



Grado en Ingeniería Mecánica

2023-2024



# Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW

TRABAJO FIN DE ESTUDIO

**Francisco David Estepa Montero**

**Tutora:** Dra. María del Carmen Morón Romero

**Departamento:** Física aplicada I

20 de septiembre de 2023, Sevilla



## **AGRADECIMIENTOS**

---

Quiero aprovechar la ocasión para agradecer mi familia por todo el apoyo que me han dado durante estos años de carrera, a mi pareja, a mis amigos por todos los momentos compartidos en esta etapa universitaria y a mi tutora que con su ayuda hace posible con este trabajo de fin de grado que pueda graduarme como ingeniero mecánico.

## **RESUMEN**

---

En este proyecto se realiza el diseño de una instalación solar fotovoltaica, el proyecto se ubica en Ctra. El Rubio - Aguadulce km. 0,2, 41568 Rubio (El), Sevilla. El sistema generador consta de 612 módulos fotovoltaicos, modelo ATERSA A-450M GS con tecnología PERC y 450 W de potencia nominal, resultando una potencia pico total de 275,40 kWp. Los módulos se instalarán en una configuración COPLANAR SUR, lo que maximiza la energía anual generada. En cuanto al sistema de conversión se tienen 2 inversores SMA STP-110-60 de 110 kW de potencia nominal, limitados a 50 kW. Resultando una potencia nominal total de 100 kW. EL sistema de interconexión está Aislado con polietileno reticulado con aislamiento RV-K 0,6/1KV, normalizado según la norma UNE 21123, con conductor de aluminio. Se trata de una instalación eléctrica de autoconsumo con compensación de excedentes. Para realizar los distintos cálculos del proyecto se utiliza el software PVsyst.

**Palabras Clave:** Fotovoltaica, Energías Renovables, Autoconsumo.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

## **ABSTRACT**

---

In this project, the design of photovoltaic solar installation, the project is located at Ctra. El Rubio - Aguadulce km. 0.2, 41568 Rubio (El), Seville. The generating system consists of 612 photovoltaic modules, model ATERSA A-450M GS with PERC technology and 450 W of nominal power, resulting in a total peak power of 275.40 kW. The modules will be installed in a COPLANAR SUR configuration, which maximizes the annual energy generated. Regarding the conversion system, there are two SMA STP-110-60 inverters with a nominal power of 110 kW, limited to 50 kW. Resulting in a total nominal potential of 100 kW. The interconnection system is insulated with cross-linked polyethylene with RV-K 0.6/1KV insulation, standardized according to the UNE 21123 standard, with an aluminum conductor. It is a self-consumption electrical installation with surplus compensation. The PVsyst software is used to carry out the different calculations of the project.

Keywords: Photovoltaic, Renewable Energy, Self-Consumption

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

# ÍNDICE

---

---

AGRADECIMIENTOS .....	1
RESUMEN .....	1
ABSTRACT .....	2
ÍNDICE .....	3
ÍNDICE DE TABLAS .....	6
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	6
1. INTRODUCCIÓN .....	8
2. MEMORIA .....	12
2.1. Objeto .....	12
2.2. Alcance .....	12
2.3. Antecedentes .....	13
2.4. Normas y referencias .....	13
2.4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas .....	13
2.4.2. Programa de cálculo. ....	15
2.4.3. Bibliografía. ....	24
2.5. Definiciones y abreviaturas .....	24
2.5.1. Radiación solar .....	24
2.5.2. Instalación .....	25
2.5.3. Módulos .....	26
2.5.4. Integración arquitectónica .....	27
2.6. Resultados finales .....	28
2.6.1. Prediseño: .....	28
2.6.2. Simulación: .....	28

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

2.7. Planificación.....	29
3. ANEXOS .....	31
3.1. Estudios con entidad propia.....	31
3.1.1. Estudio Básico de Seguridad y Salud .....	31
3.1.2. Estudio de viabilidad económica .....	41
3.1.3. Estudio de impacto medioambiental (Huella de carbono) .....	42
3.1.4. Estudio de análisis de sombras .....	44
3.1.5. Estudio de dimensionado de la energía de la instalación.....	44
3.1.5. Estudio basado en datos de PVGIS .....	46
4. PLANOS.....	49
5. PLIEGO DE CONDICIONES.....	54
Disposiciones generales .....	54
Condiciones de ejecución del sistema generador.....	55
Diseño del generador fotovoltaico.....	55
Componentes del sistema generador .....	56
Disposiciones facultativas.....	65
Disposiciones económicas.....	72
Epígrafe 1.º principio general .....	72
Epígrafe 2.º fianzas .....	72
Ejecución de trabajos con cargo a la fianza .....	73
Devolución de fianzas .....	73
Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales..	73
Epígrafe 3.º de los precios .....	74
Composición de los precios unitarios .....	74
Precios contradictorios.....	75

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

Reclamación de aumento de precios .....	75
Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios .....	76
Revisión de los precios contratados.....	76
Acopio de materiales.....	76
Epígrafe 5.º valoración y abono de los trabajos .....	77
Formas de abono de la instalación .....	77
Epígrafe 6.º varios.....	77
Mejoras, aumentos y/o reducciones de la instalación .....	77
Unidades de obra defectuosas, pero aceptables .....	77
Seguro de la instalación.....	78
Conservación de la instalación.....	79
Uso por el contratista de edificio o bienes del propietario .....	79
Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado comprobación de las prestaciones finales del edificio.....	80
Demanda energética-según DB HE ahorro de energía.....	80
Prescripciones sobre materiales.....	84
Calidad de los materiales.....	84
Pruebas y ensayos de materiales.....	84
Materiales no consignados en proyecto.....	84
Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra .....	84
Instalación eléctrica.....	84
Condiciones generales de ejecución de las instalaciones.....	88
6. PRESUPUESTO .....	91
Capítulo 1: Sistema generador .....	91
Capítulo 2: Sistema de CC y CA e interconexión con la red de distribución. 92	

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

Capítulo 3: Sistema de CC y CA e interconexión con la red de distribución.	93
Capítulo 4: Sistema de CC y CA e interconexión con la red de distribución.	94
7. CONCLUSIÓN .....	96

## ÍNDICE DE TABLAS

---

Tabla 1. Planificación .....	29
<i>Tabla 2. Pérdidas por OI + S. IDAE</i> .....	55
Tabla 3. Presupuesto Cap. 1 .....	91
Tabla 4. Presupuesto Cap.2.....	92
Tabla 5. Presupuesto Cap. 3.....	93
Tabla 6. Presupuesto Cap. 4.....	94

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

---

Ilustración 1. Sombras Catastro .....	44
Ilustración 2. Consumo Anual.....	45
Ilustración 3. Caja de conexión (La herramienta Balear).....	57
Ilustración 4. Armario de conexión (Delvalle Box).....	57
Ilustración 5. Conductores (Tameson) .....	85
Ilustración 6. Tubo protector (Precygrap) .....	86
Ilustración 7. Magnetotérmico e interruptor diferencial (Adajusa / Electro-Profesional) .....	87

# INTRODUCCIÓN





# 1. INTRODUCCIÓN

Previo al desarrollo del diseño del proyecto es importante dar contexto histórico acerca de esta tecnología:

Según (Pérez 2020):

No fue hasta 1876, cuando William Grylls, junto con uno de sus estudiantes más aventajados, Richard Day, descubrió que, ante la exposición del selenio al sol, se producía una diferencia de potencial que conllevaba un desplazamiento de electrones y huecos, dando lugar a una corriente eléctrica. A pesar de tratarse de una transformación con una eficiencia muy baja, se pudo probar por primera vez, que la radiación solar, sin una transformación previa a energía térmica o cinética, podía convertirse en energía eléctrica.

Pocos años más tarde, el estadounidense Charles Fritts fue capaz de construir la primera celda solar, compuesta por Selenio y una delgada capa de oro, con una eficiencia de aproximadamente el 1%.

Pero no fue hasta 1953, cuando Calvin Fuller, Gerald Pearson y Daryl Chapiun descubren la primera célula de Silicio (uno de los principales elementos utilizados en las células solares de hoy en día). Unos años más tarde, se comercializan por primera vez, adquiriendo un coste de 300 \$/W.

Durante los años 60, la energía fotovoltaica se convierte en una de las principales tecnologías empleadas en la alimentación de las naves espaciales.

El desarrollo de la tecnología y de nuevas técnicas de producción hace que el precio de los módulos disminuya de forma inversamente exponencial, sin embargo, su uso para la generación eléctrica es aún muy reducido.

Durante la primera década del siglo XXI, la energía fotovoltaica, gracias a la fuerte bajada de precios, comienza a hacerse un hueco grande entre las centrales de producción eléctrica. El autoconsumo comienza a ser una realidad y cada vez más gente opta por esta opción como alimentación eléctrica de viviendas e industrias.

La segunda década del siglo XXI supone el boom definitivo para la energía fotovoltaica, ya es una tecnología económicamente competitiva, y su

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

continuado decremento en costes supone que cada vez sea más rentable. La energía fotovoltaica se instala por completo en la generación eléctrica de los países y la tendencia hacia el autoconsumo no deja de crecer.

Conocida ya la historia de cómo se desarrolló la tecnología fotovoltaica, es momento de hablar del potencial de esta.

A un nivel más individualista esta tecnología permite a cualquier usuario que tenga un consumo promedio en su vivienda la posibilidad de derrochar energía (aire acondicionado todo el día, recargar coche eléctrico, encender todas las luces...) sin preocuparse ya que no tiene impacto medioambiental y su factura de la luz sería mínima.

A un nivel nacional, España, podría convertirse en una gran potencia exportadora de energía, ya que es el país de Europa con más horas de sol al año gracias a su posición geográfica. Al pertenecer a la UE, España sería un socio preferente para todos los países de la unión, luego comprarían a España antes que a otros países. España cuenta con un marco regulatorio favorable, que incentiva la producción de energía renovable y la seguridad jurídica necesaria para atraer inversión del extranjero. Para ello sería necesario una gran capacidad de generación, y si se observa el crecimiento del uso de esta tecnología en los últimos años, se puede ser optimista (Datos: el 32 % de la energía producida en España en 2022 proviene de la eólica y la fotovoltaica, además para finales de 2023 la cantidad de energía solar fotovoltaica producida en España será 4 veces mayor a la de 2018, se prevén grandes proyectos fotovoltaicos de granjas solares para los próximos años.)

Además, poniendo el foco en este proyecto, se ha de hablar en el autoconsumo fotovoltaico, pues muchas familias y empresas han decidido instalar paneles en sus tejados lo que provoca una gran reducción demanda de energía.

Hay que recordar también los avances en I+D que hacen que los paneles sean cada vez más eficientes.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

En cuanto a cómo almacenar esta energía pese a que las baterías evolucionan siguen siendo muy caras e ineficientes por ello, una solución serían las centrales de bombeo.

A día de hoy, España ya exporta más energía eléctrica a sus países vecinos de la que importa de estos. Si avanza esta tendencia, ser una potencia exportadora provocaría tener un consumo de energía más barato en el país y atraer industrias que tengan una alta demanda de energía, para las cuales las pequeñas ineficiencias provocadas en el transporte de energía podrían ser la diferencia entre ser rentables o no, o simplemente un aumento significativo de sus beneficios. Quizás, por todo lo dicho anteriormente España estaría ante la oportunidad, no solo de ser una potencia energética sino también económica.

# MEMORIA



## 2. MEMORIA

### 2.1. Objeto

---

El objeto del presente documento consiste en proyectar, calcular y dimensionar una instalación fotovoltaica de autoconsumo con compensación de excedentes, con interconexión en la red interior de B.T. del abonado. Para llevarse a cabo se usará el software PVsyst.

### 2.2. Alcance

---

Se define el proyecto de la instalación fotovoltaica para reducir el impacto sobre el medio ambiente derivado de la actividad de la empresa, fabricación de mobiliario y accesorios para el hogar gestionada por “MUEBLES RUDECA S.L.” y, también, para reducir el coste energético de dicha actividad.

En el proyecto se definirá las condiciones técnicas de la instalación fotovoltaica planteada. La planta solar estará instalada sobre una cubierta inclinada del edificio, y servirá para cubrir parte de la demanda eléctrica derivada de la actividad de dicha empresa a través de la energía generada por la misma.

En el proyecto se analiza las posibilidades que ofrece una instalación de energía solar fotovoltaica para el autoconsumo instantáneo de la energía generada. El autoconsumo instantáneo hace referencia a la producción individual de electricidad para el propio consumo.

A nivel técnico se exponen y analizan los diferentes elementos que integran la instalación para asegurar su correcto funcionamiento. El proyecto se ha redactado de manera que cumpla de manera íntegra con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias; así como el RD900/2015 que regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas de energía eléctrica con autoconsumo.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

## 2.3. Antecedentes

---

Se plantea la redacción de Proyecto para una instalación fotovoltaica de 100 kW para autoconsumo.

La instalación de autoconsumo de 100 kW de potencia nominal y 275,40 kWp de potencia pico se pretende ubicar en la cubierta de la nave que MUEBLES RUDECA S.L. tiene en Ctra. El Rubio - Aguadulce km. 0,2, 41568 Rubio (EI), Sevilla; CP 41568.

La instalación fotovoltaica proyectada se trata de un autoconsumo con fuentes renovables (energía solar) para autoconsumo.

En este caso concreto, toda la energía o bien es consumida dentro de la finca, o bien se vierte a la red eléctrica, siendo contabilizada a través de un contador.

La comercializadora cruzará la información de los contadores y realizará el balance energético que proceda, articulando el resultado de este mediante un descuento en el consumo (mecanismo que se articula mediante la modalidad de compensación de excedentes).

En consecuencia, la energía generada en la instalación fotovoltaica de autoconsumo se aplica íntegra, de una forma u otra, al consumo de la actividad desarrollada en las instalaciones industriales existentes en la nave en cuya cubierta se ejecutará la instalación.

## 2.4. Normas y referencias

---

### 2.4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.

Según el IDAE (IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía):

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- 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).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 413/2014 de junio de 2014 por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, normativa que fue completada por la Orden Ministerial ITC/1045/2014, sobre parámetros retributivos de instalaciones de producción de energías renovables.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

- Real Decreto-Ley 15/2018, de 5 de octubre, de Medidas urgente para la transición Energética y la protección de los usuarios.
- Real Decreto 244/2019 del 5 de abril por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de autoconsumo de la energía eléctrica.
- Real Decreto 486/1997, 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Código Técnico de la Edificación (CTE) 2023.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 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 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 20/2022, de 27 de diciembre, de medidas de respuesta a las consecuencias económicas y sociales de la Guerra de Ucrania y de apoyo a la reconstrucción de la isla de La Palma y a otras situaciones de vulnerabilidad.

