	<p><b>Importe de la AYUDA</b></p> <p>AYUDA TOTAL PARA GENERACIÓN*: 6.900,00€</p> <p>AYUDA TOTAL PARA ALMACENAMIENTO*: 0,00€</p> <p><b>AYUDA TOTAL*: 6.900,00 € (90,9%)</b></p> <p><small>* Importes de ayuda obtenidos de acuerdo al Anexo III del Real Decreto 477/2021, de 29 de junio. Estos valores llenen carácter meramente informativo, en ningún caso son vinculantes. Sujetos a posibles modificaciones.</small></p>

El importe de la subvención es una estimación orientativa en función del RD477/2021. En ningún caso se garantiza la concesión de la subvención, ya que está sujeta a ciertos requisitos y a la disponibilidad de fondos. Se recomienda tomar una decisión de inversión sin considerar esta ayuda, ya que su obtención no está garantizada.

#### 1.9.4 ANÁLISIS FINANCIERO CON SUBVENCIÓN

Para el desarrollo de este análisis se ha previsto la obtención de una subvención, que supone la cantidad de **6.900,00 €** y representa un 90% del presupuesto de ejecución de la instalación. Teniendo en cuenta esto y lo citado en la hipótesis anterior, en este caso la inversión tiene un periodo de recuperación de unos 10 meses.

### 1.10 BENEFICIOS AMBIENTALES

La realización de la instalación solar fotovoltaica supone un ahorro de **49 tCO<sub>2</sub>**, por tanto, tendrá un efecto positivo en el medio ambiente por la contribución a la descarbonización de la economía y la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmosfera.

Además de los mencionados beneficios ambientales se obtendrán otros, como la contribución en la transición energética en las comunidades, como la climatización, la eficiencia, la generación con renovables o la movilidad eléctrica, podrían estar en manos de la ciudadanía, aumentando su empoderamiento energético, su concienciación sobre el consumo responsable y su apoyo a la sostenibilidad ambiental.

## **2 INFORME TÉCNICO**

# PVsyst - Informe de simulación

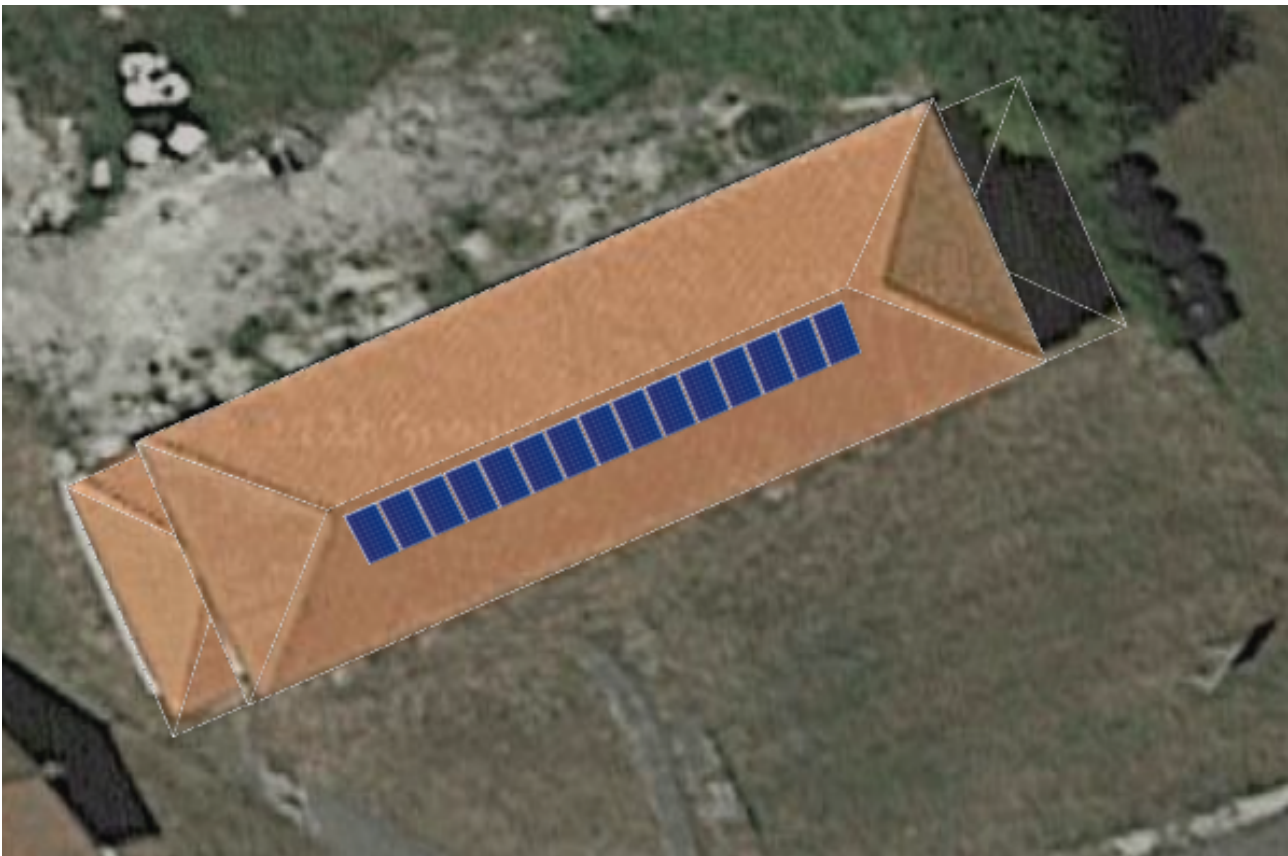
## Sistema conectado a la red

---

Proyecto: Ayuntamiento Piélagos\_Escuelas Vioño

Potencia del sistema: 6.90 kWp

Escuelas Vioño - Spain





**PVsyst V7.2.8**

VCO, Fecha de simulación:  
31/10/23 16:06  
con v7.2.8

**Resumen del proyecto**

<p><b>Sitio geográfico</b> Escuelas Vioño España</p> <p><b>Datos meteo</b> Escuelas Vioño PVGIS api TMY</p>	<p><b>Situación</b></p> <p>Latitud 43.36 °N Longitud -3.97 °W Altitud 0 m Zona horaria UTC</p>	<p><b>Configuración del proyecto</b></p> <p>Albedo 0.20</p>
---	--	---

**Resumen del sistema**

<p><b>Sistema conectado a la red</b></p> <p><b>Sombreados cercanos</b> Sombreados lineales</p> <p><b>Información del sistema</b> <b>Conjunto FV</b> Núm. de módulos 15 unidades Pnom total 6.90 kWp</p>	<p><b>Necesidades del usuario</b> Ext. definida como archivo Horaria PVSyst Escuelas Vioño.csv</p> <p><b>Inversores</b> Núm. de unidades 1 Unidad Pnom total 6.00 kWca Proporción Pnom 1.150</p>	<p><b>Orientación campo FV</b> Plano fijo Inclinación/Azimut 23 / -23 °</p>
---	--	---

**Resumen de resultados**

Energía producida	8.21 MWh/año	Producción específica	1189 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	79.95 %
Energía usada	6.45 MWh/año			Fracción solar (SF)	41.32 %

**Tabla de contenido**

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del conjunto FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	4
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	5
Resultados principales	6
Diagrama de pérdida	7
Gráficos especiales	8
Evaluación P50 - P90	9
Costo del sistema	10
Análisis financiero	11
Balance de emisiones de CO <sub>2</sub>	18





**PVsyst V7.2.8**

VCO, Fecha de simulación:  
31/10/23 16:06  
con v7.2.8

**Parámetros generales**

**Sistema conectado a la red**

**Orientación campo FV**

**Orientación**

Plano fijo  
Inclinación/Azimut 23 / -23 °

**Configuración de cobertizos**

**Horizonte**

Altura promedio 4.8 °

**Modelos usados**

Transposición Perez  
Difuso Importado  
Circunsolar separado

**Sombreados cercanos**

Sombreados lineales

**Necesidades del usuario**

Ext. definida como archivo  
Horaria PVsyst Escuelas Vioño.csv

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año	
165	246	271	579	596	569	614	659	666	662	691	731	6450	kWh

**Características del conjunto FV**

**Módulo FV**

Fabricante Lepton  
Modelo LP180\*180-M-60-MH  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 460 Wp  
Número de módulos FV 15 unidades  
Nominal (STC) 6.90 kWp  
Módulos 1 Cadena x 15 En series

**En cond. de funcionam. (50°C)**

Pmpp 6.42 kWp  
U mpp 487 V  
I mpp 13 A

**Potencia FV total**

Nominal (STC) 7 kWp  
Total 15 módulos  
Área del módulo 32.5 m²

**Inversor**

Fabricante Solis  
Modelo S5-GR3P6K  
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 6.00 kWca  
Número de inversores 1 unidad  
Potencia total 6.0 kWca  
Voltaje de funcionamiento 160-1000 V  
Proporción Pnom (CC:CA) 1.15

**Potencia total del inversor**

Potencia total 6 kWca  
Núm. de inversores 1 Unidad  
Proporción Pnom 1.15

**Pérdidas del conjunto**

**Pérdidas de suciedad del conjunto**

Frac. de pérdida 3.0 %

**Factor de pérdida térmica**

Temperatura módulo según irradiancia  
Uc (const) 20.0 W/m²K  
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

**Pérdidas de cableado CC**

Res. conjunto global 603 mΩ  
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

**Pérdida diodos serie**

Caída de voltaje 0.7 V  
Frac. de pérdida 0.1 % en STC

**LID - Degradación Inducida por Luz**

Frac. de pérdida 2.0 %

**Pérdida de calidad módulo**

Frac. de pérdida 3.0 %

**Pérdidas de desajuste de módulo**

Frac. de pérdida 2.0 % en MPP

**Pérdidas de desajuste de cadenas**

Frac. de pérdida 0.1 %

**Factor de pérdida IAM**

Efecto de incidencia (IAM): Vidrio liso Fresnel, n = 1.526

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.998	0.981	0.948	0.862	0.776	0.636	0.403	0.000



PVsyst V7.2.8

VCO, Fecha de simulación: 31/10/23 16:06 con v7.2.8

Definición del horizonte

Horizon from PVGIS website API, Lat=43°21'40', Long=-3°58'21', Alt=0m

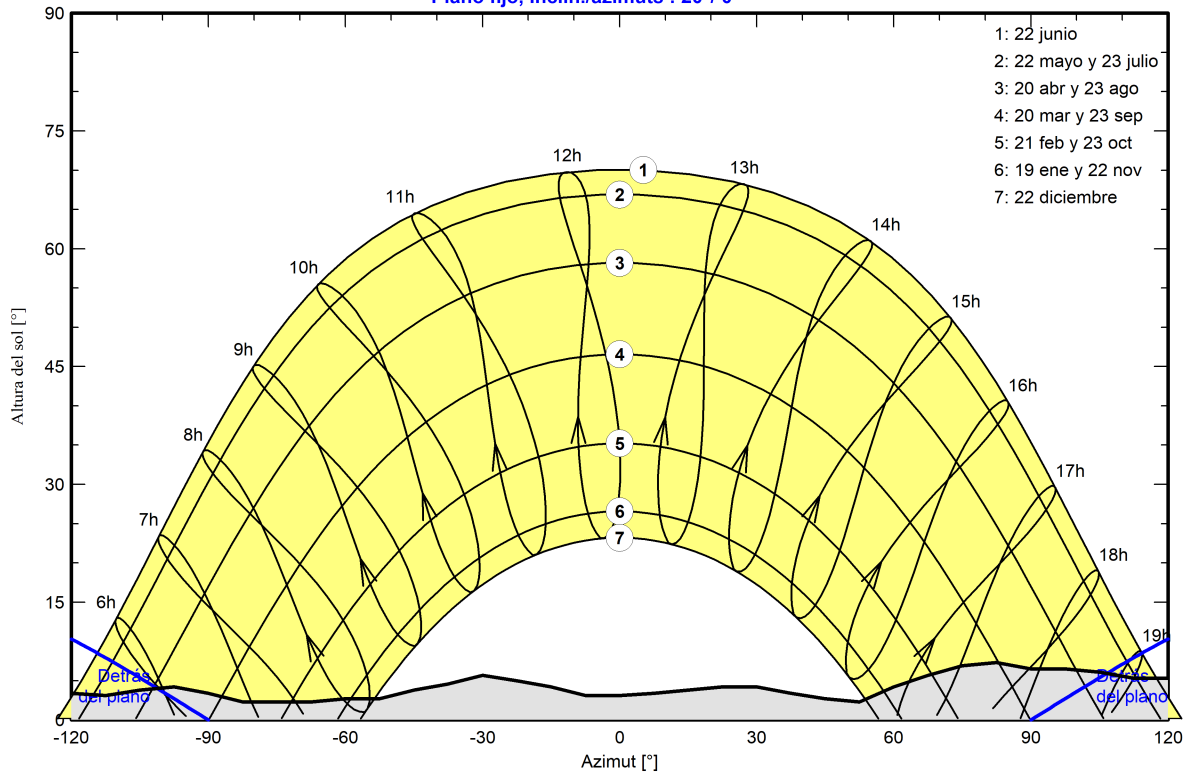
Altura promedio 4.8 ° Factor Albedo 0.81
Factor difuso 0.98 Fracción de albedo 100 %

Perfil del horizonte

Table with 13 columns and 6 rows showing Azimut and Altura values for different directions.

Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)

Plano fijo, Inclín./azimuts : 20°/ 0°





PVsyst V7.2.8

VCO, Fecha de simulación:  
31/10/23 16:06  
con v7.2.8

Parámetro de sombreados cercanos

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante

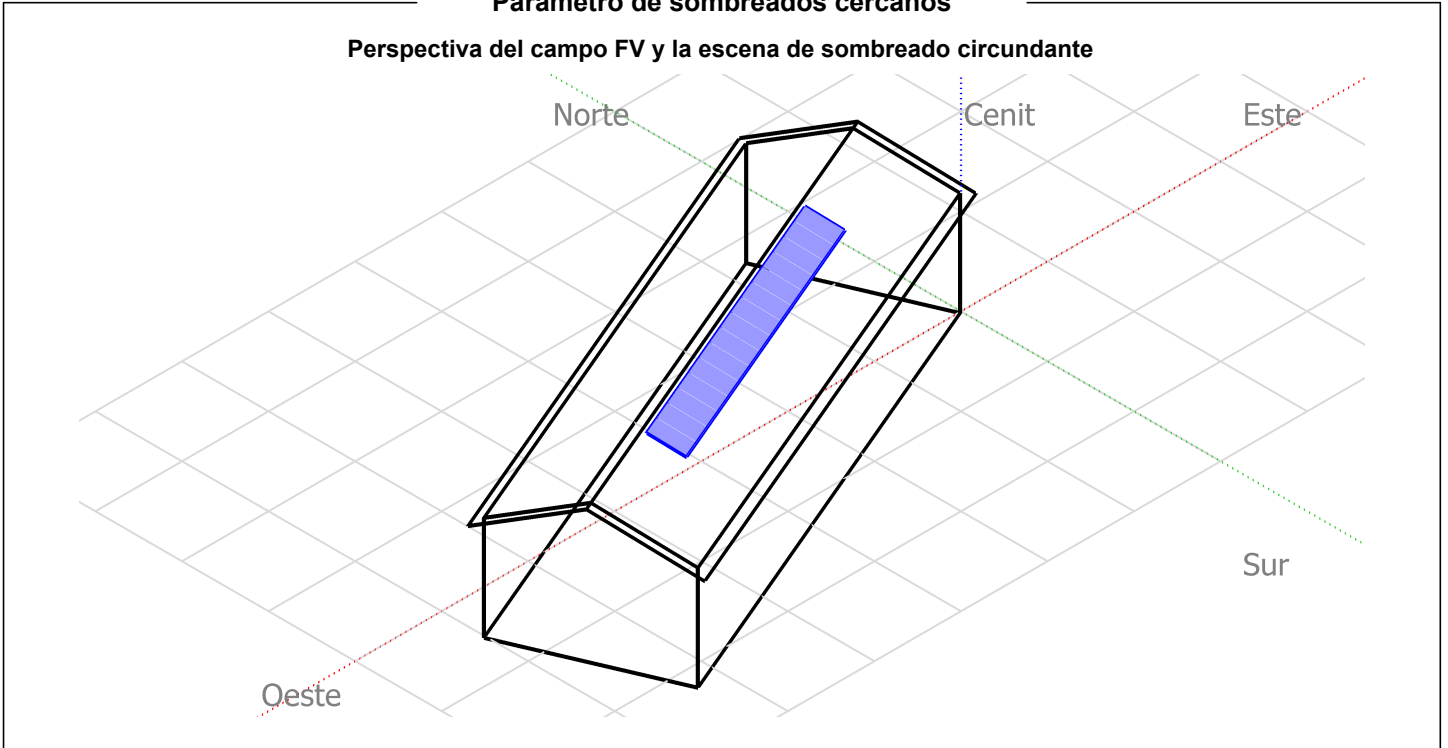
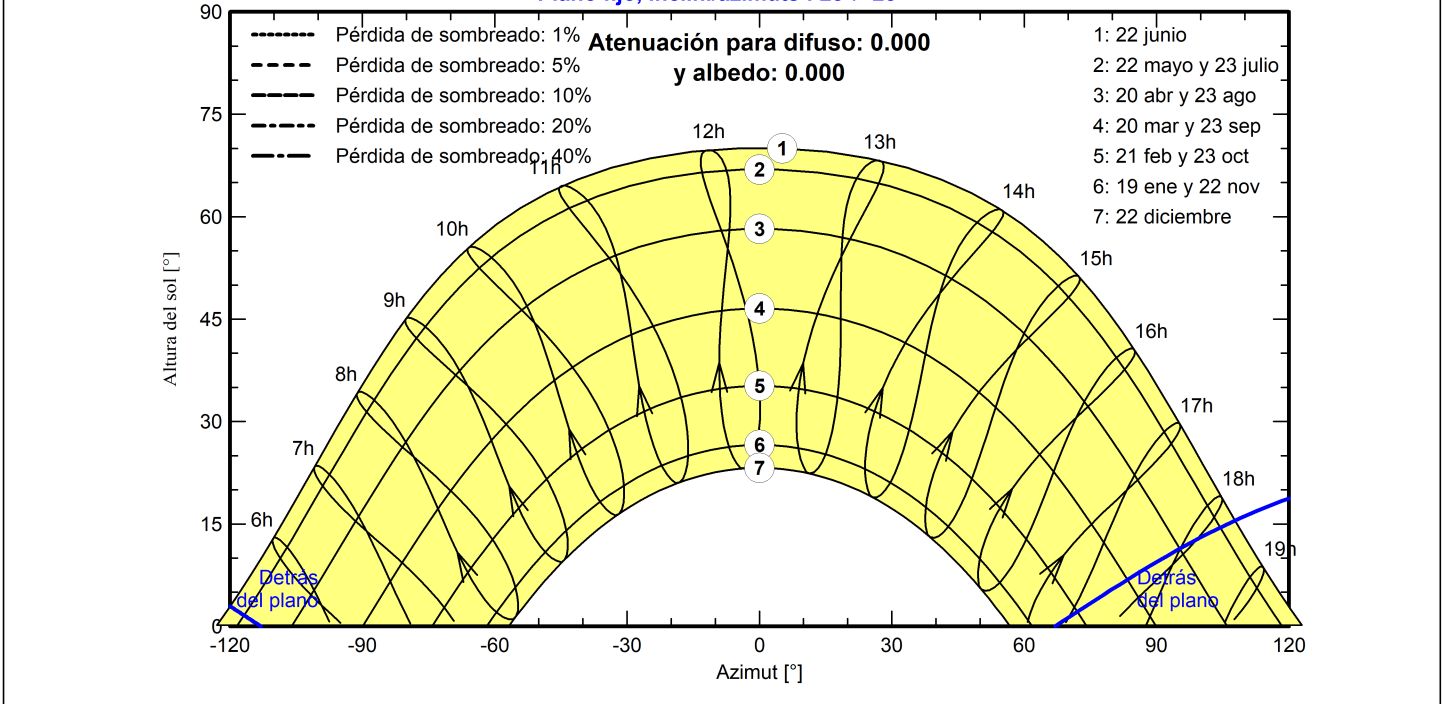


Diagrama de iso-sombreados

Ayuntamiento Piélagos\_Escuelas Vioño - Hora Legal

Plano fijo, Incl./azimuts : 23°/-23°





**PVsyst V7.2.8**

VCO, Fecha de simulación:  
31/10/23 16:06  
con v7.2.8

**Resultados principales**

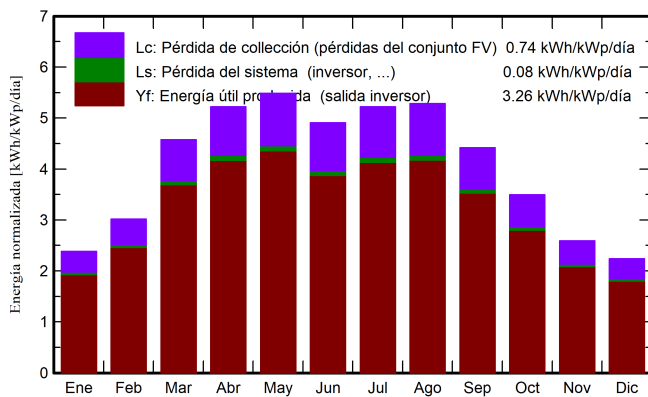
**Producción del sistema**

Energía producida	8.21 MWh/año	Producción específica	1189 kWh/kWp/año
Energía usada	6.45 MWh/año	Proporción de rendimiento (PR)	79.95 %
		Fracción solar (SF)	41.32 %

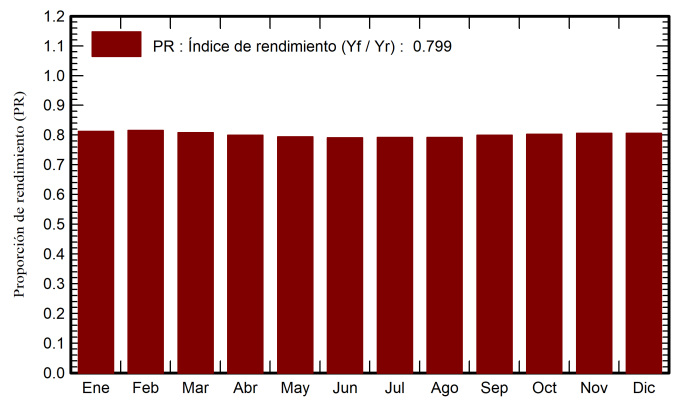
**Evaluación económica**

<b>Inversión</b>		<b>Costo anual</b>		<b>LCOE</b>	
Global	7590.00 EUR	Anualidades	0.00 EUR/año	Costo energético	0.07 EUR/kWh
Específico	1.10 EUR/Wp	Costos de func.	265.21 EUR/año		
		Período de recuperación	9.0 años		

**Producciones normalizadas (por kWp instalado)**



**Proporción de rendimiento (PR)**



**Balances y resultados principales**

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_User	E_Solar	E_Grid	EFrGrid
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh
<b>Enero</b>	49.3	24.84	9.00	73.8	68.1	0.424	0.165	0.034	0.379	0.131
<b>Febrero</b>	63.3	30.07	9.46	84.6	78.7	0.488	0.246	0.074	0.402	0.172
<b>Marzo</b>	116.7	51.92	11.37	141.7	132.7	0.808	0.271	0.106	0.684	0.165
<b>Abril</b>	141.8	61.47	13.95	156.6	146.8	0.884	0.579	0.318	0.546	0.261
<b>Mayo</b>	164.5	70.56	15.39	170.1	159.7	0.954	0.596	0.315	0.618	0.281
<b>Junio</b>	148.8	70.07	15.61	147.2	137.6	0.824	0.569	0.305	0.499	0.265
<b>Julio</b>	158.3	77.58	17.22	161.8	151.6	0.905	0.614	0.305	0.579	0.309
<b>Agosto</b>	153.1	69.32	18.90	163.8	153.7	0.915	0.659	0.310	0.585	0.349
<b>Septiembre</b>	114.7	57.86	16.13	132.6	123.9	0.748	0.666	0.296	0.436	0.371
<b>Octubre</b>	84.5	40.80	16.02	108.3	101.2	0.614	0.662	0.219	0.381	0.443
<b>Noviembre</b>	53.0	25.55	13.66	77.7	72.0	0.443	0.691	0.211	0.221	0.480
<b>Diciembre</b>	45.1	23.00	10.60	69.4	63.6	0.396	0.731	0.173	0.212	0.558
<b>Año</b>	1293.0	603.04	13.97	1487.6	1389.7	8.402	6.450	2.665	5.541	3.785

**Leyendas**

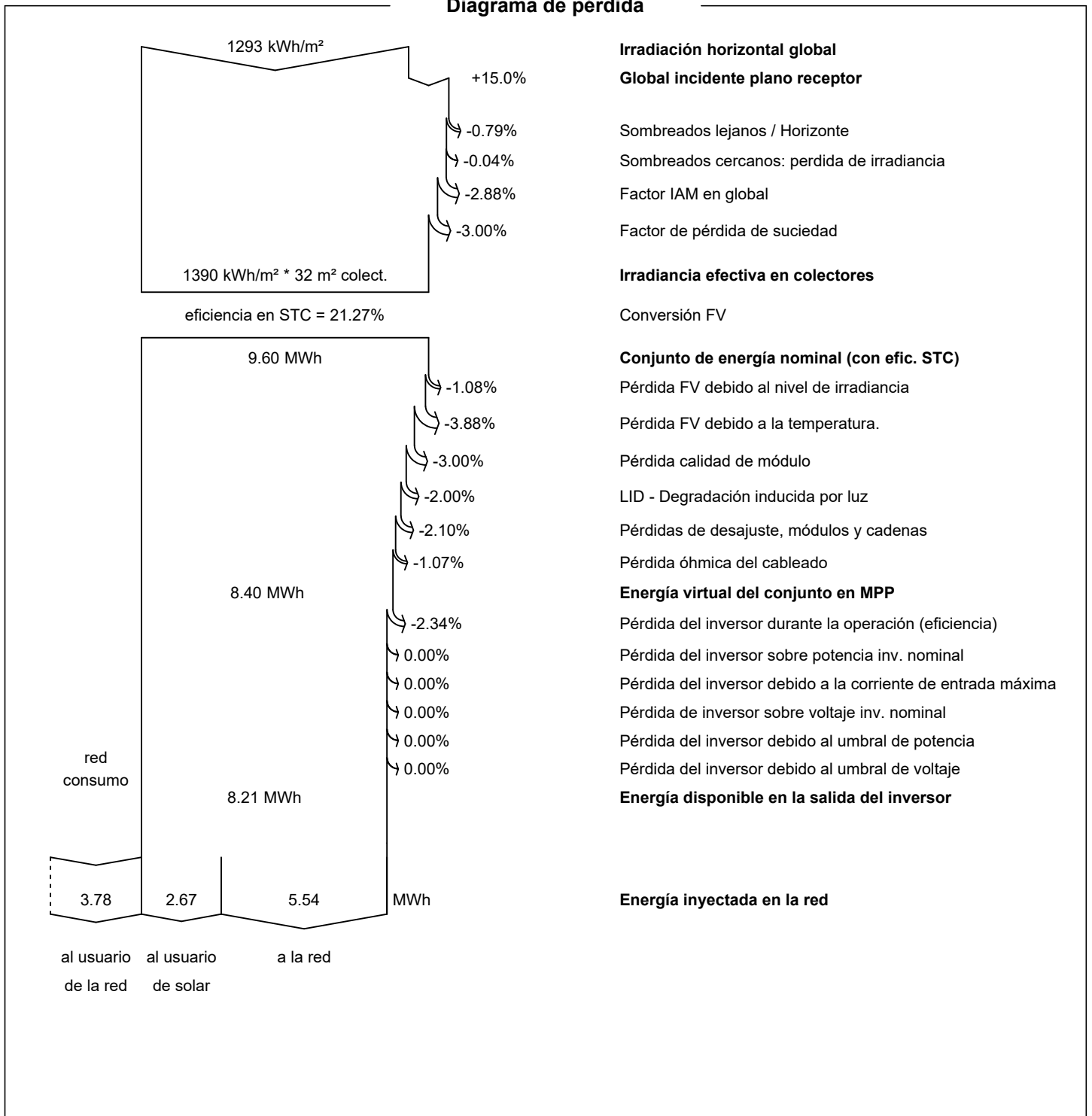
GlobHor	Irradiación horizontal global	EArray	Energía efectiva a la salida del conjunto
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	E_User	Energía suministrada al usuario
T_Amb	Temperatura ambiente	E_Solar	Energía del sol
GlobInc	Global incidente plano receptor	E_Grid	Energía inyectada en la red
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	EFrGrid	Energía de la red



