

**PROYECTO:**

**INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE  
AUTOCONSUMO EN BAJA TENSIÓN DE  
19.800 Wp. ASOCIADA A SUMINISTRO  
EXISTENTE.**

**TITULAR**

**CARNES REFRIGERADAS SANTOS, S.L.**

**EMPLAZAMIENTO INSTALACIÓN**

C/. OLIVA Nº 8-5.

P. I. LA POBLA.

03720 BENISSA (ALICANTE)

BORRÁS SOLER, Salvador

ETSID

Ingeniería eléctrica

Junio 2019

Tutor: FERRER GISBERT, Pablo Sebastián

Departamento de Proyectos de ingeniería

# ÍNDICE

1. MEMORIA
  - 1.1. RESUMEN DE CARACTERISTICAS.
    - 1.1.1. TITULAR.
    - 1.1.2. EMPLAZAMIENTO INSTALACIÓN.
    - 1.1.3. POTENCIA INSTALACIÓN.
    - 1.1.4. TENSIONES.
    - 1.1.5. PRESUPUESTO TOTAL.
  - 1.2. OBJETO DE ESTA MEMORIA.
  - 1.3. NORMATIVA APLICABLE.
  - 1.4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.
  - 1.5. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS.
    - 1.5.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.
    - 1.5.2. INVERSOR.
    - 1.5.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.
      - 1.5.3.1. CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN.
        - 1.5.3.1.1. LOCALES MOJADOS.
        - 1.5.3.1.2. INSTALACIONES GENERADORAS DE BAJA TENSIÓN.
      - 1.5.3.2. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.
        - 1.5.3.2.1. CANALIZACIONES FIJAS Y TIPOS DE CONDUCTORES.
        - 1.5.3.2.2. APARATOS DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN. SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.
        - 1.5.3.2.3. OTRAS PROTECCIONES.
      - 1.5.3.3. INSTALACIONES DE ENLACE.
    - 1.5.4. APARATOS DE MEDIDA.
    - 1.5.5. ESTRUCTURA DE SOPORTES.
    - 1.5.6. ESTRUCTURA PRINICIPAL DEL EDIFICIO.
  - 1.6. PUESTA A TIERRA.
2. CÁLCULOS.
  - 2.1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS.
    - 2.1.1. TENSIÓN NOMINAL Y CAIDA DE TENSIÓN ADMISIBLE.
    - 2.1.2. LÍMITES DE TENSIÓN PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL INVERSOR.
    - 2.1.3. CÁLCULO DE SECCIONES.
    - 2.1.4. CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES.
      - 2.1.4.1. SOBRECARGAS.
      - 2.1.4.2. CORTOCIRCUITOS.
      - 2.1.4.3. SOBRETENSIONES.

- 2.1.5. CÁLCULO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.
  - 2.1.5.1. CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA.
- 2.2. CALCULO DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGIA DIVERSIFICADA.
  - 2.2.1. PRODUCCIÓN ANUAL ESTIMADA.
  - 2.2.2. PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN.
  - 2.2.3. PÉRDIDAS POR SOMBRAS.
  - 2.2.4. EFECTO DE LA TEMPERATURA.
  - 2.2.5. EFICIENCIA DEL CABLEADO.
  - 2.2.6. PÉRDIDAS POR DISPERSIÓN DE PARÁMETROS Y SUCIEDAD.
  - 2.2.7. PÉRDIDAS POR ERRORES EN EL SEGUIMIENTO DEL PMP.
  - 2.2.8. EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL INVERSOR.
  - 2.2.9. OTRAS PÉRDIDAS.
  - 2.2.10. PERFORMANCE RATIO.
- 2.3. BALANCE MEDIO AMBIENTAL.
- 2.4. DISTANCIA MÍNIMA ENTRE PLACAS.
- 2.5. CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA.
- 3. PLIEGO DE CONDICIONES.
- 4. PRESUPUESTO Y RETORNO DE LA INVERSIÓN.
- 5. PLANOS.
- 6. BIBLIOGRAFÍA
- ANEXO 1. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.
- ANEXO 2. FICHAS TÉCNICAS DE COMPONENTES
- ANEXO 3. TRÁMITES ADMINISTRATIVOS Y COMPENSACIÓN ECONÓMICA

# **1. MEMORIA**

**1.1. RESUMEN DE CARACTERISTICAS.**

**1.1.1. TITULAR.**

CARNES REFRIGERADAS SANTOS, S.L.

**1.1.2. EMPLAZAMIENTO INSTALACION.**

C/. OLIVA, 8-5. POLÍGONO INDUSTRIAL LA POBLA.  
03720 BENISSA (ALICANTE)

CUPS SUMINISTRO ASOCIADO:

**1.1.3. POTENCIA INSTALACIÓN.**

La potencia nominal de la instalación es de: 19.800 Wp.

**1.1.4. TENSIONES.**

En corriente alterna las tensiones que se darán serán:

Tensión simple: 230V.

Tensión compuesta: 400V.

En corriente continua la tensión será de: 567V.

**1.1.5. PRESUPUESTO TOTAL.**

El presupuesto asciende a la cantidad de: 12.615,00 €.

## **1.2. OBJETO.**

El objeto de este proyecto es describir las principales características técnicas y de funcionamiento de la instalación de energía solar fotovoltaica de autoconsumo, asociada a un suministro de baja tensión existente, sirviendo de base para la ejecución de la misma, contando para ello, y dando cumplimiento a la legislación vigente. Y así mismo solicitar a la Administración, la autorización legal necesaria para proceder a su instalación y puesta en marcha.

. Este proyecto fruto de la realización de prácticas de empresa en una oficina técnica de ingeniería es el producto del trabajo realizado en la empresa y en casa, presentándolo como Trabajo Final de Grado y pretendiendo con éste obtener la titulación de Ingeniero Eléctrico.

## **1.3. NORMATIVA APLICABLE.**

- Real Decreto 244/2019, del 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 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 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 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y sus modificaciones.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002) y Normas UNE indicadas en el mismo.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- 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 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Decreto 177/2005, de 18 de noviembre, del Consell de la Generalitat, por el que se regula el procedimiento administrativo aplicable a determinadas instalaciones de energía solar fotovoltaica.

- Decreto 88/2005, de 29 de abril, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen los procedimientos de autorización de instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica que son competencia de la Generalitat.
- Ley 2/2012, de 14 de junio, de la Generalitat, de Medidas Urgentes de Apoyo a la iniciativa Empresarial y a los Emprendedores, Microempresas y Pequeñas y Medianas Empresas de la Comunitat Valenciana

#### **1.4. DESCRIPCION DE LA INSTALACIÓN.**

El objetivo de este proyecto es la obtención de energía mediante formas de producción ecológicas, duraderas, deslocalizadas y rentables.

Según el Real Decreto 44/2019, de 5 de abril, 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. En su artículo 4. Clasificación de modalidades de autoconsumo, la instalación fotovoltaica pertenece a:

Modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes, acogida a compensación: Pertenece a esta modalidad, aquellos casos de suministro con autoconsumo con excedentes en los que voluntariamente el consumidor y el productor opten por acogerse a un mecanismo de compensación de excedentes.

Se pretende la instalación de un generador fotovoltaico de 19.800Wp, mediante inversor de 20kW, con conexión trifásica 400V, conectada a la red interior del suministro asociado con CUPS ES0021 0000 1925 4814 JQ, ubicada en la cubierta de una nave.

La superficie total de las placas será de 151,78m<sup>2</sup>. Siendo la distancia mínima entre filas de módulos de 1,76m, para evitar interferencias entre ellos.

El campo generador fotovoltaico está orientado al Sur con un azimut -16° hacia el Este y una inclinación de 20° con respecto a la horizontal.

Los módulos a instalar serán de Jinko Solar JKM330P-72 de 330W.

Se instalará un inversor FRONIUS Symo 20.0-3-M de potencia nominal 20kW, ubicado en interior de la nave a ras de suelo, lo más cerca posible de los paneles fotovoltaicos.

El cuadro general de distribución, donde se albergan las protecciones de AC se encuentra a ras de suelo en el interior de la nave, cercano al inversor.

El cableado desde el campo generador hasta las protecciones de CC, se realizarán en montaje superficial mediante bandeja estanca apoyada en la cubierta de la nave. Y desde este cuadro hasta el inversor se realizará mediante bandeja perforada apoyada sobre pared.

La siguiente tabla resume la configuración propuesta:

<b>Datos Instalación</b>	
Localidad	BENISSA
Latitud	38,42°

Azimut ( $\alpha$ )	-16°
Inclinación ( $\beta$ )	20°

<b>Módulos fotovoltaicos</b>	
Potencia módulo	330 W
Nº módulos serie / inversor	15
Nº ramas paralelo / inversor	4
Nº módulos / inversor	60
Potencia generador / inversor	19,80 kWp

<b>Inversores</b>	Tipo 1
Nº total inversores	1
Potencia	20 kW
Potencia total	20 kW

<b>Características campo fotovoltaico</b>	
Nº total módulos	60
Potencia total	19,80 kWp
Área total	151,78 m <sup>2</sup>
Tipo conexión	Trifásica

Tabla 1: elementos de la instalación

## 1.5. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS.

### 1.5.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.

Las características de los módulos a instalar son:

<b>Características generales</b>	
Fabricante	Jinko Solar
Modelo	JKM330P-72
Potencia máxima (Pmax)	330 W
Tipo de panel	Policristalino
Período de garantía	25 años

<b>Características Técnicas</b>	
Tensión a circuito abierto (Voc)	46,9 V
Intensidad de cortocircuito (Isc)	9,14 A
Corriente de máxima potencia (I <sub>PMP</sub> )	8,74 A
Tensión de máxima potencia (V <sub>PMP</sub> )	37,8 V

<b>Dimensiones</b>	
Longitud	1.956mm
Ancho	992mm
Grueso	40mm

Tabla 2: características de los módulos fotovoltaicos

### 1.5.2. INVERSOR.

El inversor que se instalará lleva incorporadas las siguientes protecciones:

- Polarización inversa.
- Tensión fuera de rango.
- Frecuencia fuera de rango.
- Sobretensiones transitorias en la Entrada y en la Salida.
- Cortocircuitos y sobrecargas en la Salida.
- Seccionador de CC.
- Fallos de Aislamiento en D.C. Protección Anti-Isla.



Respondiendo a las siguientes características:

Características generales	Tipo 1
Fabricante	FRONIUS
Modelo	SYMO 20.0-3-M
Potencia nominal	20.000 W
Eficiencia máxima	98,1 %
Entrada DC	Tipo 1
Máxima tensión	800 Vcc
Mínima tensión	420 Vcc
Salida AC	Tipo 1
Tensión nominal	400/230 Vac
Frecuencia nominal	50/60 Hz
Factor de potencia	1

Tabla 3: características del inversor

Además, el inversor se completa con un Fronius Smart Meter, que es un equipo que envía la información más completa al sistema de monitorización.

### 1.5.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

#### 1.5.3.1. CLASIFICACION DE LA INSTALACION.

##### 1.5.3.1.1. LOCALES MOJADOS.

Se consideran como locales mojados toda instalación a la intemperie, en este caso toda la instalación del campo generador.

Cumplirán con las prescripciones indicadas en la ITC-BT-30, apartado 2 del R.E.B.T.

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas y dispositivos que presenten el grado de protección IP55

##### 1.5.3.1.2. INSTALACIONES GENERADORAS DE BAJA TENSION.

La central fotovoltaica es una instalación generadora interconectada a la red interior de la instalación de baja tensión del titular.

Por lo tanto, deberá cumplir con todo lo establecido en la ITC-BT-40, apartado 4.3. Instalaciones interconectadas.

No obstante, todas las masas metálicas de la instalación estarán conectadas a tierra.

### **1.5.3.2. CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION.**

#### **1.5.3.2.1. CANALIZACIONES FIJAS Y TIPOS DE CONDUCTORES.**

Se darán dos tipos diferentes de canalizaciones:

-- Canalización al aire, mediante conductores de cobre de aislamiento de XLPE de tensión nominal 1000V tipo RV-K 0,6/1KV UNE 21123, alojados en el interior de tubos de PVC. Toda la instalación al exterior: la conexión entre placas y cajas de conexiones hasta el cuadro de protecciones de corriente continua que se encuentra instalado en el interior de la nave. Y toda la instalación realizada en el interior de la nave: desde el cuadro de protecciones de cc al inversor hasta el CGD y la medida.

#### **1.5.3.2.2. APARATOS DE MANIOBRA Y PROTECCION. SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.**

La instalación cumple con todas las consideraciones técnicas expuestas en el Real Decreto 1699/2011, artículo 14, sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a red de baja tensión.

Se distinguen dos partes en cuanto a protección y maniobra, aguas arriba de los inversores, donde la corriente es continua y aguas abajo de los inversores donde la corriente es alterna.

En el tramo de corriente continua, a la entrada del inversor, se dispone de un fusible, situado en el positivo para cada una de las series de módulos fotovoltaicos, además de un seccionador, con la finalidad de garantizar la seguridad y facilitar el mantenimiento y reparación del sistema.

En el tramo de corriente alterna, aparte de las protecciones incluidas en el inversor, se instalará en la salida de este un magnetotérmico adecuado a la potencia del inversor.

Además, se instalará un disyuntor general magnetotérmico con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión:

- Un interruptor magnetotérmico general de 4x40 A, Icc=10kA.
- Un interruptor automático diferencial 4x40A/30mA.

En la tabla 1. Características de los circuitos. Se describen cada una de las protecciones que se instalan tanto para corriente continua como para alterna.

#### **1.5.3.2.3. OTRAS PROTECCIONES.**

De acuerdo con el Real Decreto 1669/2011, las funciones de protección de máxima y mínima tensión y de máxima y mínima frecuencia podrán integrarse en el equipo inversor, realizando éste la desconexión-conexión automática mediante un interruptor de interconexión interno, cumpliendo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Así el inversor desconecta si la red se sale de los siguientes valores umbral, en el tiempo indicado:

Parámetro	Umbral de protección	Tiempo máximo de actuación
Sobretensión-fase 1	Un + 10%	1,5 s
Sobretensión-fase 2	Un + 15%	0,2 s
Tensión mínima	Un – 15%	1,5 s
Frecuencia máxima	50,5 Hz	0,5 s
Frecuencia mínima	48 Hz	3 s

*Tabla 4: umbrales de desconexión del inversor*

En caso de actuación de la protección de máxima frecuencia, la reconexión solo se realizará cuando la frecuencia alcance un valor menor o igual a 50 Hz.

#### **1.5.4. ESTRUCTURA DE SOPORTES.**

La estructura tendrá que soportar las sobrecargas de viento y nieve, de acuerdo con DB SE-AE: Acciones en la edificación.

El diseño y la construcción de la estructura y fijaciones de los módulos permiten las dilataciones térmicas que puedan afectar a la integridad de los módulos.

Los puntos de sujeción de las placas son suficientes en número, de manera que no se producen flexiones superiores a las permitidas por el fabricante.

La estructura se realiza para la orientación y el ángulo de inclinación según cálculos, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, así como la posibilidad de sustitución de elementos.

La perfilería soporte está fabricada en acero galvanizado en caliente con un espesor mínimo de 80 micras, consiguiendo una resistencia estructural y larga vida a la intemperie.

Se emplea tortillería de acero inoxidable para la sujeción de los módulos, asegurando un buen contacto eléctrico entre el marco de los módulos y los perfiles de soporte, por seguridad frente a posibles pérdidas de aislamiento en el generador o efectos inducidos por descargas atmosféricas.

#### **1.5.5. ESTRUCTURA PRINCIPAL DEL EDIFICIO.**

Los módulos fotovoltaicos se atornillarán a la cubierta de la nave industrial mediante una perfilería de acero inoxidable, la sobrecarga que puede producir este conjunto sobre la cubierta es soportada por la estructura principal y secundaria de cubierta de la nave. NO AFECTANDO NEGATIVAMENTE A LA SOLIDEZ DE LA ESTRUCTURA.

#### **1.6. PUESTA A TIERRA.**

De acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en su instrucción ITC-BT-40: Instalaciones generadoras de Baja Tensión, apartado 8.

“Los sistemas de puesta a tierra de las centrales de instalaciones generadoras deberán tener las condiciones técnicas adecuadas para que no se produzcan transferencias de defectos a la Red de Distribución Pública, ni a las instalaciones privadas, cualquiera que sea su funcionamiento respecto a ésta: aisladas, asistidas o interconectadas.

Donde la legislación vigente establezca que la instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red y las instalaciones generadoras, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones, con base en el desarrollo tecnológico, se entenderá que las funciones que se persiguen utilizando un transformador de aislamiento de baja frecuencia son:

1. Aislar la instalación generadora para evitar la transferencia de defectos entre la red y la instalación.
2. Proporcionar seguridad personal.
3. Evitar la inyección de corriente continua en la red.

En instalaciones generadoras en las que la transmisión de energía a la red se haga mediante convertidores electrónicos podrán utilizarse transformadores de separación, o no hacerlo, siempre que se cumplan las funciones anteriores.

Por tratarse de una red interconectada: Instalación generadora con punto de conexión en la red de distribución de baja tensión en la que hay otros circuitos e instalaciones de baja tensión conectados a ella, independientemente de que la finalidad de la instalación sea tanto vender energía como alimentar cargas, en paralelo con la red. Se demuestra que se cumple con los tres apartados anteriores:

- Apartado 1. Por ser una instalación en edificio, se conectarán todas las masas metálicas (estructura soporte y módulos fotovoltaicos al borne de puesta a tierra del edificio de todas las masas metálicas de la instalación interior.
- Apartado 2. La instalación cumple con lo establecido en la ITC-BT-24 del REBT, con el fin de proporcionar seguridad personal. Utilizando dispositivos de protección de corriente diferencial-residual.
- Apartado 3. El fabricante del inversor justifica mediante ensayo que la corriente continua inyectada a red no supera el 0,5% de la corriente nominal, habiendo sido comprobado mediante ensayo por laboratorio externo, tal como indica la "Nota de interpretación de equivalencia de la separación galvánica de la conexión de instalaciones generadoras en Baja Tensión" del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, con resultado favorable.

La toma de tierra de la instalación es existente, únicamente se instalará el Conductor de protección que une las masas de una instalación a ciertos elementos, con el fin de garantizar que no existan diferencias de potencial entre dos masas o elementos metálicos que puedan ser tocados simultáneamente por una persona.

La sección de los conductores de protección será la indicada en la tabla 2 del RBT Instrucción ITC-BT-18, con una sección mínima de 2,5mm<sup>2</sup>.

## **2. CALCULOS.**

## 2.1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS.

### 2.1.1. TENSIÓN NOMINAL Y CAÍDA DE TENSIÓN ADMISIBLE.

La máxima tensión que se dará en la instalación fotovoltaica será de 567V en C.C. y 400/230V en C.A.

La caída de tensión admisible en C.C, es de 1,5% y en los diferentes tramos de la instalación:

- entre módulos fotovoltaicos hasta caja conexión. .... 1 %
- desde caja conexión a inversor..... 0,5 %

La caída de tensión admisible en C.A. es de 2% y en los diferentes tramos de la instalación:

- desde inversor a CGD. .... 0,5 %
- desde CGD hasta armario contadores..... 1,5 %

### 2.1.2. LÍMITES DE TENSIÓN PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL INVERSOR.

	INVERSOR
Tensión de máxima potencia	1000 V
Nº módulos serie / inversor	15
Nº ramas paralelo / inversor	4
Tensión en c.c. / inversor	567 V
Máxima tensión inversor	800 Vcc
Mínima tensión inversor	420 Vcc

*Tabla 5: límites de funcionamiento del inversor*

### 2.1.3. CÁLCULO DE SECCIONES.

Se calculará la sección de cada cable mediante dos criterios diferentes:

- a) Criterio del calentamiento.
- b) Criterio de la caída de tensión.