#### 2.4.2. Programa de cálculo.

A continuación, se muestran los informes generados en PVsyst:

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*





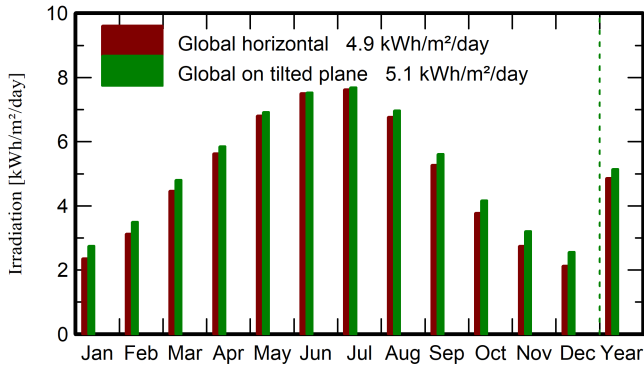
**Grid system presizing**

<b>Geographical Site</b>		<b>Situation</b>	
El Rubio		Latitude	37.36 °N
España		Longitude	-4.99 °W
		Altitude	210 m
		Time zone	UTC+1

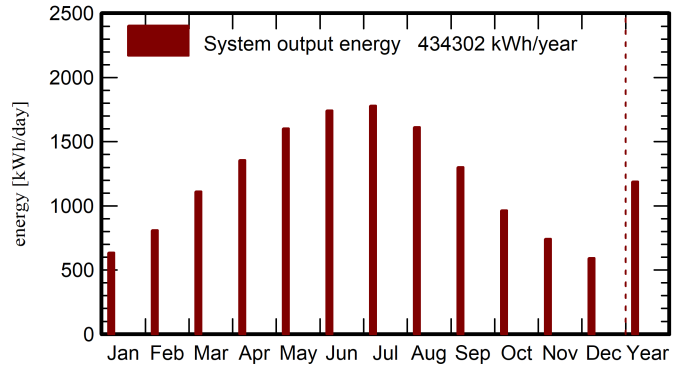
**System summary**

Nominal power	275 kWp	Total area	1721 m <sup>2</sup>
Module type	Standard	Supports for modules	Facade or tilted roof
Technology	Monocrystalline cells	Ventilation property	Free air circulation
Annual yield	434 MWh	Investment	708552 EUR
Specific prod.	1577 kWh/kWp	Energy cost	0.10 EUR/kWh

**Meteo and incident energy**



**System output**



	Horizontal global kWh/m²/day	Coll. plane kWh/m²/day	System output kWh/day	System output kWh
Jan.	2.36	2.75	636.4	19727
Feb.	3.13	3.50	809.7	22672
Mar.	4.46	4.81	1113	34492
Apr.	5.63	5.86	1356	40679
May	6.82	6.92	1602	49659
June	7.51	7.53	1743	52297
July	7.63	7.69	1780	55192
Aug.	6.77	6.97	1613	50016
Sep.	5.27	5.62	1300	39011
Oct.	3.78	4.17	964.9	29912
Nov.	2.75	3.21	743.2	22295
Dec.	2.13	2.56	591.9	18350
Year	4.86	5.14	1190	434302

# PVsyst - Simulation report

## Grid-Connected System

---

Project: Trabajo de Fin de Grado

Variant: Nueva variante de simulación

No 3D scene defined, no shadings

System power: 275 kWp

El Rubio - Spain

| Author



**PVsyst V7.4.0**

VCO, Simulation date:  
18/08/23 17:41  
with v7.4.0

**Project summary**

**Geographical Site**

**El Rubio**  
Spain

**Situation**

Latitude 37.36 °N  
Longitude -4.99 °W  
Altitude 210 m  
Time zone UTC+1

**Project settings**

Albedo 0.20

**Meteo data**

El Rubio  
Meteonorm 8.1 (2005-2017), Sat=100% - Sintético

**System summary**

**Grid-Connected System**

No 3D scene defined, no shadings

**PV Field Orientation**

Fixed plane  
Tilt/Azimuth 7.2 / 17.7 °

**Near Shadings**

No Shadings

**User's needs**

Unlimited load (grid)

**System information**

**PV Array**

Nb. of modules 612 units  
Pnom total 275 kWp

**Inverters**

Nb. of units 2 units  
Pnom total 220 kWac  
Pnom ratio 1.252

**Results summary**

Produced Energy 390038 kWh/year Specific production 1416 kWh/kWp/year Perf. Ratio PR 75.80 %

**Table of contents**

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Main results	5
Loss diagram	6
Predef. graphs	7

**PVsyst V7.4.0**

VC0, Simulation date:  
18/08/23 17:41  
with v7.4.0

**General parameters****Grid-Connected System**

No 3D scene defined, no shadings

**PV Field Orientation****Orientation**

Fixed plane

Tilt/Azimuth 7.2 / 17.7 °

**Sheds configuration**

No 3D scene defined

**Models used**

Transposition Perez

Diffuse Perez, Meteonorm

Circumsolar separate

**Horizon**

Free Horizon

**Near Shadings**

No Shadings

**User's needs**

Unlimited load (grid)

**PV Array Characteristics****PV module**

Manufacturer

Generic

Model

ATERSA A-450M GS

(Custom parameters definition)

Unit Nom. Power

450 Wp

Number of PV modules

612 units

Nominal (STC)

275 kWp

**Inverter**

Manufacturer

Generic

Model

Sunny Tripower STP110-60-Core2

(Custom parameters definition)

Unit Nom. Power

110 kWac

Number of inverters

2 units

Total power

220 kWac

**Array #1 - Subconjunto #1**

Number of PV modules

306 units

Nominal (STC)

138 kWp

Modules

17 Strings x 18 In series

Number of inverters

12 \* MPPT 8% 1 unit

Total power

110 kWac

**At operating cond. (50°C)**

Pmpp

128 kWp

U mpp

709 V

I mpp

181 A

Operating voltage

200-800 V

Pnom ratio (DC:AC)

1.25

No power sharing between MPPTs

**Array #2 - Subconjunto #2**

Number of PV modules

306 units

Nominal (STC)

138 kWp

Modules

17 Strings x 18 In series

Number of inverters

12 \* MPPT 8% 1 unit

Total power

110 kWac

**At operating cond. (50°C)**

Pmpp

128 kWp

U mpp

709 V

I mpp

181 A

Operating voltage

200-800 V

Pnom ratio (DC:AC)

1.25

No power sharing between MPPTs

**Total PV power**

Nominal (STC)

275 kWp

Total

612 modules

Module area

1330 m<sup>2</sup>**Total inverter power**

Total power

220 kWac

Number of inverters

2 units

Pnom ratio

1.25

No power sharing

**Array losses****Thermal Loss factor**

Module temperature according to irradiance

Uc (const) 20.0 W/m<sup>2</sup>KUv (wind) 0.0 W/m<sup>2</sup>K/m/s**DC wiring losses**

Global array res.

63 mΩ

Global wiring resistance

32 mΩ

Loss Fraction

1.5 % at STC

**Module Quality Loss**

Loss Fraction

-1.3 %

**Module mismatch losses**

Loss Fraction

2.0 % at MPP



**PVsyst V7.4.0**

VCO, Simulation date:  
18/08/23 17:41  
with v7.4.0

**Array losses**

**IAM loss factor**

Incidence effect (IAM): Fresnel smooth glass, 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 V7.4.0**

VC0, Simulation date:  
18/08/23 17:41  
with v7.4.0

**Main results**

**System Production**

Produced Energy 390038 kWh/year

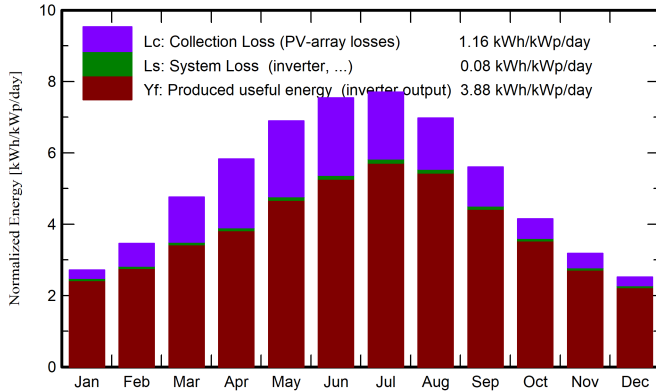
Specific production

1416 kWh/kWp/year

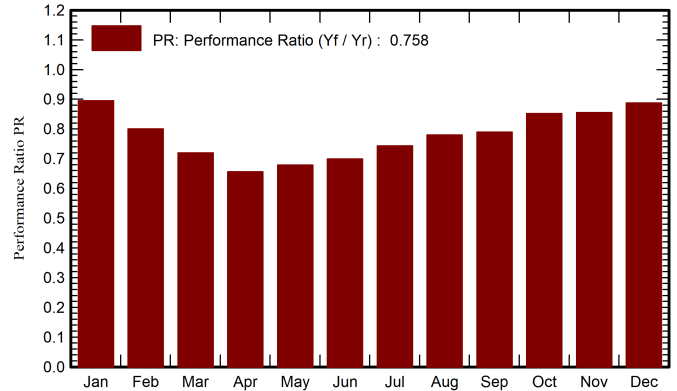
Perf. Ratio PR

75.80 %

**Normalized productions (per installed kWp)**



**Performance Ratio PR**



**Balances and main results**

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	73.3	33.61	9.42	84.2	79.1	21217	20750	0.895
February	87.6	38.46	10.83	96.7	92.5	21811	21334	0.801
March	138.4	58.56	13.93	147.7	142.1	29895	29281	0.720
April	168.9	67.90	16.45	174.7	169.2	32246	31578	0.656
May	211.3	79.55	20.79	213.6	206.9	40749	39934	0.679
June	225.2	72.53	25.03	226.3	220.2	44458	43575	0.699
July	236.5	66.62	27.93	238.7	232.2	49823	48844	0.743
August	209.8	66.32	28.34	216.2	210.0	47377	46450	0.780
September	158.2	53.76	24.21	168.2	162.6	37328	36574	0.790
October	117.2	47.34	19.96	128.6	123.3	30809	30177	0.852
November	82.6	28.58	13.34	95.4	90.1	22980	22472	0.855
December	66.1	24.48	10.48	78.0	73.0	19520	19069	0.888
Year	1775.1	637.70	18.44	1868.3	1801.1	398212	390038	0.758

**Legends**

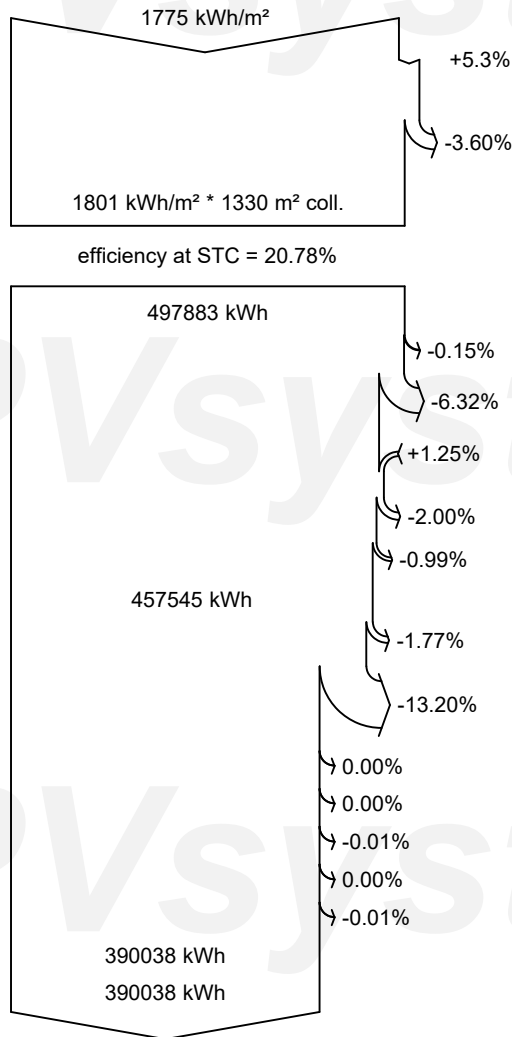
- GlobHor Global horizontal irradiation
- DiffHor Horizontal diffuse irradiation
- T\_Amb Ambient Temperature
- GlobInc Global incident in coll. plane
- GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
- EArray Effective energy at the output of the array
- E\_Grid Energy injected into grid
- PR Performance Ratio



**PVsyst V7.4.0**

VC0, Simulation date:  
18/08/23 17:41  
with v7.4.0

**Loss diagram**



- Global horizontal irradiation
- Global incident in coll. plane
- IAM factor on global
- Effective irradiation on collectors
- PV conversion
- Array nominal energy (at STC effic.)
- PV loss due to irradiance level
- PV loss due to temperature
- Module quality loss
- Module array mismatch loss
- Ohmic wiring loss
- Array virtual energy at MPP
- Inverter Loss during operation (efficiency)
- Inverter Loss over nominal inv. power
- Inverter Loss due to max. input current
- Inverter Loss over nominal inv. voltage
- Inverter Loss due to power threshold
- Inverter Loss due to voltage threshold
- Night consumption
- Available Energy at Inverter Output
- Energy injected into grid