PVsyst V7.2.8

VCO, Fecha de simulación:  
31/10/23 16:06  
con v7.2.8

Diagrama de pérdida



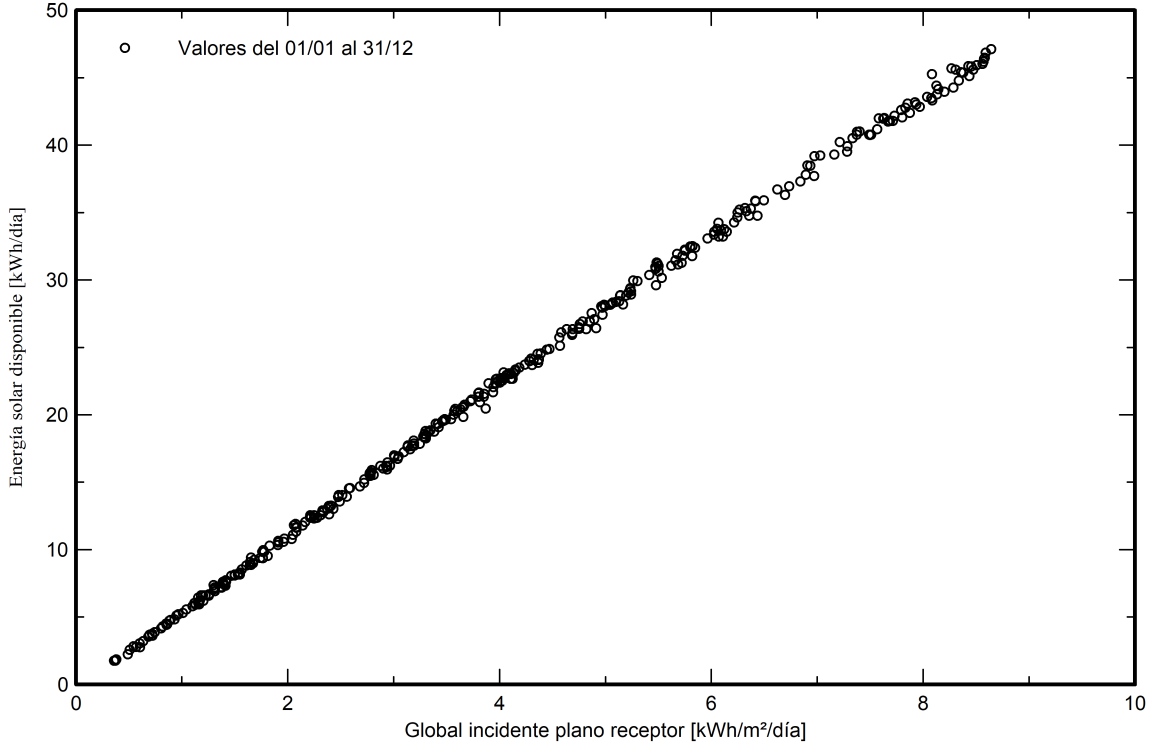


**PVsyst V7.2.8**

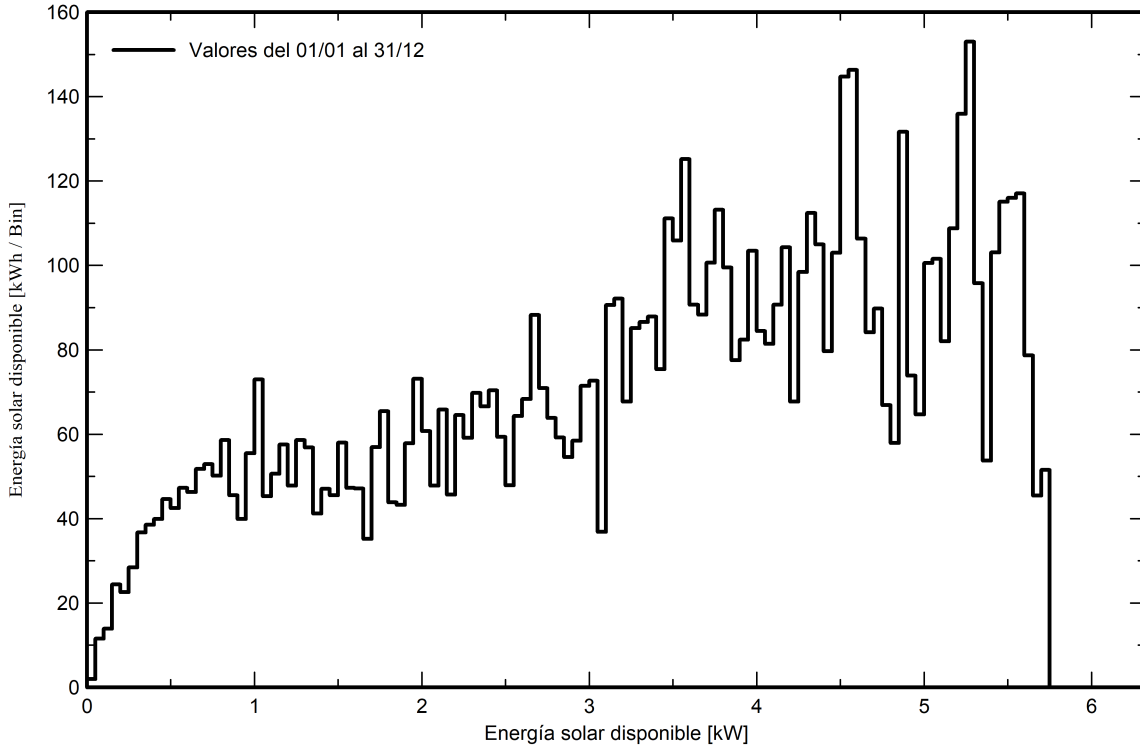
VCO, Fecha de simulación:  
31/10/23 16:06  
con v7.2.8

**Gráficos especiales**

**Diagrama entrada/salida diaria**



**Distribución de potencia de salida del sistema**





**PVsyst V7.2.8**

VCO, Fecha de simulación:  
31/10/23 16:06  
con v7.2.8

**Evaluación P50 - P90**

**Datos meteo**

Fuente PVGIS api TMY  
Tipo TMY, multianual  
Variabilidad año a año (Varianza) 5.3 %

**Desviación especificada**

Cambio climático 0.0 %

**Variabilidad global (meteo y sistema)**

Variabilidad (Suma cuadrática) 5.6 %

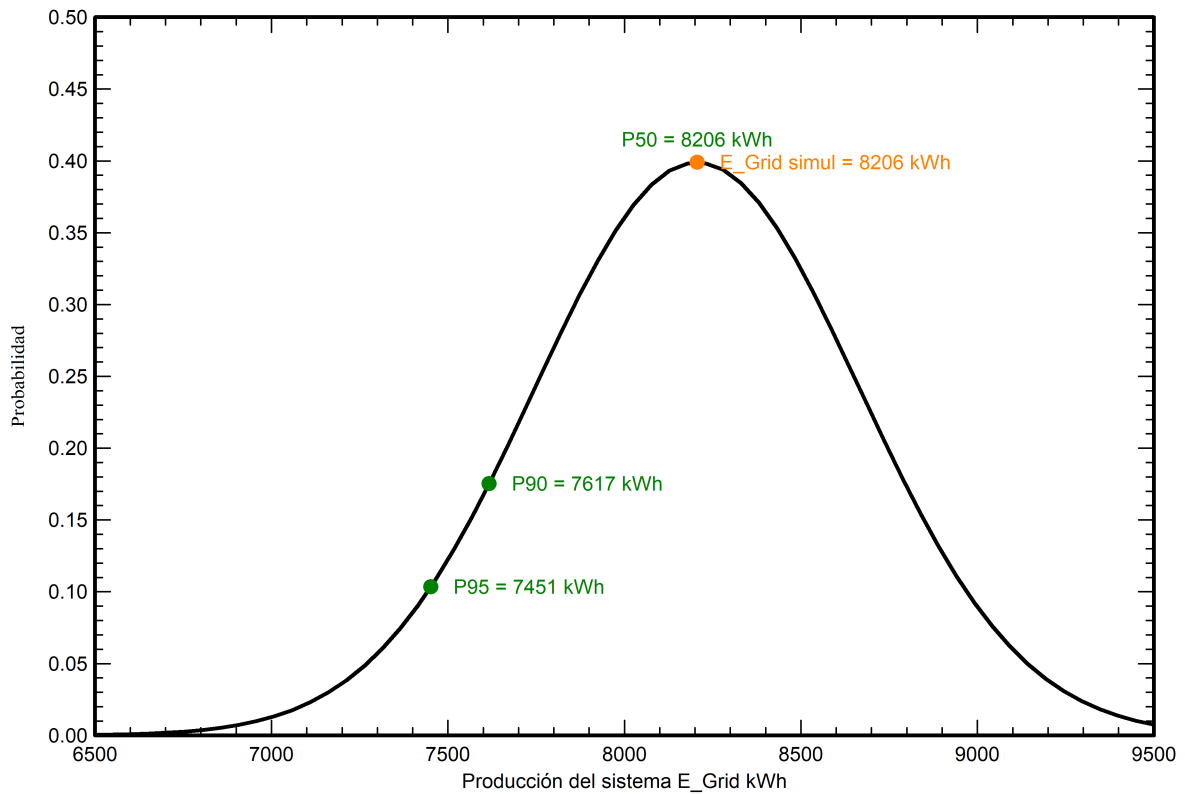
**Incertidumbres sobre la simulación y los parámetros**

Modelado/parámetros del módulo FV 1.0 %  
Incertidumbre eficiencia inversor 0.5 %  
Incertidumbres de suciedad y desajuste 1.0 %  
Incertidumbre de degradación 1.0 %

**Probabilidad de producción anual**

Variabilidad 459 kWh  
P50 8206 kWh  
P90 7617 kWh  
P95 7451 kWh

**Distribución de probabilidad**





**PVsyst V7.2.8**

VCO, Fecha de simulación:  
31/10/23 16:06  
con v7.2.8

**Costo del sistema**

**Costes de instalación**

Artículo	Cantidad unidades	Costo EUR	Total EUR
Módulos FV			
LP180*180-M-60-MH	15	138.00	2070.00
Inversores			
S5-GR3P6K	1	2070.00	2070.00
Otros componentes			
Accesorios, sujetadores	1	828.00	828.00
Cableado	1	897.00	897.00
Instalación			
Costo de instalación global por módulo	15	23.00	345.00
Costo de instalación global por inversor	1	345.00	345.00
Transporte	1	345.00	345.00
Ajustes	1	345.00	345.00
Conexión a la red	1	345.00	345.00
<b>Total</b>			<b>7590.00</b>
Activo amortizable			4968.00

**Costos de operación**

Artículo	Total EUR/año
Mantenimiento	
Limpieza	207.00
<b>Total (OPEX)</b>	<b>207.00</b>
Incluyendo inflación (2.00%)	265.21

**Resumen del sistema**

Costo total de instalación	7590.00 EUR
Costos de operación (Incl. inflación 2.00%/año)	265.21 EUR/año
Energía no utilizada	2665 kWh/año
Energía vendida a la red	5541 kWh/año
Costo de la energía producida (LCOE)	0.069 EUR/kWh





**PVsyst V7.2.8**

VCO, Fecha de simulación:  
31/10/23 16:06  
con v7.2.8

**Análisis financiero**

**Período de simulación**

Vida del proyecto 25 años Año de inicio 2024

**Variación del ingreso a lo largo del tiempo**

Inflación 2.00 %/año  
Variación de producción (envejecimiento) 0.00 %/año  
Tasa de descuento 0.00 %/año

**Gastos dependientes de ingresos**

Tasa de impuesto sobre la renta 0.00 %/año  
Otro impuesto sobre la renta 0.00 %/año  
Dividendos 0.00 %/año

**Amortización**

Activos amortizables 4968.00 EUR  
Valor de rescate 0.00 EUR  
Total canjeable 4968.00 EUR  
Período de amortización 20 años

**Financiamiento**

Fondos propios 7590.00 EUR

**Venta de electricidad**

Tarifa de alimentación 0.1300 EUR/kWh  
Duración de la garantía de tarifas 25 años  
Impuesto de conexión anual 0.00 EUR/kWh  
Variación de tarifa anual 0.0 %/año  
Reducción de tarifa de alimentación después de la garantía 50.00 %