Siguiendo el REBT la instrucción ITC-BT-19.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo serán:

*En corriente continua:*

$$S = \frac{2\rho \sum_{j=1}^{j=n} (L_j \cdot P_j)}{\Delta U \cdot U}$$

En corriente alterna:

- Circuitos monofásicos:

$$S = \frac{2\rho \sum_{j=1}^{j=n} (L_j \cdot P_j)}{\Delta U \cdot U} \cdot 100$$

- Circuitos trifásicos:

$$S = \frac{\rho \sum_{j=1}^{j=n} (L_j \cdot P_j)}{\Delta U \cdot U} \cdot 100$$

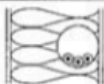







<b>A</b>		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
<b>A2</b>		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
<b>B</b>		Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
<b>B2</b>		Cables multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
<b>C</b>		Cables multiconductores directamente sobre la pared				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
<b>E</b>		Cables multiconductores al aire libre. Distancia a la pared no inferior a 0.3D					3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
<b>F</b>		Cables unipolares en contacto mutuo. Distancia a la pared no inferior a D						3x PVC				3x XLPE o EPR	
<b>G</b>		Cables unipolares separados mínimo D								3x PVC			3x XLPE o EPR
		mm <sup>2</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Cobre</b>		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
		4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
		35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
		50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
		70				149	160	171	188	202	224	244	321
		95				180	194	207	230	245	271	296	391
		120				208	225	240	267	284	314	348	455
		150				236	260	278	310	338	363	404	525
		185				268	297	317	354	386	415	464	601
	240				315	350	374	419	455	490	552	711	
	300				360	404	423	484	524	565	640	821	

Tabla 6: secciones mínimas del cobre ITC-BT 19

donde:

$\rho$  = resistividad del cobre, que según el tipo de aislamiento del cable tendrá un valor diferente:

$\rho_{PVC} = 0.0209 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ . (Para la temperatura de 70°C, temperatura a régimen de carga)

$\rho_{EPR} = 0.0224 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ . (Para la temperatura de 90°C, temperatura a régimen de carga)

P = potencia en vatios de cada receptor a alimentar.

L = longitud en metros de cada receptor.

S = sección real en mm<sup>2</sup>.

U = tensión nominal en voltios.

$\Delta V$  = caída de tensión en voltios.

De acuerdo con la TABLA 1. CARACTERISTICAS DE LOS CIRCUITOS

Circ. = número de circuito.

Pc = potencia nominal del circuito en W.

Ic = intensidad nominal del circuito en A.

n = número de conductores activos del circuito.

L = longitud del circuito en m.

Aisl.= aislamiento del conductor.

S = sección del conductor elegida en mm<sup>2</sup>.

Iz = Intensidad admisible del conductor en A.

$\Delta V\%$  = caída de tensión en tanto por ciento.

$\phi$  = diámetro del tubo.

Tipo = tipo de canalización.

In = intensidad nominal del dispositivo de protección en A.

Is = sensibilidad del diferencial en amperios.

Icc = intensidad de cortocircuito del magnetotérmico en KA

## **2.1.4. CALCULO DE LAS PROTECCIONES.**

### **2.1.4.1. SOBRECARGAS.**

Solamente realizaremos la protección de las fases, tanto contra sobrecargas como cortocircuitos, para la protección del conductor neutro no se precisarán medidas especiales, debido a que no se prevén sobreintensidades en él.

El dispositivo de protección contra sobrecargas ha de garantizar el límite de intensidad de corriente admisible en un conductor.

Para la protección contra sobreintensidades se establecerán interruptores automáticos magnetotérmicos para ca y fusibles para cc, en el origen de todos los circuitos que han de proteger.

En la TABLA 1, se indica la protección de cada uno de los circuitos.



**TABLA 1. CARACTERISTICAS DE LOS CIRCUITOS**

CIRC	DATOS CIRCUITO					CONDUCTOR				CANALIZACION		PROTECCION DIFERENCIAL		PROTECCION MAGNETOTERMICA	
	Pc (W)	Corr.	Ic	n	L (m)	Aisl	S (mm <sup>2</sup> )	Iz (A)	ΔV %	φ	Tipo	In (A)	Is (A)	In (A)	Icc (A)
<b>INVER</b>	19.800	CA	28,58	4	15	XLPE	10	65	0,42	--	Bandeja	40	30	40	10
1	4.950	CC	8,73	2	60	XLPE	6	49	0,70	--	Bandeja	--	--	Fusible 16A	
2	4.950	CC	8,73	2	46	XLPE	6	49	0,54	--	Bandeja	--	--	Fusible 16A	
3	4.950	CC	8,73	2	48	XLPE	6	49	0,56	--	Bandeja	--	--	Fusible 16A	
4	4.950	CC	8,73	2	48	XLPE	6	49	0,56	--	Bandeja	--	--	Fusible 16A	

### **2.1.4.2. CORTOCIRCUITOS.**

Puesto que en el cuadro general de distribución se instaló interruptor magnetotérmico general con poder de corte de 36 kA. Y el magnetotérmico que se instala para la protección del inversor es de 10kA. La instalación dispone de las protecciones correctas contra las corrientes de cortocircuito que pudiera darse, teniendo en cuenta que cuanto más nos alejamos de los cuadros de protección tanto menor será la corriente de cortocircuito que pudiera presentarse.

En la TABLA 1, se indica la protección de cada uno de los circuitos.

### **2.1.4.3. SOBRETENSIONES.**

Puesto que no hay cercanía de líneas aéreas de media tensión, la acometida es subterránea y la zona es de bajo riesgo isocerámico, no se requiere ninguna protección suplementaria contra sobretensiones.

### **2.1.5. CALCULO DEL SISTEMA DE PROTECCION CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.**

Serán conductores aislados y adoptando los medios adecuados para que las partes bajo tensión sean inaccesibles.

La protección contra contactos indirectos se realizará conectando a tierra todas las masas metálicas de la instalación e instalando, además, interruptores automáticos diferenciales

#### **2.1.5.1. CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA.**

La resistencia de tierra de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece.

De acuerdo con la instrucción ITC BT-18, tablas 4 y 5, obtendremos una aproximación de la resistencia de tierra.

De acuerdo con la tabla 3 de la citada instrucción:

<b>Naturaleza del terreno</b>	<b>Resistividad en Ohm·m</b>
Cultivable fértil	50

*Tabla 7: naturaleza del terreno*

De acuerdo con la tabla 4:

<b>Electrodo</b>	<b>Resistencia de tierra en Ohm.</b>
Conductor enterrado horizontalmente	$R_c = 2\rho/L$
Pica vertical	$R_p = \rho/L$

*Tabla 8: tipo de electrodo y resistencia de tierra*

En nuestra instalación, ya existe una toma de tierra, la cual se verificará por el Instalador autorizado.

La resistencia de tierra debe ser tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24V en local o emplazamiento conductor. Siendo el valor máximo de esta resistencia de tierra teniendo instalado un diferencial de 30mA:

$$R = U / I_d = 24 / 0,03 = 800 \Omega$$

## 2.2. CALCULO DE LA PRODUCCION DE ENERGIA

### 2.2.1. PRODUCCION ANUAL ESTIMADA.

Para la estimación de la energía producida anualmente, se procederá según el método establecido en el Pliego de Condiciones Técnicas de Conexión a Red del IDAE.

PRODUCCION ESPERADA = 31.913,65 kWh / año.

Sistema fijo: inclinación=20°, orientación=-16°				
Mes	$E_d$	$E_m$	$H_d$	$H_m$
Ene	2.82	87.5	3.58	111
Feb	3.53	98.9	4.50	126
Mar	4.43	137	5.74	178
Abr	4.83	145	6.36	191
Mayo	5.28	164	7.03	218
Jun	5.60	168	7.57	227
Jul	5.57	173	7.64	237
Ago	5.11	158	7.02	218
Sep	4.33	130	5.88	176
Oct	3.66	113	4.89	152
Nov	2.87	86.2	3.73	112
Dic	2.52	78.0	3.20	99.2
<b>Media anual</b>	<b>4.22</b>	<b>128</b>	<b>5.60</b>	<b>170</b>
<b>Total, para el año</b>		<b>1540</b>		<b>2040</b>

Tabla 9: irradiación mensual IDAE

$E_d$ : Producción de electricidad media diaria por el sistema dado (kWh)

$E_m$ : Producción de electricidad media mensual por el sistema dado (kWh)

$H_d$ : Media diaria de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado (kWh/m<sup>2</sup>)

$H_m$ : Suma media de la irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema dado (kWh/m<sup>2</sup>)

Siendo la fórmula de la energía producida por la instalación:

$$E_{prod.} = Irradiancia \cdot PR \cdot P_{instal.FV} \cdot \text{días del mes} = \frac{kWh}{mes}$$

Obteniendo un Gdm mensual definitivo de:

	Gdm(-16,20)	FS	Gdm definitivo
Enero	3,58	0,99	3,54
Febrero	4,5	0,99	4,46
Marzo	5,74	0,99	5,68
Abril	6,36	0,99	6,30
Mayo	7,03	0,99	6,96
Junio	7,57	0,99	7,49
Julio	7,64	0,99	7,56
Agosto	7,02	0,99	6,95
Septiembre	5,88	0,99	5,82
Octubre	4,89	0,99	4,84
Noviembre	3,73	0,99	3,69
Diciembre	3,2	0,99	3,17

Tabla 10: Gdm definitivo

Y una producción mensual de:

Mes	Gdm ( $\alpha=-16^\circ, \beta=20^\circ$ ) KWh/(m2)	PR	Ep KWh/día	Días	Total KWh/.mes
Enero	3,54	82,11%	57,55	31	1.784,05
Febrero	4,46	82,37%	72,74	28	2.036,72
Marzo	5,68	81,79%	91,98	31	2.851,38
Abril	6,30	80,90%	100,91	30	3.027,30
Mayo	6,96	79,95%	110,17	31	3.415,27
Junio	7,49	78,58%	116,54	30	3.496,20
Julio	7,56	77,52%	116,03	31	3.596,93
Agosto	6,95	77,29%	106,36	31	3.297,16
Septiembre	5,82	78,06%	89,96	30	2.698,80
Octubre	4,84	79,13%	75,83	31	2.350,73
Noviembre	3,69	80,68%	58,95	30	1.768,50
Diciembre	3,17	81,74%	51,31	31	1.590,61
Promedio	5,54	80,01%	87,36		
<b>PRODUCCION TOTAL KWh/año</b>					<b>31.913,65</b>

Tabla 11: producción mensual de la instalación

Cabe destacar que la instalación fotovoltaica fue contratada a la empresa en la que hice las prácticas únicamente para suplir el consumo de las cámaras frigoríficas, puesto que la empresa solicitante no tenía más espacio para ubicar más módulos.

Donde:

- $G_{dm}(\alpha, \beta)$ : valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador en  $KWh/m^2 \cdot dia$ , obtenido a partir del anterior, descontando las pérdidas por sombreado. El parámetro  $\alpha$  representa el azimut y  $\beta$  la inclinación del generador.
- PR: Performance Ratio. Rendimiento. Eficiencia energética de la instalación en condiciones reales de trabajo, que tiene en cuenta:
  - o Dependencia de la eficiencia con la temperatura.
  - o La eficiencia del cableado.
  - o Pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad.
  - o Pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia.
  - o La eficiencia energética del inversor.
  - o Otras pérdidas.

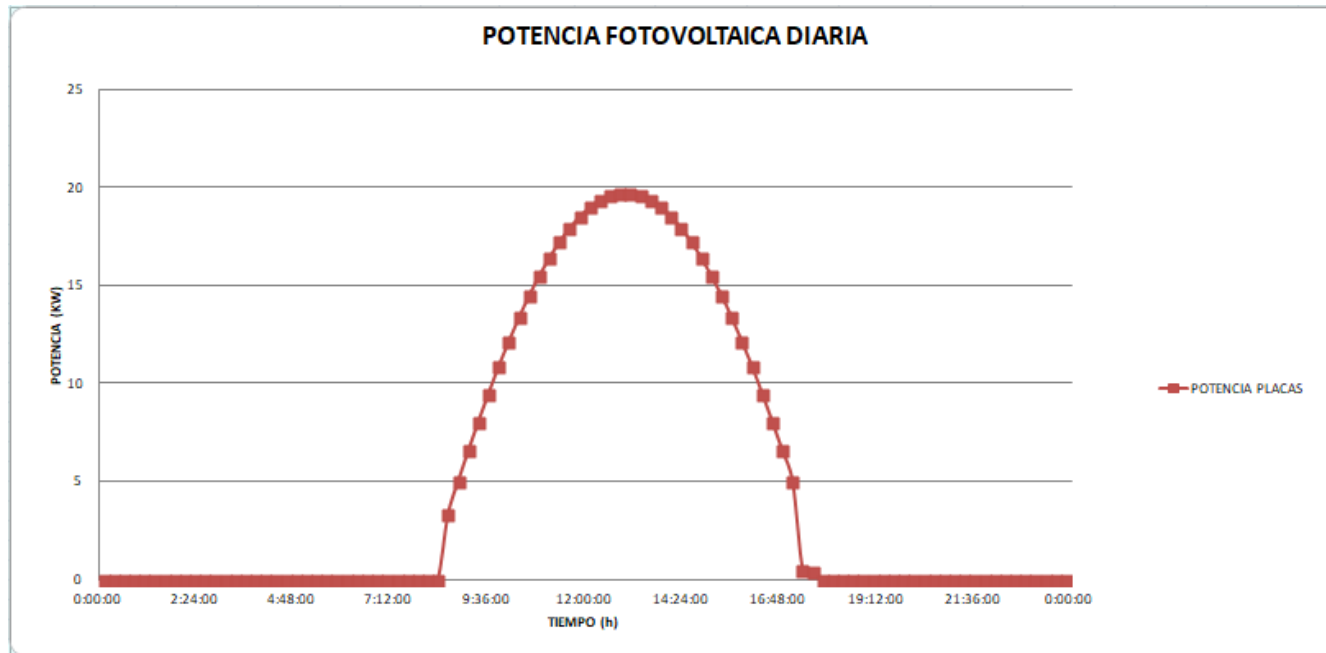


Gráfico 1: curva de potencia diaria de la instalación

Esta producción neta mensual se ha calculado teniendo en cuenta las siguientes pérdidas de rendimiento:

### 2.2.2. PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

La orientación del campo fotovoltaico es Sureste  $\alpha=-16^\circ$  y la inclinación de los paneles  $\beta=20^\circ$ . Las pérdidas por orientación e inclinación son 0,01%, despreciable.

### 2.2.3. PÉRDIDAS POR SOMBRAS.

No existe ningún elemento que produzca sombras en la instalación.

### 2.2.4. EFECTO DE LA TEMPERATURA.

Siguiendo el Pliego de Condiciones Técnicas de Conexión a Red del IDAE, para determinar la temperatura de célula utilizaremos la fórmula:

$$T_c = T_{amb} + I_{inc} \left( W / m^2 \right) \frac{(TONC(^{\circ}C) - 20)}{800}$$

$$L_{temp} = 1 - (T_{célula} - 25) \cdot \frac{\Delta\eta\%}{^{\circ}C} = (\%)$$

Donde:

Ltemp: Pérdidas por temperatura

Tc: Temperatura de la célula

Tamb: Temperatura ambiente

Iinc (W/m<sup>2</sup>): Irradiancia

TONC: Temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m<sup>2</sup>, temperatura ambiente de 20°C, velocidad del viento 1 m/s. Para este módulo es  $45 \pm 2^\circ\text{C}$ .

$\Delta\eta\%$ : Incremento de las pérdidas por unidad de temperatura, dato del fabricante

La temperatura afecta principalmente a los valores de voltaje de la característica I-V, y tiene su mayor influencia en la tensión de circuito abierto, aunque también modifica los valores del punto de máxima potencia y el valor de Icc (muy ligeramente)

Tomando los datos de temperatura de Valencia por meses de acuerdo con el Instituto Nacional de Meteorología de España, y considerando que el módulo tiene unas pérdidas del 0,41%/°C, obtenemos la corrección de potencia de cada mes:

	Tª media	I (W/m2)	Tª célula	Ltemp
Enero	11,8	1000	45,55	91,57%
Febrero	11,1	1000	44,85	91,86%
Marzo	12,7	1000	46,45	91,21%
Abril	15,1	1000	48,85	90,22%
Mayo	17,7	1000	51,45	89,16%
Junio	21,4	1000	55,15	87,64%
Julio	24,3	1000	58,05	86,45%
Agosto	24,9	1000	58,65	86,20%
Septiembre	22,8	1000	56,55	87,06%
Octubre	19,9	1000	53,65	88,25%
Noviembre	15,7	1000	49,45	89,98%
Diciembre	12,8	1000	46,55	91,16%

Tabla 12: pérdidas por el efecto térmico

### 2.2.5. EFICIENCIA DEL CABLEADO.

Para el cálculo de las pérdidas en los cables utilizaremos las siguientes fórmulas, de acuerdo con el P.C.T. del IDAE.

$$Pérdidas_{totales} = 0,02 \cdot \frac{L}{S} \cdot I^2 \cdot n^2 \text{ módulos}_{paralelo}$$

$$L_{cableado} = 100 - \frac{Pérdidas_{totales} \cdot 100}{Potencia} = (\%)$$

Donde:

R: valor de la resistencia eléctrica de los cables, en ohmios.

L: longitud de todos los cables (sumando la ida y el retorno), en cm.

S: sección de cada cable, en cm<sup>2</sup>.

I: intensidad que circula por el cable

Obteniendo:

	INVER 1	C. General
Potencia nominal	19.800	19.800
Pérdidas tramo 1	50,81	
Pérdidas tramo 2	2,03	
Pérdidas tramo 3	9,8	
Pérdidas tramo 4		73,51
Pérdidas parciales	62,64	73,51
Pérdidas totales	136,15	
Pérdidas cableado	0,687626263	
Lcab	99,31 %	

Tabla 13: pérdidas por eficiencia del cableado

### **2.2.6. PERDIDAS POR DISPERSION DE PARAMETROS Y SUCIEDAD.**

Las pérdidas por polvo se pueden encontrar entre el 0% y el 8% cuando los módulos se ven muy sucios. Dado que la instalación no se encuentra próxima a caminos u otras fuentes de polvo similares, aplicaremos unas pérdidas del 3%.

$$L_{pol} = 97 \%$$

La potencia de todos los módulos fotovoltaicos no es exactamente idéntica, y aunque dos módulos tengan la misma potencia, lo más normal es que sus puntos de máxima potencia no sean iguales. Esto trae consigo que, al ponerlos en serie, se produzca una pérdida de potencia estimada entorno al 2%.

$$L_{dis} = 98 \%$$

### **2.2.7. PERDIDAS POR ERRORES EN EL SEGUIMIENTO DEL “PMP”.**

Una de las funciones más importantes de los inversores de conexión a la red es hacer trabajar al campo fotovoltaico en el Punto de Máxima Potencia, sin embargo, se considera que se producen unos errores de aproximadamente un 1%.

$$L_{pmp} = 99 \%$$

### **2.2.8. EFICIENCIA ENERGETICA DEL INVERSOR.**

La eficiencia energética del inversor en operación definida conforme a las características de tensión y frecuencia de salida de alterna del inversor, reguladas por el punto 4 del artículo 11 del R.D. 1663/2000 se encuentra en el 97,9%.

$$L_{inv} = 97,9 \%$$

### **2.2.9. OTRAS PÉRDIDAS.**

Bajo este concepto vamos a incluir pérdidas en los equipos de protección, bornas, equipos de medida, etc., lo cual estimamos en un 2% las pérdidas.

$$L_{otros} = 98 \%$$



### 2.2.10. PERFORMANCE RATIO.

Todas las pérdidas calculadas desde el punto 2.1.3 hasta el 2.1.9, nos proporcionan el valor final del Rendimiento Energético de la Instalación o Performance Ratio.