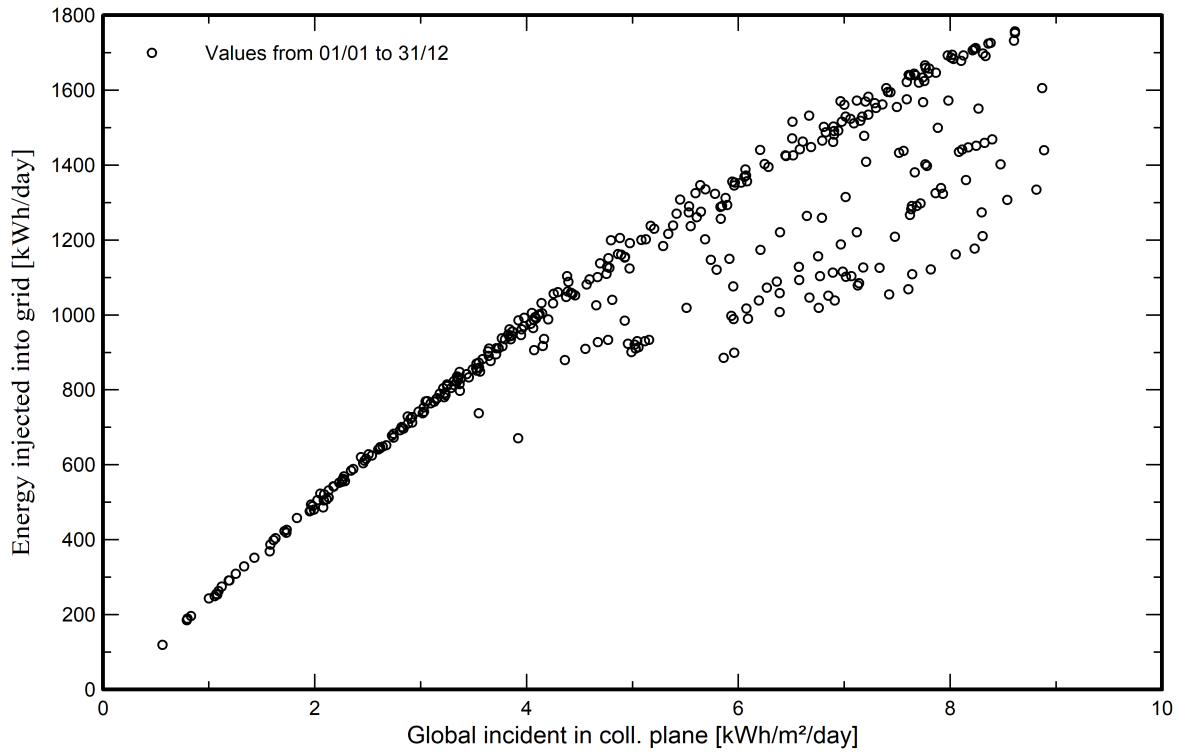


**PVsyst V7.4.0**

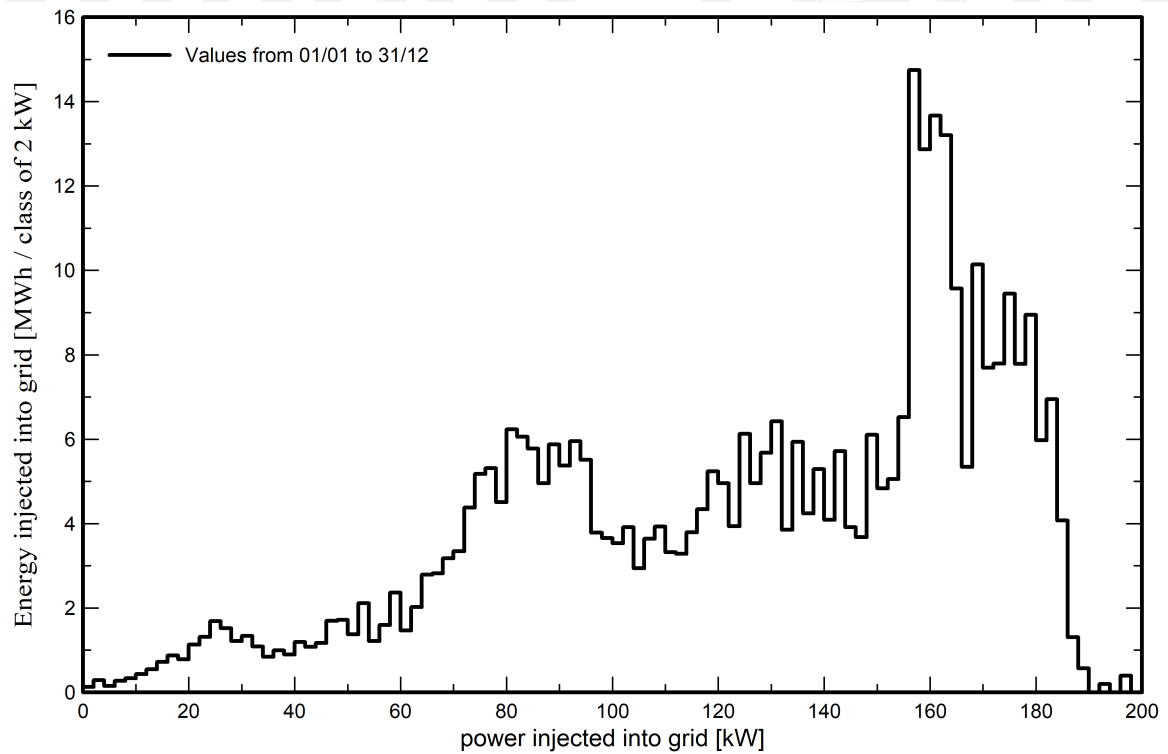
VC0, Simulation date:  
18/08/23 17:41  
with v7.4.0

**Predef. graphs**

**Diagrama entrada/salida diaria**



**Distribución de potencia de salida del sistema**





### 2.4.3. Bibliografía.

*Autodesk AutoCAD 2024* |

*BOE.es - Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado.* Retrieved September 8, 2023, from <https://boe.es/>

Pérez, Borja, 2020 *Todo lo que necesitas saber sobre la energía fotovoltaica.* Tercera edición. By solar energy academy.

*Google Maps.*

*Google Earth.*

*IDAE Instituto para la Diversificación.* [www.idae.es](http://www.idae.es)

*PVsyst – Logiciel Photovoltaïque* Retrieved September 8, 2023, from <https://www.pvsyst.com/>

*¿Qué es la huella de carbono y cómo se calcula? Paso a paso.* . Retrieved September 20, 2023, from <https://www.e4e-soluciones.com/blog-eficiencia-energetica/huella-carbono-como-calcula-explicamos-paso-paso>

*Sede Electrónica del Catastro - Inicio.* (n.d.). Retrieved September 8, 2023, from <https://www.sedecatastro.gob.es/>

## **2.5. Definiciones y abreviaturas.**

---

Según (IDAE Instituto Para La Diversificación y Ahorro de la Energía):

### 2.5.1. Radiación solar

#### 2.5.1.1. Radiación solar

Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

#### 2.5.1.2. Irradiancia

Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m<sup>2</sup>.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

### 2.5.1.3. Irradiación

Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en kWh/m<sup>2</sup>, o bien en MJ/m<sup>2</sup>.

## 2.5.2. Instalación

### 2.5.2.1. Instalaciones fotovoltaicas

Aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica sin ningún paso intermedio.

### 2.5.2.2. Instalaciones fotovoltaicas interconectadas

Aquellas que disponen de conexión física con las redes de transporte o distribución de energía eléctrica del sistema, ya sea directamente o a través de la red de un consumidor.

### 2.5.2.3. Línea y punto de conexión y medida

La línea de conexión es la línea eléctrica mediante la cual se conectan las instalaciones fotovoltaicas con un punto de red de la empresa distribuidora o con la acometida del usuario, denominado punto de conexión y medida.

### 2.5.2.4. Interruptor automático de la interconexión

Dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de interconexión.

### 2.5.2.5. Interruptor general

Dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de la empresa distribuidora.

### 2.5.2.6. Generador fotovoltaico

Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

### 2.5.2.7 Rama fotovoltaica

Subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

### 2.5.2.8. Inversor

Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna. También se denomina ondulator.

### 2.5.2.9. Potencia nominal del generador

Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.

### 2.5.2.10. Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal

Suma de la potencia nominal de los inversores (la especificada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.

## 2.5.3. Módulos

### 2.5.3.1. Célula solar o fotovoltaica

Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

### 2.5.3.2. Célula de tecnología equivalente (CTE)

Célula solar encapsulada de forma independiente, cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman la instalación.

### 2.5.3.3. Módulo o panel fotovoltaico

Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

### 2.5.3.4. Condiciones Estándar de Medida (CEM)

Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente:

- Irradiancia solar: 1000 W/m<sup>2</sup>
- Distribución espectral: AM 1,5 G
- Temperatura de célula: 25° C

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

#### 2.5.3.5. Potencia pico

Potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.

#### 2.5.3.6. TONC

Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m<sup>2</sup> con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20 °C y la velocidad del viento, de 1 m/s.

### 2.5.4. Integración arquitectónica

Según los casos, se aplicarán las denominaciones siguientes:

#### 2.5.4.1. Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos

Cuando los módulos fotovoltaicos cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento, cerramiento o sombreado) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales.

#### 2.5.4.2. Revestimiento

Cuando los módulos fotovoltaicos constituyen parte de la envolvente de una construcción arquitectónica.

#### 2.5.4.3. Cerramiento

Cuando los módulos constituyen el tejado o la fachada de la construcción arquitectónica, debiendo garantizar la debida estanquidad y aislamiento térmico.

#### 2.5.4.4. Elementos de sombreado

Cuando los módulos fotovoltaicos protegen a la construcción arquitectónica de la sobrecarga térmica causada por los rayos solares, proporcionando sombras en el tejado o en la fachada.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

## 2.6. Resultados finales

---

### 2.6.1. Prediseño:

Se ve que la ubicación es correcta, en cuanto a la potencia pico se ve que se tiene los 275.4 kWp (PVsyst tiene el error de llamarlo potencia nominal, pero realmente se refiere a la potencia pico tal y como vemos en sus unidades kWp), también se observa el uso de la tecnología monocristalina de nuestros módulos.

En la primera gráfica en color rojo se ve la radiación que llega en una superficie horizontal, en verde, se ve la radiación que obtenemos gracias a la inclinación de nuestras placas, que es superior al caso horizontal.

En la siguiente gráfica se puede observar la cantidad de energía que se va a producir.

En la tabla se ve la radiación media diaria en un plano horizontal, en el plano del módulo, la energía diaria y mensual.

### 2.6.2. Simulación:

Se ve que la instalación cuenta con una potencia de 275 kWp, la ubicación es correcta, se ve que los datos meteorológicos han sido obtenidos de Meteonorm 8.1, se dice la orientación del sistema, con la inclinación y el azimut.

Se comprueba que están los 612 módulos con los 275 kWp de potencia pico, el número de inversores es correcto, y nuestro factor de escala es de 1,25. Se prevé una producción anual de energía de 390038 kWh.

Se sigue con los datos de cada subconjunto, los fabricantes son SMA y ARTESA, potencia del módulo, configuración serie y paralelo, cómo funcionaría a 50 ° C, más adelante también se habla de las pérdidas.

En las tablas que siguen, se observa la producción energética que vamos a tener con las pérdidas, y la eficiencia con la que se transforma energía solar en eléctrica (no confundir con la producción, aunque en verano la producción sea mayor, la eficiencia es menor).

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

La siguiente tabla muestra la irradiación que llega a una superficie plana y la que llega al módulo inclinado.

A continuación, con un diagrama en el que se puede ver de forma muy gráfica la energía que llega y las pérdidas.

## 2.7. Planificación

Tarea	Inicio	Fin	Duración
<b>Configuración de dispositivos y cajas</b>	15/09/23	16/09/23	1 día
<b>Ensamblaje de estructuras de soporte para los módulos</b>	16/09/23	18/09/23	2 días
<b>Establecimiento de la conexión de alimentación CA</b>	18/09/23	19/09/23	1 día
<b>Colocación de los paneles solares</b>	19/09/23	21/09/23	2 días
<b>Establecimiento de la conexión eléctrica CC</b>	21/09/23	22/09/23	1 día
<b>Implementación del sistema de puesta a tierra</b>	22/09/23	23/09/23	1 día
<b>Ejecución de pruebas de rendimiento</b>	23/09/23	24/09/23	1 día

Tabla 1. Planificación

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

# ANEXOS



## 3. ANEXOS

### 3.1. Estudios con entidad propia

---

#### 3.1.1. Estudio Básico de Seguridad y Salud

##### 3.1.1.1. Cuestiones previas

El presente estudio viene justificado por la aplicación de las estipulaciones del Artículo 4 del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre. Intenta marcar una normativa de equipamiento, funcionalidad y manejo de maquinarias y herramientas, así como de los restantes medios de seguridad y conducta del personal de la instalación, al objeto de la prevención de accidentes de trabajo y la realización de éste en las mejores condiciones.

Se ha redactado de manera que en su MEMORIA se estudian los tipos de trabajo, sus riesgos y la forma de prevenir éstos, así como las restantes circunstancias de la función laboral.

Han sido estudiadas separadamente las características de los trabajos y el manejo de la maquinaria a emplear, de tal manera que mediante el uso y consulta de este documento, en cualquier momento durante la realización de los trabajos, o antes del inicio de los mismos, se puedan adoptar las medidas de prevención que nos aseguren la eliminación de los riesgos previsibles.

La interpretación de estas normas corresponde a personal calificado; jefes de la instalación, encargados y vigilantes de seguridad. En caso de conflictos, al coordinador de seguridad y salud, que es el mismo técnico que redacta este proyecto.

##### 3.1.1.1.1. Objeto

Es el objetivo del presente Estudio de Seguridad la prevención de todos los riesgos que indudablemente se producen en cualquier proceso laboral y está encaminado a proteger la integridad de las personas y los bienes, indicando y recomendando los medios y métodos que habrán de emplearse, así como las secuencias de los procesos laborales adecuados en cada trabajo específico, a

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*



fin de que contando con la colaboración de todas las personas que intervienen en los trabajos a conseguir un RIESGO NULO durante el desarrollo de los mismos.

Se atenderá especialmente a los trabajos de mayor riesgo como son los que se efectúan en el interior de zanjas, circulación de maquinaria pesada y manejo de máquinas herramientas, y se cuidarán las medidas para las protecciones individuales y colectivas, señalizaciones, instalaciones provisionales del proyecto y primeros auxilios.

#### 3.1.1.1.2. Plazo de ejecución del plan

En condiciones normales no deberá sobrepasar las dos semanas de la planificación del proyecto a partir de su inicio efectivo.

En base a los estudios de planeamiento de ejecución de la instalación, se estima que el número de trabajadores alcanzará una cifra máxima de 4 operarios actuando simultáneamente en la instalación.

#### 3.1.1.1.3. Accesos y circulaciones peatonales

La parcela, por donde discurra la línea, tiene acceso rodado.

La circulación peatonal en el entorno de la instalación queda resuelta por el aislamiento total de la misma mediante el delimitado necesario, por lo que los recorridos de peatones se situarán fuera de los límites establecidos por la cubierta solar.

#### 3.1.1.1.4. Climatología

El área climática de Andalucía se caracteriza por las grandes diferencias de temperatura máxima y mínima, con las incidencias de posibles heladas en los meses de invierno que serán previstas con las medidas oportunas.

#### 3.1.1.1.5. Medicina preventiva y primeros auxilios

La mano de obra tiene una incidencia baja en este tipo de trabajos. No obstante, dada su envergadura en la fase de mayor coincidencia, se tendrá en cuenta:

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

- Los botiquines portátiles (mínimo 2) dispondrán según la reglamentación del siguiente material sanitario:
  - Vendas
  - Algodón
  - Desinfectantes y antisépticos autorizados (alcohol, agua oxigenada, suero fisiológico, etc.)
  - Apósitos estériles
  - Esparadrapo hipoalergénico
  - Gasas estériles
  - Tijeras con punta roma
  - Pinzas
  - Guantes desechables (látex o nitrilo)
  
- Asistencia a accidentados.
  - Se deberá informar a al personal del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios Propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.), donde trasladar a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.
  - Se dispondrá en la instalación, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos, direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de Asistencia.
  
- Reconocimiento médico anual de todo el personal que participe en la instalación.

### 3.1.1.2. Ejecución: riesgos, normas y EPI's.

#### 3.1.1.2.1. Presencia de líneas eléctricas

##### 3.1.1.2.1.1. NORMAS Y MEDIDAS PREVENTIVAS TIPO

Las distancias de seguridad a conductores de líneas eléctricas en servicio, serán las que marquen las Normas de Alta, Media y Baja Tensión y será en cualquier caso mayor de 5 metros.

- Esta distancia de seguridad será balizada y señalizada según el siguiente procedimiento:
  - Se marcarán con aparatos (taquímetro) las alineaciones perpendiculares a ambos lados de la línea a la distancia adecuada en el suelo.
  - Sobre cada alineación se marcará a cada lado de la línea la distancia de 5 m. según los casos de más el 50% del ancho del conjunto del cableado del tendido eléctrico.
  - Sobre estas señalizaciones se levantarán piés derechos de madera de una altura de 5 m. en los que se pintará una franja de color blanco.
  - Las tres hileras de postes así conformadas a ambos lados de la línea se unirán entre sí de todas las formas posibles con cuerda de banderolas formando un entramado perfectamente visible.
  - La separación entre los postes de balizamiento de cada línea será de 4 a 5 metros.
- En caso de tener que trabajar a distancias menores:
  - Notificar a la compañía suministradora propietaria de la línea, la intención de iniciar los trabajos.
  - Si fuese necesario y posibles solicitar el corte de fluido y puesta a tierra de los cables.