**Autoconsumo**

Tarifa de consumo 0.1300 EUR/kWh  
Evolución de tarifas 0.0 %/año

**Retorno de la inversión**

Período de recuperación 9.0 años  
Valor presente neto (VPN) 12448.89 EUR  
Retorno de la inversión (ROI) 164.0 %



PVsyst V7.2.8

VCO, Fecha de simulación:  
31/10/23 16:06  
con v7.2.8

**Análisis financiero**

**Resultados económicos detallados (EUR)**

	Venta de electricidad	Costos de func.	Subsidio de amortización	Ingreso imponible	Impuestos	Beneficio después de impuestos	Ahorro de autoconsumo	Cumul lucro	% amorti.
2024	720	207	248	265	0	513	346	-6730	11.3%
2025	720	211	248	261	0	509	346	-5875	22.6%
2026	720	215	248	257	0	505	346	-5023	33.8%
2027	720	220	248	252	0	501	346	-4176	45.0%
2028	720	224	248	248	0	496	346	-3333	56.1%
2029	720	229	248	243	0	492	346	-2495	67.1%
2030	720	233	248	239	0	487	346	-1662	78.1%
2031	720	238	248	234	0	483	346	-833	89.0%
2032	720	243	248	229	0	478	346	-8	99.9%
2033	720	247	248	225	0	473	346	811	110.7%
2034	720	252	248	220	0	468	346	1626	121.4%
2035	720	257	248	215	0	463	346	2435	132.1%
2036	720	263	248	209	0	458	346	3239	142.7%
2037	720	268	248	204	0	453	346	4038	153.2%
2038	720	273	248	199	0	447	346	4832	163.7%
2039	720	279	248	193	0	442	346	5620	174.0%
2040	720	284	248	188	0	436	346	6403	184.4%
2041	720	290	248	182	0	430	346	7179	194.6%
2042	720	296	248	176	0	425	346	7951	204.8%
2043	720	302	248	170	0	419	346	8716	214.8%
2044	720	308	0	413	0	413	346	9475	224.8%
2045	720	314	0	407	0	407	346	10228	234.8%
2046	720	320	0	400	0	400	346	10975	244.6%
2047	720	326	0	394	0	394	346	11715	254.3%
2048	720	333	0	387	0	387	346	12449	264.0%
<b>Total</b>	<b>18008</b>	<b>6630</b>	<b>4968</b>	<b>6409</b>	<b>0</b>	<b>11377</b>	<b>8662</b>	<b>12449</b>	<b>264.0%</b>

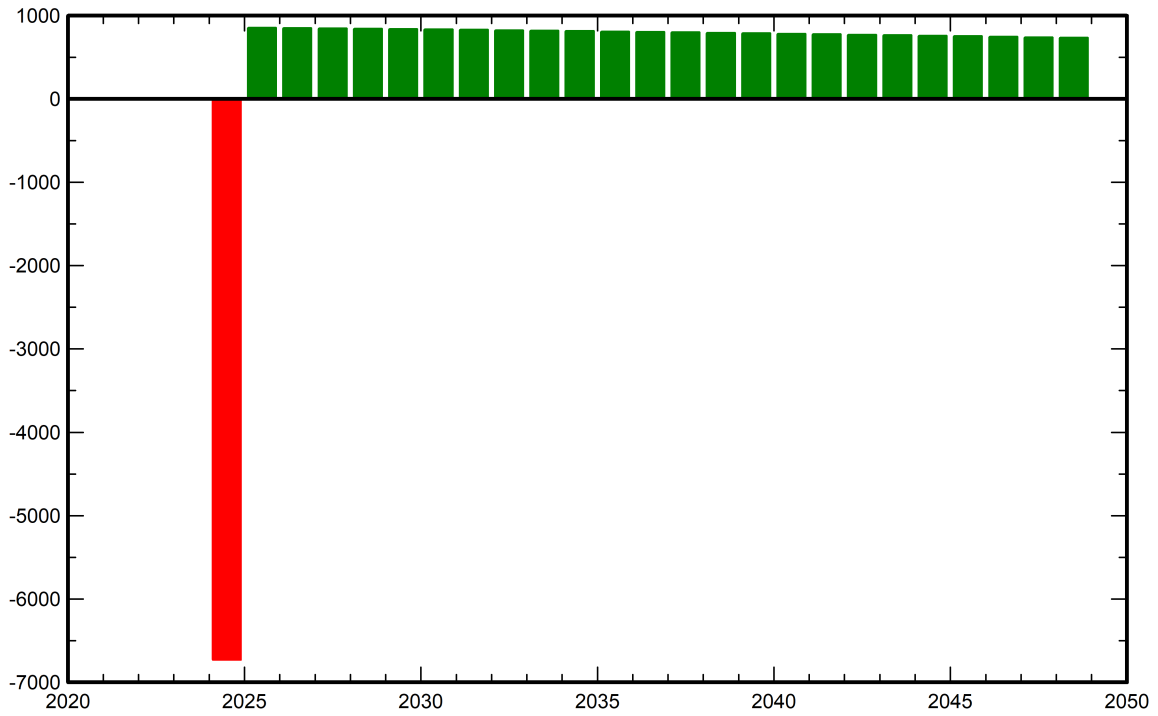


PVsyst V7.2.8

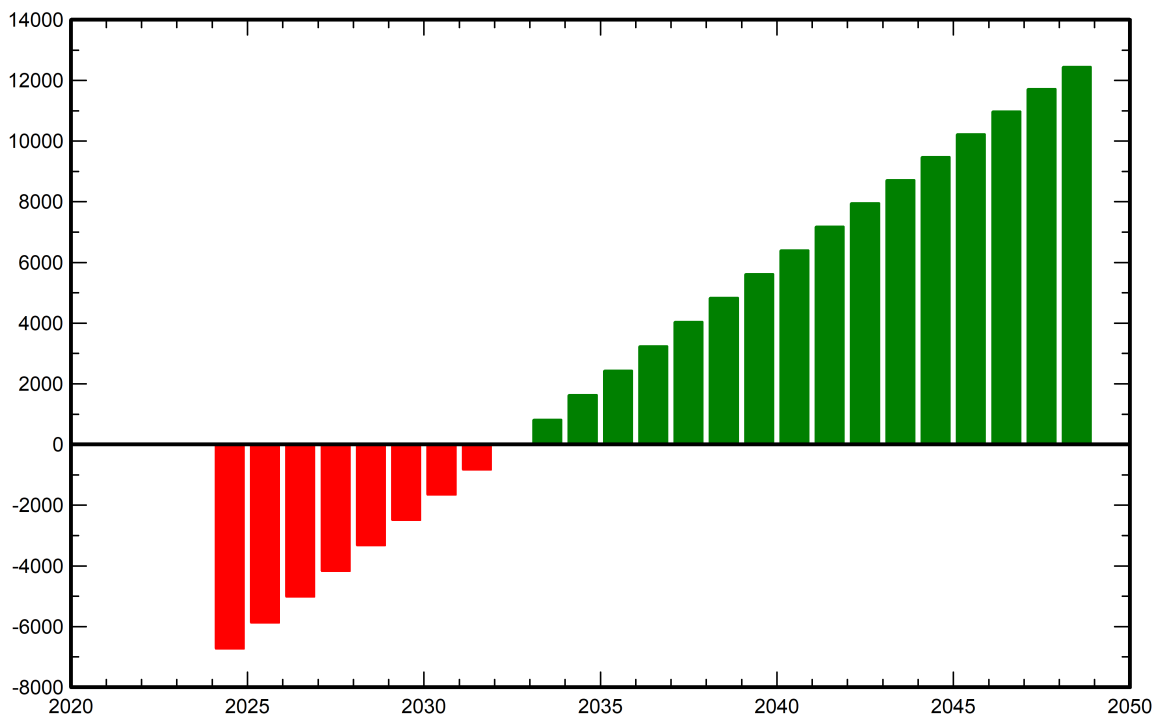
VCO, Fecha de simulación:  
31/10/23 16:06  
con v7.2.8

### Análisis financiero

Beneficio neto anual (EUR)



Flujo de caja acumulativo (EUR)





**PVsyst V7.2.8**

VCO, Fecha de simulación:  
31/10/23 16:08  
con v7.2.8

**Costo del sistema  
Con subvención**

**Costes de instalación**

Artículo	Cantidad unidades	Costo EUR	Total EUR
Módulos FV			
LP180*180-M-60-MH	15	138.00	2070.00
Inversores			
S5-GR3P6K	1	2070.00	2070.00
Otros componentes			
Accesorios, sujetadores	1	828.00	828.00
Cableado	1	897.00	897.00
Instalación			
Costo de instalación global por módulo	15	23.00	345.00
Costo de instalación global por inversor	1	345.00	345.00
Transporte	1	345.00	345.00
Ajustes	1	345.00	345.00
Conexión a la red	1	345.00	345.00
<b>Total</b>			<b>7590.00</b>
Activo amortizable			4968.00

**Costos de operación**

Artículo	Total EUR/año
Mantenimiento	
Limpieza	207.00
<b>Total (OPEX)</b>	<b>207.00</b>
Incluyendo inflación (2.00%)	265.21

**Resumen del sistema**

Costo total de instalación	7590.00 EUR
Costos de operación (Incl. inflación 2.00%/año)	265.21 EUR/año
Energía no utilizada	2665 kWh/año
Energía vendida a la red	5541 kWh/año
Costo de la energía producida (LCOE)	0.036 EUR/kWh



**PVsyst V7.2.8**

VCO, Fecha de simulación:  
31/10/23 16:08  
con v7.2.8

**Análisis financiero  
Con subvención**

**Período de simulación**

Vida del proyecto 25 años Año de inicio 2024

**Variación del ingreso a lo largo del tiempo**

Inflación 2.00 %/año  
Variación de producción (envejecimiento) 0.00 %/año  
Tasa de descuento 0.00 %/año

**Gastos dependientes de ingresos**

Tasa de impuesto sobre la renta 0.00 %/año  
Otro impuesto sobre la renta 0.00 %/año  
Dividendos 0.00 %/año

**Amortización**

Activos amortizables 4968.00 EUR  
Valor de rescate 0.00 EUR  
Total canjeable 4968.00 EUR  
Período de amortización 20 años

**Financiamiento**

Fondos propios 690.00 EUR  
Subsidios 6900.00 EUR

**Venta de electricidad**

Tarifa de alimentación 0.1300 EUR/kWh  
Duración de la garantía de tarifas 25 años  
Impuesto de conexión anual 0.00 EUR/kWh  
Variación de tarifa anual 0.0 %/año  
Reducción de tarifa de alimentación después de la garantía 50.00 %

**Autoconsumo**

Tarifa de consumo 0.1300 EUR/kWh  
Evolución de tarifas 0.0 %/año

**Retorno de la inversión**

Período de recuperación 0.8 años  
Valor presente neto (VPN) 19348.89 EUR  
Retorno de la inversión (ROI) 2804.2 %



PVsyst V7.2.8

VCO, Fecha de simulación:  
31/10/23 16:08  
con v7.2.8

**Análisis financiero**

**Con subvención**

**Resultados económicos detallados (EUR)**

	<b>Venta de electricidad</b>	<b>Costos de func.</b>	<b>Subsidio de amortización</b>	<b>Ingreso imponible</b>	<b>Impuestos</b>	<b>Beneficio después de impuestos</b>	<b>Ahorro de consumo</b>	<b>Cumul lucro</b>	<b>% amorti.</b>
2024	720	207	248	265	0	513	346	170	124.6%
2025	720	211	248	261	0	509	346	1025	248.6%
2026	720	215	248	257	0	505	346	1877	378.0%
2027	720	220	248	252	0	501	346	2724	494.8%
2028	720	224	248	248	0	496	346	3567	616.9%
2029	720	229	248	243	0	492	346	4405	738.4%
2030	720	233	248	239	0	487	346	5238	859.2%
2031	720	238	248	234	0	483	346	6067	979.3%
2032	720	243	248	229	0	478	346	6892	1098.8%
2033	720	247	248	225	0	473	346	7711	1217.5%
2034	720	252	248	220	0	468	346	8526	1335.6%
2035	720	257	248	215	0	463	346	9335	1452.9%
2036	720	263	248	209	0	458	346	10139	1569.4%
2037	720	268	248	204	0	453	346	10938	1685.2%
2038	720	273	248	199	0	447	346	11732	1800.3%
2039	720	279	248	193	0	442	346	12520	1914.5%
2040	720	284	248	188	0	436	346	13303	2027.9%
2041	720	290	248	182	0	430	346	14079	2140.5%
2042	720	296	248	176	0	425	346	14851	2252.3%
2043	720	302	248	170	0	419	346	15616	2363.2%
2044	720	308	0	413	0	413	346	16375	2473.2%
2045	720	314	0	407	0	407	346	17128	2582.3%
2046	720	320	0	400	0	400	346	17875	2690.5%
2047	720	326	0	394	0	394	346	18615	2797.8%
2048	720	333	0	387	0	387	346	19349	2904.2%
<b>Total</b>	<b>18008</b>	<b>6630</b>	<b>4968</b>	<b>6409</b>	<b>0</b>	<b>11377</b>	<b>8662</b>	<b>19349</b>	<b>2904.2%</b>