	Ltemp	Lcab	Lpol	Ldis	Lpmp	Linv	Lotros	PR
Enero	91,57%	99,31%	97,00%	98,00%	99,00%	97,90%	98,00%	82,11%
Febrero	91,86%	99,31%	97,00%	98,00%	99,00%	97,90%	98,00%	82,37%
Marzo	91,21%	99,31%	97,00%	98,00%	99,00%	97,90%	98,00%	81,79%
Abril	90,22%	99,31%	97,00%	98,00%	99,00%	97,90%	98,00%	80,90%
Mayo	89,16%	99,31%	97,00%	98,00%	99,00%	97,90%	98,00%	79,95%
Junio	87,64%	99,31%	97,00%	98,00%	99,00%	97,90%	98,00%	78,58%
Julio	86,45%	99,31%	97,00%	98,00%	99,00%	97,90%	98,00%	77,52%
Agosto	86,20%	99,31%	97,00%	98,00%	99,00%	97,90%	98,00%	77,29%
Septiembre	87,06%	99,31%	97,00%	98,00%	99,00%	97,90%	98,00%	78,06%
Octubre	88,25%	99,31%	97,00%	98,00%	99,00%	97,90%	98,00%	79,13%
Noviembre	89,98%	99,31%	97,00%	98,00%	99,00%	97,90%	98,00%	80,68%
Diciembre	91,16%	99,31%	97,00%	98,00%	99,00%	97,90%	98,00%	81,74%

Tabla 14: obtención del performance ratio

### 2.2.11. CONSUMOS ASOCIADOS AL CUPS.

En la siguiente tabla adjunta podemos ver los distintos consumos energéticos en punta, llano y valle, así como los valores máximos de potencia registrados. Datos suministrados por Iberdrola Distribución:

Posteriormente, trabajaremos sobre los valores de los valles (tanto entre semana como fines de semana y festivos) para evaluar de forma práctica cuál es el consumo de las cámaras frigoríficas por la noche, período en el cual no las están abriendo ya que no está trabajando nadie, así podremos hacernos una idea estimada del consumo de dichas cámaras de día, puesto que no disponemos de la curva de carga diaria.

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO ASOCIADA A SUMINISTRO EXISTENTE

Cups	Fecha Inicio	Fecha Fin	Ener. 1	Ener. 2	Ener. 3	Ener. 4	Ener. 5	Ener. 6	Ener. 7	Reac. 1	Reac. 2	Reac. 3	Reac. 4
ES0021000011701498WS	26/02/2019	28/03/2019	782	4482	1769	255	1372	634	0	109	427	201	35
ES0021000011701498WS	25/01/2019	26/02/2019	802	4068	1777	316	1405	773	0	108	420	195	43
ES0021000011701498WS	29/11/2018	25/01/2019	423	2335	1083	113	534	282	0	64	245	120	15
ES0021000011701498WS	30/10/2018	29/11/2018	883	4055	1860	291	1173	612	0	111	438	224	38
ES0021000011701498WS	25/09/2018	30/10/2018	1989	4696	2222	592	1490	847	0	1250	2819	1280	418
ES0021000011701498WS	28/08/2018	25/09/2018	1986	4276	2271	512	1319	797	0	1313	2884	1576	402
ES0021000011701498WS	26/07/2018	28/08/2018	2675	5489	2591	909	1918	1064	0	1728	3644	1863	633
ES0021000011701498WS	27/06/2018	26/07/2018	2460	5036	2397	701	1494	855	0	1627	3290	1664	493
ES0021000011701498WS	29/05/2018	27/06/2018	1320	2972	1364	364	792	439	0	966	2258	1046	290
ES0021000011701498WS	26/04/2018	29/05/2018	50	110	51	16	45	22	0	39	82	40	16
ES0021000011701498WS	20/03/2018	26/04/2018	20	39	14	5	7	8	0	16	24	12	2
ES0021000011701498WS	25/02/2018	20/03/2018	315	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ES0021000011701498WS	22/01/2018	25/02/2018	439	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ES0021000011701498WS	01/01/2018	22/01/2018	242	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ES0021000011701498WS	27/11/2017	01/01/2018	163	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ES0021000011701498WS	25/10/2017	27/11/2017	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ES0021000011701498WS	30/09/2017	25/10/2017	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ES0021000011701498WS	01/09/2017	30/09/2017	146	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ES0021000011701498WS	26/07/2017	01/09/2017	171	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ES0021000011701498WS	02/07/2017	26/07/2017	225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ES0021000011701498WS	03/06/2017	02/07/2017	330	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 15: consumo asociado al CUPS de la empresa. Fuente IBERDROLA

**Siendo P1 + P4 = Potencia en punta; P2 + P5 = Potencia en llano y P3 \* P6 = Potencia en valle**

**Tarifa 3.0 COPAR**

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO ASOCIADA A SUMINISTRO EXISTENTE

Reac. 5	Reac. 6	Reac. 7	Pot. 1	Pot. 2	Pot. 3	Pot. 4	Pot. 5	Pot. 6
146	75	0	30	48	35	32	53	33
155	80	0	27	37	30	21	39	27
65	35	0	0	3	0	0	0	0
143	72	0	40	52	41	38	46	33
914	491	0	50	52	44	42	49	39
932	554	0	61	50	51	46	53	38
1314	729	0	61	51	35	50	48	35
996	585	0	48	44	33	47	41	37
644	346	0	1	0	1	0	0	0
35	17	0	1	1	0	0	0	0
6	2	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Los valores máximos registrados en cada columna son:**

2675	5489	2591	909	1918	1064	0	1728	3644	1863	633	1314	729	0	61	52	51	50	53	39
------	------	------	-----	------	------	---	------	------	------	-----	------	-----	---	----	----	----	----	----	----

punta invierno; 18:00-22:00	llano invierno; 08:00- 18:00/22:00-24:00	Valle todo el año igual; 00:00-08:00		
punta verano; 11:00-15:00	llano verano: 08:00- 11:00/15:00-24:00			
1037	5854	2403	26/02/2019	28/03/2019
1118	5473	2550	25/01/2019	26/02/2019
536	2869	1365	29/11/2018	25/01/2019
1174	5228	2472	30/10/2018	29/11/2018
2581	6186	3069	25/09/2018	30/10/2018
2498	5595	3068	28/08/2018	25/09/2018
3584	7407	3655	26/07/2018	28/08/2018
3161	6530	3252	27/06/2018	26/07/2018
1684	3764	1803	29/05/2018	27/06/2018
66	155	73	26/04/2018	29/05/2018
25	46	22	20/03/2018	26/04/2018
315	0	0	25/02/2018	20/03/2018

Tabla 16: franjas horarias de los tres periodos de facturación en tarifa 3.0 COPAR

De los siguientes datos podemos concluir que la actividad industrial empieza antes de las 8 de la mañana, llegando a los puntos e máximo consumo entre las 9 de la mañana hasta las 6 de la tarde. Una forma válida de conocer los consumos de las máquinas frigoríficas es evaluar la columna Ener.3 y la Ener.6; datos de energía consumida por la noche:

- Ener. 3: hace referencia al valle entre semana
- Ener. 6: hace referencia al valle los fines de semana y los festivos nacionales.

Cogiendo una potencia media de valle de 2500kWh podemos pasar a evaluar el consumo de las cámaras frigoríficas:

$$2500 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}} = 625 \frac{\text{kWh}}{\text{semana}} = 89,3 \text{ kWh al día (00:00 a 08:00)}$$

$$\frac{89,3 \text{ kWh/día}}{8 \text{ h de valle}} = 11,16 \text{ kW consumiendo de noche}$$

Teniendo en cuenta que durante la noche también están trabajando el sistema de alarma, el alumbrado de emergencia y el alumbrado externo, podemos estimar una potencia frigorífica de 10 kW. Cabe destacar que la instalación fotovoltaica se diseñó para eliminare en la medida de lo posible el consumo frigorífico, puesto que el presupuesto no permitía hacer una instalación mayor.

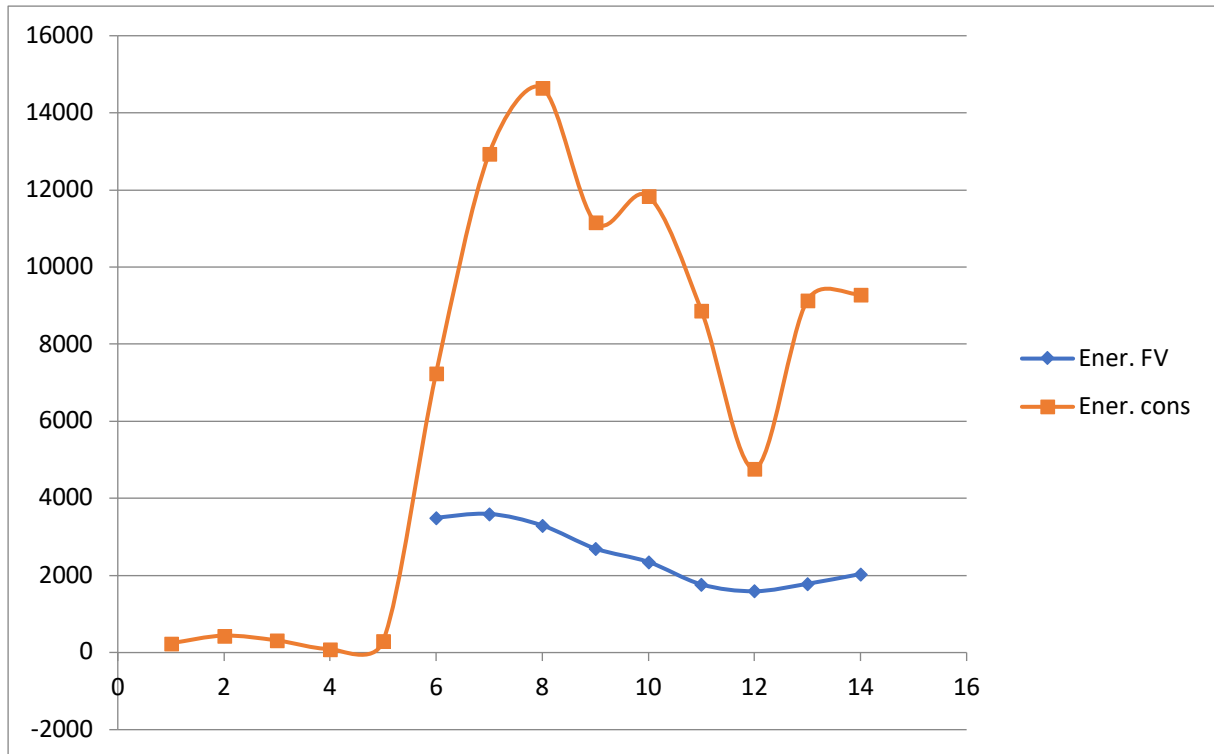


Gráfico 2: curvas consumo/producción

En el siguiente gráfico podemos observar la curva de consumo de nuestra industria y la curva de generación de nuestra instalación fotovoltaica. Una inminente ampliación en la cadena productiva que provocaría un incremento muy notorio en los consumos de la empresa, promovió la instalación de paneles en su tejado. Aunque, tras la ampliación, a priori parezca una instalación sin excedentes, los fines de semana la producción fotovoltaica supera al consumo global de la industria. Este hecho sería más sencillo de demostrar con la curva de carga diaria, pero puesto que la empresa no dispone de un contador de teled medida, no se me ha podido suministrar.

Una forma alternativa de conocer dicha curva de carga es mediante la plataforma *clientes* de Iberdrola, dato que puede verse *on line*, pero se necesita el usuario y la contraseña del titular del consumo, datos que no dispongo.

### 2.3. BALANCE MEDIOAMBIENTAL.

La generación solar fotovoltaica evita la quema de combustibles fósiles para producir electricidad. Esto implica disminuir la emisión de contaminantes a la atmósfera que tienen consecuencias medioambientales muy negativas. Una de las más perjudiciales es el efecto invernadero (provocado por las emisiones de CO<sub>2</sub>).

	Energía generada KWh	Emisiones ahorradas CO <sub>2</sub> (Tm)
Enero	1.784,05	0,66
Febrero	2.036,72	0,75
Marzo	2.851,38	1,06
Abril	3.027,30	1,12
Mayo	3.415,27	1,26
Junio	3.496,20	1,29
Julio	3.596,93	1,33
Agosto	3.297,16	1,22
Septiembre	2.698,80	1,00
Octubre	2.350,73	0,87
Noviembre	1.768,50	0,65
Diciembre	1.590,61	0,59
<b>Total</b>	<b>31.913,65</b>	<b>11,81</b>

*Tabla 17: emisiones de CO<sub>2</sub> ahorradas*

$$Emisiones\ CO_2 = 0,37\ kg/kWh$$

Aunque la producción de energía eléctrica mediante módulos fotovoltaicos no emita ningún contaminante al medio, hemos de tener en cuenta que el transporte de la instalación y su montaje se realiza mediante maquinaria accionada mediante motores de combustión (camiones, excavadoras...). Este coeficiente es una estimación de esos procesos contaminantes.

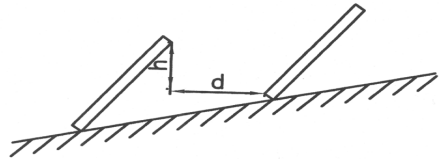
## 2.4. DISTANCIA MÍNIMA ENTRE PLACAS.

La distancia  $d$ , medida sobre la horizontal, entre unas filas de módulos obstáculo, de altura  $h$ , que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia  $d$  será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = h / \tan (61^\circ - \text{latitud})$$

Siendo:

$h$  = diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la siguiente, efectuando todas las medidas de acuerdo con el plano que contiene a las bases de los módulos



La separación entre la parte superior de una fila y la parte inferior de la siguiente no será inferior a la obtenida por la expresión anterior.

Obtenemos así para nuestra instalación, según los módulos una distancia mínima de:

$h$	0,339 m
$d$	0,83 m
distancia real	1,80 m

Tabla 18: separación entre líneas de módulos

Siendo la distancia desde el comienzo de una fila al comienzo de otra de 1,80m.

### **3. PLIEGO DE CONDICIONES.**



### **3.1. CONDICIONES GENERALES.**

La obligación del instalador será el suministro de todos los materiales, equipos, manos de obra, servicios, accesorios y ejecución de todas las operaciones necesarias para el perfecto acabado y puesta en marcha de la instalación solar fotovoltaica descrita en la Memoria, representada en los Planos y valorada en el Presupuesto y la cual será montada de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones Técnicas.

Todos los suministros y trabajos referidos se entienden incluidos en el precio total de contratación. No estando incluidos los andamiajes y obras auxiliares de albañilería.

### **3.2. CONDICIONES TECNICAS Y PARTICULARES.**

#### **3.2.1. SISTEMAS GENERADORES FOTOVOLTAICOS.**

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

El módulo fotovoltaico llevará de claramente visible e indeleble el modelo y nombre del 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, éstas deberán ser aprobadas 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  $\pm 10\%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

Se valorará positivamente una alta eficiencia de las células.

La estructura del generador se conectará a tierra.

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.

#### **3.2.2. ESTRUCTURA SOPORTE.**

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En caso contrario se deberá contar con la aprobación expresa del IDAE. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado por la NBE y demás normas aplicables.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas de viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en la normativa básica de la edificación NBE-AE-88.

El diseño y la construcción 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.

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

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

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

La tornillería será realizada en acero inoxidable, cumpliendo la norma MV-106.

En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

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

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos sobre la cubierta sin superar el límite de sombras indicado en el punto 4.1.2 del Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

La estructura soporte será calculada según el CTE para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirá el CTE para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor mínimo de 80micras para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

### **3.2.3. INVERSORES.**

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionarán en isla o modo aislado.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

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

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

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

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

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superiores a las CEM. Además, soportará los picos de magnitud un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- Los valores de eficiencia al 25% y 100% de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85% y 88% respectivamente (valores medios incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5KW, y del 90% al 92% para inversores mayores de 5KW.
- El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5% de su potencia nominal.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25% y el 100% de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10% de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

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

#### **3.2.4. CABLEADO.**

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

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5% y los de la parte de CA para que la caída de tensión sea inferior del 2% teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a las cajas de conexiones.

Se incluirá toda la longitud del cable CC y CA. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

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

#### **3.2.5. CONEXIÓN A RED.**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a red de baja tensión, y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

#### **3.2.6. MEDIDAS.**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 10) sobre medidas y facturación de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

#### **3.2.7. PROTECCIONES.**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a red de baja tensión, y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

### **3.2.8. PUESTA A TIERRA.**

La instalación cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a red de baja tensión.

Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se justificarán los elementos utilizados para garantizar esta condición.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectados a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el R.B.T.

### **3.2.9. ARMONICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNETICA.**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a red de baja tensión.

## **3.3. MANTENIMIENTO DE LA INSTALACION.**

### **3.3.1. MODULOS FOTOVOLTAICOS.**

Los módulos fotovoltaicos requieren muy escaso mantenimiento, por su propia configuración, carente de partes móviles y con el circuito interior de las células y las soldaduras de conexión muy protegidas del ambiente exterior por capas de material protector. El mantenimiento abarca los siguientes procesos:

- Limpieza periódica del panel, la periodicidad del proceso depende, lógicamente de la intensidad de ensuciamiento. En el caso de depósitos procedentes de las aves conviene evitarlos instalando pequeñas antenas elásticas en la parte alta del panel, impidiendo a aquellas que se posen. La operación de limpieza consiste simplemente en el lavado de los módulos con agua y algún detergente no abrasivo. Esta operación se tiene que realizar a primeras horas de la mañana, cuando el módulo esté frío. No es recomendable en ningún caso utilizar mangueras a presión.
- Inspección visual de posibles degradaciones internas y de la estanqueidad del panel.
- Control de las conexiones eléctricas y el cableado.
- Revisión de los prensaestopas de la caja de conexión.

### **3.3.2. INVERSOR.**

El mantenimiento del inversor no difiere especialmente de las operaciones normales en los equipos electrónicos. Las averías en condiciones normales de funcionamiento son poco frecuentes y la simplicidad de los equipos reduce el mantenimiento a las siguientes operaciones:

- Observación visual general del estado y funcionamiento del inversor.
- Comprobación del conexionado y cableado de los componentes.
- Observación del funcionamiento de los indicadores ópticos.
- Acumulación de polvo y suciedad que se pueda producir en el conducto de ventilación.

### **3.3.3. ARMARIOS DE CONEXION.**

- Se observa la estanqueidad de los armarios y prensaestopas.
- Cableado general del armario.
- Apriete de bornas y detección de cables con temperatura elevada.
- Señalización de cables en buen estado.
- Comprobación de las protecciones. (Varistores, fusibles, magnetotérmicos, seccionadores, diodos, etc.)