- No realizar trabajos en las proximidades de la línea hasta que se haya comprobado el corte de la corriente y la puesta a tierra.
- En caso de ser necesario, se desviará la línea eléctrica por fuera de los límites que se consideren adecuados.

### 3.1.1.3. Maquinaria: riesgos, normas y EPIS.

#### 3.1.1.3.1. Maquinaria en general

##### 3.1.1.3.1.1. Riesgos más comunes

- Vuelcos
- Hundimientos
- Choques
- Formación de atmósferas agresivas o molestas
- Ruido
- Explosión e incendios
- Atropellos
- Caídas a cualquier nivel
- Atrapamientos
- Cortes
- Golpes y proyecciones
- Contactos con la energía eléctrica
- Los inherentes al propio lugar de utilización
- Los inherentes al propio trabajo a ejecutar

##### 3.1.1.3.1.2 Normas preventivas

- Los motores con transmisión a través de ejes y poleas estarán dotados de carcasas protectoras antiatrapamientos (cortadoras, sierras, compresores, etc.).
- Los motores eléctricos estarán cubiertos de carcasas protectoras eliminadoras del contacto directo con la energía eléctrica. Se prohíbe su funcionamiento sin carcasa o con deterioros importantes de éstas.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

- Se prohíbe la manipulación de cualquier elemento componente de una máquina accionada mediante energía eléctrica, estando conectada a la red de suministro.
- Los engranajes de cualquier tipo, de accionamiento mecánico, eléctrico o manual, estarán cubiertos por carcasas protectoras antiatrapamientos.

Las máquinas de funcionamiento irregular o averiadas serán retiradas inmediatamente para su reparación.

Las máquinas averiadas que no se puedan retirar se señalarán con carteles de aviso con la leyenda: "MAQUINA AVERIADA, NO CONECTAR".

- Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas al personal no especializado específicamente en la máquina objeto de reparación.
- Como precaución adicional para evitar la puesta en servicio de máquinas averiadas o de funcionamiento irregular, se bloquearán los arrancadores, o en su caso, se extraerán los fusibles eléctricos.
- La misma persona que instale el letrero de aviso de "máquina averiada", será la encargada de retirarlo, en prevención de conexiones o puestas en servicio fuera de control.
- Sólo el personal autorizado será el encargado de la utilización de una determinada máquina o máquina-herramienta.
- Las máquinas que no sean de sustentación manual se apoyarán siempre sobre elementos nivelados y firmes.
- La elevación o descenso a máquina de objetos, se efectuará lentamente, izándolos en directriz vertical. Se prohíben los tirones inclinados.
- Los ganchos de cuelgue de los aparatos de izar quedarán libres de carga durante las fases de descenso.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

- Las cargas en transporte suspendido estarán siempre a la vista, con el fin de evitar los accidentes por falta de visibilidad de la trayectoria de carga.
- Los ángulos sin visión de la trayectoria de la carga, se suplirán mediante operarios que utilizando señales preacordadas suplan la visión del citado trabajador.
- Se prohíbe la permanencia o el trabajo de operarios en zonas bajo la trayectoria de cargas suspendidas.
- Los aparatos de izar a emplear en esta instalación estarán equipados con limitador de recorrido del carro y de los ganchos, para que no se produzca una interferencia en el giro entre varias cargas situadas en la punta de distintas grúas en caso de trabajar con más de un aparato de izar.
- Los motores eléctricos de grúas y de los montacargas estarán provistos de limitadores de altura y del peso a desplazar, que automáticamente corten el suministro eléctrico al motor cuando se llegue al punto en el que se debe detener el giro o desplazamiento de la carga.
- Los cables de izado y sustentación a emplear en los aparatos de elevación y transporte de cargas en esta instalación, estarán calculados expresamente en función de los solicitados para los que se los instala.
- La sustitución de cables deteriorados se efectuará mediante mano de obra especializada, siguiendo las instrucciones del fabricante.

Los lazos de los cables estarán siempre protegidos interiormente mediante forrillos guardacabos metálicos, para evitar deformaciones y cizalladuras.

- Los cables empleados directa o auxiliariamente para el transporte de cargas suspendidas se inspeccionarán como mínimo una vez a la semana por el Vigilante de Seguridad, que previa comunicación al

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

Jefe de la instalación, ordenará la sustitución de aquellos que tengan más del 10% de hilos rotos.

- Los ganchos de sujeción o sustentación serán de acero o hierro forjado, provistos de "pestillo de seguridad".
- Se prohíbe en esta instalación, la utilización de enganches artesanales contruidos a base de redondos doblados.
- Todos los aparatos de izar estarán sólidamente fundamentados, apoyados según las normas del fabricante.
- Se prohíbe en esta instalación, el izado o transporte de personas en el interior de jaulones, bateas, cubilotes y asimilables.
- Todas las máquinas con alimentación a base de energía eléctrica estarán dotadas de toma de tierra.
- Los carriles para desplazamiento de grúas estarán limitados, a una distancia de 1 m. de su término, mediante topes de seguridad de final de carrera.
- Se mantendrá en buen estado la grasa de los cables de las grúas (montacargas, etc.).
- Semanalmente, el Vigilante de Seguridad, revisará el buen estado del lastre y contrapeso de la grúa torre, dando cuenta de ello a la Jefatura de la instalación, y ésta, a la Dirección Facultativa.
- Se revisarán semanalmente por el Vigilante de Seguridad, el estado de los cables contravientos existentes en la instalación, dando cuenta de ello al Jefe de la instalación.
- Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los señalados para ello, por le fabricante de la máquina.

### 3.1.1.3.1.3. Equipos de Protección Individual

- Casco de polietileno
- Ropa de trabajo
- Calzado de seguridad
- Guantes de cuero
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Cinturón antivibratorio

### 3.1.1.3.6. Herramientas

#### 3.1.1.3.6.1. Riesgos detectables más comunes

- Las máquinas herramientas de acción eléctrica estarán protegidas por doble aislamiento.
- Los motores estarán protegidos por carcasas adecuadas.
- Igualmente estarán protegidos los órganos motrices, correas cadenas engranajes y otros órganos de transmisión.
- Se prohíbe efectuar reparaciones o manipulaciones con la máquina en funcionamiento.
- El montaje y ajuste de correas se realizará con herramienta adecuada.
- Las transmisiones de engranajes estarán protegidas por carcasas de malla metálica que permita ver su funcionamiento.
- Las máquinas en avería se señalarán con: NO CONECTAR AVERIADO.
- Las herramientas de corte tendrán el disco protegido con carcasas
- Las máquinas herramientas que hayan de funcionar en ambientes con productos inflamables y tendrán protección antideflagrante.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*



- En ambientes húmedos la tensión de alimentación será de 24 voltios
- El transporte aéreo de las máquinas mediante grúas se efectuará con éstas en el interior de bateas nunca colgadas.
- En general las máquinas herramientas que produzcan polvos se utilizarán en vía húmeda.
- Las herramientas accionadas por aire a presión (compresores) estarán dotadas de camisas insonorizadoras.
- Siempre que sea posible las mangueras de alimentación se instalarán aéreas y señalizadas por cuerdas de banderolas.

#### 3.1.1.3.6.2. Prendas de protección personal recomendables

- Cascos de polietileno.
- Ropa adecuada de trabajo. - impermeables.
- Guantes de seguridad. - cuero ~ goma - PVC - impermeables.
- Botas de seguridad. - goma PVC - protegidas.
- Plantillas de seguridad. - anticlavos -.
- Mandil y polainas muñequeras de cuero - impermeables.
- Gafas de seguridad - anti-impactos – antipolvo - anti-proyecciones.
- Protectores auditivos.
- Mascarillas filtrantes - antipolvo - anti-vapores - filtros fijos y recambiables.
- Fajas elásticas anti-vibraciones.

#### 3.1.1.5 Conclusiones del plan de seguridad y salud

Con todo lo descrito en la presente memoria y en el resto de los documentos que integran el presente plan de seguridad y salud, quedan definidas las

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

medidas de prevención que se consideran necesarias para la ejecución de las distintas unidades de obra que conforman este proyecto.

Si se realizase alguna modificación del proyecto o se modificara algún sistema constructivo de los aquí previstos, es obligado constatar las interacciones de ambas circunstancias en las medidas de prevención contenidas en el presente plan de seguridad y salud, debiéndose redactar, en su caso, las modificaciones necesarias.

### 3.1.2. Estudio de viabilidad económica

A continuación, se va a evaluar la viabilidad económica del proyecto, para ello se calcula el tiempo necesario para amortizar la inversión pues cumplido ese tiempo todo lo generado serán beneficios una vez amortizados los gastos.

Es importante tener en cuenta que se ha limitado los inversores lo que permite una mayor estabilidad en la red pero también la posibilidad de ampliar la instalación hasta 200 kW.

#### Sin ampliación

En nuestra simulación se obtiene el dato de que generamos 390038 kWh al año.

El costo del mantenimiento se traduce en una revisión anual de 1.499,00 €

Con un precio medio de 0.14 € / kWh.

Para calcular los años necesarios se realiza la siguiente operación:

(Precio de la instalación) / [(precio kWh \* generación anual) - gastos anuales de mantenimiento] = número de años que tarda en amortizarse

$(226.599,12) / \{(0,14 * 390038) - 1.499\} = 4,27$  años

Se amortizaría en 4 años, es decir, 2 años 3 meses y 8 días

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

### Con ampliación

En nuestra situación se obtiene el doble de energía, es decir, generamos 780076 kWh al año.

Hay que tener en cuenta que con la ampliación la instalación pasaría a costar 306.000,00 €.

Para calcular los años necesarios se realiza la siguiente operación:

$(\text{Precio de la instalación}) / [(\text{precio kwh} * \text{generación anual}) - \text{gastos anuales de mantenimiento}] = \text{numero de años que tarda en amortizarse.}$

Al sustituir se obtiene:

$$(306.000) / \{(0.14 * 780076) - 1.499\} = 2.84 \text{ años}$$

Se amortizaría en 2.84 años, es decir, 2 años 10 meses y 25 días

### 3.1.3. Estudio de impacto medioambiental (Huella de carbono)

Según(¿Qué Es La Huella de Carbono y Cómo Se Calcula? Paso a Paso, de [www.e4e-soluciones.com](http://www.e4e-soluciones.com)):

En términos formales, la huella de carbono consiste en la cantidad de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que generan todas las actividades de las personas y otras entidades. Entre estas últimas, las empresas, los edificios (sea cual sea su fin) una provincia o un país.

Dentro de este concepto, están consideradas las emisiones directas, como aquellas producidas por la combustión de combustibles fósiles para la generación de electricidad. También las derivadas de los procesos industriales, la movilidad, la climatización y los bienes y servicios que consumimos. Por igual, los especialistas en la materia suelen incluir las emisiones de otros gases de efecto invernadero: los clorofluorocarbonos (CFC), el metano y el óxido nitroso. En este sentido, la huella de carbono tiene cierto vínculo con la noción de huella ecológica, un concepto introducido por Mathis Wackernagel, un planificador regional de origen suizo en la Universidad de Columbia Británica y el ecologista canadiense William Rees. La huella ecológica considera la

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

superficie total de terreno requerida para mantener una población y/o actividad. Asimismo, tiene en cuenta los impactos ambientales, como la cantidad de tierra empleada para producir alimentos y el uso del agua. A diferencia de ello, la huella de carbono es, técnicamente, una medida de peso, usualmente expresada en toneladas de CO<sub>2</sub> lanzadas a la atmósfera. Con este valor suele cuantificarse el volumen de las emisiones de gases contaminantes en determinados períodos de tiempo; por lo general, al año.

En términos básicos, para calcular la huella de carbono (HC) se puede aplicar una fórmula muy simple. Esta consiste en multiplicar los datos de actividad (DA) por el factor de emisión (FE). Y se expresa la operación de esta forma:

$$HC = DA \times FE$$

El dato de actividad (DA) cuantifica el grado o nivel de la actividad que causa las emisiones de GEI. Por ejemplo: la cantidad de electricidad que requieren las máquinas para un proceso o de gas natural utilizado en la calefacción (ambos en kWh).

El factor de emisión (FE) es la cantidad de gases emitidos por cada unidad del DA. Dichos indicadores varían de acuerdo a la actividad. Serían las emisiones necesarias para producir cada kWh de electricidad y el factor de emisión equivalente al consumo de gas. En otras palabras: 0,1908 kgCO<sub>2e</sub>/kWh de electricidad y 0,202 kgCO<sub>2e</sub>/kWh de gas natural.

El resultado de esta fórmula expresará una cantidad en gramos, kilos o toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2e</sub>).

En el presente proyecto:

$$HC = DA \times FE = 390038 \text{ kWh} \times 0,1908 \text{ kgCO}_2\text{e/kWh} = 74419.2504 \text{ kg}$$

Es decir, gracias a la instalación se reduce cada año en 74419.2504 kg la cantidad de CO<sub>2e</sub>.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

### 3.1.4. Estudio de análisis de sombras

Como se aprecia en la siguiente imagen (Catastro):



*Ilustración 1. Sombras Catastro*

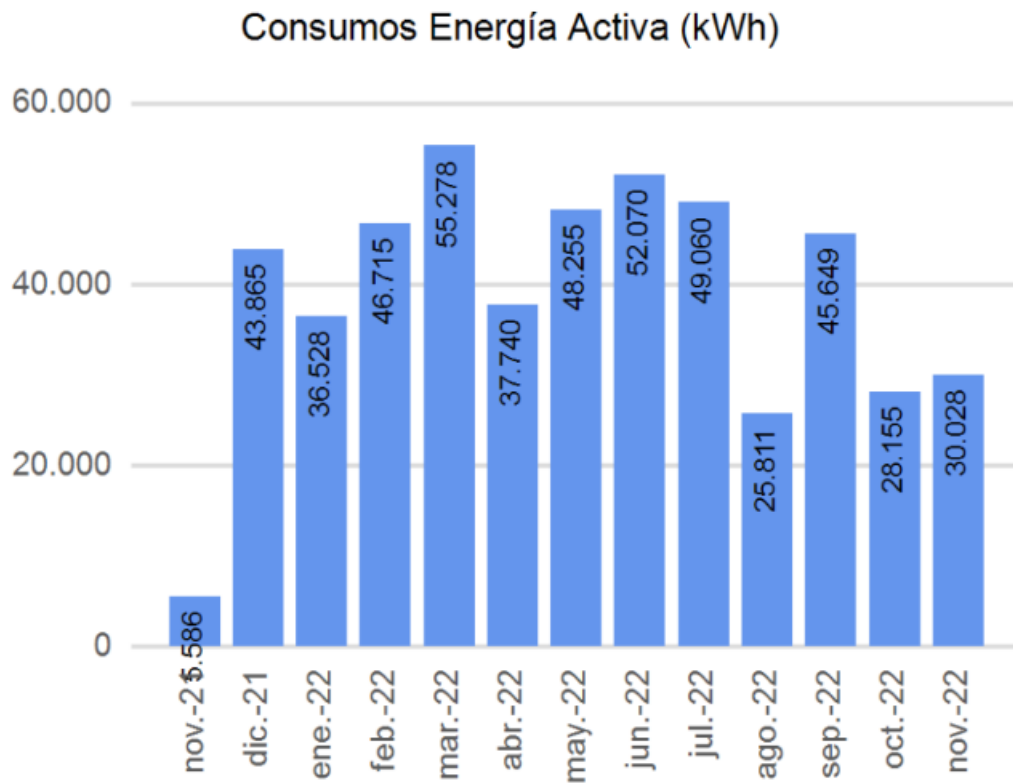
La nave industrial se encuentra aislada por lo que no se va a ver afectada por la sombra de ningún edificio o elemento cercano.