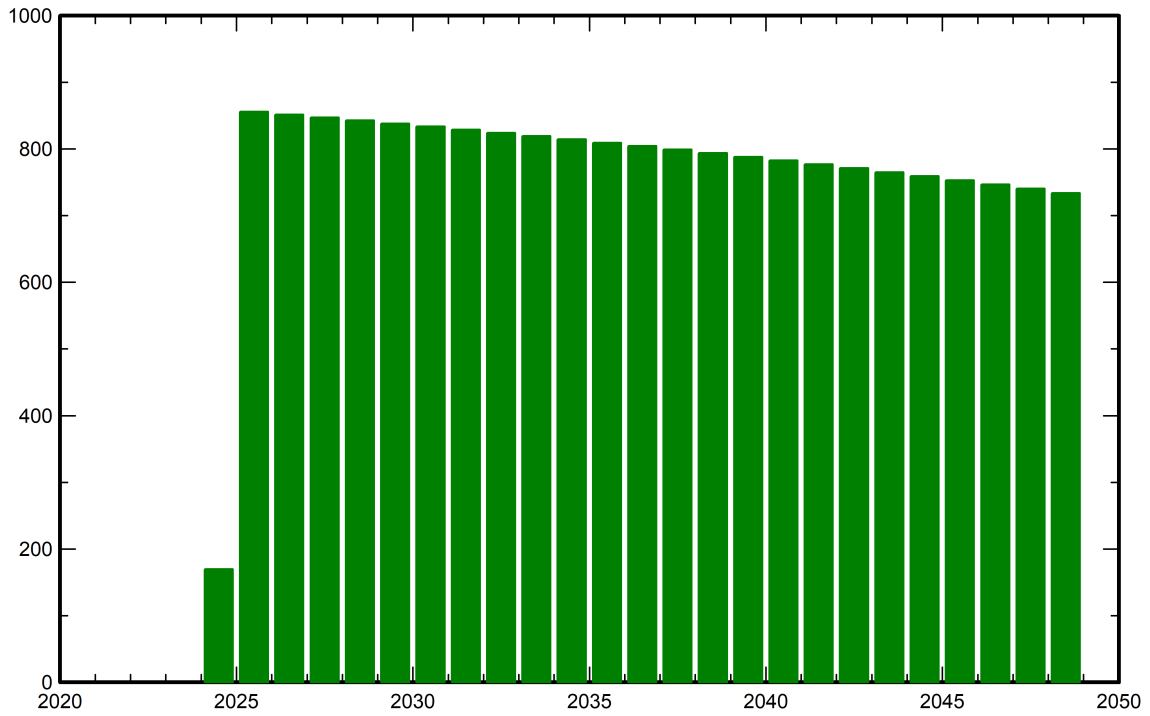
PVsyst V7.2.8

VCO, Fecha de simulación:  
31/10/23 16:08  
con v7.2.8

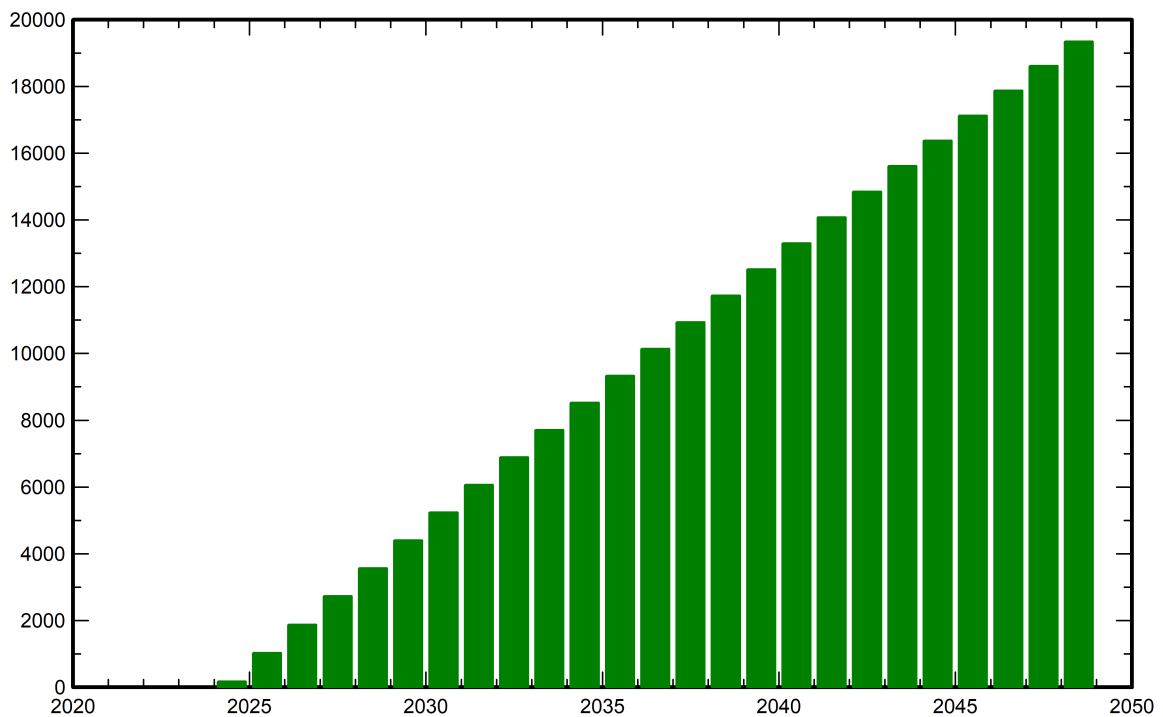
**Análisis financiero**

**Con subvención**

**Beneficio neto anual (EUR)**



**Flujo de caja acumulativo (EUR)**





**PVsyst V7.2.8**

VCO, Fecha de simulación:  
31/10/23 16:06  
con v7.2.8

**Balance de emisiones de CO<sub>2</sub>**

Total: 49.0 tCO<sub>2</sub>

**Emisiones generadas**

Total: 12.29 tCO<sub>2</sub>

Fuente: Cálculo detallado de la siguiente tabla:

**Emisiones reemplazadas**

Total: 70.7 tCO<sub>2</sub>

Sistema de producción: 8205.90 kWh/año

Emisiones del ciclo de vida de la red: 287 gCO<sub>2</sub>/kWh

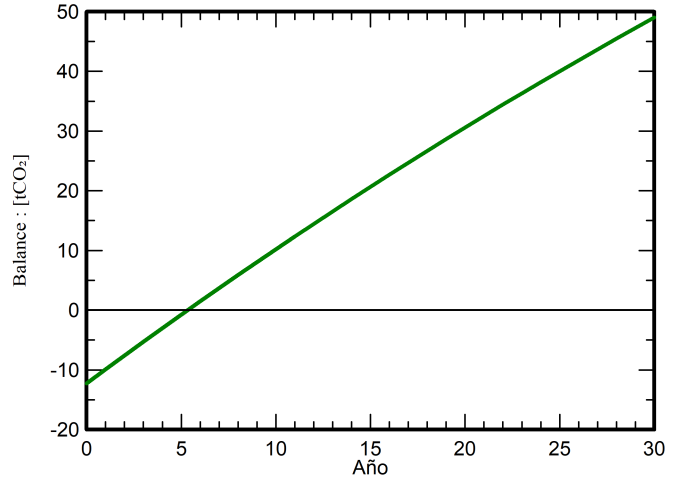
Fuente: Lista IEA

País: Spain

Toda la vida: 30 años

Degradación anual: 1.0 %

**Emisión de CO<sub>2</sub> ahorrada vs tiempo**



**Detalles de emisiones del ciclo de vida del sistema**

Artículo	LCE	Cantidad	Subtotal
			[kgCO <sub>2</sub> ]
Módulos	1713 kgCO <sub>2</sub> /kWp	6.90 kWp	11818
Soportes	1.91 kgCO <sub>2</sub> /kg	150 kg	287
Inversores	190 kgCO <sub>2</sub> /unidades	1.00 unidades	190



### **3 ANEJOS A LA MEMORIA**

### 3.1 FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPOS

Se incluyen las fichas técnicas de los equipos propuestos:

2022 V2



Monocrystalline

Polycrystalline

## LP182\*182-M-60-MH

Rated Power 450-465W



**MBB Cell**  
New circuit design, lower internal current, lower internal resistance loss.

**Higher Output Power**  
Module adopts 120 pcs of 182\*182mm half cells, the maximum power can reach 465W.

**Harsh Environmental Adaptability**  
Strict salt spray and ammonia corrosion test by TUV Nord.

**Low Light Features**  
Higher performance under low light environment.

**PID Protection**  
Ensure the attenuation probability caused by PID phenomenon is minimized.

**Load Capacity**  
Mechanical load tests including wind load 2400 Pa and snow load 5400 Pa done by TUV Nord.

Legend: ■ Leapton Linear Power Warranty ■ Industry Warranty

0.55% Annual Degradation over 25 years




Headquarter: Leapton Energy Co., Ltd.  
 Tosei Bldg. 6F, 1-2-1 Aioi-cho, Chuo-ku Kobe-shi, Hyogo, 650-0025, Japan  
 Manufacturer: Leapton Solar (Changshu) Co., Ltd.  
 No.9, Sunshine Avenue, Changshu City, Jiangsu, China

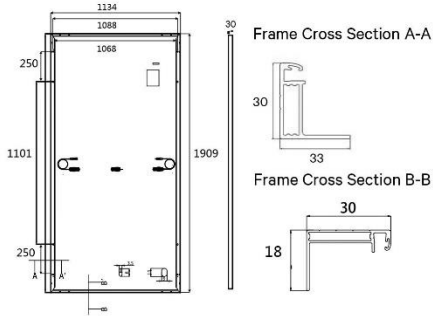
+81-78-382-3182    www.leaptonenergy.jp  
 +86-512-88800068    info@leaptonenergy.com    www.leaptonpv.com

Leapton Energy Co., Ltd.



LP182\*182-M-60-MH

MECHANICAL DIAGRAMS



SPECIFICATIONS

Weight	23.5kg
Dimensions	1909mm*1134mm*30mm
Cell Dimensions	182*182mm
Cell Amount	60*2 pcs
Maximum System Voltage	1500V
Junction Box	IP68
Frame	Aluminum Alloy
Cable	4mm <sup>2</sup> , N 1200mm/P 1200mm or customized length
Connector	MC4 compatible
Application Level	Class A

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

Power	450W	455W	460W	465W
Open Circuit Voltage	41.40V	41.60V	41.80V	42.00V
Short Circuit Current	13.68A	13.73A	13.78A	13.83A
Maximum Power Voltage	34.70V	34.90V	35.20V	35.40V
Maximum Power Current	12.96A	13.02A	13.08A	13.14A
Module Efficiency	20.79%	21.02%	21.25%	21.48%

\* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m<sup>2</sup>, spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL PARAMETERS AT NMOT

Power	331W	335W	339W	343W
Open Circuit Voltage	36.68V	38.88V	39.08V	39.28V
Short Circuit Current	10.78A	10.83A	10.88A	10.93A
Maximum Power Voltage	32.34V	32.54V	32.74V	32.94V
Maximum Power Current	10.24A	10.30A	10.35A	10.40A
Module Efficiency	15.29%	15.47%	15.66%	15.84%

\* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m<sup>2</sup>, spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

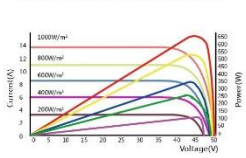
NMOT	41±3°C	Temp Coefficient of ISC	+0.05%/°C
Temp Coefficient of VOC	-0.28%/°C	Temp Coefficient of Pmax	-0.36%/°C

PACKING CONFIGURATION

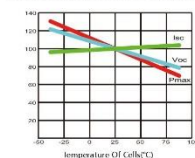
Modules/Pallet	36 Pieces	Modules/40'Container	864 Pieces
Packing Description	24 Pallets, Total=(36+36)x12=864 Pieces		

CHARACTERISTICS

LP182\*182-M-60-MH-450W



LP182\*182-M-60-MH-450W



MAXIMUM RATING

Output Tolerance	0~+5W
Operating Temperature	-40°C~+85°C
Wind Load/Snow Load	2400pa/5400pa
Fuse Current	25A



Headquarter : Leapton Energy Co., Ltd.

Tosei Bldg. 6F, 1-2-1 Aioi-cho, Chuo-ku Kobe-shi, Hyogo, 650-0025, Japan

Manufacturer : Leapton Solar (Changshu) Co., Ltd.