### **3.3.4. CAMINOS DE CABLES.**

- Eliminar suciedad en las conducciones que se encuentren en el exterior.
- Comprobación visual del aislamiento de los cables.
- Revisión de la fijación a bandejas, muros, etc.
- Señaladotes de cables en buen estado.

## **4. PRESUPUESTO Y RETORNO DE LA INVERSIÓN.**

**CARNES REFRIGERADAS SANTOS, S.L.**

C/. BENZ Nº 8-5  
03720 BENISSA (ALICANTE)

**Oliva, 9 de mayo de 2019**

**PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL Y MANO DE OBRA DE  
INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO  
EN FACHADA DE NAVE INDUSTRIAL**

nº/or	CANTIDAD	CONCEPTO	Precio/ud	TOTAL
	1	SOPORTERIA Y ANCLAJE	465,00	<b>465,00</b>
	1	CABLEADO, PROTECCIONES Y PEQUEÑO MATERIAL	150,00	<b>150,00</b>
	60	PANEL FOTOVOLTAICO JINKO SOLAR JKM330P-72	130,00	<b>7.800,00</b>
	1	INVERSOR FRONIUS SYMO 20.0-3-M	3.200,00	<b>3.200,00</b>
	1	BENEFICIO INDUSTRIAL	1.000,00	<b>1.000,00</b>

**BASE IMPONIBLE 12.615,00 €**

Año	Coefficiente	Energía anual total (KWh)	dinero ahorrado (€)	Dinero acumulado (€)
1	1	31913,65	4411,05	4411,05
2	0,992	31658,34	4372,75	8783,80
3	0,984	31403,03	4334,45	13118,25
4	0,976	31147,72	4296,16	17414,41
5	0,968	30892,41	4257,86	21672,27
6	0,96	30637,10	4219,57	25891,84
7	0,952	30381,79	4181,27	30073,11
8	0,944	30126,49	4142,97	34216,08
9	0,936	29871,18	4104,68	38320,76
10	0,928	29615,87	4066,38	42387,14
11	0,92	29360,56	4028,08	46415,22
12	0,912	29105,25	3989,79	50405,01
13	0,904	28849,94	3951,49	54356,50

Suponiendo que no inyectamos potencia a la red puesto que no conocemos con exactitud las lecturas bidireccionales del contador en cada momento, información necesaria para saber cuándo vendemos excedentes y cuando compramos energía. El retorno de la inversión se produce en aproximadamente tres años.

No obstante, tampoco hemos tenido en cuenta el momento del día en el que compramos energía (punta, llamo o valle), puesto que sería mucho más complicado determinar el momento en el que recuperamos el dinero invertido. Usaremos las hipótesis de no inyección a red y de un precio de energía comprada constante de 0,15 €/kWh.

Así que, tras analizar los resultados obtenidos, comunicaremos al cliente que en menos de cinco años su instalación estará amortizada, garantizando plazos perfectamente cumplibles que no nos puedan acarrear problemas.



## **5. PLANOS.**



TRABAJO FINAL DE GRADO:



Escola Tècnica Superior de Ingenieria del Disseny



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Autor:

SALVADOR BORRÁS  
SOLER

PROYECTO: **INSTALACIÓN SOLAR DE AUTOCONSUMO  
DE 19.800Wp ASOCIADA A SUMINISTRO ELÉCTRICO**

TITULAR: **CARNES REFRIGERADAS SANTOS, SL**

EMPLAZAMIENTO: **c/ OLIVA (Pg. IND. LA POBLA), 10 (BENISSA)**

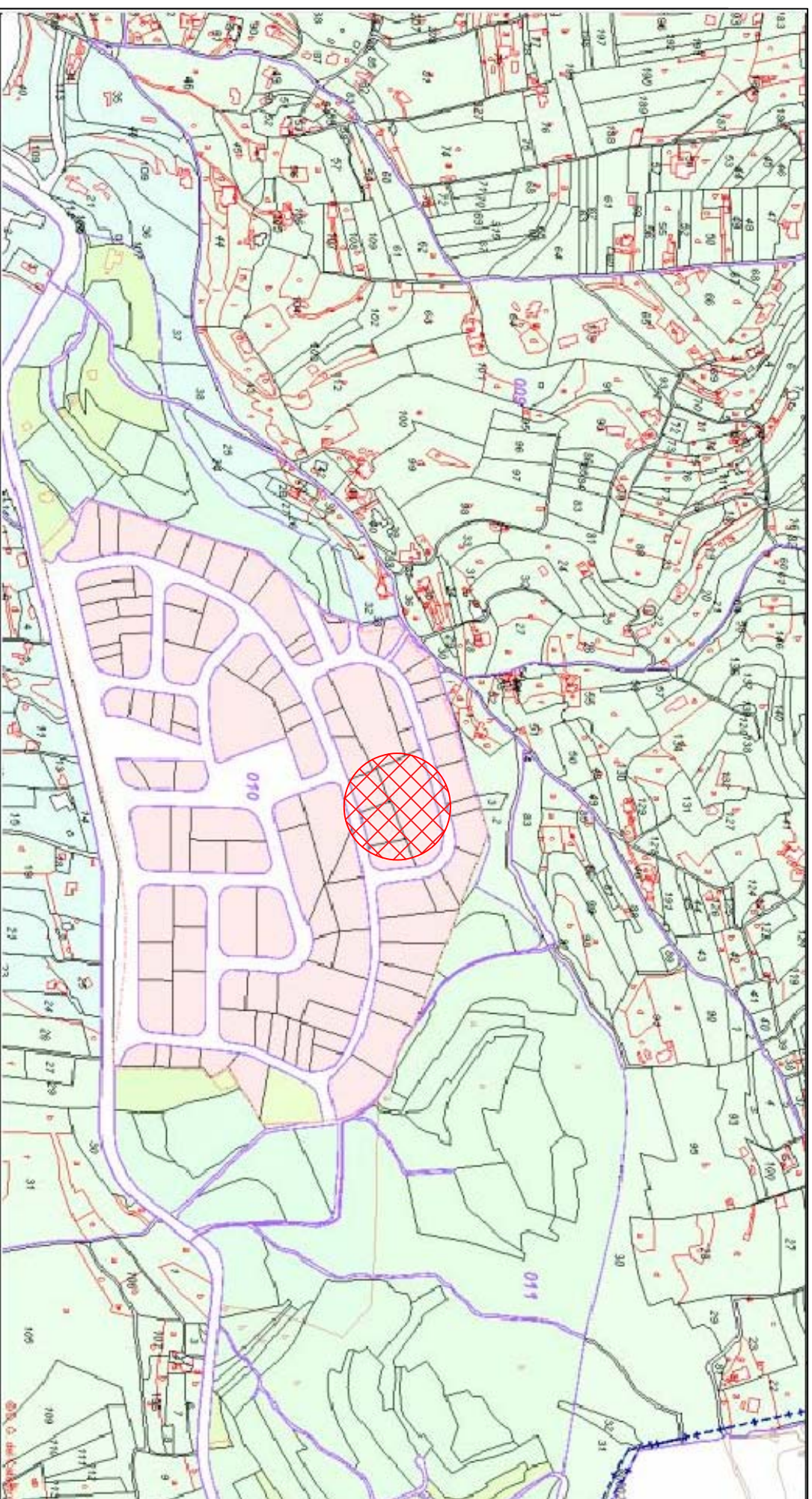
DESIGNACION: **TEJADO**

FECHA: **MAYO 2019**

ESCALAS: **1/2.000**

PLANO Nº

**1**



TRABAJO FINAL DE GRADO:

PROYECTO: **INSTALACIÓN SOLAR DE AUTOCONSUMO DE 19.800Wp ASOCIADA A SUMINISTRO ELÉCTRICO**

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

TITULAR: **CARNES REFRIGERADAS SANTOS, SL**



EMPLAZAMIENTO: **c/ OLIVA (Pg. IND. LA POBLA), 10 (BENISSA)**

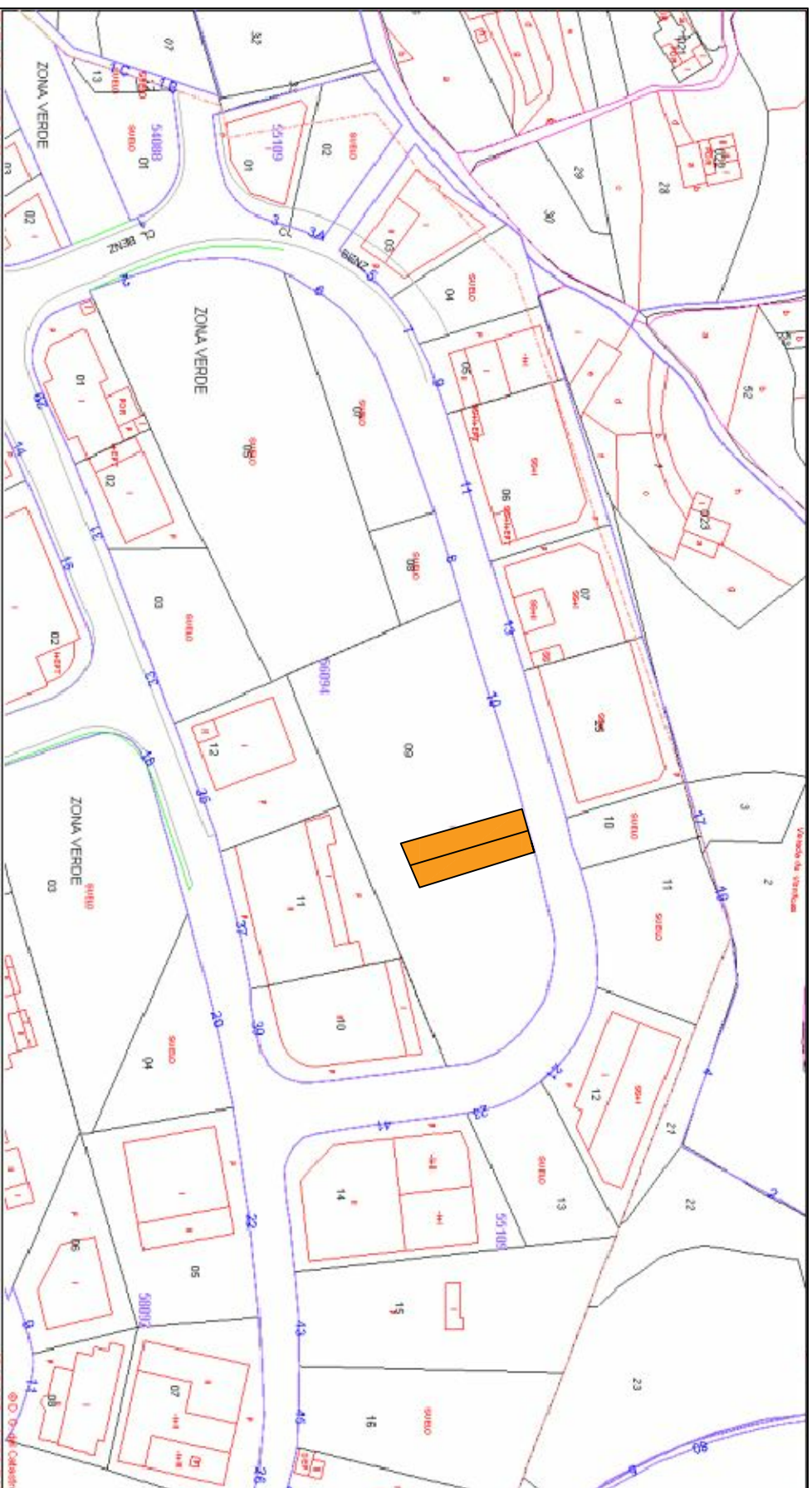
DESIGNACIÓN: **SITUACIÓN**

Autor:  
**SALVADOR BORRÁS SOLER**

FECHA: **MAYO 2019**

ESCALAS: **1/8.000**

PLANO Nº **2**



TRABAJO FINAL DE GRADO:



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Autor:  
SALVADOR BORRÁS  
SOLER

PROYECTO: **INSTALACIÓN SOLAR DE AUTOCONSUMO  
DE 19.800Wp ASOCIADA A SUMINISTRO ELÉCTRICO**

TITULAR: **CARNES REFRIGERADAS SANTOS, SL**

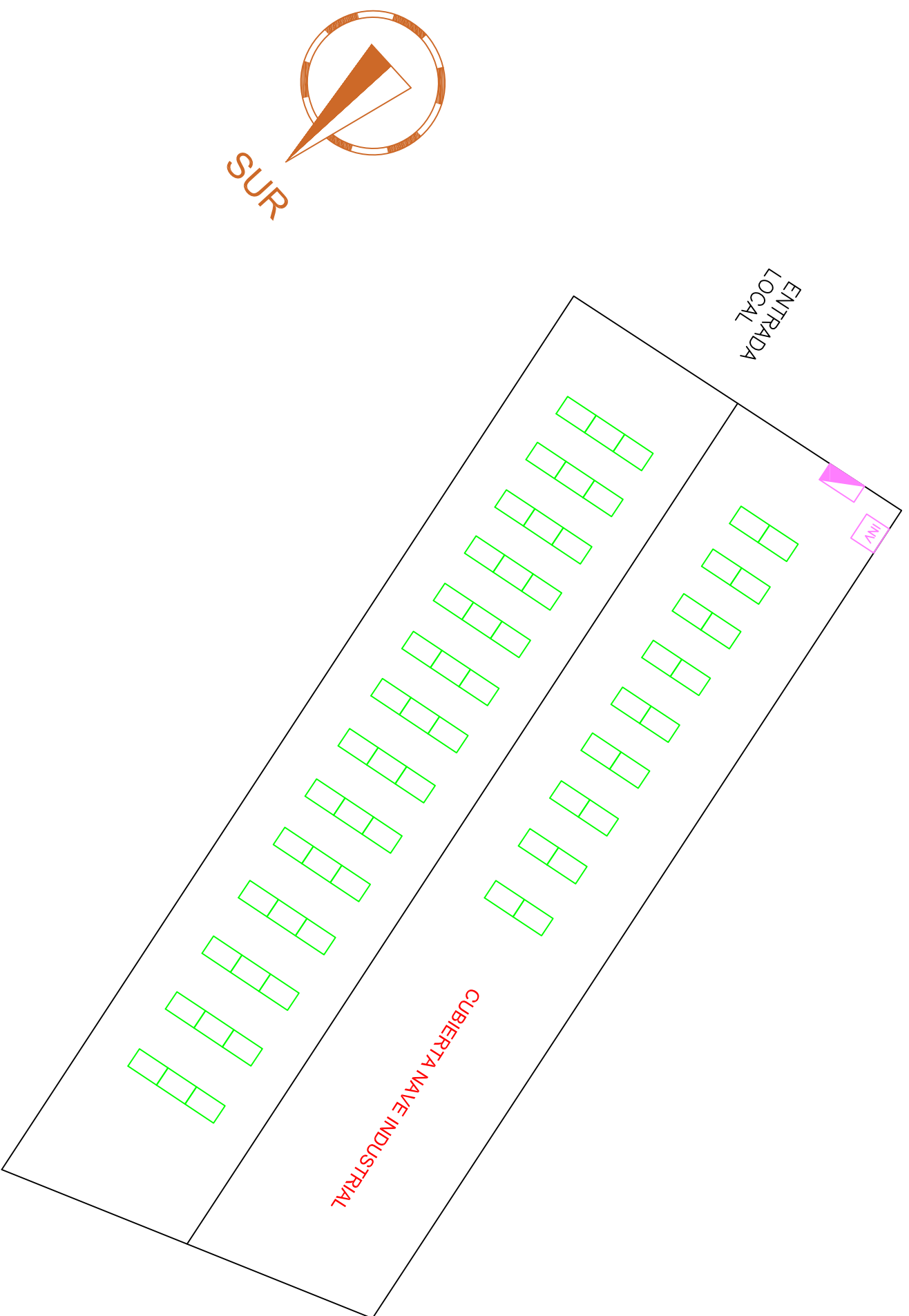
EMPLAZAMIENTO: **c/ OLIVA (Pg. IND. LA POBLA), 10 (BENISSA)**

DESIGNACION: **EMPLAZAMIENTO**

FECHA: **MAYO 2019**

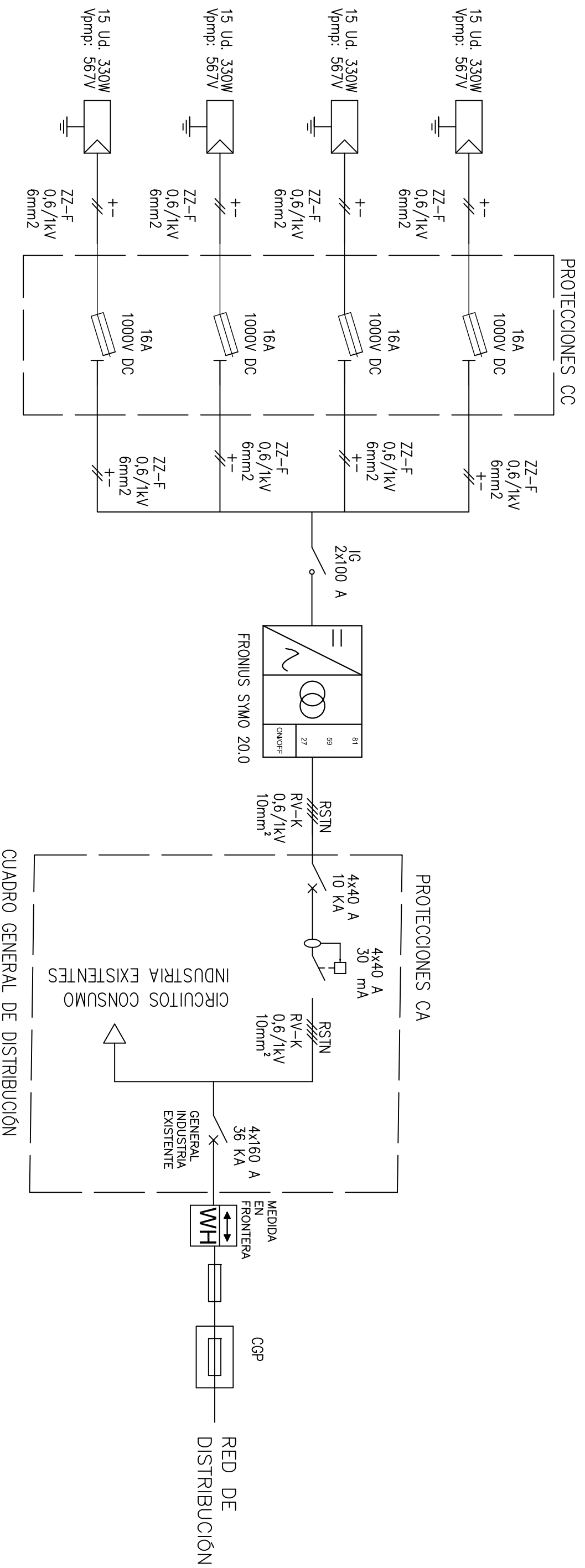
ESCALAS: **1/2.000**

PLANO Nº **3**



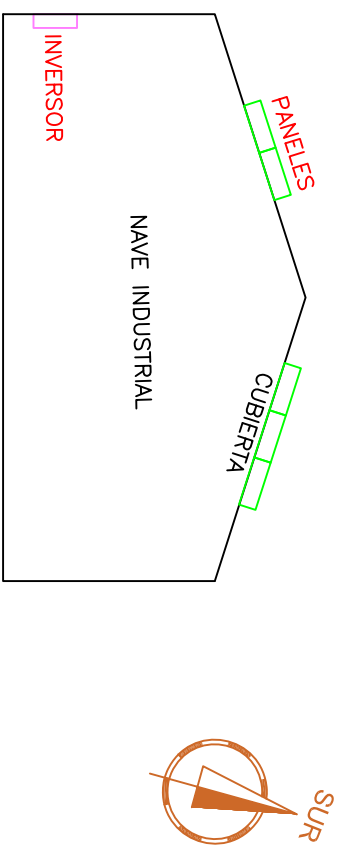
- CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION CONSUMO EXISTENTE (interior nave industrial)
- INV INVERSOR (interior nave industrial)
- PANELES SOLARES (en cubierta nave industrial)