### 3.1.5. Estudio de dimensionado de la energía de la instalación

Para decidir el tamaño de la instalación se debe analizar en consumo promedio de la empresa:

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*



*Ilustración 2. Consumo Anual*

Analizando los datos el consumo anual promedio es de 499154 kWh. En la simulación se obtiene que se generará 390038 kWh, es decir, se aprovecha toda la energía ya que en general el consumo de la actividad de la empresa va a ser mayor que la generación fotovoltaica. En caso de que en algún mes puntual se produzcan excedentes estos serán vendidos a la compañía suministradora para recibir un descuento en una futura factura. Como el objetivo del proyecto es el autoconsumo y no ser una granja solar se debe mantener la generación de energía por debajo del consumo tal y como verifican los datos.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

### 3.1.5. Estudio basado en datos de PVGIS

A continuación se muestra los datos obtenidos en PVGIS se puede observar que aunque hay leves variaciones (debidas a los datos de entrada de cada software), no presentan ninguna anomalía importante respecto del informe de PVSyst lo que da garantías de la correcta resolución de los cálculos.

# Performance of grid-connected PV

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

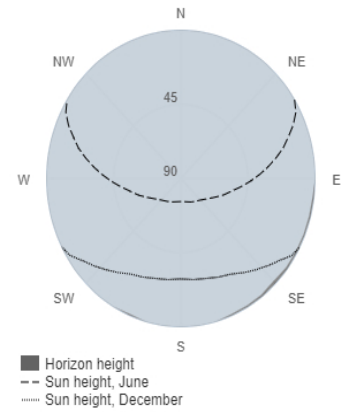
## Provided inputs:

Latitude/Longitude: 37.356,-4.989  
 Horizon: Calculated  
 Database used: PVGIS-SARAH2  
 PV technology: Crystalline silicon  
 PV installed: 275 kWp  
 System loss: 14 %

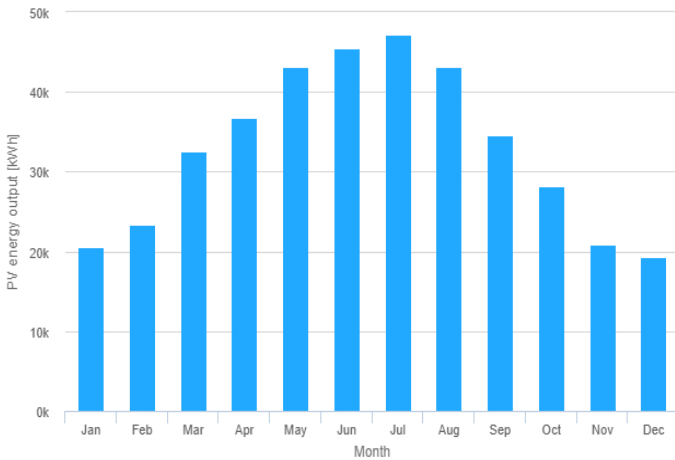
## Simulation outputs

Slope angle: 7 °  
 Azimuth angle: -18 °  
 Yearly PV energy production: 395165.97 kWh  
 Yearly in-plane irradiation: 1969.16 kWh/m<sup>2</sup>  
 Year-to-year variability: 9288.84 kWh  
 Changes in output due to:  
 Angle of incidence: -3.16 %  
 Spectral effects: 0.42 %  
 Temperature and low irradiance: -12.74 %  
 Total loss: -27.03 %

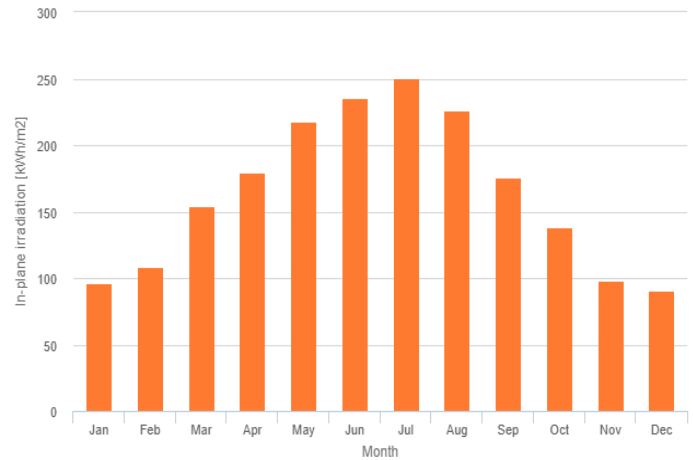
## Outline of horizon at chosen location:



## Monthly energy output from fix-angle PV system:



## Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



## Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E_m	H(i)_m	SD_m
January	20634.295.9	3038.9	
February	23316.9108.7	3437.3	
March	32517.0153.9	3231.6	
April	36708.4179.1	2333.9	
May	43172.9217.4	3169.9	
June	45464.6235.5	1400.6	
July	47193.4250.0	1075.9	
August	43101.9226.5	1113.1	
September	34623.0175.3	1693.2	
October	28220.4138.2	2285.1	
November	20822.998.2	2092.0	
December	19390.490.5	1630.2	

E\_m: Average monthly electricity production from the defined system [kWh].

H(i)\_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m<sup>2</sup>].

SD\_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].



# PLANOS

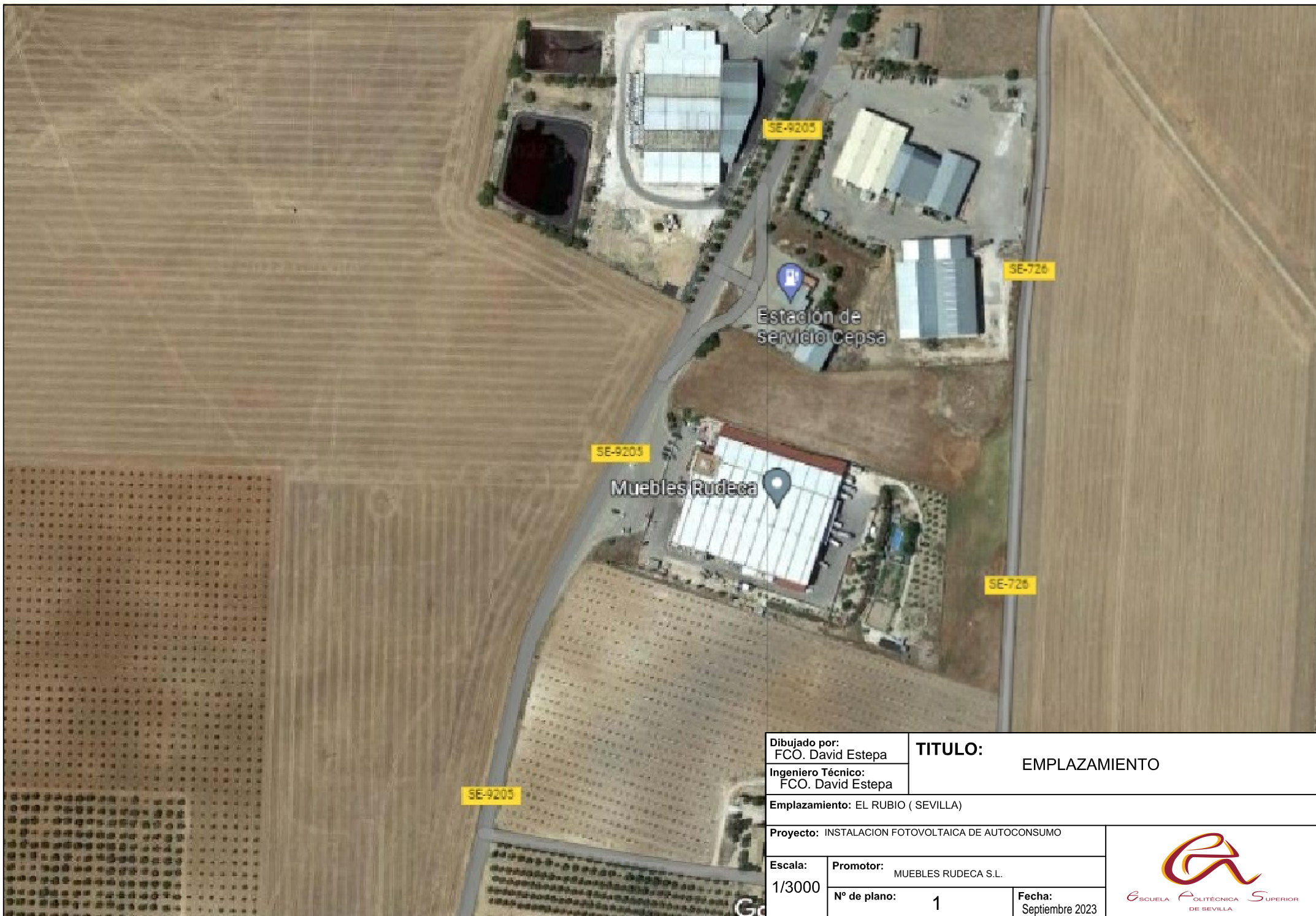


## **4. PLANOS.**

A continuación, se incluyen los planos del proyecto:

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*



Dibujado por:  
FCO. David Estepa

**TITULO:**  
EMPLAZAMIENTO

Ingeniero Técnico:  
FCO. David Estepa

Emplazamiento: EL RUBIO ( SEVILLA)

Proyecto: INSTALACION FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO

Escala:  
1/3000

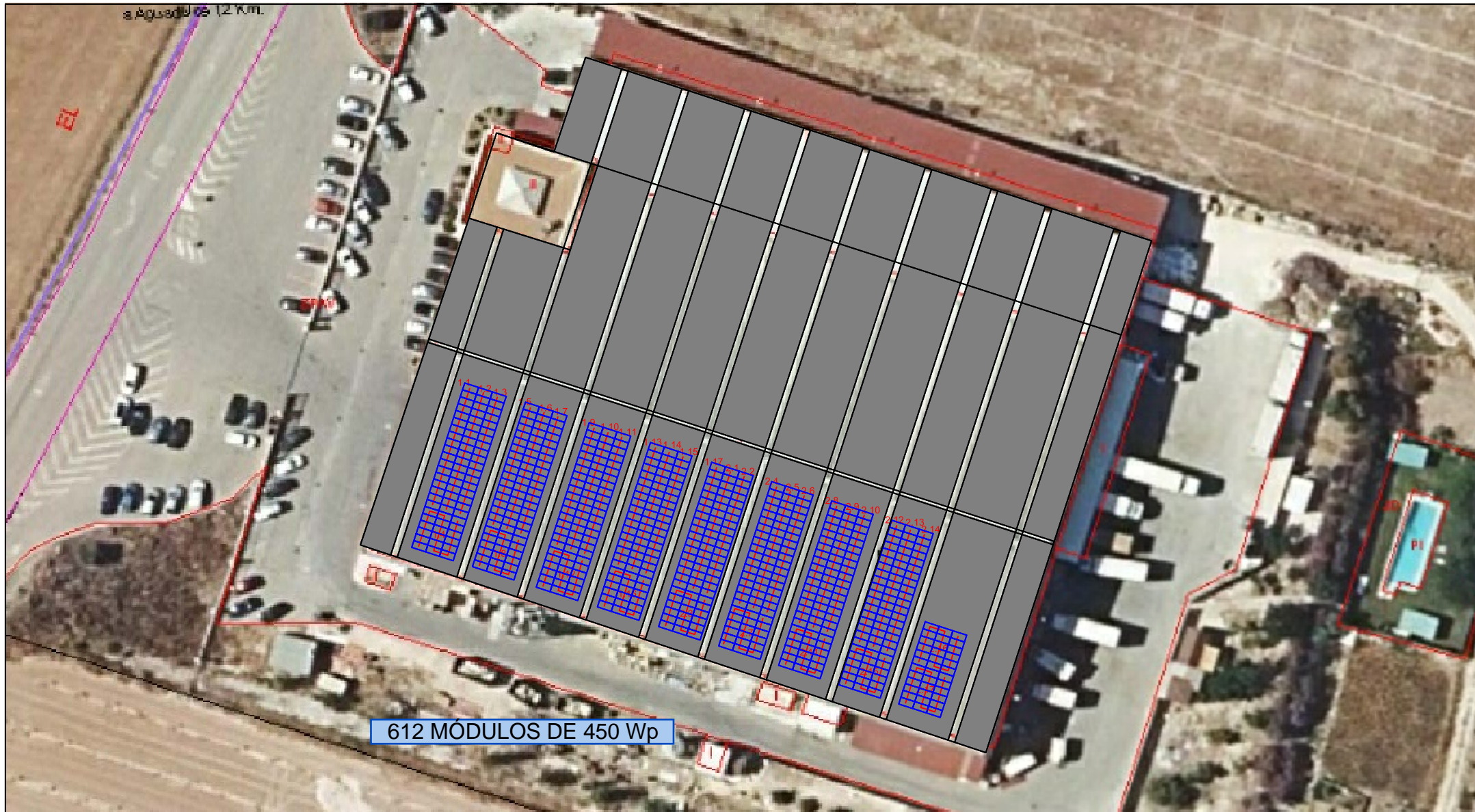
Promotor:  
MUEBLES RUDECA S.L.

Nº de plano:  
1

Fecha:  
Septiembre 2023



a Aguadulce 12 Km.