No.9, Sunshine Avenue, Changshu City, Jiangsu, China

+81-78-382-3182

www.leaptonenergy.jp

+86-512-88800068

info@leaptonenergy.com

www.leaptonpv.com



## Solis-3P(5-20)K-4G

Inversores Solis trifásicos



360 grados

### Características:

- ▶ 98.7% de eficiencia máxima
- ▶ Rango de voltaje ultra amplio, voltaje de arranque ultra bajo
- ▶ Diseño de 2 MPPT con algoritmo preciso
- ▶ THDi <1.5% baja distorsión armónica
- ▶ Múltiples niveles de protección
- ▶ Administrador de energía de exportación integrado (EPM)



### Modelo:

Solis-3P5K-4G	Solis-3P6K-4G	Solis-3P8K-4G
Solis-3P9K-4G	Solis-3P10K-4G	Solis-3P12K-4G
Solis-3P15K-4G	Solis-3P17K-4G	Solis-3P20K-4G



Tabla de datos

Modelo	Solis-3P5K-4G	Solis-3P6K-4G	Solis-3P8K-4G	Solis-3P9K-4G	Solis-3P10K-4G	Solis-3P12K-4G	Solis-3P15K-4G	Solis-3P17K-4G	Solis-3P20K-4G	
<b>Entrada (CC)</b>										
Potencia de entrada máxima recomendada	6 kW	7.2 kW	9.6 kW	10.8 kW	12 kW	14.5 kW	18 kW	20.4 kW	24 kW	
Voltaje máxima de entrada	1000 V									
Voltaje de nominal	600 V									
Voltaje de arranque	180 V									
Rango de voltaje MPPT	160-850 V									
Corriente máxima de entrada	11 A / 11 A							22 A / 22 A		
Corriente máxima de cortocircuito	17.2 A / 17.2 A							34.3 A / 34.3 A		
Número de MPPT/Número máxima de cadenas de entrada	2/2							2/4		
<b>Salida (CA)</b>										
Potencia nominal de salida	5 kW	6 kW	8 kW	9 kW	10 kW	12 kW	15 kW	17 kW	20 kW	
Potencia máxima de salida aparente	5.5 kVA	6.6 kVA	8.8 kVA	9.9 kVA	11 kVA	13.2 kVA	16.5 kVA	18.7 kVA	22 kVA	
Potencia máxima de salida	5.5 kW	6.6 kW	8.8 kW	9.9 kW	11 kW	13.2 kW	16.5 kW	18.7 kW	22 kW	
Voltaje nominal de la red	3/N/PE, 220 V / 380 V, 230 V / 400V									
Frecuencia nominal de la red	50 Hz / 60 Hz									
Corriente nominal de salida de red	7.6 A / 7.2 A	9.1 A / 8.7 A	12.2 A / 11.5 A	13.7 A / 13.0 A	15.2 A / 14.4 A	18.2 A / 17.3 A	22.8 A / 21.7 A	25.8 A / 24.6 A	30.4 A / 28.9 A	
Corriente máxima de salida	7.9 A	9.5 A	12.7 A	14.3 A	15.9 A	19.1 A	23.8 A	27 A	31.8 A	
Factor de potencia	>0.99 (0.8 que lleva a 0.8 de retraso)									
THDi	<1.5%									
<b>Eficiencia</b>										
Eficiencia máxima	98.3%							98.7%		
Eficiencia EU	97.8%							98.1%		
<b>Protección</b>										
Protección contra polaridad inversa DC					Sí					
Protección contra cortocircuito					Sí					
Protección de sobrecorriente de salida					Sí					
Protección contra sobretensiones					Sí					
Monitoreo de red					Sí					
Detección Anti-ista					Sí					
Protección de temperatura					Sí					
AFCI integrado (Protección de circuito de falla de arco CC)					Sí*					
Interruptor de CC integrado					Opcional					
<b>Datos generales</b>										
Dimensiones (longitud*ancho*altura)	310*563*219 mm									
Peso	17.3 kg		18 kg			18.9 kg		19.8 kg		
Topología	Sin Transformador									
Consumo propio (noche)	<1 W									
Rango de temperatura de funcionamiento	-25 ~ +60°C									
Humedad relativa	0-100%									
Nivel de protección	IP65									
Enfriamiento	Convección natural				Ventilador redundante inteligente					
Altitud máxima de funcionamiento	4000 m									
Estándar de conexión de red	G98 or G99, VDE-AR-N 4105 / VDE V 0124, EN 50549-1, VDE 0126 / UTE C 15 / VFR:2019, RD 1699 / RD 244 / UNE 206006 / UNE 206007-1, CEI 0-21, C10/11, NRS 097-2-1, TOR, EIFS 2018.2, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683, EN 50530									
Estándar de seguridad / EMC	IEC/EN 62109-1/-2, IEC/EN 61000-6-1/-2/-3/-4									
<b>Características</b>										
Conexión de CC	Conector MC4									
Conexión de CA	Enchufe de conexión rápida									
Pantalla	LCD									
Comunicación	RS485, Opcional: Wi-Fi, GPRS									

\* Activación necesaria.

## 4 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

## 4.1 OBJETO DEL PLIEGO

El presente Documento tiene por objeto determinar los requisitos a que se debe ajustar la instalación, así como las características técnicas de los equipos descritos en la memoria.

## 4.2 DISPOSICIONES APLICABLES

Además de las disposiciones contenidas en este Pliego, serán de aplicación en todo lo no especificado en él, las siguientes:

- Pliego de Condiciones Económico Administrativo que se establezca para la contratación de la obra.
- Los Reglamentos, Instrucciones y Normas citadas a lo largo de los diferentes capítulos del presente documento.
- Las disposiciones legales vigentes sobre higiene y seguridad del trabajo, etc.
- El contratista está obligado a cumplir cuantas Leyes, disposiciones, estatutos, etc., que rigen las relaciones entre patronos y obreros, en vigor o que en lo sucesivo se dicten.
- El Contratista está obligado igualmente al cumplimiento de toda la legislación vigente sobre protección de la Industria Nacional y fomento del consumo de artículos nacionales, a menos que por sus características o especificaciones técnicas, no existan elementos equivalentes fabricados en España que cumplan las citadas condiciones.

## 4.3 EQUIPOS Y MATERIALES

### 4.3.1 GENERADORES FOTOVOLTAICOS

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215, para módulos de silicio cristalino o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido. Este requisito se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

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 en este apartado. En caso de variaciones respecto de estas características deberán ser aprobados por la dirección facultativa.

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  $\pm 10 \%$  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.

#### 4.3.2 ESTRUCTURA SOPORTE

La estructura de soporte y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las normas del fabricante. Deberán cumplir la norma UNE 1090 para el caso de acero o aluminio.

La estructura soporte de 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 DB SE).

Toda la estructura así como la tornillería en acabado galvanizado por inmersión en caliente o centrifugado deberá cumplir la norma UNE EN 1461,



garantizando una durabilidad del mismo según lo establecido en la norma UNE EN ISO 14713.

El Código Estructural, aprobado por Real Decreto 470/2021, de 29 de junio “representa, respecto a las reglamentaciones anteriores, una clarificación de los requisitos exigibles a las estructuras de hormigón y de acero, además de incluir por primera vez los correspondientes a las estructuras mixtas de hormigón y acero.”

La tornillería empleada deberá ser de acero inoxidable según la Norma MV-106. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico y 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 estructura.

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

Si la estructura dispone de elementos que permiten el seguimiento solar, éstos deberán cumplir las normativas correspondientes de seguridad, electricidad, etc.

#### 4.3.3 INVERSORES

Será del tipo conexión a la red eléctrica con una potencia de entrada variable para que sea capaz de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: Fuente de corriente
- Autoconmutado
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionará en isla o modo aislado.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y compatibilidad electromagnética (Ambas serán certificadas por el fabricante) incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

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

Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz AC. Podrá ser externo al inversor.

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar de un 10 % superior a las CEM. Además soportará picos de un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.

Los valores de eficiencia al 25% y 100% de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85% y 88%, respectivamente (valores medidos

incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5 kW y del 90% al 92% para inversores mayores de 5 kW.

El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5% de su potencia nominal.

El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95 entre el 25% y el 100% de la potencia nominal.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0°C y 40°C de temperatura y 0% a 85% de humedad relativa.

En todo caso contarán con la Declaración de conformidad correspondiente y la certificación en materia de seguridad que esté vigente en ese momento.

#### 4.3.4 CONDUCTORES

Serán de secciones que se especifiquen en los planos y memoria. Todos los conductores serán de doble capa de aislamiento, tipo RV 0,6/1 kV. La resistencia del aislamiento y la rigidez dieléctrica cumplirán lo establecido en la ICT-BT-19.

No se admitirán cables que no tengan la marca grabada en la cubierta exterior, que presente desperfectos superficiales o que no vayan en las bobinas de origen.

No se permitirá el empleo de conductores de procedencia distinta en un mismo circuito. En las bobinas deberá figurar el nombre del fabricante, tipo de cable y sección.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición

de trabajo, los conductores de la parte DC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior de 1,5% y los de la parte AC para que la caída de tensión sea inferior del 2 % teniendo en cuenta en ambos casos como referencia las correspondientes a cajas de conexiones.

#### 4.3.5 CANALIZACIONES

Los tubos serán conformes a la norma UNE-EN 50.086 2-4 con las características mínimas que se indican en la tabla 8 de la ITC BT 07 del Reglamento Electrotécnico de BT.

Deberán tener un diámetro que permita el alojamiento y extracción de los cables fácilmente.

Las canalizaciones se establecerán de forma que por la identificación de los circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones. Esta identificación puede complementarse mediante etiquetas o señales.

#### 4.3.6 CUADRO ELÉCTRICO Y CONTROL

##### **Construcción:**

El armario será prefabricado poliéster con departamento separado para el equipo de medida, y como mínimo IP-45. Estarán contruidos por perfiles metálicos perforados a distancia de 25mm con la parte posterior cerrada. Las tapas superiores y laterales serán desmontables. Las placas modulares serán de 3 mm. y cincadas al fuego.

Todos los aparatos del cuadro estarán fabricados por casas de reconocida garantía y preparados para tensiones de servicio no inferior a 500V.

##### **Fusibles:**

Los fusibles serán APR., con bases apropiadas, de modo que no queden accesibles partes en tensión, ni sean necesarias herramientas especiales para la reposición de los cartuchos. El calibre será exactamente el del proyecto.

##### **Interruptores automáticos:**

Los interruptores y conmutadores serán rotativos y provistos de cubierta, las dimensiones de las piezas de contacto serán suficientes para que la temperatura no exceda de 65°C después de funcionar una hora con su intensidad nominal. Su construcción ha de ser tal que permita realizar un mínimo de maniobra de apertura y cierre, del orden de 10000, con una carga nominal a la tensión de trabajo sin que produzcan desgastes excesivos o averías en los mismos.

#### **Interruptores diferenciales:**

Los interruptores diferenciales estarán dimensionados para la corriente de fuga especificada en el proyecto, pudiendo soportar 20000 maniobras bajo la carga nominal. El tiempo de respuestas no será superior a 300 ms y deberán estar provistos de botón de prueba.

#### **Contactores:**

Los contactores estarán probados a 3000 maniobras por hora ya garantizados para cinco millones de maniobras, los contadores estarán recubiertos de plata. La bobina de tensión tendrá una tensión nominal de 400V, con una tolerancia de +-10%. Esta tolerancia se entiende en dos sentidos: en primer lugar conectarán perfectamente siempre que la tensión varíe entre dichos límites y en segundo lugar no se producirán calentamientos excesivos cuando la tensión se eleve indefinidamente un 10% sobre la nominal. La elevación de la temperatura de las piezas conductoras y contactos no podrá exceder de 65°C después de funcionar una hora con su intensidad nominal.

Asimismo, en tres interrupciones sucesivas, con tres minutos de inervalo, de una corriente con la intensidad correspondiente a la capacidad de ruptura y tensión igual a la nominal, no se observarán arcos prolongados, deterioro en los contactos, ni averías en los elementos constitutivos del contactor.

#### **Interruptores horarios:**

En los interruptores horarios no se consideran necesarios los dispositivos astronómicos.

El volante o cualquier otra pieza serán de materiales que no sufran deformaciones por la temperatura ambiente. La cuerda será eléctrica y con reserva para un mínimo de 36 horas. Su intensidad nominal admitirá una sobrecarga del 20% y la tensión podrá variar en un  $\pm 20\%$ . Se rechazará el que adelante o atrase más de 5 minutos al mes.

#### **Bornas de conexión:**

Las bornas de conexión serán de sección suficiente para los cables a contener. La presión se conseguirá mediante rosca. El aislamiento será para 1.000 V de material resistente a la rotura y temperatura.

#### **Dispositivos de corte y protección:**

En general todos los elementos de protección se seleccionarán de forma que actúen selectivamente sobre la instalación, y llevarán al igual que los receptores, marcadas las características principales, tensión, carga, poder de corte, etc.

Todo el resto de pequeño material será presentado previamente a la dirección Facultativa, el cuál estimará si sus condiciones son suficientes para su instalación.

#### **4.3.7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

La instalación eléctrica cumplirá con las exigencias del REBT.

Se cumplirá en todo momento con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.

La mano de obra relativa a la instalación eléctrica deberá estar realizada por personal técnico cualificado.

## 4.4 CONDICIONES DE GARANTÍA

TEICAN MEDIOAMBIENTAL S.L., en adelante TEICAN, garantiza el buen funcionamiento y la ausencia de defectos en la instalación y en todos sus equipos desde la puesta en marcha de la misma.

La obligación de la garantía cubre únicamente los fallos funcionales y defectos que puedan aparecer antes de transcurrir dos años a partir de la fecha indicada en la factura final de la instalación.

Dentro del periodo de garantía, las averías cubiertas por la misma serán reparadas gratuitamente en un plazo razonable por el personal de servicio enviado por TEICAN.

### ***Cobertura de la garantía***

La garantía cubre los costes de mano de obra y materiales para restablecer el buen funcionamiento de la instalación, ya sean en la sede del cliente o en las dependencias del fabricante del equipo. Los demás costes, en especial los gastos de envío, correrán por parte del cliente.

La cobertura de la garantía está supeditada al buen uso y mantenimiento de la instalación, debiéndose seguir en todo momento, para la correcta utilización de la instalación, las instrucciones indicadas por los fabricantes de los equipos o TEICAN.

La garantía quedará anulada cuando la instalación haya sido reparada, manipulada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas a TEICAN o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por TEICAN.

### ***Exclusiones***

Los siguientes casos especiales, no limitativos, quedan excluidos de la obligación de garantía y están fuera de cualquier responsabilidad:

- Uso de los equipos para fines distintos a aquellos a los que están destinados y/o manejo inadecuado de los mismos.
- Efecto de cuerpos extraños y fuerza mayor (rayos, sobretensiones, daños por agua, viento, etc.).
- Falta de vigilancia y mantenimiento adecuados por parte del cliente.

### ***Garantía de equipos***

Independientemente de la garantía de la instalación, los equipos suministrados por TEICAN cuentan con la siguiente garantía:

- Módulos fotovoltaicos: garantía de producción y garantía contra defectos de fabricación según condiciones del fabricante.
- Inversor solar: garantía contra cualquier defecto de fabricación según condiciones del fabricante.
- Resto de equipos (protecciones, cables, medidor de energía, etc.): 2 años.