TRABAJO FINAL DE GRADO:  Escola Tècnica Superior de Enginyeria del Disseny	PROYECTO: <b>INSTALACIÓN SOLAR DE AUTOCONSUMO DE 19.800Wp ASOCIADA A SUMINISTRO ELÉCTRICO</b>
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	TITULAR: <b>CARNES REFRIGERADAS SANTOS, SL</b>
Autor: <b>SALVADOR BORRÁS SOLER</b>	EMPLAZAMIENTO: <b>c/ OLIVA (Pg. IND. LA POBLA), 10 (BENISSA)</b>
Autor: <b>SALVADOR BORRÁS SOLER</b>	DESIGNACION: <b>DISPOSICIÓN DE LAS PLACAS</b>
FECHA: <b>MAYO 2019</b>	ESCALAS: <b>1/100</b>
PLANO Nº <b>4</b>	

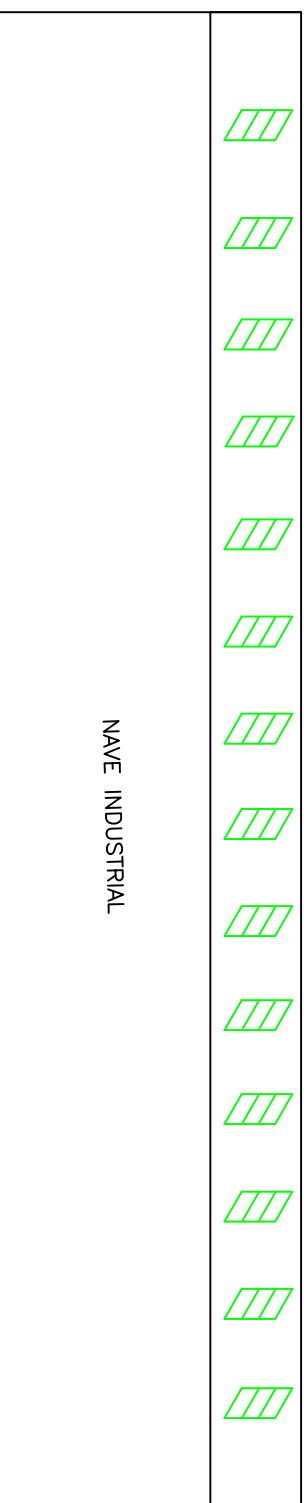


CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

<p>TRABAJO FINAL DE GRADO:</p> <p><b>PROYECTO: INSTALACIÓN SOLAR DE AUTOCONSUMO DE 19.800Wp ASOCIADA A SUMINISTRO ELÉCTRICO</b></p>	
<p><b>TITULAR: CARNES REFRIGERADAS SANTOS, SL</b></p>	
<p><b>EMPLAZAMIENTO: c/ OLIVA (Pg. IND. LA POBLA), 10 (BENISSA)</b></p>	
<p><b>DESIGNACION: ESQUEMA ELÉCTRICO</b></p>	
<p>Autor:</p> <p><b>SALVADOR BORRÁS SOLER</b></p>	<p>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño</p> <p><b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b></p>
<p>FECHA:</p> <p><b>MAYO 2019</b></p>	<p>ESCALAS:</p>
<p>PLANO Nº</p> <p><b>5</b></p>	



**VISTA FRONTAL**



**VISTA LATERAL**

TRABAJO FINAL DE GRADO:

PROYECTO: **INSTALACIÓN SOLAR DE AUTOCONSUMO DE 19.800Wp ASOCIADA A SUMINISTRO ELÉCTRICO**



TITULAR: **CARNES REFRIGERADAS SANTOS, SL**



EMPLAZAMIENTO: **c/ OLIVA (Pg. IND. LA POBLA), 10 (BENISSA)**

Autor:  
**SALVADOR BORRÁS SOLER**

DESIGNACION: **VISTA FRONTAL**

FECHA: **MAYO 2019**

ESCALAS: **1/100**

PLANO Nº **6**



**Anexo 1**

**ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**



ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD CORRESPONDIENTE A LA OBRA:  
INSTALACION ELECTRICA AUTOCONSUMO SOLAR FOTOVOLTAICO

CAPÍTULO PRIMERO: OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO BÁSICO.

- 1.1.- Objeto del presente estudio básico de Seguridad y Salud.
- 1.2.- Establecimiento posterior de un Plan de Seguridad y Salud en la obra.

CAPÍTULO SEGUNDO: IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.

- 2.1.- Tipo de obra.
- 2.2.- Situación del terreno y/o locales de la obra.
- 2.3.- Características del terreno y/o de los locales.
- 2.4.- Servicios de distribución energéticos afectados por la obra.
- 2.5.- Denominación de la obra.
- 2.6.- Propietario / promotor.

CAPÍTULO TERCERO: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

- 3.1.- Autor del Estudio Básico de Seguridad y Salud.
- 3.2.- Coordinador de Seguridad y Salud en fase de elaboración de proyecto.
- 3.3.- Presupuesto total de ejecución de la obra.
- 3.4.- Plazo de ejecución estimado.
- 3.5.- Número de trabajadores.
- 3.6.- Relación resumida de los trabajos a realizar.

CAPÍTULO CUARTO: FASES DE OBRA A DESARROLLAR CON IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.

CAPÍTULO QUINTO: RELACIÓN DE MEDIOS HUMANOS Y TÉCNICOS PREVISTOS CON IDENTIFICACION DE RIESGOS.

- 5.1.- Maquinaria.
- 5.2.- Medios de transporte.
- 5.3.- Medios Auxiliares.
- 5.4.- Herramientas (manuales, eléctricas, neumáticas, etc.)
- 5.5.- Materiales.
- 5.6.- Mano de obra, medios humanos.

CAPÍTULO SEXTO: MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS.

- 6.1.- Protecciones colectivas.
- 6.2.- Equipos de protección individual (EPIS).
- 6.3.- Protecciones especiales en relación con las diferentes fases de obra.
- 6.4.- Normativa a aplicar en las fases del estudio.
- 6.5.- Obligaciones del empresario en materia formativa antes de iniciar los trabajos.
- 6.6.- Mantenimiento preventivo.
- 6.7.- Instalaciones generales de higiene.
- 6.8.- Vigilancia de la Salud y Primeros Auxilios.
- 6.9.- Directrices generales para la prevención de riesgos dorsolumbares.

CAPITULO SÉPTIMO. - LEGISLACIÓN AFECTADA.

## **CAPÍTULO PRIMERO: OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO BÁSICO**

### **1.1. OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud (E.B.S.S.) tiene como objeto servir de base para que las Empresas Contratistas y cualesquiera otras que participen en la ejecución de las obras a que hace referencia el proyecto en el que se encuentra incluido este Estudio, las lleven a efecto en las mejores condiciones que puedan alcanzarse respecto a garantizar el mantenimiento de la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores de las mismas, cumpliendo así lo que ordena en su articulado el R.D. 1627/97 de 24 de Octubre (B.O.E. de 25/10/97).

### **1.2. ESTABLECIMIENTO POSTERIOR DE UN PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA.**

El Estudio de Seguridad y Salud, debe servir también de base para que las Empresas Constructoras, Contratistas, Subcontratistas y trabajadores autónomos que participen en las obras, antes del comienzo de la actividad en las mismas, puedan elaborar un Plan de Seguridad y Salud tal y como indica el articulado del Real Decreto citado en el punto anterior.

En dicho Plan podrán modificarse algunos de los aspectos señalados en este Estudio con los requisitos que establece la mencionada normativa. El citado Plan de Seguridad y Salud es el que, en definitiva, permitirá conseguir y mantener las condiciones de trabajo necesarias para proteger la salud y la vida de los trabajadores durante el desarrollo de las obras que contempla este E.B.S.S.

## **CAPÍTULO SEGUNDO: IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

### **2.1 TIPO DE OBRA**

La obra, objeto de este E.B.S.S., consiste en la ejecución de las diferentes fases de obra e instalaciones para desarrollar posteriormente la actividad de:

AUTOCON SOLAR FOTOVOLTAICA.

### **2.2 SITUACION DEL TERRENO Y/O LOCALES DE LA OBRA.**

Calle y número: C/. Benz, 8-5. P.I. La Pobra.

Ciudad: Benissa

Distrito postal: 03720

Provincia: Alicante

### **2.3 CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO Y/O DE LOS LOCALES.**

La actividad se desarrollará en tejado de una nave, ocupando unos 200 m<sup>2</sup> de superficie.

### **2.4 SERVICIOS Y REDES DE DISTRIBUCION AFECTADOS POR LA OBRA.**

No habrá ningún servicio ni red de distribución afectado por la obra.

### **2.5 DENOMINACION DE LA OBRA.**

INSTALACION ELECTRICA EN BAJA TENSION DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO.

### **2.7 PROPIETARIO / PROMOTOR.**

Titular: Carnes Refrigeradas Santos, S.L

NIF: B-54.898.762

Dirección: C/. Oliva, 8-5. P.I. La Pobra.

Ciudad: Benissa

Provincia: Alicante

Código postal: 03720

## **CAPÍTULO TERCERO: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

### **3.1 AUTOR DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

Nombre y Apellidos: Ana Martínez Pérez

Titulación: Ingeniero Técnico Industrial

Colegiado en: Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Valencia

Núm. colegiado: 6.584

Dirección: C/. Monjas Clarisas, 2 bajo

Ciudad: Oliva

C. postal: 46780

Teléfono: 962838517

### **3.2 PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN DE LA OBRA.**

El presupuesto total de la obra asciende a lo indicado en el apartado de Presupuesto.

**3.3 PLAZO DE EJECUCIÓN ESTIMADO.**

El plazo de ejecución se estima en DOS SEMANAS.

**3.4 NÚMERO DE TRABAJADORES**

Durante la ejecución de las obras se estima la presencia en las obras de 3 trabajadores aproximadamente.

**3.5 RELACIÓN RESUMIDA DE LOS TRABAJOS A REALIZAR**

Mediante la ejecución de las fases de obra antes citadas que, componen la parte técnica del proyecto al que se adjunta este E.B.S.S., se pretende la realización de la Instalación eléctrica de la Central fotovoltaica.

**CAPÍTULO CUARTO: FASES DE OBRA CON IDENTIFICACION DE RIESGOS.**

Durante la ejecución de los trabajos se plantea la realización de las siguientes fases de obras con identificación de los riesgos que conllevan:

**INSTALACIONES ELECTRICAS BAJA TENSION.**

Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.  
Quemaduras físicas y químicas.  
Proyecciones de objetos y/o fragmentos.  
Ambiente pulvígeno.  
Aplastamientos.  
Atrapamientos.  
Atropellos y/o colisiones.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Caídas de personas a distinto nivel.  
Caídas de personas al mismo nivel.  
Contactos eléctricos directos.  
Cuerpos extraños en ojos.  
Desprendimientos.  
Exposición a fuentes luminosas peligrosas.  
Golpe por rotura de cable.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Pisada sobre objetos punzantes.  
Sobreesfuerzos.  
Ruido.  
Vuelco de máquinas y/o camiones.  
Caída de personas de altura.

**CAPÍTULO QUINTO: RELACIÓN DE MEDIOS HUMANOS Y TÉCNICOS PREVISTOS CON IDENTIFICACION DE RIESGOS.**

Se describen, a continuación, los medios humanos y técnicos que se prevé utilizar para el desarrollo de este proyecto.

De conformidad con lo indicado en el R.D. 1627/97 de 24/10/97 se identifican los riesgos inherentes a tales medios técnicos

**5.1 MAQUINARIA.**

***CAMIÓN GRÚA.***

Proyecciones de objetos y/o fragmentos.  
Aplastamientos.  
Atrapamientos.  
Atropellos y/o colisiones.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Caídas de personas a distinto nivel.  
Contactos eléctricos directos.  
Desprendimientos.  
Golpe por rotura de cable.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Vibraciones.  
Sobreesfuerzos.  
Ruido.  
Vuelco de máquinas y/o camiones.

## 5.2 MEDIOS DE TRANSPORTE

No es necesario.

## 5.3 MEDIOS AUXILIARES

### *ESCALERAS DE MANO.*

Aplastamientos.  
Atrapamientos.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Caídas de personas a distinto nivel.  
Caídas de personas al mismo nivel.  
Contactos eléctricos directos.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Sobreesfuerzos.

## 5.4 HERRAMIENTAS

### *- HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS.*

*Chequeador portátil de la instalación (Polímetro, Telurómetro, etc).*

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Contactos eléctricos directos.  
Contactos eléctricos indirectos.

### *Grupo de soldadura*

Quemaduras físicas y químicas.  
Proyecciones de objetos y/o fragmentos.  
Atmósfera anaerobia (con falta de oxígeno) producida por gases inertes.  
Atmósferas tóxicas, irritantes.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Contactos eléctricos directos.  
Contactos eléctricos indirectos.  
Cuerpos extraños en ojos.  
Exposición a fuentes luminosas peligrosas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Incendios.  
Inhalación de sustancias tóxicas.

### *Taladradora.*

Proyecciones de objetos y/o fragmentos.  
Ambiente pulvígeno.  
Atrapamientos.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Contactos eléctricos directos.  
Contactos eléctricos indirectos.  
Cuerpos extraños en ojos.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Sobreesfuerzos.

### *- HERRAMIENTAS DE MANO.*

#### **Bolsa porta herramientas**

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

#### **Cortadora de tubos**

Atrapamientos.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

#### **Destornilladores**

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Pisada sobre objetos punzantes.  
Sobreesfuerzos.

**Pelacables**

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

**Sierra de metales**

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Cuerpos extraños en ojos.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Sobreesfuerzos.

**Tenacillas**

Atrapamientos.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

**Tenazas, martillos, alicates**

Atrapamientos.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

**Tijeras**

Atrapamientos.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

**5.5 MATERIALES**

**BANDEJAS, SOPORTE**

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Sobreesfuerzos.

**CABLES, MANGUERAS ELÉCTRICAS Y ACCESORIOS**

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Sobreesfuerzos.

**CAJETINES, REGLETAS, ANCLAJES, PRENSACABLES**

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

**CHAPAS METÁLICAS Y ACCESORIOS**

Aplastamientos.  
Atrapamientos.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Sobreesfuerzos.

**CLAVOS Y PUNTAS**

Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Pisada sobre objetos punzantes.

**ESPÁRRAGOS**

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Caídas de personas al mismo nivel.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Pisada sobre objetos punzantes.

**GRAPAS, ABRAZADERAS Y TORNILLERÍA**

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Pisada sobre objetos punzantes.

## TORNILLERÍA

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Pisada sobre objetos punzantes.  
Sobreesfuerzos.

## TUBERÍAS COBRE Y ACCESORIOS

Aplastamientos.  
Atrapamientos.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Caídas de personas al mismo nivel.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Sobreesfuerzos.

Tuberías en distintos materiales (cobre, hierro, PVC, fibrocemento, hormigón) y accesorios

Aplastamientos.  
Atrapamientos.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Caídas de personas al mismo nivel.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Sobreesfuerzos.

Tubos de conducción (corrugados, rígidos, etc)

Aplastamientos.  
Atrapamientos.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Caídas de personas al mismo nivel.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Sobreesfuerzos.

### 5.6 MANO DE OBRA, MEDIOS HUMANOS

Los medios humanos que se prevén es la de 3 trabajadores.

## **CAPITULO 6: MEDIDAS DE PREVENCION DE LOS RIESGOS**

### 6.1 PROTECCIONES COLECTIVAS

*PROTECCIONES COLECTIVAS PARTICULARES A CADA FASE DE OBRA:*

#### INSTALACIONES ELECTRICAS BAJA TENSION

##### **Protección contra caídas de altura de personas u objetos**

El riesgo de caída de altura de personas (precipitación, caída al vacío) es contemplado por el Anexo II del R.D. 1627/97 de 24 de octubre de 1.997 como riesgo especial para la seguridad y salud de los trabajadores, por ello, de acuerdo con los artículos 5.6 y 6.2 del mencionado Real Decreto se adjuntan las medidas preventivas específicas adecuadas. Los trabajos en andamios de borriquetas en los balcones deberán protegerse de los riesgos de caídas de alturas a distinto nivel mediante una protección colectiva tipo red o la colocación de líneas de vida ancladas a elementos estructurales o puntos de anclaje fijos, las que se unirá el arnés de seguridad mediante un conector apropiado. Las líneas de vida podrán ser temporales o fijas y deberán ser instaladas por personal con acreditada experiencia y formación.

##### *Barandillas de protección:*

Se utilizarán como cerramiento provisional de huecos verticales y perimetrales de plataformas de trabajo, susceptibles de permitir la caída de personas u objetos desde una altura superior a 2 m; estarán constituidas por balaustre, rodapié de 20 cm de alzada, travesaño intermedio y pasamanos superior, de 90 cm. de altura, sólidamente anclados todos sus elementos entre sí y serán lo suficientemente resistentes.

##### *Escaleras portátiles:*

Tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas. Las escaleras que tengan que utilizarse en obra habrán de ser preferentemente de aluminio o hierro, a no ser posible se utilizarán de madera, pero con los peldaños ensamblados y no clavados. Estará dotadas de zapatas, sujetas en la parte superior, y sobrepasarán en un metro el punto de apoyo superior.

Previamente a su utilización se elegirá el tipo de escalera a utilizar, en función de la tarea a la que esté destinada y se asegurará su estabilidad. No se emplearán escaleras excesivamente cortas ó largas, ni empalmadas.

**Accesos y zonas de paso del personal, orden y limpieza**

Las aperturas de huecos horizontales sobre los forjados deben condenarse con un tablero resistente, red, mallazo electrosoldado o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en sus inmediaciones con independencia de su profundidad o tamaño.

Las armaduras y/o conectores metálicos sobresalientes de las esperas de las mismas estarán cubiertas por resguardos tipo "seta" o cualquier otro sistema eficaz, en previsión de punciones o erosiones del personal que pueda colisionar sobre ellos.

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos, se realizarán mediante pasarelas.

**Plataformas de trabajo**

Las plataformas de madera tradicionales deberán reunir las siguientes características mínimas:

Anchura mínima 60 cm (tres tablones de 20 cm de ancho).

La madera deberá ser de buena calidad sin grietas ni nudos. Será elección preferente el abeto sobre el pino.

Escuadra de espesor uniforme sin alabeos y no inferior a 7 cm de canto (5 cm sí se trata de abeto).

Longitud máxima entre apoyos de tablones 2,50 m.

Los elementos de madera no pueden montar entre sí formando escalones ni sobresalir en forma de llantas, de la superficie lisa de paso sobre las plataformas.