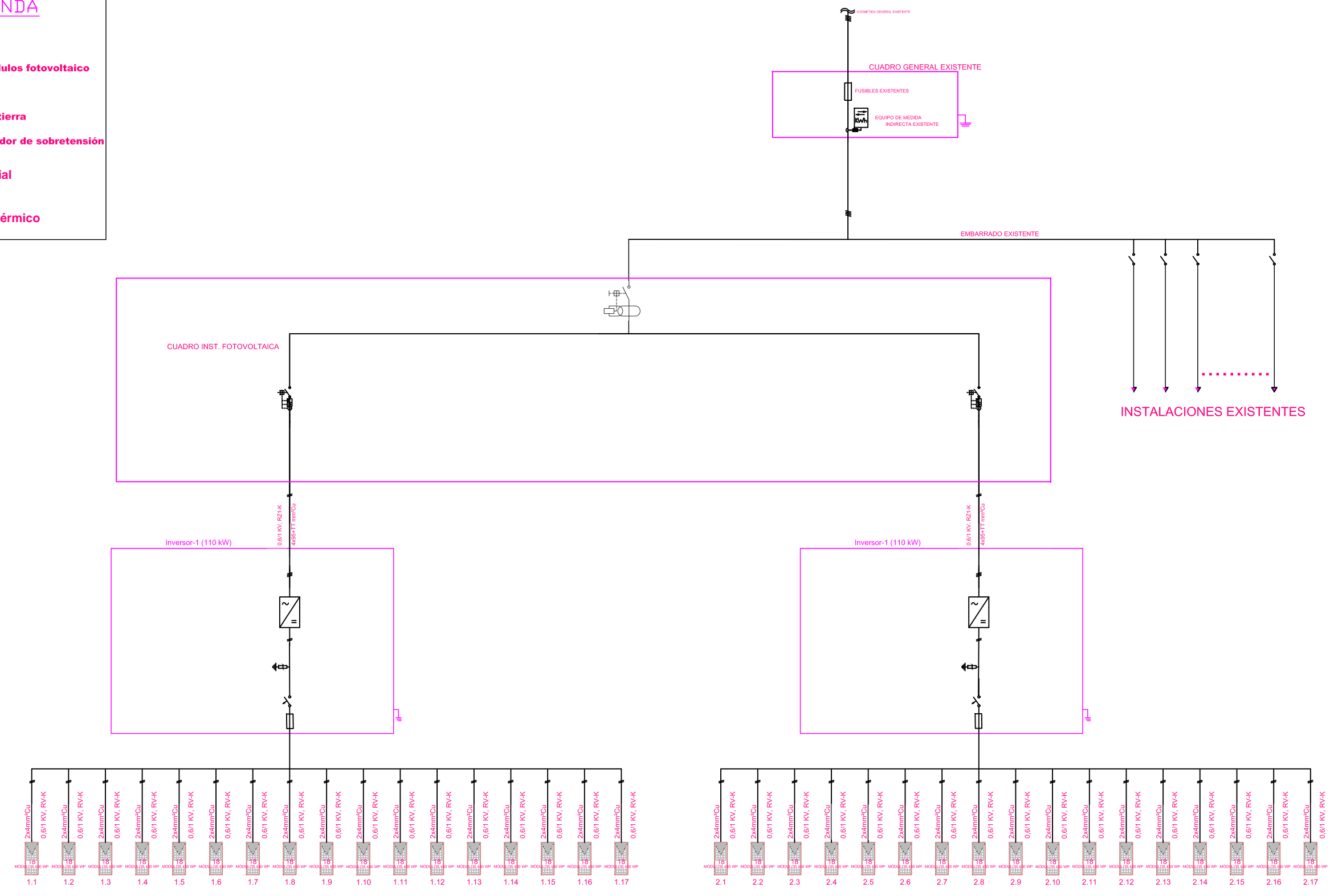
612 MÓDULOS DE 450 Wp

Dibujado por: FCO. David Estepa		<b>TITULO:</b> SERIES
Ingeniero Técnico: FCO. David Estepa		
Emplazamiento: EL RUBIO ( SEVILLA)		
Proyecto: INSTALACION FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO		
Escala: 1/400	Promotor: MUEBLES RUDECA S.L.	Fecha: Septiembre 2023
	Nº de plano: 2	



# LEYENDA

-  **Inversor**
-  **Serie Modulos fotovoltaico**
-  **Fusible**
-  **Toma de tierra**
-  **Descargador de sobretension**
-  **Diferencial**
-  **Magnetotermico**



Dibujado por: FCO. David Estepa		<b>TITULO:</b> ESQUEMA UNIFILAR
Ingeniero: FCO. David Estepa		
Emplazamiento: El Rubio (Sevilla)		
Proyecto: Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo		
Escala: S/E	Promotor: MUEBLES RUDECA S.L.	
	Nº de plano: 3	Fecha: Septiembre 2023



# PLIEGO DE CONDICIONES



## 5. PLIEGO DE CONDICIONES

### Disposiciones generales

El presente Pliego General de Condiciones, como parte del proyecto tiene por finalidad regular la ejecución de la instalación fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño, al Contratista, sus técnicos y encargados, al Ingeniero y al Aparejador o Ingeniero Técnico y a los laboratorios y entidades de Control de Calidad, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato.

Forman parte del contrato, el presupuesto de la instalación firmado por ambas partes y el proyecto integro.

Dada la posibilidad de que existan contradicciones en el proyecto. En este la prelación es:

- Mediciones y Presupuestos.
- Planos
- Pliego de Condiciones
- La memoria

Las órdenes e instrucciones de la dirección facultativa de la instalación se incorporan al proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

## Condiciones de ejecución del sistema generador

### Diseño del generador fotovoltaico

#### Generalidades

Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

En aquellos casos excepcionales 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 cualquier 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.

#### Orientación e inclinación y sombras

La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla. Se considerarán tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica. En todos los casos se han de cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

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

Tabla 2. Pérdidas por OI + S. IDAE

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*



### Diseño del sistema de monitorización.

El sistema de monitorización, cuando se instale de acuerdo a la convocatoria, proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Voltaje y corriente D.C. a la entrada del inversor.
- Voltaje de fase/s en la red, corriente total de salida del inversor.
- Radiación solar en el plano de los módulos medida con una célula o módulo de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.
- Potencia reactiva de salida del inversor para instalaciones mayores de 5 kWp.
- Temperatura de los módulos en integración arquitectónica y siempre que sea posible en potencias mayores de 5 kW.
- Los datos se presentarán en forma de medias horarias.
- El sistema de monitorización será fácilmente accesible para el usuario.

### Componentes del sistema generador

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores, visibles en su ficha técnica) como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua que será de doble aislamiento.



Ilustración 4. Armario de conexión (Delvalle Box)



Ilustración 3. Caja de conexión (La herramienta Balear)

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarias para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

En la memoria de diseño o proyecto se resaltarán los cambios que hubieran podido producirse y el motivo de los mismos respecto a la memoria de solicitud. Además, se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales.

# SUNNY TRIPOWER CORE2

## STP 110-60



STP 110-60



**SMA ShadeFix**  
STRING LEVEL OPTIMIZATION

Premium monitoring service **SMA**  
**SMART CONNECTED**



### More flexibility

- For large rooftop and ground-mounted systems up to the MW range
- 12 MPP trackers
- 24 strings with 1100 VDC Sunclix connector

### More power

- 110 kW for standard 400 VAC
- Fast commissioning without additional DC combiners
- Peak efficiency of 98.6%

### More yield

- Premium monitoring service for reliable system performance
- Maximum yields thanks to the integrated software solution SMA ShadeFix

### More system integration

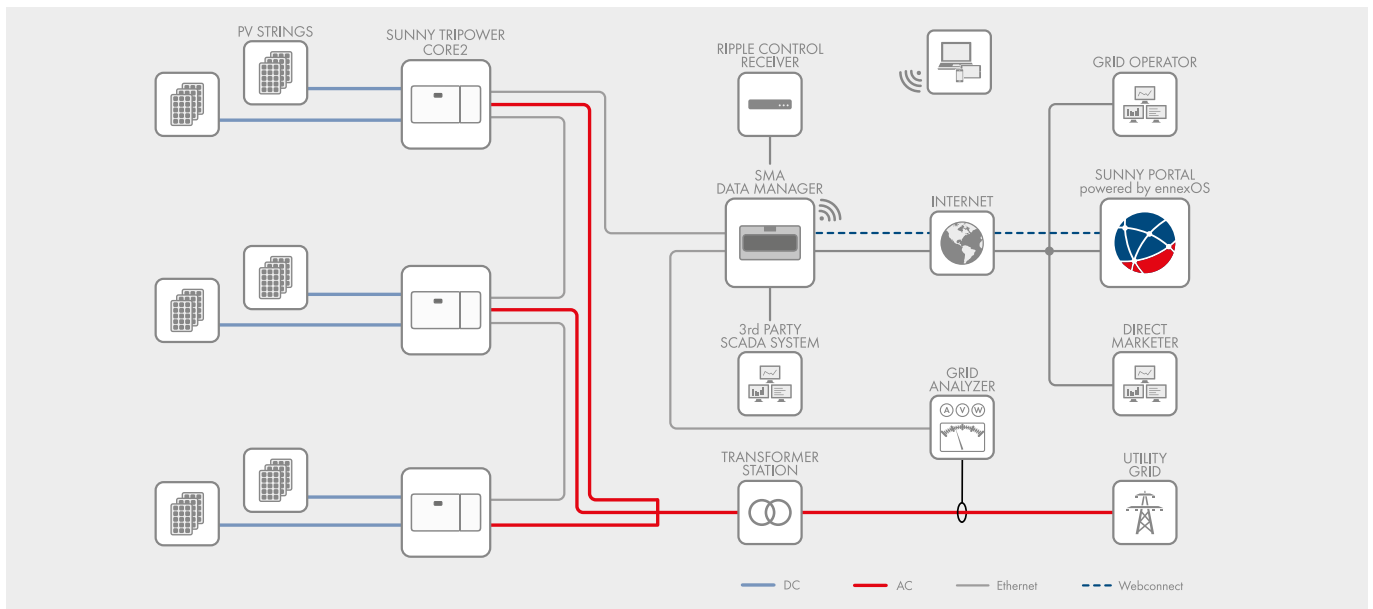
- Flexible and future-proof expansion in the SMA Energy System Business
- Holistic energy management with ennexOS
- High IT security

## SUNNY TRIPOWER CORE2

Flexible system design and highest yields thanks to integrated features

Flexible system design for larger commercial PV systems: The Sunny Tripower CORE2 is the ideal inverter for decentralized system structures up to the megawatt range. With 110 kilowatts, 24 strings and 12 MPP trackers, the Sunny Tripower CORE2 allows for a particularly high solar coverage in ground-mounted PV systems as well as at different roof pitches during the day. The integrated SMA ShadeFix software solution automatically optimizes system performance anytime, even with partially shaded modules. The automatic monitoring service SMA Smart Connected also ensures maximum PV system yields by detecting failures as fast as possible.

With the Sunny Tripower CORE2 as a central component of the SMA Energy System Business, installers and PV system operators will benefit from the high-quality components from a single source and future-proof options to expand their systems by SMA storage solutions.



Technical data	Sunny Tripower CORE2
<b>Input (DC)</b>	
Max. PV array power	165000 Wp STC
Max. input voltage	1100 V
MPP voltage range	500 V to 800 V
Rated input voltage	585 V
Min. input voltage / Start input voltage	200 V / 250 V
Max. input current per MPP tracker / Max. short-circuit current per MPP tracker	26 A / 40 A
Number of independent MPP trackers / Strings per MPP tracker	12 / 2
<b>Output (AC)</b>	
Rated power at nominal voltage	110000 W
Max. apparent AC power	110000 VA
Nominal AC voltage	400 V
AC voltage range	320 V to 460 V
AC grid frequency / range	50 Hz / 45 Hz to 55 Hz 60 Hz / 55 Hz to 65 Hz
Rated grid frequency	50 Hz
Max. output current	159 A
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited
Harmonic (THD)	< 3%
Feed-in phases / AC connection	3 / 3-PE
<b>Efficiency</b>	
Max. efficiency / European efficiency	98.6% / 98.4%
<b>Protective devices</b>	
Input-side disconnection device	●
Ground fault monitoring / grid monitoring / DC reverse polarity protection	● / ● / ●
AC short-circuit current capability / galvanically isolated	● / -
All-pole sensitive residual-current monitoring unit	●
Monitored surge arrester (type II) AC / DC	● / ●
Protection class (according to IEC 62109-1) / surge category (according to IEC 62109-1)	I / AC: III; DC: II
<b>General data</b>	
Dimensions (W / H / D)	1117 mm / 682 mm / 363 mm (44.0 in / 26.9 in / 14.3 in)
Weight	93.5 kg (206.1 lbs)
Operating temperature range	-30 °C to +60 °C (-22 °F to +140 °F)
Noise emission, typical	< 65 db(A)
Self-consumption (at night)	< 5 W
Topology / cooling concept	Transformerless / active cooling
Degree of protection (according to IEC 60529)	IP66
Max. permissible value for relative humidity (non-condensing)	100%
<b>Features / functions / accessories</b>	
DC connection / AC connection	Sunclix / terminal lug (up to 240 mm <sup>2</sup> )
LED display (Status / Fault / Communication)	●
Ethernet interface	● (2 ports)
Data interface	Web Interface / Modbus SunSpec
Mounting type	Wall mounting / rack mounting
Warranty: 5 / 10 / 15 / 20 years	● / ○ / ○ / ○
Certificates and approvals (selection)	IEC 62109-1/-2, EN50549-1/-2:2018, VDE-AR-N 4105/4110/4120:2018, IEC 62116, IEC 61727, C10/C11 LV2/MV1:2018, CEI 0-16:2019, AS/NZS 4777.2, SI 4777, TOR Generator Typ A/B
● Standard features ○ Optional features - not available Data at nominal conditions Status 03/2020	
Type designation	STP 110-60

### Paneles solares

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 (por ejemplo, Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT, Joint Research Centre Ispra, etc)., lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente. Este requisito no se aplica a los casos excepcionales.

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

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 de solicitud justificación de su utilización y deberá ser aprobado por el IDAE.

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 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 valorará positivamente una alta eficiencia de las células.

La estructura del generador se conectará a tierra.

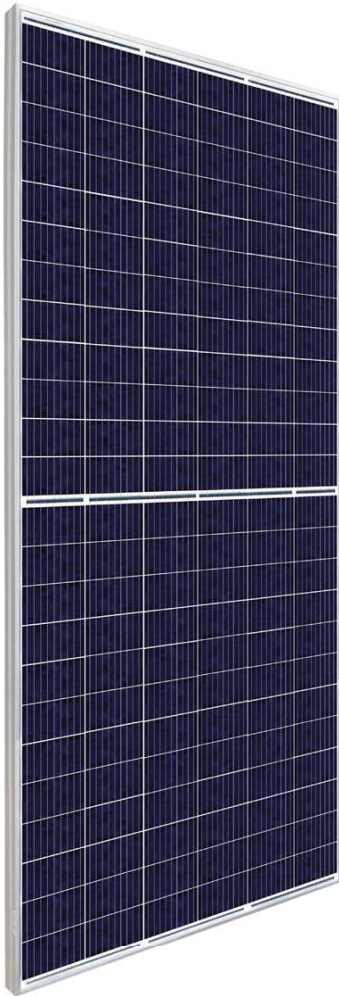
Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.



## ptimum *nueva gama*



Módulo solar fotovoltaico (144 ½ Mono PERC 6")  
**A-xxxM GS 144 HM6 9BB (425/430/435/440/445/450 W)**

- **Optimice sus instalaciones.**
- **Alta eficiencia** del módulo y potencia de salida estable, basado en una tecnología de proceso innovadora.
- **Funcionamiento eléctrico excepcional** en condiciones de alta temperatura o baja irradiación.
- Facilidad de instalación gracias a un **diseño de ingeniería innovador.**
- **Riguroso control de calidad** que cumple con los más altos estándares internacionales.
- **Garantía, 10 años** contra defectos de fabricación y **25 años** en rendimiento.