Las condiciones de garantía de equipos están supeditadas al correcto uso de los mismos.

Los gastos de transporte no están incluidos en la cobertura de la garantía.



## **5 ESTUDIO PREVIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

## 5.1 INTRODUCCIÓN

Este Estudio de Seguridad y Salud establece las previsiones, respecto a prevención de riesgos y accidentes profesionales, así como los servicios sanitarios comunes a los trabajadores, durante la ejecución de este tipo de trabajos.

## 5.2 PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ACCION PREVENTIVA

Según lo dispuesto en el Artículo 15 de la Ley 31/1995, se establece que:

1. El empresario aplicará las medidas que integran el deber general de prevención previsto en el capítulo anterior, con arreglo a los principios generales:
  - a. Evitar los riesgos.
  - b. Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
  - c. Combatir los riesgos en origen.
  - d. Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
  - e. Tener en cuenta la evolución de la técnica.
  - f. Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
  - g. Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales de trabajo.
  - h. Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
  - i. Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

2. El empresario tomará en consideración las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y de salud en el momento de encomendar sus tareas.

3. El empresario adoptará las medidas necesarias a fin de garantizar que solo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.

4. La efectividad de las medidas preventivas deberá prever las distracciones e imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador. Para su adopción se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que pudieran implicar determinadas medidas preventivas, las cuales solo podrán adaptarse cuando la magnitud de dichos riesgos sea sustancialmente inferior a la de los que se pretende controlar y no existan alternativas más seguras.

5. Podrán concertar operaciones de seguro que tengan como fin garantizar como ámbito de cobertura la previsión de riesgos derivados del trabajo, la empresa respecto a sus trabajadores, los trabajadores autónomos respecto a ellos mismos y sociedades cooperativas respecto a sus socios cuya actividad consista en la presentación de su trabajo personal.

Artículo 16 Ley 31/1995, modificado por la Ley 54/2003: Plan de prevención de riesgos laborales, evaluación de los riesgos y planificación de la actividad preventiva:

1. La prevención de riesgos laborales deberá integrarse en el sistema general de gestión de la empresa, tanto en el conjunto de sus actividades como en todos los niveles jerárquicos de esta, a través de la implantación y aplicación de un plan de prevención de riesgos laborales. Este plan de prevención de riesgos laborales deberá incluir la estructura organizativa, las responsabilidades, las funciones, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para realizar la acción de prevención de

riesgos en la empresa, en los términos que reglamentariamente se establezcan.

2. Los instrumentos esenciales para la gestión y aplicación del plan de prevención de riesgos, que podrán ser llevados a cabo por fases de forma programada, son la evaluación de riesgos laborales y la planificación de la actividad preventiva a que se refieren los párrafos siguientes:

a. El empresario deberá realizar una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores, teniendo en cuenta, con carácter general, la naturaleza de la actividad, las características de los puestos de trabajo existentes y de los trabajadores que deban desempeñarlos. Igual evaluación hacerse con ocasión de la selección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo. La evaluación inicial tendrá en cuenta aquellas otras actuaciones que deban desarrollarse de conformidad con lo dispuesto en la normativa sobre protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad. La evaluación será actualizada cuando cambien las condiciones de trabajo y, en todo caso, se someterá a consideración y se revisará, si fuera necesario, con ocasión de los daños para la salud que se hayan producido. Cuando el resultado de la evaluación lo hiciera necesario, el empresario realizará controles periódicos de las condiciones de trabajo y de la actividad de los trabajadores en la prestación de sus servicios, para detectar situaciones potencialmente peligrosas.

b. Si los resultados de la evaluación prevista en el párrafo a. pusieran de manifiesto situaciones de riesgo, el empresario realizará aquellas actividades preventivas necesarias para eliminar o reducir y controlar tales riesgos. Dichas actividades serán objeto de planificación por el empresario incluyendo para cada actividad preventiva el plazo para llevarla a cabo, la designación de responsables y los recursos humanos y materiales necesarios para su ejecución.

El empresario deberá asegurarse de la efectiva ejecución de las actividades preventivas incluidas en la planificación, efectuando para ello un seguimiento continuo de la misma.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el párrafo a. su inadecuación a los fines protección de requeridos.

3. Cuando se haya producido un daño para la salud de los trabajadores o cuando, con ocasión de la vigilancia de la salud prevista en el artículo 22, aparezcan indicios de que las medidas de prevención resultan insuficientes, el empresario llevará a cabo una investigación al respecto, a fin de detectar las causas de estos hechos.

### **5.3 RIESGOS ESPECÍFICOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN**

A continuación, se recogen para las diferentes actividades a realizar en una instalación solar, los riesgos que se pueden encontrar en las diferentes fases de la obra y las posibles medidas preventivas que se deben emplear en caso que procedan:

#### **5.3.1 INSTALACIÓN DE ESTRUCTURA Y MÓDULOS**

##### **Relación de riesgos**

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de objetos por desplome.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Caídas de los objetos desprendidos.
- Golpes contra objetos inmóviles.
- Golpes con objetos o herramientas.
- Golpes con elementos móviles de máquinas.
- Golpes con objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos térmicos.

- Contactos eléctricos.
- Exposición a radiaciones.
- Explosiones.
- Incendios.
- Enfermedades causadas por agentes físicos.

### **Medidas preventivas**

- Los huecos y lucernarios permanecerán protegidos para prevención de caídas.
- La cubrera y las aberturas de la cubierta estarán balizadas mediante conos y varillas no metálicas con un retranqueo de 10 metros de la zona de caída a distinto nivel.
- Los accesos y descensos se realizarán mediante plataforma elevadora de forma que el brazo pase por encima del peto perimetral y la cesta llegue a la cubierta.
- El desembarco se realizará una vez que la cesta descansa sobre la cubierta, nunca se saltará desde la cesta.
- Los operarios estarán debidamente anclados a la cesta mediante arnés y cuerda.
- Se instalarán pasillos de seguridad desde el lugar de desembarco de la cesta hasta la zona de trabajo en cubierta.
- Se balizará la zona donde se sitúe el camión grúa mediante conos y vallas que impidan el acceso a su área de acción.
- En caso de utilizar grúa para el acopio, no situarla nunca en la vertical o proximidades de tendidos eléctricos.
- No colocarse nunca en la vertical de la carga suspendida.
- Se manipulará la carga por parejas, nunca individualmente.
- Mantener la zona de trabajo limpia y ordenada.
- Se suspenderán los trabajos cuando exista lluvia, nieve o viento superior a 50 km/h, y en este último caso, se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse.

### **Protecciones personales**

- Ropa de trabajo.
- Casco de polietileno.
- Guantes de cuero y de goma.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma puntera reforzada.
- Traje de aguas.

- Botas de agua.
- Gafas de seguridad.
- Cinturón sobreesfuerzos.
- Arnés.

### 5.3.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

#### **Relación de riesgos**

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Caídas de los objetos desprendidos.
- Golpes con objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- O.R.: manipulación de materiales abrasivos.
- Enfermedades causadas por agentes físicos.

#### **Medidas preventivas**

- Los riesgos derivados de la instalación eléctrica de obra, se protegerán conforme a los que establece el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Toda maquinaria cuyo funcionamiento sea por medio de energía eléctrica, tendrá su correspondiente puesta de tierra.
- Los cables no estarán por tierra, se habilitarán mástiles y largueros donde atar los cables de tal forma que se pueda trabajar y circular por debajo de ellos.

#### Cuadros eléctricos:

- Los cuadros eléctricos estarán dotados de puesta a tierra e interruptores diferenciales que funcionarán correctamente en todo momento.
- Toda instalación eléctrica debe de estar convenientemente dividida en varios circuitos, con objeto de limitar las consecuencias resultantes de un posible defecto en cualquiera de ellos. Esta división facilitará la localización de fallos y el trabajo de mantenimiento. El armario y la

instrumentación utilizada deben de adaptarse a las condiciones de empleo, particularmente duras, de las obras.

- Los armarios pueden clasificarse en las siguientes categorías, según su destino:
  - Armarios de distribución general: Material semifijo.
  - Cuadros de alimentación portátiles: Material móvil.
- La construcción de estos cuadros deberá cumplir con lo estipulado en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo y en el Reglamento Eléctrico de Baja Tensión.
- La Carcasa de los cuadros eléctricos de obra deberá de ser de material aislante o de doble aislamiento, con un grado de estanqueidad contra proyecciones de agua. Según normas UNE el grado de protección ha de ser IP-447.
- Los aparatos y dispositivos del cuadro deberán presentar una protección IP-20 y llevarán las partes activas totalmente protegidas.
- En el cuadro se instalarán protecciones contra cortocircuitos y sobrecargas, a base de magneto térmica. También se instalarán interruptores diferenciales, (serán de máxima sensibilidad, 30 o 10 mA), puesta a tierra de las masas de la maquinaria eléctrica. La toma de tierra se instalará al lado del cuadro eléctrico y de este partirán los conductos de protección a conectarse a las máquinas o aparatos de la obra.
- Las tomas de corriente se realizarán con material clasificado como IP-445, se instalarán en los laterales del armario.

### **Protecciones personales**

- Casco.
- Ropa de trabajo.
- Herramientas aislantes.
- Chalecos reflectantes.
- Guantes aislantes.
- Botas aislantes de la electricidad.
- Botas de seguridad.

### **5.3.3 MAQUINARIA, HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES**

Las medidas a tener en cuenta a la hora de trabajar con los diferentes medios auxiliares, maquinaria y herramientas, se recogen a continuación, en primer lugar, de forma general, y a continuación de forma específica.



- La maquinaria, equipos, herramientas y otros medios auxiliares deberán estar en buenas condiciones de mantenimiento.
- La maquinaria, equipos, herramientas utilizadas llevarán protección correspondiente, y no se quitarán bajo ningún concepto.
- La maquinaria, equipos, herramientas utilizadas para trabajos eléctricos deberán contar aislamiento apropiado.
- Las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo y maquinaria que puedan suponer un peligro para la seguridad de los trabajadores se realizarán tras haber parado o desconectado el equipo, haber comprobado la inexistencia de energías residuales peligrosas y haber tomado las medidas necesarias para evitar su puesta en marcha o conexión accidental mientras este efectuándose la operación. Cuando la parada o desconexión no sea posible, se adoptarán las medidas necesarias para que estas operaciones se realicen de forma segura o fuera de las zonas peligrosas.
- La maquinaria efectuara las maniobras sin brusquedad, especialmente marcha atrás, anunciándola previamente.
- Ningún operario se situará en el radio de giro de la maquinaria, ni detrás de los vehículos en maniobra de marcha atrás.
- Cuando se empleen equipos de trabajo con elementos peligrosos accesibles que no puedan ser totalmente protegidos deberán adoptarse las precauciones y utilizarse las protecciones individuales apropiadas para reducir los riesgos al mínimo posible.
- En el montaje de equipos de trabajo se tendrá en cuenta la necesidad de suficiente espacio libre entre los elementos móviles de los equipos de trabajo y los elementos fijos o móviles de su entorno y de que puedan suministrarse o retirarse de manera segura las energías y sustancias utilizadas o producidas por el equipo.
- Las herramientas manuales estarán construidas con materiales resistentes, la unión entre sus elementos será firme, serán las más apropiadas por sus características y tamaño a la operación a realizar y no tendrán deterioros que dificulten su correcta utilización. La unión entre sus elementos será firme, los mangos o empuñaduras no tendrán bordes agudos ni superficies resbaladizas y serán aislantes en caso necesario. Las partes cortantes y punzantes se mantendrán debidamente afiladas.

### **5.3.3.1 CAMIÓN GRÚA**

#### **Relación de riesgos**

- Vuelco.
- Precipitación de la carga.
- Caída de personas a diferente nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes contra objetos inmóviles.
- Golpes y contactos con elementos móviles de la máquina.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Atrapamientos por vuelco de la máquina.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.
- Otros: Caída de rayos sobre la grúa.

### **Medidas preventivas**

- Se comprobará que el terreno tiene consistencia suficiente para que los apoyos (orugas, ruedas o estabilizadores) no se hundan en el mismo durante la ejecución de las maniobras.
- El emplazamiento de la maquinaria se efectuará evitando las irregularidades del terreno explanando su superficie si fuera preciso, al objeto de conseguir que la grúa quede perfectamente nivelada, nivelación que deberá ser verificada antes de iniciarse los trabajos que serán detenidos de forma inmediata si durante su ejecución se observa el hundimiento de algún apoyo.
- Si la transmisión de la carga se realiza a través de estabilizadores y el terreno es de constitución arcillosa o no ofrece garantías, es preferible ampliar el reparto de carga sobre el mismo aumentando la superficie de apoyo mediante bases constituidas por una o más capas de traviesas de ferrocarril o tablones, de al menos 80 mm de espesor y 1.000 mm de longitud que se interpondrán entre terreno y estabilizadores cruzando ordenadamente, en el segundo supuesto, los tablones de cada capa sobre la anterior.
- Al trabajar con grúa sobre ruedas transmitiendo los esfuerzos al terreno a través de los neumáticos, se tendrá presente que en estas condiciones los constructores recomiendan generalmente mayor presión de inflado que las que deberán tener circulando por lo antes de

pasar de una situación a otra es de gran importancia la corrección de presión con el fin de que en todo momento se adecuen a las normas establecidas por el fabricante.