No puede volar más de cuatro veces su propio espesor (máximo 20 cm).

Estarán sujetos por lías o sargentos a la estructura portante.

Las zonas perimetrales de las plataformas de trabajo, así como los accesos, pasos y pasarelas a las mismas, susceptibles de permitir caídas de personas u objetos desde más de 2 m de altura, estarán protegidos con barandillas de 90 cm. de altura, equipada con listones intermedios y rodapiés de 20 cm de altura, de construcción segura y suficientemente resistente.

La distancia entre el paramento y plataforma será tal, que evite la caída de los operarios. En el caso de que no se pueda cubrir el espacio entre la plataforma y el paramento, se habrá de cubrir el nivel inferior, sin que en ningún caso supere una altura de 1,80 m.

Para acceder a las plataformas, se instalarán medios seguros. Las escaleras de mano que comuniquen los diferentes pisos del andamio habrán de salvar cada una la altura de dos pisos seguidos. La distancia que han de salvar no sobrepasará 1,80 m

Cuando se utilicen andamios móviles sobre ruedas, se usarán dispositivos de seguridad que eviten cualquier movimiento, bloqueando adecuadamente las ruedas; para evitar la caída de andamios, se fijaran a la fachada o pavimento con suficientes puntos de amarre, que garanticen su estabilidad. Nunca se amarrarán a tubos de gas o a otro material. No se sobrecargarán las plataformas más de lo previsto en el cálculo.

**6.2 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIS)**

*- AFECCIONES EN LA PIEL POR DERMATITIS DE CONTACTO.*

Guantes de protección frente a abrasión

Guantes de protección frente a agentes químicos

*- QUEMADURAS FÍSICAS Y QUÍMICAS.*

Guantes de protección frente a abrasión

Guantes de protección frente a agentes químicos

Guantes de protección frente a calor

Sombreros de paja (aconsejables contra riesgo de insolación)

*- PROYECCIONES DE OBJETOS Y/O FRAGMENTOS.*

Calzado con protección contra golpes mecánicos

Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos

Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)

Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco

*- AMBIENTE PULVÍGENO.*

Equipos de protección de las vías respiratorias con filtro mecánico

Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)

Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco

- *APLASTAMIENTOS.*

Calzado con protección contra golpes mecánicos  
Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos

- *ATMÓSFERAS TÓXICAS, IRRITANTES.*

Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado  
Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)  
Impermeables, trajes de agua  
Mascarilla respiratoria de filtro para humos de soldadura  
Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco

- *ATRAPAMIENTOS.*

Calzado con protección contra golpes mecánicos  
Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos  
Guantes de protección frente a abrasión

- *CAÍDA DE OBJETOS Y/O DE MÁQUINAS.*

Bolsa portaherramientas  
Calzado con protección contra golpes mecánicos  
Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos

- *CAÍDA Ó COLAPSO DE ANDAMIOS.*

Cinturón de seguridad anticaídas  
Cinturón de seguridad clase para trabajos de poda y postes

- *CAÍDAS DE PERSONAS A DISTINTO NIVEL.*

Cinturón de seguridad anticaídas  
Cinturón de seguridad clase para trabajos de poda y postes

- *CAÍDAS DE PERSONAS AL MISMO NIVEL.*

Bolsa portaherramientas  
Calzado de protección sin suela antiperforante

- *CONTACTOS ELÉCTRICOS DIRECTOS.*

Calzado con protección contra descargas eléctricas  
Casco protector de la cabeza contra riesgos eléctricos  
Gafas de seguridad contra arco eléctrico  
Guantes dieléctricos

- *CUERPOS EXTRAÑOS EN OJOS.*

Gafas de seguridad contra proyección de líquidos  
Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)  
Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco

- *EXPOSICIÓN A FUENTES LUMINOSAS PELIGROSAS.*

Pantalla facial para soldadura eléctrica, con arnés de sujeción sobre la cabeza y cristales con visor oscuro inactivo  
Sombreros de paja (aconsejables contra riesgo de insolación)

- *GOLPE POR ROTURA DE CABLE.*

Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos  
Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)  
Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco

- *GOLPES Y/O CORTES CON OBJETOS Y/O MAQUINARIA.*

Bolsa portaherramientas  
Calzado con protección contra golpes mecánicos  
Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos  
Chaleco reflectante para señalistas y estrobadores  
Guantes de protección frente a abrasión



- **PISADA SOBRE OBJETOS PUNZANTES.**

Bolsa portaherramientas  
Calzado de protección con suela antiperforante

- **SOBRESFUERZOS.**

Cinturón de protección lumbar

- **RUIDO.**

Protectores auditivos

- **CAÍDA DE PERSONAS DE ALTURA.**

Cinturón de seguridad anticaídas

### 6.3 PROTECCIONES ESPECIALES

#### PROTECCIONES ESPECIALES PARTICULARES A CADA FASE DE OBRA:

##### INSTALACIONES ELECTRICAS BAJA TENSION

*Caída de objetos:*

Se evitará el paso de personas bajo las cargas suspendidas; en todo caso se acotarán las áreas de trabajo bajo las cargas citadas.

Las armaduras destinadas a los pilares se colgarán para su transporte por medio de eslingas bien enlazadas y provistas en sus ganchos de pestillo de seguridad.

Preferentemente el transporte de materiales se realizará sobre bateas para impedir el corrimiento de la carga.

*Condiciones preventivas del entorno de la zona de trabajo:*

Se comprobará que están bien colocadas las barandillas, horcas, redes, mallazo o ménsulas que se encuentren en la obra, protegiendo la caída de altura de las personas en la zona de trabajo.

No se efectuarán sobrecargas sobre la estructura de los forjados, acopiando en el contorno de los capiteles de pilares, dejando libres las zonas de paso de personas y vehículos de servicio de la obra.

Debe comprobarse periódicamente el perfecto estado de servicio de las protecciones colectivas colocadas en previsión de caídas de personas u objetos, a diferente nivel, en las proximidades de las zonas de acopio y de paso. El apilado en altura de los diversos materiales se efectuará en función de la estabilidad que ofrezca el conjunto.

Los pequeños materiales deberán acopiarse a granel en bateas, cubilotes o bidones adecuados, para que no se diseminen por la obra.

Se dispondrá en obra, para proporcionar en cada caso, el equipo indispensable al operario, una provisión de palancas, cuñas, barras, puntales, picos, tablones, bridas, cables, ganchos y lonas de plástico.

Para evitar el uso continuado de la sierra circular en obra, se procurará que las piezas de pequeño tamaño y de uso masivo en obra (p.e. cuñas), sean realizados en talleres especializados. Cuando haya piezas de madera que por sus características tengan que realizarse en obra con la sierra circular, esta reunirá los requisitos que se especifican en el apartado de protecciones colectivas.

Se dispondrá de un extintor de polvo polivalente junto a la zona de acopio y corte.

*Acopio de materiales sueltos:*

El abastecimiento de materiales sueltos a obra se debe tender a minimizar, remitiéndose únicamente a materiales de uso discreto.

Los soportes, cartelas, cerchas, máquinas, etc. se dispondrán horizontalmente, separando las piezas mediante tacos de madera que aislen el acopio del suelo y entre cada una de las piezas.

Los acopios de realizarán sobre superficies niveladas y resistentes.

No se afectarán los lugares de paso.

En proximidad a lugares de paso se deben señalar mediante cintas de señalización.

*Condiciones preventivas del entorno:*

Los elementos y/o máquinas de estructura se acopiarán de forma correcta. El acopio de elementos y/o máquinas deberá estar planificado, de forma que cada elemento y/o máquina que vaya a ser transportado por la grúa, no sea estorbado por ningún otro.

En las inmediaciones de zonas eléctricas en tensión se mantendrán las distancias de seguridad: Alta tensión: 5 m y Baja tensión: 3 m

*Acopio de botellas de oxígeno y acetileno:*

Los acopios de botellas que contengan gases licuados a presión se hará de forma que estén protegidas de los rayos del sol y de la intensa humedad, se señalarán con rótulos de "NO FUMAR" y "PELIGRO: MATERIAL INFLAMABLE". Se dispondrá de extintores adecuados al riesgo.

Los recipientes de oxígeno y acetileno estarán en dependencias separadas y a su vez separados de materiales combustibles (maderas, gasolina, disolventes, etc.).

#### 6.4 NORMATIVA A APLICAR EN LAS FASES DEL ESTUDIO NORMATIVA PARTICULAR A CADA FASE DE OBRA:

##### INSTALACIONES ELECTRICAS BAJA TENSION

Entre otros aspectos, en esta actividad se deberá haber ponderado la posibilidad de adoptar alguna de las siguientes alternativas:

Tender a la normalización y repetitividad de los trabajos, para racionalizarlo y hacerlo más seguro, amortizable y reducir adaptaciones artesanales y manipulaciones perfectamente prescindibles en obra.

Se procurará proyectar con tendencia a la supresión de operaciones y trabajos que puedan realizarse en taller, eliminando de esta forma la exposición de los trabajadores a riesgos innecesarios.

Se efectuará un estudio de acondicionamiento de las zonas de trabajo, para prever la colocación de plataformas, zonas de paso y formas de acceso, y poderlos utilizar de forma conveniente.

Después de haber adoptado las operaciones previas (apertura de circuitos, bloqueo de los aparatos de corte y verificación de la ausencia de tensión) a la realización de los trabajos eléctricos, se deberán realizar en el propio lugar de trabajo, las siguientes:

Verificación de la ausencia de tensión y de retornos.

Puesta en cortocircuito lo más cerca posible del lugar de trabajo y en cada uno de los conductores sin tensión, incluyendo el neutro y los conductores de alumbrado público, si existieran. Si la red conductora es aislada y no puede realizarse la puesta en cortocircuito, deberá procederse como si la red estuviera en tensión, en cuanto a protección personal se refiere,

Delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente si existe la posibilidad de error en la identificación de la misma.

##### **Protecciones personales**

Los guantes aislantes, además de estar perfectamente conservados y ser verificados frecuentemente, deberán estar adaptados a la tensión de las instalaciones o equipos en los cuales se realicen trabajos o maniobras.

En los trabajos y maniobras sobre fusibles, seccionadores, bornas o zonas en tensión en general, en los que pueda cebarse intempestivamente el arco eléctrico, será preceptivo el empleo de: casco de seguridad normalizado para A.T., pantalla facial de policarbonato con atalaje aislado, gafas con ocular filtrante de color ópticamente neutro, guantes dieléctricos (en la actualidad se fabrican hasta 30.000 V), o si se precisa mucha precisión, guantes de cirujano bajo guantes de tacto en piel de cabritilla curtida al cromo con manguitos incorporados (tipo taponero).

##### **Intervención en instalaciones eléctricas**

Para garantizar la seguridad de los trabajadores y para minimizar la posibilidad de que se produzcan contactos eléctricos directos, al intervenir en instalaciones eléctricas realizando trabajos sin tensión; se seguirán al menos tres de las siguientes reglas (cinco reglas de oro de la seguridad eléctrica):

El circuito es abrirá con corte visible.

Los elementos de corte se enclavarán en posición de abierto, si es posible con llave.

Se señalarán los trabajos mediante letrero indicador en los elementos de corte.

##### NORMATIVA PARTICULAR A CADA MEDIO A UTILIZAR:

Cortadora de tubos. Pelacables. Sierra de metales. Tenacillas. Tenazas, martillos, alicates. Tijeras. Bolsa porta herramientas. Herramientas de corte:

Causas de los riesgos:

Rebabas en la cabeza de golpeo de la herramienta.

Rebabas en el filo de corte de la herramienta.

Extremo poco afilado.

Sujetar inadecuadamente la herramienta o material a talar o cercenar.

Mal estado de la herramienta.

Medidas de prevención:

Las herramientas de corte presentan un filo peligroso.

La cabeza no debe presentar rebabas.

Los dientes de las sierras deberán estar bien afilados y triscados. La hoja deberá estar bien templada (sin recalentamiento) y correctamente tensada.

Al cortar las maderas con nudos, se deben extremar las precauciones.

Cada tipo de sierra sólo se empleará en la aplicación específica para la que ha sido diseñada.

En el empleo de alicates y tenazas, y para cortar alambre, se girará la herramienta en plano perpendicular al alambre, sujetando uno de los lados y no imprimiendo movimientos laterales.

No emplear este tipo de herramienta para golpear.

Medidas de protección:

En trabajos de corte en que los recorte sean pequeños, es obligatorio el uso de gafas de protección contra proyección de partículas.

Si la pieza a cortar es de gran volumen, se deberá planificar el corte de forma que el abatimiento no alcance al operario o sus compañeros.

En el afilado de éstas herramientas se usarán guantes y gafas de seguridad.

Destornilladores. Herramientas punzantes:

Causas de los riesgos:

Cabezas de cinceles y punteros floreados con rebabas.

Inadecuada fijación al astil o mango de la herramienta.

Material de calidad deficiente.

Uso prolongado sin adecuado mantenimiento.

Maltrato de la herramienta.

Utilización inadecuada por negligencia o comodidad.

Desconocimiento o imprudencia de operario.

Medidas de prevención:

En cinceles y punteros comprobar las cabezas antes de comenzar a trabajar y desechar aquellos que presenten rebabas, rajadas o fisuras.

No se lanzarán las herramientas, sino que se entregarán en la mano.

Para un buen funcionamiento, deberán estar bien afiladas y sin rebabas.

No cincelar, taladrar, marcar, etc. nunca hacia uno mismo ni hacia otras personas. Deberá hacerse hacia afuera y procurando que nadie esté en la dirección del cincel.

No se emplearán nunca los cinceles y punteros para aflojar tuercas.

El vástago será lo suficientemente largo como para poder cogerlo cómodamente con la mano o bien utilizar un soporte para sujetar la herramienta.

No mover la broca, el cincel, etc. hacia los lados para así agrandar un agujero, ya que puede partirse y proyectar esquirlas.

Por tratarse de herramientas templadas no conviene que cojan temperatura con el trabajo ya que se tornan quebradizas y frágiles. En el afilado de este tipo de herramientas se tendrá presente este aspecto, debiéndose adoptar precauciones frente a los desprendimientos de partículas y esquirlas.

Medidas de protección:

Deben emplearse gafas antipactos de seguridad, homologadas para impedir que esquirlas y trozos desprendidos de material puedan dañar a la vista.

Se dispondrá de pantallas faciales protectoras abatibles, si se trabaja en la proximidad de otros operarios.

Utilización de protectores de goma maciza para asir la herramienta y absorber el impacto fallido (protector tipo "Gomanos" o similar).

Grupo de soldadura. Soldadura eléctrica:

En previsión de contactos eléctricos respecto al circuito de alimentación, se deberán adoptar las siguientes medidas:

Revisar periódicamente el buen estado del cable de alimentación.

Adecuado aislamiento de los bornes.

Conexión y perfecto funcionamiento de la toma de tierra y disyuntor diferencial.

Respecto al circuito de soldadura se deberá comprobar:

Que la pinza esté aislada.

Los cables dispondrán de un perfecto aislamiento.

Disponen en estado operativo el limitador de tensión de vacío (50 V / 110 V).

El operario utilizará careta de soldador con visor de características filtrantes.

En previsión de proyecciones de partículas incandescentes se adoptarán las siguientes previsiones:

El operario utilizará los guantes de soldador, pantalla facial de soldador, chaqueta de cuero, mandil, polainas y botas de soldador (de desatado rápido).

Se colocarán adecuadamente las mantas ignífugas y las mamparas opacas para resguardar de rebotes al personal próximo.

En previsión de la inhalación de humos de soldadura se dispondrá de: Extracción localizada con expulsión al exterior, o dotada de filtro electrostático si se trabaja en recintos cerrados.

Ventilación forzada.

Cuando se efectúen trabajos de soldadura en lugares cerrados húmedos o buenos conductores de la electricidad se deberán adoptar las siguientes medidas preventivas adicionales:

Los porta electrodos deberán estar completamente aislados.

El equipo de soldar deberá instalarse fuera del espacio cerrado o estar equipado con dispositivos reductores de tensión (en el caso de tratarse de soldadura al arco con corriente alterna).

Se adoptarán precauciones para que la soldadura no pueda dañar las redes y cuerdas de seguridad como consecuencia de entrar en contacto con calor, chispas, escorias o metal candente.

Provocar incendios al entrar en contacto con materiales combustibles.

Provocar deflagraciones al entrar en contacto con vapores y sustancias inflamables.

Los soldadores deberán tomar precauciones para impedir que cualquier parte de su cuerpo o ropa de protección húmeda cierre un circuito eléctrico o con el elemento expuesto del electrodo o porta electrodo, cuando esté en contacto con la pieza a soldar.

Se emplearán guantes aislantes para introducir los electrodos en los porta electrodos.

Se protegerá adecuadamente contra todo daño los electrodos y los conductores de retorno.

Los elementos bajo tensión de los porta electrodos deberán ser inaccesibles cuando no se utilicen.

Cuando sea necesario, los restos de electrodos se guardarán en un recipiente piroresistente.

No se dejará sin vigilancia alguna ningún equipo de soldadura al arco bajo tensión.

### Taladradora.

De forma genérica las medidas de seguridad a adoptar al utilizar las máquinas eléctricas portátiles son las siguientes:

Cuidar de que el cable de alimentación esté en buen estado, sin presentar abrasiones, aplastamientos, punzaduras, cortes ó cualquier otro defecto.

Conectar siempre la herramienta mediante clavija y enchufe adecuados a la potencia de la máquina.

Asegurarse de que el cable de tierra existe y tiene continuidad en la instalación si la máquina a emplear no es de doble aislamiento.

Al terminar se dejará la máquina limpia y desconectada de la corriente.

Cuando se empleen en emplazamientos muy conductores (lugares muy húmedos, dentro de grandes masas metálicas, etc.) se utilizarán herramientas alimentadas a 24 v como máximo ó mediante transformadores separadores de circuitos.

El operario debe estar adiestrado en el uso, y conocer las presentes normas.

Utilizar gafas antimpactos ó pantalla facial.

La ropa de trabajo no presentará partes sueltas o colgantes que pudieran engancharse en la broca.

En el caso de que el material a taladrar se desmenuzara en polvo finos utilizar mascarilla con filtro mecánico (puede utilizarse las mascarillas de celulosa desechables).

Para fijar la broca al portabrocas utilizar la llave específica para tal uso.

No frenar el taladro con la mano.

No soltar la herramienta mientras la broca tenga movimiento.

No inclinar la broca en el taladro con objeto de agrandar el agujero, se debe emplear la broca apropiada a cada trabajo.

En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta esta estará apoyada y sujeta.

Al terminar el trabajo retirar la broca de la maquina.

Utilizar gafas anti-impacto o pantalla facial.

La ropa de trabajo no presentará partes sueltas o colgantes que pudieran engancharse en la broca.

Para fijar el plato flexible al portabrocas utilizar la llave específica para tal uso.

No frenar la rotación inercial de la herramienta con la mano.

No soltar la herramienta mientras esté en movimiento.

No inclinar el disco en exceso con objeto de aumentar el grado de abrasión, se debe emplear la recomendada por el fabricante para el abrasivo apropiado a cada trabajo.

En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta, ésta estará apoyada y sujeta.

Al terminar el trabajo retirar el plato flexible de la máquina.

### Máquinas eléctricas portátiles:

De forma genérica las medidas de seguridad a adoptar al utilizar las máquinas eléctricas portátiles son las siguientes:

Cuidar de que el cable de alimentación esté en buen estado, sin presentar abrasiones, aplastamientos, punzaduras, cortes ó cualquier otro defecto.