**A-xxxM GS 144 HM6 9BB (ES)** (xxx = potencia nominal)

Características eléctricas	A-425M GS 144	A-430M GS 144	A-435M GS 144	A-440M GS 144	A-445M GS 144	A-450M GS 144
Potencia Máxima (Pmax)	425 W	430 W	435 W	440 W	445 W	450 W
Tensión Máxima Potencia (Vmp)	40.50 V	40.70 V	40.90 V	41.10 V	41.30 V	41.50 V
Corriente Máxima Potencia (Imp)	10.50 A	10.57 A	10.64 A	10.71 A	10.78 A	10.85 A
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	48.30 V	48.50 V	48.70 V	48.90 V	49.10 V	49.30 V
Corriente en Cortocircuito (Isc)	11.23 A	11.31 A	11.39 A	11.46 A	11.53 A	11.60 A
Eficiencia del Módulo (%)	19.55	19.78	20.01	20.24	20.47	20.70
Tolerancia de Potencia (W)	0/+5					
Máxima Serie de Fusibles (A)	20					
Máxima Tensión del Sistema (IEC)	DC 1.000 V / DC 1.500V (**)					
Temperatura de Funcionamiento Normal de la Célula (°C)	45±2					

Características eléctricas medidas en Condiciones de Test Standard (STC), definidas como: Irradiación de 1000 w/m<sup>2</sup>, espectro AM 1.5 y temperatura de 25 °C.  
 Tolerancias medida STC: ±3% (Pmp); ±2% (Voc, Vmp); ±4% (Isc, Imp).  
 Best in Class AAA solar simulator (IEC 60904-9) used, power measurement uncertainty is within +/- 3%  
 (\*\*\*) Máxima tensión del sistema de 1.500 V se fabrica bajo pedido.

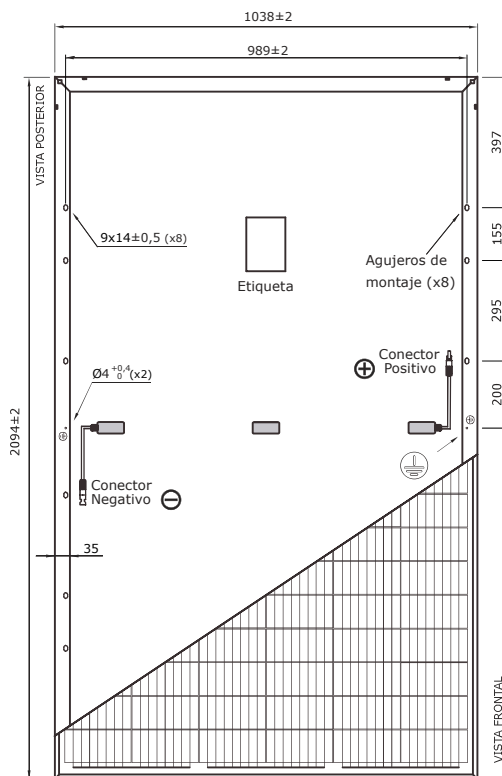
**Especificaciones mecánicas**

Dimensiones (± 2.0 mm.)	2094x1038x40 mm.
Peso (± 0.5 kg)	24.0 kg
Máx. carga estática, frontal (nieve y viento)	5400 Pa
Máx. carga estática, posterior (viento)	2400 Pa
Máx. impacto granizo (diámetro/velocidad)	25 mm / 23 m/s

**Materiales de construcción**

Cubierta frontal (material/tipo/espesor) (*)	Cristal templado/grado PV/3.2 mm
Células (cantidad/tipo/dimensiones)	144 células (6x24)/ Mono PERC 9BB/ 166 x 83 mm
Marco (material/color)	Aleación de aluminio anodizado/plata
Caja de conexiones (protección/nº diodos)	IP68/3 diodos
Cable (longitud/sección) / Connector	1200 mm. / 4 mm <sup>2</sup> /Compatible MC4

(\*) Con capa anti-reflectante

**Vista genérica construcción módulo**

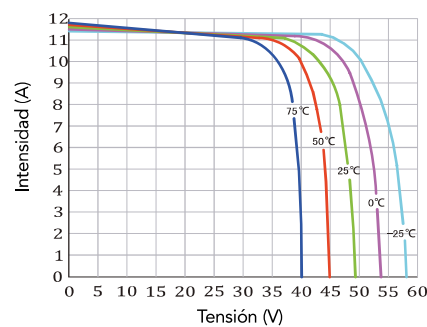
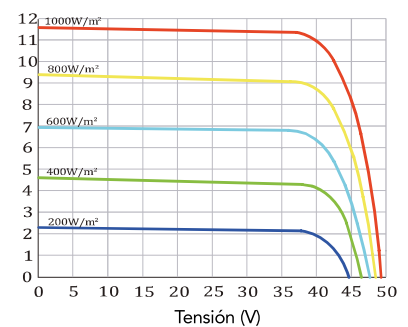
El dibujo no está a escala

**Características de temperatura**

Coef. Temp. de Isc (TK Isc)	0.049 % / °C
Coef. Temp. de Voc (TK Voc)	-0.271 % / °C
Coef. Temp. de Pmax (TK Pmax)	-0.352 % / °C
Reducción eficiencia (200W/m <sup>2</sup> 25°C)	< 5%
Temperatura de Funcionamiento	-40 to +85 °C

**Embalaje**

Módulos/palé	27 pzas
Palés/contenedor 40´ HQ	22 palés
Módulos/contenedor 40´ HQ	594 pzas
Palés/contenedor 20´	10 palés
Módulos/contenedor 20´	270 pzas

**Temperatura Varía (A-450M GS 144)****Irradiación Varía (A-450M GS 144)**

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

➔ [www.atersa.com](http://www.atersa.com) • [atersa@elecnor.com](mailto:atersa@elecnor.com)  
 Madrid (España) +34 915 178 452 • Valencia (España) +34 961 038 430

Revisado: 11/03/21  
 Ref.: MU-M6M 6x24 M6 9BB GS (ES)-C  
 © Atersa SL, 2019



## **Disposiciones facultativas**

---

Antes de dar comienzo a la instalación, la contrata consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la instalación contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

La contrata viene obligada a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la instalación, que tendrá el carácter de Jefe de Instalación 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 la instalación, por si o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Ingeniero o al Aparejador o Ingeniero Técnico, en las visitas que hagan a la instalación, 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.

Para los trabajos no estipulados expresamente, Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena instalación y aspecto de la instalación, 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 Ingeniero dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, Promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 ó del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

En cuanto a interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto, la contrata podrá requerir del Ingeniero o del Aparejador o Ingeniero Técnico, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito a la contrata, estando este obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba tanto del Aparejador o Ingeniero Técnico como del Ingeniero.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos que crea oportuna hacer la contrata, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quién la hubiere dictado, el cual dará a la contrata el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

Para las reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del Ingeniero, ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes.

Contra disposiciones de orden técnico del Director de la instalación o Director de Ejecución de la instalación, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero Director de la instalación, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

En caso de recusación por el contratista del personal nombrado por el Ingeniero, el Constructor no podrá recusar a los Ingenieros, Aparejadores o personal encargado por éstos de la vigilancia de la instalación, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

Si se dan faltas de personal el Ingeniero, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la instalación a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

Sobre las subcontratas, el contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el pliego de condiciones y sin perjuicio de sus obligaciones como contratista general de la instalación.

Acerca de daños materiales, la contrata también responderá de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de la instalación dentro del plazo de un año.

La responsabilidad civil será exigible en forma personal e individualizada, tanto por actos u omisiones de propios, como por actos u omisiones de personas por las que se deba responder.

No obstante, cuando pudiera individualizarse la causa de los daños materiales o quedase debidamente probada la concurrencia de culpas sin que pudiera precisarse el grado de intervención de cada agente en el daño producido, la responsabilidad se exigirá solidariamente. En todo caso, el promotor responderá solidariamente con los demás agentes intervinientes ante los posibles adquirentes de los daños materiales en el edificio ocasionados por vicios o defectos de la instalación.

Sin perjuicio de las medidas de intervención administrativas que en cada caso procedan, la responsabilidad del promotor se extenderá a las personas físicas o jurídicas que, a tenor del contrato o de su intervención decisoria en la promoción, actúen como tales promotores bajo la forma de promotor o gestor de cooperativas o de comunidades de propietarios u otras figuras análogas.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

Cuando el proyecto haya sido contratado conjuntamente con más de un proyectista, los mismos responderán solidariamente.

Los proyectistas que contraten los cálculos, estudios, dictámenes o informes de otros profesionales, serán directamente responsables de los daños que puedan derivarse de su insuficiencia, incorrección o inexactitud, sin perjuicio de la repetición que pudieran ejercer contra sus autores.

La contrata responderá directamente de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos derivados de la impericia, falta de capacidad profesional o técnica, negligencia o incumplimiento de las obligaciones atribuidas al jefe de la instalación y demás personas físicas o jurídicas que de él dependan.

Cuando la contrata subcontrate con otras personas físicas o jurídicas la ejecución de determinadas partes o instalaciones, será directamente responsable de los daños materiales por vicios o defectos de su ejecución, sin perjuicio de la repetición a que hubiere lugar.

Quien acepte la dirección de una instalación cuyo proyecto no haya elaborado él mismo, asumirá las responsabilidades derivadas de las omisiones, deficiencias o imperfecciones del proyecto, sin perjuicio de la repetición que pudiere corresponderle frente al proyectista.

Cuando la dirección de la instalación se contrate de manera conjunta a más de un técnico, los mismos responderán solidariamente sin perjuicio de la distribución que entre ellos corresponda.

Las responsabilidades por daños no serán exigibles a los agentes que intervengan en el proceso de la edificación, si se prueba que aquellos fueron ocasionados por caso fortuito, fuerza mayor, acto de tercero o por el propio perjudicado por el daño.

Para el inicio de la instalación y el ritmo de ejecución de los trabajos, el constructor dará comienzo a la instalación en el plazo acordado entre el Contratista y el Promotor, quedado este último obligado a comunicar

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

fehacientemente a la dirección facultativa, el comienzo de la instalación con una antelación mínima de quince días.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta a la dirección facultativa del comienzo de los trabajos al menos con quince días de antelación.

Sobre el orden de los trabajos, en general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación por la Dirección Facultativa.

De acuerdo con lo que requiera el director de la ejecución de la instalación, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la instalación. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva el director de la ejecución de la instalación.

En caso de ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Ingeniero en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

Para la prórroga por causa de fuerza mayor, Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar la instalación, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Ingeniero. Para ello, la contrata expondrá, en escrito dirigido al Ingeniero, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de la instalación estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen el Ingeniero o el Aparejador o Ingeniero Técnico a la contrata.

En cuanto al tema de vicios ocultos Si el director de la ejecución de la instalación tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de la instalación en la instalación ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajo que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Ingeniero.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo de la Propiedad.

Respecto a los materiales, El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego de Condiciones preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, la contrata deberá presentar al director de la ejecución de la instalación una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

Sobre los materiales no utilizables, El Constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la instalación.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

Se retirarán de esta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones vigente en la instalación.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el director de ejecución de la instalación o, pero acordando previamente con la contrata su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

Para los materiales y aparatos defectuosos, Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el director de la ejecución de la instalación dará orden a la contrata de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los quince días de recibir la contrata orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la Propiedad cargando los gastos a la contrata.

En cuanto a la instalación sin prescripciones, En la ejecución de trabajos que entran en la instalación y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del Proyecto, la contrata se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de la instalación y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena instalación.

Respecto a medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la instalación, las mediciones llevadas a cabo durante la instalación adjuntas a las certificaciones parciales se entienden valoraciones a buena cuenta y por tanto pendientes de la llevada a cabo como medición definitiva.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*



## Disposiciones económicas

---

### Epígrafe 1.º principio general

Debe hacerse declaración expresa de si la instalación es por administración, por contrata o a tanto alzado. En el segundo caso se pueden suprimir los precios básicos en los cuadros de precios en el primero en ningún caso y para el último no haría falta precisión en las mediciones.

Todos los que intervienen en el proceso de instalación tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

La propiedad, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

### Epígrafe 2.º fianzas

El contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos según se estipule:

- a) Depósito previo, en metálico, valores, o aval bancario, por importe entre el 4 por 100 y el 10 por 100 del precio total de contrata.
- b) Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

En el caso de que la instalación se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma y su cuantía será de ordinario, y salvo estipulación distinta en el Pliego de Condiciones vigente en la instalación, de un cuatro por ciento como mínimo, del total del Presupuesto de contrata.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una instalación o servicio para la misma, deberá depositar en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta o el que se determine en el Pliego de Condiciones del Proyecto, la fianza definitiva que se señale y, en su defecto, su importe será el

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

diez por cien de la cantidad por la que se haga la adjudicación de las formas especificadas en el apartado anterior.

El plazo señalado en el párrafo anterior, y salvo condición expresa establecida en el Pliego de Condiciones, no excederá de treinta días naturales a partir de la fecha en que se le comunique la adjudicación, y dentro de él deberá presentar el adjudicatario la carta de pago o recibo que acredite la constitución de la fianza a que se refiere el mismo párrafo.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

### Ejecución de trabajos con cargo a la fianza

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la instalación en las condiciones contratadas, el Ingeniero-Director, en nombre y representación del propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Propietario, en el caso de que el importe de la fianza no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

### Devolución de fianzas

La fianza retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta días una vez terminada la instalación. La propiedad podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la instalación, tales como salarios, suministros, subcontratos...

### Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales

Si la propiedad, con la conformidad del Ingeniero-Director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

## Epígrafe 3.º de los precios

### Composición de los precios unitarios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos.

Se considerarán costes directos:

Todos los costos de ejecución de unidades de obra correspondientes a materiales, mano de obra y maquinaria que son imputables a una unidad de obra en concreto.

- a) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de la instalación, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

Los costos de ejecución de unidades de obra no imputables a unidades de obra en concreto, sino al conjunto o parte de la instalación. Por este concepto se incluyen, medios auxiliares, mano de obra indirecta instalaciones y Construcciones provisionales a pie de la instalación, personal técnico, administrativo y varios.

Estos costos se evaluarán globalmente y se repartirán porcentualmente a todos los costos directos de las respectivas unidades de obra.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

El total de la medición de los precios unitarios multiplicados por su medición constituirán los gastos endógenos, siendo los exógenos los correspondientes a los gastos derivados del contrato y a los gastos generales de la empresa.

A la totalidad de los gastos se le añadirá el Beneficio Industrial y a la suma de lo anterior el I.V.A. correspondiente al tipo de la instalación de acuerdo con el Reglamento del I.V.A.

### Precios contradictorios

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Ingeniero decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Ingeniero y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

### Reclamación de aumento de precios

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de la instalación.

## Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas, se estará a lo previsto en, el Pliego de Condiciones.

## Revisión de los precios contratados

No habrá revisión de precios salvo pacto en contra, y se reflejará en el contrato de la instalación en cuyo caso la fórmula de revisión igualmente aparecerá especificada.

Contratándose la instalación a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al tres por 100 del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

## Acopio de materiales

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de la instalación que la Propiedad ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

## Epígrafe 5.º valoración y abono de los trabajos

### Formas de abono de la instalación

El promotor, facilitará al director de Ejecución de la instalación, copia del Contrato, al objeto de proceder con el control económico de la instalación.