- Asimismo en casos de transmisión de cargas a través de neumáticos, la suspensión del vehículo portante debe ser bloqueada con el objeto de que, al mantenerse rígida, se conserve la horizontalidad de la plataforma base en cualquier posición que adopte la flecha para evitar movimientos imprevistos de aquél además de mantenerse en servicio y bloqueado al freno de mano, se calzarán las ruedas de forma adecuada.
- Cuando la grúa móvil trabaja sobre estabilizadores, que es lo recomendable aun cuando el peso de la carga a elevar permita hacerlo sobre neumáticos los brazos soportes de aquellos deberán encontrarse extendidos en su máxima longitud y, manteniéndose la correcta horizontalidad de la máquina, se darán a los gatos la elevación necesaria para que los neumáticos queden totalmente separados del suelo.
- El estrobo se realizará de manera que el reparto de carga sea homogéneo para que la pieza suspendida quede en equilibrio estable, evitándose el contacto de estrobos con aristas vivas mediante la utilización de salvacables. El ángulo que forman los estrobos entre sí no superará en ningún caso  $120^\circ$  debiéndose procurar que sea inferior a  $90^\circ$ . En todo caso deberá comprobarse en las correspondientes tablas, que la carga útil para el ángulo formado, es superior a la real.
- Cada uno de los elementos auxiliares que se utilizan en las maniobras (eslingas, ganchos, grilletes, ranas, etc...) tendrán capacidad de carga suficiente para soportar, sin deformarse, las solicitaciones a las que estarán sometidos. Se desecharán aquellos cables cuyos hilos rotos, contados a lo largo de un tramo de cable de longitud inferior a ocho.
- Deben utilizarse los camiones grúa que prioritariamente dispongan de marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones o que se hayan sometido a puesta en conformidad de acuerdo con lo que especifica el RD 1215/97.
- Se recomienda que el camión grúa esté dotado de avisador luminoso de tipo rotatorio o flash.
- Ha de estar dotado de señal acústica de marcha atrás.
- Cuando esta máquina circule únicamente por la obra, es necesario comprobar que la persona que la conduce tiene la autorización, dispone de la formación y de la información específicas en materia de

- PRL que fija el RD 1215/97, y ha leído el manual de instrucciones correspondiente.
- Verificar que se mantiene al día la ITV, Inspección Técnica de Vehículos.
  - Garantizar en cualquier momento la comunicación entre el conductor y el encargado.
  - Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos del camión responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, faros, intermitentes, neumáticos, etc.
  - Para utilizar el teléfono móvil durante la conducción hay que disponer de un sistema de manos libres. En vehículos con sistemas electrónicos sensibles, no está permitida su utilización.
  - Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada.
  - Asegurar la máxima visibilidad del camión grúa limpiando los retrovisores, parabrisas y espejos.
  - Subir y bajar del camión únicamente por la escalera prevista por el fabricante, utilizando las dos manos y siempre de cara al camión grúa.
  - Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.
  - Verificar la existencia de un extintor en el camión.
  - El camión grúa ha de instalarse en terreno compacto.
  - Situar el camión grúa en una zona de seguridad respecto al viento y suspender la actividad cuando éste supera los valores recomendados por el fabricante.
  - Prohibir la utilización de la grúa para elevación de personas.
  - Mantener limpios los accesos, asideros y escaleras.

### **Protecciones personales**

- Casco de polietileno (al abandonar la cabina del camión y transitar por la obra).
- Ropa de trabajo.
- Calzado de seguridad.

### **5.3.3.2 PLATAFORMA ELEVADORA**

#### **Relación de riesgos**

- Vuelco.
- Precipitación de carga.
- Golpes y atrapamientos.

- Caída de objetos.

### **Medidas preventivas**

- Antes de utilizar la plataforma se comprobará la estabilidad del terreno, verificando el área donde se usará.
- Será manejada y conducida por personal especializado.
- No manejar el equipo cerca de declives ni huecos.
- No levantar la plataforma en superficies desiguales o suaves.
- No utilizar el elevador hacia superficies desiguales o suaves con el equipo elevado.
- No elevar la plataforma en pendientes ni manejar sobre pendientes cuando esté elevada.
- No elevar la plataforma si hay viento o llovizna.
- No olvidarse poner los frenos y estabilizadores.
- Utilizar adecuadamente los gatos estabilizadores: estabilización por fijación o por otros medios.
- No exceder los límites de capacidad de carga indicados por el fabricante.
- Poner protección apropiada en la zona de trabajo. Delimitar, vallar y señalar la zona de trabajo.
- En la instalación-montaje y desmontaje se dejará espacio libre suficiente entre los elementos móviles del equipo y los elementos fijos o móviles en su entorno para permitir trabajar con seguridad.
- La instalación se hará de forma que los equipos de trabajo y sus elementos no puedan caer, volcar o desplazarse de forma incontrolada.
- No permanecer bajo el radio de influencia de la plataforma elevadora.
- No dejar sobre las plataformas materiales o herramientas, ya que pueden caer sobre las personas.
- Evitar los riesgos de aplastamiento, aprisionamiento o choque del usuario, en especial los debidos a un contacto fortuito con objetos.
- Respetar las distancias de seguridad. (Mínimo 1 metro de distancia desde la plataforma a cualquier elemento o estructura).
- No poner fuera de servicio ni anular los resguardos.
- Los resguardos deben ser sólidos y resistentes, y estar situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.
- Delimitar, vallar y señalar la zona de trabajo.

### **5.3.3.3 SIERRA CIRCULAR**

#### **Relación de riesgos**

- Golpes y cortes.
- Atrapamientos.
- Emisión de polvo.
- Proyección de útiles.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.

### **Medidas preventivas**

- Debe de disponer de cuchillo divisor separado tres milímetros del disco de la sierra.
- Debe instalarse un caperuzón en la parte superior de manera que no dificulte la visibilidad para realizar el corte.
- Debe cerrarse completamente el disco de la sierra situado por debajo de la mesa del corte, mediante un resguardo, dejando solamente, una salida el serrín.
- Debe situarse un interruptor de paro y marcha, en la misma sierra circular.
- Debe de vigilarse en todo momento que los dientes de la sierra circular estén convenientemente triscados.
- En el caso que se observe que los dientes de la sierra circular se hayan embotado y ya no tienen la forma de triscado debe de desecharse el disco.

#### **5.3.3.4 AMOLADORAS**

### **Relación de riesgos**

- Golpes y cortes.
- Atrapamientos.
- Abrasión.
- Proyección de útiles.
- Contactos eléctricos directos o indirectos.

### **Medidas preventivas**

- Debe comprobarse que el disco a utilizar esté en buenas condiciones, debiéndose de almacenar en lugares secos sin sufrir golpes y siguiendo las indicaciones del fabricante.
- Utilizar siempre la cubierta protectora de la máquina.
- No sobrepasar la velocidad de rotación prevista e indicada en la muela.

- Se debe utilizar un diámetro de muela compatible con la potencia y las características de la máquina.
- No debe someterse el disco a sobreesfuerzos, laterales o de torsión, o por aflicciones de una presión excesiva. Los resultados pueden ser nefastos: rotura de disco, sobrecalentamiento, pérdida de velocidad y de rendimiento, rechazo de la pieza o reacción de la máquina, pérdida de equilibrio, etc....
- En trabajos sobre piezas de pequeño tamaño o en equilibrio inestable, asegurar la pieza al trabajar, de modo que no sufran movimientos imprevistos durante la operación.
- Debe pararse la máquina totalmente antes de posarla, en prevención de posibles daños al disco o movimientos incontrolados de la misma. Lo ideal sería disponer de soportes especiales próximos al puesto de trabajo.
- Al desarrollar trabajos con riesgo de caída de altura, asegurar siempre la postura de trabajo, ya que, en caso de pérdida de equilibrio o control, por reacción incontrolada de la máquina en posturas que obliguen a mantenerla por encima del nivel de los hombros, las lesiones pueden afectar a la cara, pecho o extremidades superiores.
- En función del trabajo a realizar se deberá utilizar una empuñadura adaptable lateral o de puente.
- En caso de utilización de platos de lijar, se debe instalar en la empuñadura lateral la protección correspondiente para la mano.
- Para trabajos de precisión, utilizar soportes de mesa adecuados para la máquina, que permitan, además de fijar convenientemente la pieza, graduar la profundidad o inclinación del corte.
- Existen también guías acoplables a la máquina que permiten, en modo portátil, ejecutar trabajos de este tipo, obteniendo resultados precisos y evitando peligrosos esfuerzos laterales del disco: en muchos de estos casos será preciso ayudarse con una regla que nos defina netamente la trayectoria.
- Si se ejecutan trabajos repetitivos y en seco, procurar utilizar un protector provisto de conexión para captación de polvo. Esta solución no será factible si los trabajos implican continuos e importantes desplazamientos o el medio de trabajo es complejo.
- En puestos de trabajo contiguos, es conveniente de disponer de pantallas absorbentes como protección ante la proyección de partículas y como aislantes de las tareas en cuanto al ruido.

### **5.3.3.5 TALADRADORA Y ATORNILLADOR PORTÁTIL**

#### **Relación de riesgos**

- Golpes, Cortes.
- Atrapamientos.
- Emisión de Polvo.
- Proyecciones.

#### **Medidas preventivas**

- El personal dedicado al uso de la taladradora portátil, será conocedor del manejo correcto de la herramienta, para evitar los accidentes por pericia.
- Debe comprobarse que el aparato no carezca de alguna de las piezas de su carcasa de protección, en caso de deficiencia no debe utilizarse hasta que esté completamente restituido.
- Antes de su utilización debe comprobarse el buen estado del cable y de la clavija de conexión, en caso de observar alguna deficiencia debe devolverse la máquina para que sea reparada.
- Deben evitarse los recalentamientos del motor y las brocas.
- No debe intentarse realizar talados inclinados, puede fracturar la broca y producir lesiones.
- No intente agrandar el orificio oscilante alrededor de la broca, puede fracturarse la broca y producir lesiones.
- No intente realizar un taladro en una sola maniobra. Primero marque el punto a horadar con un puntero, segundo aplique la broca y emboquille.
- La conexión y el suministro eléctrico a los taladros portátiles se realizará mediante manguera antihumedad a partir del cuadro de planta, dotado de las correspondientes protecciones.
- Se prohíbe expresamente depositar en el suelo o dejar abandonado conectado a la red eléctrica el taladro portátil.

### **5.3.3.6 ESCALERA DE MANO**

#### **Relación de riesgos**

- Caída de personal.
- Desplazamiento por apoyo incorrecto.
- Vuelco por excesiva verticalidad.



- Vuelvo lateral por apoyo irregular.
- Rotura por defectos ocultos.
- Derivados de usos inadecuados o de manejos peligrosos.

### **Medidas preventivas**

- Sólo se utilizarán en suelo, nunca sobre la cubierta.
- Las escaleras de mano se colocarán de forma que su estabilidad durante su utilización esté asegurada. Los puntos de apoyo de las escaleras de mano deberán asentarse sólidamente sobre un soporte de dimensiones adecuadas y estables, resistentes e inmóviles, de forma que los travesaños queden en posición horizontal. Las escaleras suspendidas se fijarán de forma segura y, excepto las de cuerda, de manera que no pueden desplazarse y se eviten los movimientos de balanceo.
- Se impedirá el deslizamiento de los pies de las escaleras de mano durante su utilización mediante la fijación de la parte superior de los largueros, ya sea mediante cualquier dispositivo antideslizante o cualquier otra solución de eficacia equivalente. Las escaleras de mano para fines de acceso deberán tener la longitud necesaria para sobresalir al menos un metro del plano de trabajo de forma que la inmovilización recíproca de los distintos elementos esté asegurada. Las escaleras con ruedas deberán haberse inmovilizado antes de acceder a ellas. Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo aproximado de 75 grados con la horizontal.
- El ascenso, el descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán de frente a éstas. Las escaleras de mano deberán utilizarse de forma que los trabajadores puedan tener en todo momento un punto de apoyo, y de sujeción seguros. Los trabajos a más de 3,5 metros de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza un equipo de protección individual anticaídas o se adoptan otras medidas de protección alternativas. El transporte a mano de una carga por una escalera de mano se hará de modo que ello no impida una sujeción segura. Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador. Las escaleras de mano no se utilizarán por dos o más personas simultáneamente.

- No se emplearán escaleras de mano y, en particular, escaleras de más de cinco metros de longitud, sobre cuya resistencia no se tengan garantías. Queda prohibido el uso de escaleras de mano de construcción improvisada.
- Las escaleras de mano se revisarán periódicamente. Se prohíbe la utilización de escaleras de madera pintadas, por la dificultad que ello supone para la detección de sus posibles defectos. En caso de pintarse deberá hacerse con barniz transparente.

### **5.3.3.7 PASARELAS**

#### **Relación de riesgos**

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Caída de materiales sobre personas y/o bienes.
- Golpes.

#### **Medidas preventivas**

- El ancho de la pasarela no debe ser nunca inferior a 60 cm.
- Cuando la altura de ubicación de la pasarela esté a 2 o más metros de altura, deberá disponer de barandilla de seguridad (pasamanos, listón intermedio y rodapié).
- El suelo de apoyo de la pasarela debe tener la resistencia adecuada y nunca será resbaladizo.
- Las pasarelas se mantendrán siempre libres de obstáculos.
- Las pasarelas deben de disponer de un piso perfectamente unido.
- Deben disponer de accesos fáciles y seguros.
- Se deben instalar de forma que se evite su caída por basculantes o deslizamientos.

### **5.3.3.8 ANDAMIOS DE BORRIQUETAS**

#### **Relación de riesgos**

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Caída por exceso de acopio de materiales en la plataforma de trabajo.

#### **Medidas preventivas**

- No se deben utilizar para alturas superiores a 6 metros.
- Para alturas superiores a 3 metros deberán ir arriostrados.
- La separación entre puntos de apoyo no debe ser superior en ningún caso a 3,5 metros.
- En caso de alturas de caída superior a 2 metros deberán disponer de barandilla perimetral.
- La anchura mínima de la plataforma de trabajo es de 60 cm.
- El conjunto debe ser estable y resistente.

Santander, 2 de noviembre de 2023



Fdo.: Agustín Valcarce Polanco