Conectar siempre la herramienta mediante clavija y enchufe adecuados a la potencia de la máquina.

Asegurarse de que el cable de tierra existe y tiene continuidad en la instalación si la máquina a emplear no es de doble aislamiento.

Al terminar se dejará la maquina limpia y desconectada de la corriente.

#### **6.5. DIRECTRICES GENERALES PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS DORSOLUMBARES**

En la aplicación de lo dispuesto en el anexo del R.D. 487/97 se tendrán en cuenta, en su caso, los métodos o criterios a que se refiere el apartado 3 del artículo 5 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

1. Características de la carga.

La manipulación manual de una carga puede presentar un riesgo, en particular dorsolumbar, en los casos siguientes:

Cuando la carga es demasiado pesada o demasiado grande.

Cuando es voluminosa o difícil de sujetar.

Cuando está en equilibrio inestable o su contenido corre el riesgo de desplazarse.

Cuando está colocada de tal modo que debe sostenerse o manipularse a distancia del tronco o con torsión o inclinación del mismo.

Cuando la carga, debido a su aspecto exterior o a su consistencia, puede ocasionar lesiones al trabajador, en particular en caso de golpe.

2. Esfuerzo físico necesario.

Un esfuerzo físico puede entrañar un riesgo, en particular dorsolumbar, en los casos siguientes:

Cuando es demasiado importante.

Cuando no puede realizarse más que por un movimiento de torsión o de flexión del tronco.

Cuando puede acarrear un movimiento brusco de la carga.

Cuando se realiza mientras el cuerpo está en posición inestable.

Cuando se trate de alzar o descender la carga con necesidad de modificar el agarre.

3. CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO DE TRABAJO.

Las características del medio de trabajo pueden aumentar el riesgo, en particular dorsolumbar en los casos siguientes:

Cuando el espacio libre, especialmente vertical, resulta insuficiente para el ejercicio de la actividad de que se trate.  
Cuando el suelo es irregular y, por tanto, puede dar lugar a tropiezos o bien es resbaladizo para el calzado que lleve el trabajador.

Cuando la situación o el medio de trabajo no permite al trabajador la manipulación manual de cargas a una altura segura y en una postura correcta.

Cuando el suelo o el plano de trabajo presentan desniveles que implican la manipulación de la carga en niveles diferentes.

Cuando el suelo o el punto de apoyo son inestables.

Cuando la temperatura, humedad o circulación del aire son inadecuadas.

Cuando la iluminación no sea adecuada.

Cuando exista exposición a vibraciones.

4. EXIGENCIAS DE LA ACTIVIDAD.

La actividad puede entrañar riesgo, en particular dorsolumbar, cuando implique una o varias de las exigencias siguientes:

Esfuerzos físicos demasiado frecuentes o prolongados en los que intervenga en particular la columna vertebral.

Período insuficiente de reposo fisiológico o de recuperación.

Distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte.

Ritmo impuesto por un proceso que el trabajador no pueda modular.

5. FACTORES INDIVIDUALES DE RIESGO.

Constituyen factores individuales de riesgo:

La falta de aptitud física para realizar las tareas en cuestión.

La inadecuación de las ropas, el calzado u otros efectos personales que lleve el trabajador.

La insuficiencia o inadaptación de los conocimientos o de la formación.

La existencia previa de patología dorsolumbar.

6.6 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARTICULAR A CADA FASE DE OBRA:

INSTALACIONES ELECTRICAS BAJA TENSION

Medidas preventivas de esta fase de obra ya incluidas en el epígrafe de medidas preventivas generales.

7. LEGISLACION, NORMATIVAS Y CONVENIOS DE APLICACIÓN AL PRESENTE ESTUDIO:

- LEGISLACIÓN:

- LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES (LEY 31/95 DE 8/11/95).

- REGLAMENTO DE LOS SERVICIOS DE PREVENCIÓN (R.D. 39/97 DE 7/1/97).

- ORDEN DE DESARROLLO DEL R.S.P. (27/6/97).

- DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (R.D.485/97 DE 14/4/97).

- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO (R.D. 486/97 DE 14/4/97).
- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA MANIPULACIÓN DE CARGAS QUE ENTRAÑEN RIESGOS, EN PARTICULAR DORSOLUMBARES, PARA LOS TRABAJADORES (R.D. 487/97 DE 14/4/97).
- PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES CONTRA LOS RIESGOS RELACIONADOS CON LA EXPOSICIÓN A AGENTES BIOLÓGICOS DURANTE EL TRABAJO (R.D. 664/97 DE 12/5/97).
- EXPOSICIÓN A AGENTES CANCERÍGENOS DURANTE EL TRABAJO (R.D. 665/97 DE 12/5/97 y R.D.1124/2000 DE 16/06/00).
- LOS AGENTES QUÍMICOS DURANTE EL TRABAJO (R.D. 374/2001 DE 06/04/01).
- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (R.D. 773/97 DE 30/5/97).
- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO (R.D. 1215/97 DE 18/7/97).
- PROTECCIÓN DE LA SALUD Y LA SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES EXPUESTOS A LOS RIESGOS DERIVADOS DE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS EN EL LUGAR DE TRABAJO. (R.D. 681/2003 DE 12/06/03)
- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN (RD. 1627/97 de 24/10/97).
- DISPOSICIONES MÍNIMAS PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD Y SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES FRENTE AL RIESGO ELÉCTRICO (R.D. 614/2001 DE 8/06/01).

Anexo 2

**FICHAS TÉCNICAS DE COMPONENTES**

# FRONIUS SYMO

/ Máxima flexibilidad para las aplicaciones del futuro



/ Tecnología SnapINverter



/ Comunicación de datos integrada



/ Diseño SuperFlex



/ Seguimiento inteligente GMP



/ Smart Grid Ready



/ Inyección cero



/ Con un rango de potencia nominal entre 3,0 y 20,0 kW, el Fronius Symo es el inversor trifásico sin transformador para todo tipo de instalaciones. Gracias a su flexible diseño, el Fronius Symo es perfecto para instalaciones en superficies irregulares o para tejados con varias orientaciones. La conexión a Internet a través de WLAN o Ethernet y la facilidad de integración de componentes de otros fabricantes hacen del Fronius Symo uno de los inversores con mayor flexibilidad en comunicaciones en el mercado. El inversor Fronius Symo puede completarse de manera opcional con un Fronius Smart Meter, que es un equipo que envía la información más completa al sistema de monitorización, consiguiendo además, que el inversor no incluya energía a la red eléctrica.

## DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (3.0-3-S, 3.7-3-S, 4.5-3-S, 3.0-3-M, 3.7-3-M, 4.5-3-M)

DATOS DE ENTRADA	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Máxima corriente de entrada ( $I_{dc\ máx. 1} / I_{dc\ máx. 2}^{1)}$				16 A / 16 A		
Máx. corriente de cortocircuito por serie FV (MPP <sub>1</sub> /MPP <sub>2</sub> <sup>1)</sup> )				24 A / 24 A		
Mínima tensión de entrada ( $U_{dc\ mín.}$ )				150 V		
Tensión CC mínima de puesta en servicio ( $U_{dc\ arranque}$ )				200 V		
Tensión de entrada nominal ( $U_{dc,r}$ )				595 V		
Máxima tensión de entrada ( $U_{dc\ máx.}$ )				1.000 V		
Rango de tensión MPP ( $U_{mpp\ mín.} - U_{mpp\ máx.}$ )	200 - 800 V	250 - 800 V	300 - 800 V	150 - 800 V		
Número de seguidores MPP		1		2		
Número de entradas CC		3		2+2		
Máxima salida del generador FV ( $P_{dc\ máx.}$ )	6,0kW pico	7,4kW pico	9,0kW pico	6,0kW pico	7,4kW pico	9,0kW pico
DATOS DE SALIDA	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Potencia nominal CA ( $P_{ac,r}$ )	3.000 W	3.700 W	4.500 W	3.000 W	3.700 W	4.500 W
Máxima potencia de salida	3.000 VA	3.700 VA	4.500 VA	3.000 VA	3.700 VA	4.500 VA
Máxima corriente de salida ( $I_{ac\ máx.}$ )	4,3 A	5,3 A	6,5 A	4,3 A	5,3 A	6,5 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)	3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)					
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)					
Coefficiente de distorsión no lineal	< 3 %					
Factor de potencia ( $\cos \phi_{ac,r}$ )	0,70 - 1 ind. / cap.			0,85 - 1 ind. / cap.		
DATOS GENERALES	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	645 x 431 x 204 mm					
Peso	16,0 kg			19,9 kg		
Tipo de protección	IP 65					
Clase de protección	1					
Categoría de sobretensión (CC/ CA) <sup>2)</sup>	2/ 3					
Consumo nocturno	< 1 W					
Concepto de inversor	Sin Transformador					
Refrigeración	Refrigeración de aire regulada					
Instalación	Instalación interior y exterior					
Margen de temperatura ambiente	-25 - +60 °C					
Humedad de aire admisible	0 - 100 %					
Máxima altitud	2.000 m / 3.400 m (rango de tensión sin restricciones / con restricciones)					
Tecnología de conexión CC	3 x CC+ y 3 x CC bornes roscados 2,5 - 16 mm <sup>2</sup>			4 x CC+ y 4 x CC bornes roscados 2,5 - 16mm <sup>2</sup> <sup>3)</sup>		
Tecnología de conexión principal	5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16 mm <sup>2</sup>			5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16mm <sup>2</sup> <sup>3)</sup>		
Certificados y cumplimiento de normas	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777 <sup>1)</sup> , CEI 0-21 <sup>1)</sup> , NRS 097					

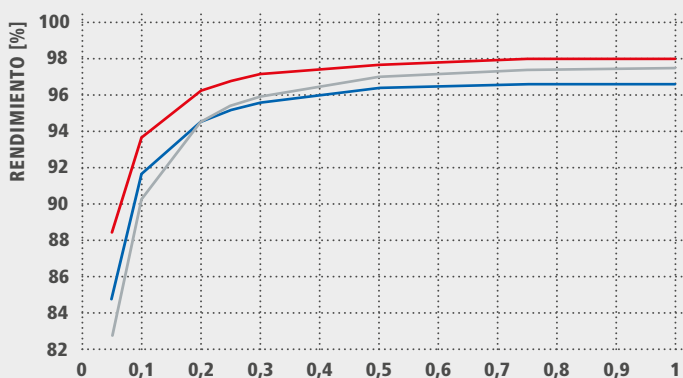
<sup>1)</sup> Esto se aplica a Fronius Symo 3.0-3-M, 3.7-3-M y 4.5-3-M.

<sup>2)</sup> De acuerdo con IEC 62109-1.

<sup>3)</sup> 16 mm<sup>2</sup> sin necesidad de terminales de conexión. Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en [www.fronius.es](http://www.fronius.es).

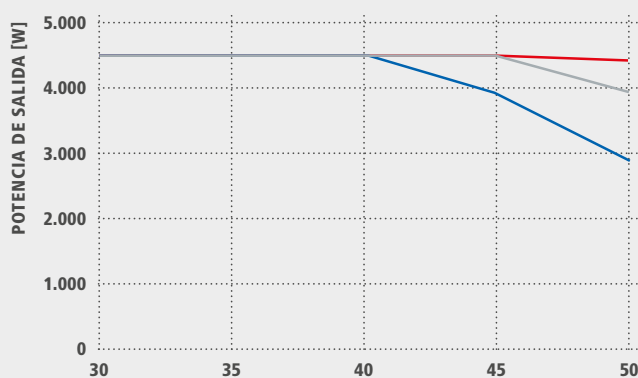


## CURVA DE RENDIMIENTO FRONIUS SYMO 4.5-3-S



POTENCIA DE SALIDA NORMALIZADA  $P_{Ac}/P_{Ac,R}$  ■ 300 V<sub>DC</sub> ■ 595 V<sub>DC</sub> ■ 800 V<sub>DC</sub>

## REDUCCIÓN DE TEMPERATURA FRONIUS SYMO 4.5-3-S



TEMPERATURA AMBIENTE [°C] ■ 300 V<sub>DC</sub> ■ 630 V<sub>DC</sub> ■ 800 V<sub>DC</sub>

## DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (3.0-3-S, 3.7-3-S, 4.5-3-S, 3.0-3-M, 3.7-3-M, 4.5-3-M)

RENDIMIENTO	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Máximo rendimiento	98,0 %					
Rendimiento europeo ( $\eta_{EU}$ )	96,2 %	96,7 %	97,0 %	96,5 %	96,9 %	97,2 %
$\eta$ con 5 % $P_{Ac,r}$ <sup>1)</sup>	80,3 / 83,6 / 79,1 %	83,4 / 86,4 / 80,6 %	84,8 / 88,5 / 82,8 %	79,8 / 85,1 / 80,8 %	81,6 / 87,8 / 82,8 %	83,4 / 90,3 / 85,0 %
$\eta$ con 10 % $P_{Ac,r}$ <sup>1)</sup>	87,8 / 91,0 / 86,2 %	90,1 / 92,5 / 88,7 %	91,7 / 93,7 / 90,3 %	86,5 / 91,6 / 87,7 %	87,9 / 93,6 / 90,5 %	89,2 / 94,1 / 91,2 %
$\eta$ con 20 % $P_{Ac,r}$ <sup>1)</sup>	92,6 / 95,0 / 92,6 %	93,7 / 95,7 / 93,6 %	94,6 / 96,3 / 94,5 %	90,8 / 95,3 / 93,0 %	91,9 / 96,0 / 94,1 %	92,8 / 96,5 / 95,1 %
$\eta$ con 25 % $P_{Ac,r}$ <sup>1)</sup>	93,4 / 95,6 / 93,8 %	94,5 / 96,4 / 94,7 %	95,2 / 96,8 / 95,4 %	91,9 / 96,0 / 94,2 %	92,9 / 96,6 / 95,2 %	93,5 / 97,0 / 95,8 %
$\eta$ con 30 % $P_{Ac,r}$ <sup>1)</sup>	94,0 / 96,3 / 94,5 %	95,0 / 96,7 / 95,4 %	95,6 / 97,2 / 95,9 %	92,8 / 96,5 / 95,1 %	93,5 / 97,0 / 95,8 %	94,2 / 97,3 / 96,3 %
$\eta$ con 50 % $P_{Ac,r}$ <sup>1)</sup>	95,2 / 97,3 / 96,3 %	96,9 / 97,6 / 96,7 %	96,4 / 97,7 / 97,0 %	94,3 / 97,5 / 96,5 %	94,6 / 97,7 / 96,8 %	94,9 / 97,8 / 97,2 %
$\eta$ con 75 % $P_{Ac,r}$ <sup>1)</sup>	95,6 / 97,7 / 97,0 %	96,2 / 97,8 / 97,3 %	96,6 / 98,0 / 97,4 %	94,9 / 97,8 / 97,2 %	95,0 / 97,9 / 97,4 %	95,1 / 98,0 / 97,5 %
$\eta$ con 100 % $P_{Ac,r}$ <sup>1)</sup>	95,6 / 97,9 / 97,3 %	96,2 / 98,0 / 97,5 %	96,6 / 98,0 / 97,5 %	95,0 / 98,0 / 97,4 %	95,1 / 98,0 / 97,5 %	95,0 / 98,0 / 97,6 %
Rendimiento de adaptación MPP	> 99,9 %					

<sup>1)</sup> Y con  $U_{mpp\ min.} / U_{dcr} / U_{mpp\ max.}$

EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Medición del aislamiento CC	Sí					
Comportamiento de sobrecarga	Desplazamiento del punto de trabajo, limitación de potencia					
Seccionador CC	Sí					
Protección contra polaridad inversa	Sí					

INTERFACES	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)					
6 inputs digitales y 4 inputs/outputs digitales	Interface receptor del control de onda					
USB (Conector A) <sup>2)</sup>	Datalogging, actualización de inversores vía USB					
2 conectores RJ 45 (RS422) <sup>2)</sup>	Fronius Solar Net					
Salida de aviso <sup>2)</sup>	Gestión de la energía (salida de relé libre de potencial)					
Datalogger y Servidor web	Incluido					
Input externo <sup>2)</sup>	Interface S0-Meter / Input para la protección contra sobretensión					
RS485	Modbus RTU SunSpec o conexión del contador					

<sup>2)</sup> También disponible en la versión light.

## DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (5.0-3-M, 6.0-3-M, 7.0-3-M, 8.2-3-M)

DATOS DE ENTRADA	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Máxima corriente de entrada ( $I_{dc \text{ máx. } 1} / I_{dc \text{ máx. } 2}$ )	16 A / 16 A			
Máxima corriente de cortocircuito por serie FV (MPP <sub>1</sub> /MPP <sub>2</sub> )	24 A / 24 A			
Mínima tensión de entrada ( $U_{dc \text{ mín.}}$ )	150 V			
Tensión CC mínima de puesta en servicio ( $U_{dc \text{ arranque}}$ )	200 V			
Tensión de entrada nominal ( $U_{dc,r}$ )	595 V			
Máxima tensión de entrada ( $U_{dc \text{ máx.}}$ )	1.000 V			
Rango de tensión MPP ( $U_{mpp \text{ mín.}} - U_{mpp \text{ máx.}}$ )	163 - 800 V	195 - 800 V	228 - 800 V	267 - 800 V
Número de seguidores MPP	2			
Número de entradas CC	2 + 2			
Máxima salida del generador FV ( $P_{dc \text{ máx.}}$ )	10,0kW pico	12,0kW pico	14,0kW pico	16,4kW pico

DATOS DE SALIDA	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Potencia nominal CA ( $P_{ac,r}$ )	5.000 W	6.000 W	7.000 W	8.200 W
Máxima potencia de salida	5.000 VA	6.000 VA	7.000 VA	8.200 VA
Máxima corriente de salida ( $I_{ac \text{ máx.}}$ )	7,2 A	8,7 A	10,1 A	11,8 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)	3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)			
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)			
Coefficiente de distorsión no lineal	< 3 %			
Factor de potencia ( $\cos \varphi_{ac,r}$ )	0,85 - 1 ind. / cap.			

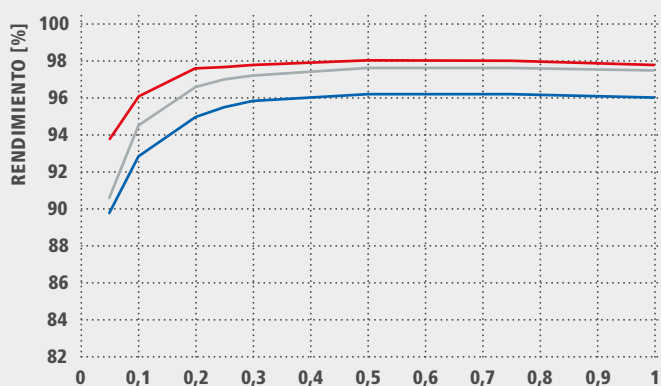
DATOS GENERALES	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	645 x 431 x 204 mm			
Peso	19,9 kg			21,9 kg
Tipo de protección	IP 65			
Clase de protección	1			
Categoría de sobretensión (CC / CA) <sup>1)</sup>	2 / 3			
Consumo nocturno	< 1 W			
Concepto de inversor	Sin Transformador			
Refrigeración	Refrigeración de aire regulada			
Instalación	Instalación interior y exterior			
Margen de temperatura ambiente	-25 - +60 °C			
Humedad de aire admisible	0 - 100 %			
Máxima altitud	2.000 m / 3.400 m (rango de tensión sin restricciones / con restricciones)			
Tecnología de conexión CC	4 x CC+ y 4 x CC bornes roscados 2,5 - 16mm <sup>2</sup> <sup>2)</sup>			
Tecnología de conexión principal	5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16mm <sup>2</sup> <sup>2)</sup>			
Certificados y cumplimiento de normas	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777, CEI 0-21, NRS 097			

<sup>1)</sup> De acuerdo con IEC 62109-1.