## Epígrafe 6.º varios

### Mejoras, aumentos y/o reducciones de la instalación

No se admitirán mejoras de la instalación, más que en el caso en que el Ingeniero-Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de la instalación en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto a menos que el Ingeniero-Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de la instalación supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Ingeniero-Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

### Unidades de obra defectuosas, pero aceptables

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar la instalación como defectuosa, pero aceptable a juicio del Ingeniero-Director de la instalación, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

del plazo de ejecución, prefiera rehacer la instalación con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

### Seguro de la instalación

El Contratista estará obligado a asegurar la instalación contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la instalación que se haga, y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la instalación. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reinstalación de la parte siniestrada.

La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero-Director.

En la instalación de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la instalación.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

### Conservación de la instalación

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la instalación durante el plazo de garantía, el Ingeniero-Director, en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de la instalación, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la finalización de la instalación y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, está obligado el Contratista a revisar y reparar la instalación.

### Uso por el contratista de edificio o bienes del propietario

Cuando durante la ejecución de la instalación ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*



## **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado comprobación de las prestaciones finales del edificio**

---

Demanda energética-según DB HE ahorro de energía

### Limitación de demanda energética

En el proyecto se definirán y justificarán las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, así como las condiciones de ejecución de cada unidad de obra, con las verificaciones y controles especificados para comprobar su conformidad con lo indicado en dicho proyecto, según lo indicado en el artículo 6 de la Parte I del CTE.

El control de la instalación se realizará de acuerdo con las especificaciones del proyecto.

Cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución de la instalación quedará documentada, sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas señaladas en este documento.

En el control de la instalación terminada se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.4 de la Parte I del CTE.

### Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

#### Condiciones generales de la instalación

##### Definición

Una instalación solar fotovoltaica conectada a red está constituida por un conjunto de componentes encargados de realizar las funciones de captar la radiación solar, generando energía eléctrica en forma de corriente continua y adaptarla a las características que la hagan utilizable por los consumidores conectados a la red de distribución de corriente alterna. Este tipo de instalaciones fotovoltaicas trabaja en paralelo con el resto de los sistemas de generación que suministran a la red de distribución.

Los sistemas que conforman la instalación solar fotovoltaica conectada a la red

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

son los siguientes:

- a) Sistema generador fotovoltaico, compuesto de módulos que a su vez contienen un conjunto elementos semiconductores conectados entre sí, denominados células, y que transforman la energía solar en energía eléctrica
- b) Inversor que transforma la corriente continua producida por los módulos en corriente alterna de las mismas características que la de la red eléctrica
- c) Conjunto de protecciones, elementos de seguridad, de maniobra, de medida y auxiliares.

Se entiende por potencia pico o potencia máxima del generador aquella que puede entregar el módulo en las condiciones estándares de medida. Estas condiciones se definen del modo siguiente:

- a) irradiancia  $1000 \text{ W/m}^2$
- b) distribución espectral AM 1,5 G
- c) incidencia normal
- d) temperatura de la célula  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ .

#### Condiciones generales

Para instalaciones conectadas, aún en el caso de que éstas no se realicen en un punto de conexión de la compañía de distribución, serán de aplicación las condiciones técnicas que procedan del RD 1663/2000, así como todos aquellos aspectos aplicables de la legislación vigente.

#### Criterios generales de cálculo

##### *Sistema generador fotovoltaico*

Todos los módulos deben satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215:1997 para módulos de silicio cristalino o UNE-EN 61646:1997 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio acreditado por las entidades nacionales de acreditación reconocidas por la Red Europea de Acreditación (EA) o por el Laboratorio de Energía Solar

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

Fotovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT, demostrado mediante la presentación del certificado correspondiente.

En el caso excepcional en el cual no se disponga de módulos cualificados por un laboratorio según lo indicado en el apartado anterior, se deben someter éstos a las pruebas y ensayos necesarios de acuerdo a la aplicación específica según el uso y condiciones de montaje en las que se vayan a utilizar, realizándose las pruebas que a criterio de alguno de los laboratorios antes indicados sean necesarias, otorgándose el certificado específico correspondiente.

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, potencia pico, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

Los módulos serán Clase II y tendrán un grado de protección mínimo IP65. Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

Las exigencias del Código Técnico de la Edificación relativas a seguridad estructural serán de aplicación a la estructura soporte de módulos.

El cálculo y la instalación de la estructura 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 indicaciones del fabricante. La estructura se realizará 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.

En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, la estructura y la estanqueidad entre módulos se ajustará a las exigencias indicadas en la parte correspondiente del Código Técnico de la Edificación y demás normativa de aplicación.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

### *Inversor*

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica en Baja Tensión y Compatibilidad Electromagnética.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- a) principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- b) autoconmutado.
- c) seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- d) no funcionará en isla o modo aislado.

La potencia del inversor será como mínimo el 80% de la potencia pico real del generador fotovoltaico.

### *Protecciones y elementos de seguridad*

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarias para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico, de modo que cumplan las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica en Baja Tensión y Compatibilidad Electromagnética.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente. En particular, se usará en la parte de corriente continua de la instalación protección Clase II o aislamiento equivalente cuando se trate de un emplazamiento accesible. Los materiales situados a la intemperie tendrán al menos un grado de protección IP65.

La instalación debe permitir la desconexión y seccionamiento del inversor, tanto en la parte de corriente continua como en la de corriente alterna, para facilitar las tareas de mantenimiento.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

## **Prescripciones sobre materiales**

---

### Calidad de los materiales.

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de la instalación.

### Pruebas y ensayos de materiales.

Todos los materiales a los que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad.

Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de la instalación, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

### Materiales no consignados en proyecto.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

## **Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

---

### Instalación eléctrica.

La ejecución de las instalaciones se ajustará a lo especificado en los reglamentos vigentes y a las disposiciones complementarias que puedan haber dictado la Delegación de Industria en el ámbito de su competencia. Así mismo, en el ámbito de las instalaciones que sea necesario, se seguirán las normas de la Compañía Suministradora de Energía.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

### Conductores eléctricos

Serán de cobre electrolítico, aislados adecuadamente, siendo su tensión nominal de 0,6/1 Kilovoltios para la línea repartidora y de 750 Voltios para el resto de la instalación, debiendo estar homologados según normas UNE citadas en la Instrucción ITC-BT-06.



*Ilustración 5. Conductores (Tameson)*

### Conductores de protección

Serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

### Identificación de los conductores

Deberán poder ser identificados por el color de su aislamiento:

- Azul claro para el conductor neutro.
- Amarillo-verde para el conductor de tierra y protección.
- Marrón, negro y gris para los conductores activos o fases.

### Tubos protectores

Los tubos a emplear serán aislantes flexibles (corrugados) normales, con protección de grado 5 contra daños mecánicos, y que puedan curvarse con las manos.

Para más de 5 conductores por tubo, y para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección interior de éste será, como mínimo, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores, especificando únicamente los que realmente se utilicen.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*



*Ilustración 6. Tubo protector (Precygrap)*

### Aparatos de mando y maniobra

Son los interruptores y conmutadores, que cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante.

Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder en ningún caso de 65° C. en ninguna de sus piezas. Su instalación será tal que permita realizar un número del orden de 10.000 maniobra de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 Voltios.

### Aparatos de protección

Son los disyuntores eléctricos, fusibles e interruptores diferenciales.

Los disyuntores serán de tipo magnetotérmico de accionamiento manual, y podrán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Su capacidad de corte para la protección del corto-circuito estará de acuerdo con la intensidad del corto-circuito que pueda presentarse en un punto de la instalación, y para la protección contra el calentamiento de las líneas se regularán para una temperatura inferior a los 60° C. Llevarán marcadas la intensidad y tensión

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión. Estos automáticos magnetotérmicos serán de corte omnipolar, cortando la fase y neutro a la vez cuando actúe la desconexión.

Los interruptores diferenciales serán como mínimo de alta sensibilidad (30 mA.) y además de corte omnipolar. Podrán ser "puros", cuando cada uno de los circuitos vayan alojados en tubo o conducto independiente una vez que salen del cuadro de distribución, o del tipo con protección magnetotérmica incluida cuando los diferentes circuitos deban ir canalizados por un mismo tubo.

Los fusibles a emplear para proteger los circuitos secundarios o en la centralización de contadores serán calibrados a la intensidad del circuito que protejan. Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Deberán poder ser reemplazados bajo tensión sin peligro alguno, y llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.



*Ilustración 7. Magnetotérmico e interruptor diferencial (Adajusa / Electro-Profesional)*

### Puesta a tierra

Las puestas a tierra podrán realizarse mediante placas de 500 x 500 x 3 mm. o bien mediante electrodos de 2 m. de longitud, colocando sobre su conexión con el conductor de enlace su correspondiente arqueta registrable de toma de tierra, y el respectivo borne de comprobación o dispositivo de conexión. El valor de la resistencia será inferior a 20 Ohmios.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*



## Condiciones generales de ejecución de las instalaciones

Las cajas generales de protección se situarán en el exterior del portal o en la fachada del edificio. Si la caja es metálica, deberá llevar un borne para su puesta a tierra.

La centralización de contadores se efectuará en módulos prefabricados, siguiendo la norma u homologación de la Compañía Suministradora, y se procurará que las derivaciones en estos módulos se distribuyan independientemente, cada una alojada en su tubo protector correspondiente.

El local de situación no debe ser húmedo, y estará suficientemente ventilado e iluminado. Si la cota del suelo es inferior a la de los pasillos o locales colindantes, deberán disponerse sumideros de desagüe para que, en caso de avería, descuido o rotura de tuberías de agua, no puedan producirse inundaciones en el local. Los contadores se colocarán a una altura mínima del suelo de 0,50 m. y máxima de 1,80 m., y entre el contador más saliente y la pared opuesta deberá respetarse un pasillo de 1,10 m.

En el mismo cuadro se dispondrá un borne para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra. Por tanto, en el cuadro entrará un conductor de fase, uno de neutro y un conductor de protección.

El conexionado entre los dispositivos de protección situados en el cuadro se ejecutará ordenadamente, procurando disponer regletas de conexionado para los conductores activos y para el conductor de protección. Se fijará sobre los mismos un letrero de material metálico en el que debe estar indicado el nombre del instalador, el grado de electrificación y la fecha en la que se ejecutó la instalación.

La ejecución de las instalaciones interiores se efectuará bajo tubos protectores, siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectuará la instalación.

Francisco David Estepa Montero

*Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW*

Deberá ser posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de haber sido colocados y fijados éstos y sus accesorios, debiendo disponer de los registros que se consideren convenientes.

Los conductores se alojarán en los tubos después de ser colocados éstos. La unión de los conductores en los empalmes o derivaciones no se podrá efectuar por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión, pudiendo utilizarse bridas de conexión. Estas uniones se realizarán siempre en el interior de las cajas de empalme o derivación.

No se permitirán más de tres conductores en los bornes de conexión.

Las conexiones de los interruptores unipolares se realizarán sobre el conductor de fase.

No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Todo conductor debe poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en la que derive.

# PRESUPUESTO



## 6. PRESUPUESTO

### Capítulo 1: Sistema generador

Tipo	Cantidad	Precio unidad	Precio total
Módulo fotovoltaico ATERSA A-550M GS. Suministro. Unidades: número de paneles. Precio Unitario €/panel	612	140,00 €	85.680,00 €
Estructura Sur COPLANAR. Esta partida incluye suministro de la estructura, montaje de la misma, y de los módulos sobre ella. Ud: Wp. Precio Unitario: €/Wp.	275.400	0,12 €	33.048,00 €
Inversor fotovoltaico FRONIUS SYMO 20-0-3-S WLAN 20 kW. Suministro y montaje. Ud: nº inversores. Precio Unitario: €/inv	2	6.431,00 €	12.862,00 €
<b>Subtotal SISTEMA GENERADOR</b>			<b>131.590,00 €</b>

Tabla 3. Presupuesto Cap. 1

Francisco David Estepa Montero

Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW

## Capítulo 2: Sistema de CC y CA e interconexión con la red de distribución

Tipo	Cantidad	Precio unidad	Precio total
Suministro y montaje del sistema de interconexión CC y CA, incluidos cuadros de protecciones. Uds: Wp. Precio Unitario: €/Wp	275.400	0,19 €	52.326,00 €
<b>Subtotal SISTEMA DE CC Y CA E INTERCONEXIÓN CON CUADRO PROTECCIÓN</b>			52.326,00 €

Tabla 4. Presupuesto Cap.2

Francisco David Estepa Montero

Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW

## Capítulo 3: Sistema de CC y CA e interconexión con la red de distribución

Tipo	Cantidad	Precio unidad	Precio total
Sistema de monitorización. Incluye suministro unidades de medida y control, cableado de control, instalación y puesta en marcha. Uds: sistema. P.U. €/sistema	1	1.496,00 €	1.496,00 €
<b>Subtotal MONITORIZACIÓN Y SISTEMA ANTIVERTIDO</b>			1.496,00 €

Tabla 5. Presupuesto Cap. 3

## Capítulo 4: Sistema de CC y CA e interconexión con la red de distribución

Tipo	Cantidad	Precio unidad	Precio total
Ejecución plan de seguridad y salud en la instalación: Uds PU: €/Ud	1	1.860,00 €	1.860,00 €
<b>Subtotal SEGURIDAD Y SALUD</b>			1.860,00 €
<b>COSTE TOTAL DE EJECUCIÓN MATERIAL DEL PROYECTO, BASE IMPONIBLE</b>			187.272,00 €
<b>COSTE DE EJECUCIÓN MATERIAL DEL PROYECTO DESCONTANDO EL 16% DE GASTOS GENERALES Y EL 6% DE BENEFICIO INDUSTRIAL. BASE IMPONIBLE</b>			146.072,16 €
<b>COSTE TOTAL DE EJECUCIÓN MATERIAL DEL PROYECTO, CON I.V.A</b>			226.599,12 €

Tabla 6. Presupuesto Cap. 4

Francisco David Estepa Montero

Diseño de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo de 100 kW

# CONCLUSIÓN





## 7. CONCLUSIÓN

---

En este proyecto se ha realizado el diseño una instalación solar fotovoltaica. Las peculiaridades más llamativas de dicha instalación es el gran tamaño pues consta de 612 paneles fotovoltaicos con una eficiencia del 20.7 %, la capacidad del software usado pues PVsyst ofrece un sinfín de posibilidades y parámetros editables que permiten obtener una simulación personalizada con todo lujo de detalles, además se habilita la posibilidad de una futura ampliación ya que se usan inversores de mayor capacidad limitados a las necesidades actuales de la empresa. La inclinación de la cubierta es de 7.22°. La instalación es de tipo coplanar y el azimut es de 17.7°.

Por otro lado, es importante recalcar, que no se desarrolla un proyecto con la simple intención de ser visado, sino que va mucho más allá pues se da un importante contexto histórico de donde viene toda esta tecnología y el potencial de esta, generando una conciencia mediante datos con la intención no solo de invitar a cualquier lector a mejorar su economía personal sino de ayudar al planeta reduciendo el impacto de la huella de carbono en la medida de lo posible.