<sup>2)</sup> 16 mm<sup>2</sup> sin necesidad de terminales de conexión.

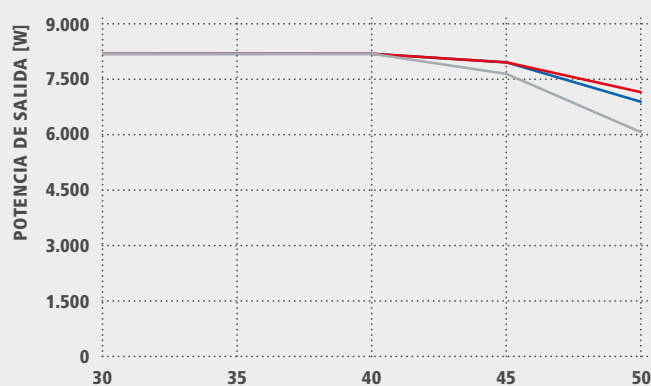
Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en [www.fronius.es](http://www.fronius.es).

## CURVA DE RENDIMIENTO FRONIUS SYMO 8.2-3-M



POTENCIA DE SALIDA NORMALIZADA  $P_{AC}/P_{AC,R}$  ■ 258 V<sub>DC</sub> ■ 595 V<sub>DC</sub> ■ 800 V<sub>DC</sub>

## REDUCCIÓN DE TEMPERATURA FRONIUS SYMO 8.2-3-M



TEMPERATURA AMBIENTE [°C] ■ 258 V<sub>DC</sub> ■ 595 V<sub>DC</sub> ■ 800 V<sub>DC</sub>

## DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (5.0-3-M, 6.0-3-M, 7.0-3-M, 8.2-3-M)

RENDIMIENTO	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Máximo rendimiento	98,0 %			
Rendimiento europeo ( $\eta_{EU}$ )	97,3 %	97,5 %	97,6 %	97,7 %
$\eta$ con 5 % $P_{AC,r}$ <sup>1)</sup>	84,9 / 91,2 / 85,9 %	87,8 / 92,6 / 87,8 %	88,7 / 93,1 / 89,0 %	89,8 / 93,8 / 90,6 %
$\eta$ con 10 % $P_{AC,r}$ <sup>1)</sup>	89,9 / 94,6 / 91,7 %	91,3 / 95,6 / 93,0 %	92,0 / 95,9 / 94,7 %	92,8 / 96,1 / 94,5 %
$\eta$ con 20 % $P_{AC,r}$ <sup>1)</sup>	93,2 / 96,7 / 95,4 %	94,1 / 97,1 / 95,9 %	94,5 / 97,3 / 96,3 %	95,0 / 97,6 / 96,6 %
$\eta$ con 25 % $P_{AC,r}$ <sup>1)</sup>	93,9 / 97,2 / 96,0 %	94,7 / 97,5 / 96,5 %	95,1 / 97,6 / 96,7 %	95,5 / 97,7 / 97,0 %
$\eta$ con 30 % $P_{AC,r}$ <sup>1)</sup>	94,5 / 97,4 / 96,5 %	95,1 / 97,7 / 96,8 %	95,4 / 97,7 / 97,0 %	95,8 / 97,8 / 97,2 %
$\eta$ con 50 % $P_{AC,r}$ <sup>1)</sup>	95,2 / 97,9 / 97,3 %	95,7 / 98,0 / 97,5 %	95,9 / 98,0 / 97,5 %	96,2 / 98,0 / 97,6 %
$\eta$ con 75 % $P_{AC,r}$ <sup>1)</sup>	95,3 / 98,0 / 97,5 %	95,7 / 98,0 / 97,6 %	95,9 / 98,0 / 97,6 %	96,2 / 98,0 / 97,6 %
$\eta$ con 100 % $P_{AC,r}$ <sup>1)</sup>	95,2 / 98,0 / 97,6 %	95,7 / 97,9 / 97,6 %	95,8 / 97,9 / 97,5 %	96,0 / 97,8 / 97,5 %
Rendimiento de adaptación MPP	> 99,9 %			

<sup>1)</sup> Y con  $U_{mpp\ min.}/U_{dcr}/U_{mpp\ máx.}$

EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Medición del aislamiento CC	Sí			
Comportamiento de sobrecarga	Desplazamiento del punto de trabajo, limitación de potencia			
Seccionador CC	Sí			
Protección contra polaridad inversa	Sí			

INTERFACES	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)			
6 inputs digitales y 4 inputs/outputs digitales	Interface receptor del control de onda			
USB (Conector A) <sup>2)</sup>	Datalogging, actualización de inversores vía USB			
2 conectores RJ 45 (RS422) <sup>2)</sup>	Fronius Solar Net			
Salida de aviso <sup>2)</sup>	Gestión de la energía (salida de relé libre de potencial)			
Datalogger y Servidor web	Incluido			
Input externo <sup>2)</sup>	Interface S0-Meter / Input para la protección contra sobretensión			
RS485	Modbus RTU SunSpec o conexión del contador			

<sup>2)</sup> También disponible en la versión light.

## DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (10.0-3-M, 12.5-3-M, 15.0-3-M, 17.5-3-M, 20.0-3-M)

DATOS DE ENTRADA	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Máxima corriente de entrada ( $I_{dc\ máx. 1} / I_{dc\ máx. 2}$ )	27 A / 16,5 A <sup>1)</sup>		33 A / 27 A		
Máxima corriente de entrada total utilizada ( $I_{dc\ máx. 1} + I_{dc\ máx. 2}$ )	43,5 A		51,0 A		
Máxima corriente de cortocircuito por serie FV (MPP <sub>1</sub> / MPP <sub>2</sub> )	40,5 A / 24,8 A		49,5 A / 40,5 A		
Mínima tensión de entrada ( $U_{dc\ mín.}$ )	200 V				
Tensión CC mínima de puesta en servicio ( $U_{dc\ arranque}$ )	200 V				
Tensión de entrada nominal ( $U_{dc,r}$ )	600 V				
Máxima tensión de entrada ( $U_{dc\ máx.}$ )	1.000 V				
Rango de tensión MPP ( $U_{mpp\ mín.} - U_{mpp\ máx.}$ )	270 - 800 V	320 - 800 V		370 - 800 V	420 - 800 V
Número de seguidores MPP	2				
Número de entradas CC	3+3				
Máxima salida del generador FV ( $P_{dc\ máx.}$ )	15,0 kW <sub> peak</sub>	18,8 kW <sub> peak</sub>	22,5 kW <sub> peak</sub>	26,3 kW <sub> peak</sub>	30,0 kW <sub> peak</sub>

DATOS DE SALIDA	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Potencia nominal CA ( $P_{ac,r}$ )	10.000 W	12.500 W	15.000 W	17.500 W	20.000 W
Máxima potencia de salida	10.000 VA	12.500 VA	15.000 VA	17.500 VA	20.000 VA
Máxima corriente de salida ( $I_{ac\ máx.}$ )	14,4 A	18,0 A	21,7 A	25,3 A	28,9 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)	3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)				
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)				
Coefficiente de distorsión no lineal	1,8 %	2,0 %	1,5 %	1,5 %	1,3 %
Factor de potencia ( $\cos \phi_{ac,r}$ )	0 - 1 ind. / cap.				

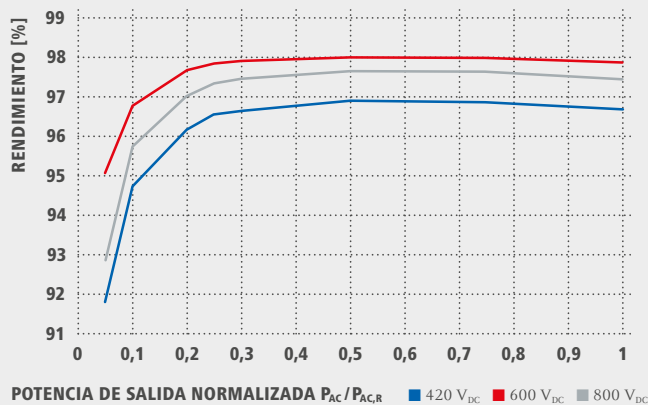
DATOS GENERALES	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	725 x 510 x 225 mm				
Peso	34,8 kg		43,4 kg		
Tipo de protección	IP 66				
Clase de protección	1				
Categoría de sobretensión (CC / CA) <sup>2)</sup>	1 + 2 / 3				
Consumo nocturno	< 1 W				
Concepto de inversor	Sin Transformador				
Refrigeración	Refrigeración de aire regulada				
Instalación	Instalación interior y exterior				
Margen de temperatura ambiente	-40 - +60 °C				
Humedad de aire admisible	0 - 100 %				
Máxima altitud	2.000 m / 3.400 m (rango de tensión sin restricciones / con restricciones)				
Tecnología de conexión CC	6 x CC+ y 6 x CC bornes roscados 2,5 - 16 mm <sup>2</sup>				
Tecnología de conexión principal	5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16 mm <sup>2</sup>				
Certificados y cumplimiento de normas	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777, CEI 0-16, CEI 0-21, NRS 097				

<sup>1)</sup> 14,0 A para tensiones < 420 V

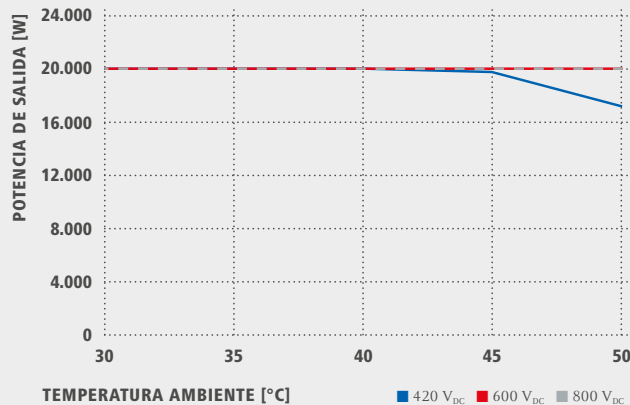
<sup>2)</sup> De acuerdo con IEC 62109-1. Disponible rail DIN opcional para tipo 1 + 2 y tipo 2 de protección de sobretensión.

Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en [www.fronius.es](http://www.fronius.es).

## CURVA DE RENDIMIENTO FRONIUS SYMO 20.0-3-M



## REDUCCIÓN DE TEMPERATURA FRONIUS SYMO 20.0-3-M



## DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (10.0-3-M, 12.5-3-M, 15.0-3-M, 17.5-3-M, 20.0-3-M)

RENDIMIENTO	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Máximo rendimiento	98,0 %				
Rendimiento europeo (η <sub>EU</sub> )	97,4%	97,6 %	97,8 %	97,8 %	97,9 %
η con 5 % P <sub>ac,r</sub> <sup>1)</sup>	87,9 / 92,5 / 89,2 %	88,7 / 93,1 / 90,1 %	91,2 / 94,8 / 92,3 %	91,6 / 95,0 / 92,7 %	91,9 / 95,2 / 93,0 %
η con 10 % P <sub>ac,r</sub> <sup>1)</sup>	91,2 / 94,9 / 92,8 %	92,9 / 96,1 / 94,6 %	93,4 / 96,0 / 94,4 %	94,0 / 96,4 / 95,0 %	94,8 / 96,9 / 95,8 %
η con 20 % P <sub>ac,r</sub> <sup>1)</sup>	94,6 / 97,1 / 96,1 %	95,4 / 97,3 / 96,6 %	95,9 / 97,4 / 96,7 %	96,1 / 97,6 / 96,9 %	96,3 / 97,8 / 97,1 %
η con 25 % P <sub>ac,r</sub> <sup>1)</sup>	95,4 / 97,3 / 96,6 %	95,6 / 97,6 / 97,0 %	96,2 / 97,6 / 97,0 %	96,4 / 97,8 / 97,2 %	96,7 / 97,9 / 97,4 %
η con 30 % P <sub>ac,r</sub> <sup>1)</sup>	95,6 / 97,5 / 96,9 %	95,9 / 97,7 / 97,2 %	96,5 / 97,8 / 97,3 %	96,6 / 97,9 / 97,4 %	96,8 / 98,0 / 97,6 %
η con 50 % P <sub>ac,r</sub> <sup>1)</sup>	96,3 / 97,9 / 97,4 %	96,4 / 98,0 / 97,5 %	96,9 / 98,1 / 97,7 %	97,0 / 98,1 / 97,7 %	97,0 / 98,1 / 97,8 %
η con 75 % P <sub>ac,r</sub> <sup>1)</sup>	96,5 / 98,0 / 97,6 %	96,5 / 98,0 / 97,6 %	97,0 / 98,1 / 97,8 %	97,0 / 98,1 / 97,8 %	97,0 / 98,1 / 97,7 %
η con 100 % P <sub>ac,r</sub> <sup>1)</sup>	96,5 / 98,0 / 97,6 %	96,5 / 97,8 / 97,6 %	97,0 / 98,1 / 97,7 %	96,9 / 98,1 / 97,6 %	96,8 / 98,0 / 97,6 %
Rendimiento de adaptación MPP	> 99,9 %				
EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Medición del aislamiento CC	Sí				
Comportamiento de sobrecarga	Desplazamiento del punto de trabajo, limitación de potencia				
Seccionador CC	Sí				
Protección contra polaridad inversa	Sí				
INTERFACES	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)				
6 inputs digitales y 4 inputs/outputs digitales	Interface receptor del control de onda				
USB (Conector A) <sup>2)</sup>	Datalogging, actualización de inversores vía USB				
2 conectores RJ 45 (RS422) <sup>2)</sup>	Fronius Solar Net				
Salida de aviso <sup>2)</sup>	Gestión de la energía (salida de relé libre de potencial)				
Datalogger y Servidor web	Incluido				
Input externo <sup>2)</sup>	Interface SO-Meter / Input para la protección contra sobretensión				
RS485	Modbus RTU SunSpec o conexión del contador				

<sup>1)</sup> Y con U<sub>mpp</sub> mín. / U<sub>dc,r</sub> / U<sub>mpp</sub> máx. <sup>2)</sup> También disponible en la versión light.

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging

### SOMOS TRES DIVISIONES CON UNA MISMA PASIÓN: SUPERAR LÍMITES.

/ No importa si se trata de tecnología de soldadura, energía fotovoltaica o tecnología de carga de baterías, nuestra exigencia está claramente definida: ser líder en innovación. Con nuestros más de 3.000 empleados en todo el mundo superamos los límites y nuestras más de 1.000 patentes concedidas son la mejor prueba. Otros se desarrollan paso a paso. Nosotros siempre damos saltos de gigante. Siempre ha sido así. El uso responsable de nuestros recursos constituye la base de nuestra actitud empresarial.

Para obtener información más detallada sobre todos los productos de Fronius y nuestros distribuidores y representantes en todo el mundo visite [www.fronius.com](http://www.fronius.com)

v04 Nov 2014 ES

Fronius España S.L.U.  
Parque Empresarial LA CARPETANIA  
Miguel Faraday 2  
28906 Getafe (Madrid)  
España  
Teléfono +34 91 649 60 40  
Fax +34 91 649 60 44  
pv-sales-spain@fronius.com  
www.fronius.es

Fronius International GmbH  
Froniusplatz 1  
4600 Wels  
Austria  
Teléfono +43 7242 241-0  
Fax +43 7242 241-953940  
pv-sales@fronius.com  
www.fronius.com

# JKM330PP-72

## 310-330 Vatios

### MÓDULO POLICRISTALINO

Tolerancia positiva 0/+3%

Fábrica con certificación ISO9001:2008,  
ISO14001:2004, OHSAS18001  
Productos con certificación IEC61215, IEC61730



## Principales características



### Célula solar 4 bus bar:

La célula solar 4 bus bar adopta una nueva tecnología para mejorar la eficiencia de los módulos, ofrece un mejor aspecto estético, lo que es perfecto para su instalación en los tejados.



### Potencia Elevada:

Los módulos de 72 células policristalinos alcanzan potencias de hasta 330Wp.



### Garantía Anti-Degradación Potencial Inducida (PID):

Se garantiza una degradación limitada de la potencia del módulo Eagle causada por la Degradación Potencial Inducida (PID por sus siglas en inglés) bajo condiciones de 60°C/85% de humedad relativa para la producción en masa..



### Rendimiento con baja irradiación lumínica:

El avanzado cristal y el texturizado de la superficie de la célula fotovoltaica permiten un resultado excelente en condiciones de baja irradiación lumínica.



### Resistencia en condiciones climatológicas adversas:

Certificado para soportar rachas de viento (2.400 Pascal) y cargas de nieve (5.400 Pascal).



### Resistencia en condiciones ambientales extremas:

Alta resistencia a la brisa marina y al amoníaco, certificado por TÜV NORD.



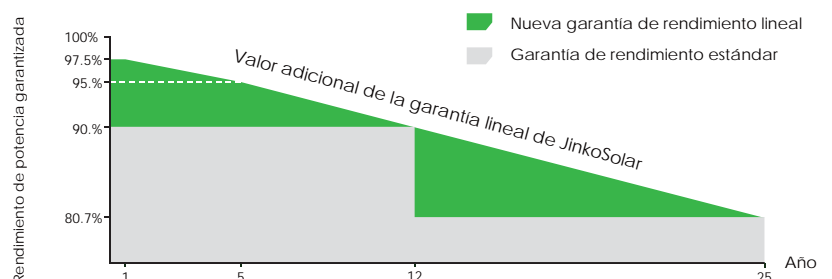
### Coefficiente de Temperatura:

El coeficiente de temperatura mejorado reduce la pérdida de potencia en altas temperaturas.

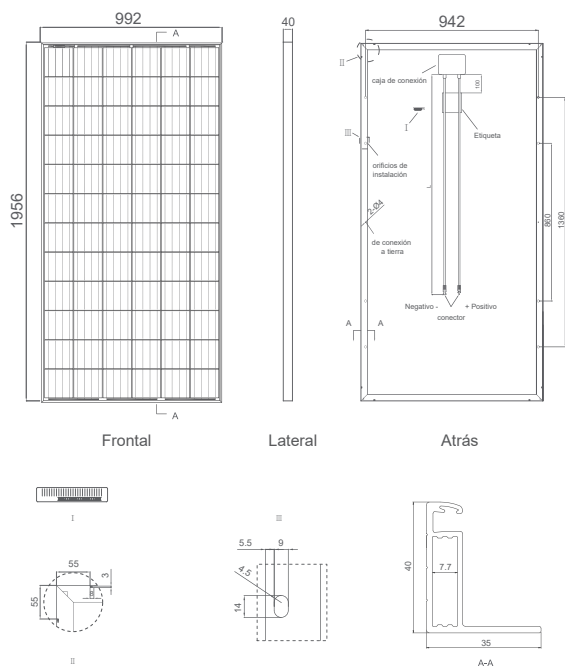


## GARANTÍA DE RENDIMIENTO LINEAL

10 Años de garantía de producto • 25 Años de garantía de potencia lineal



## Dibujos técnicos

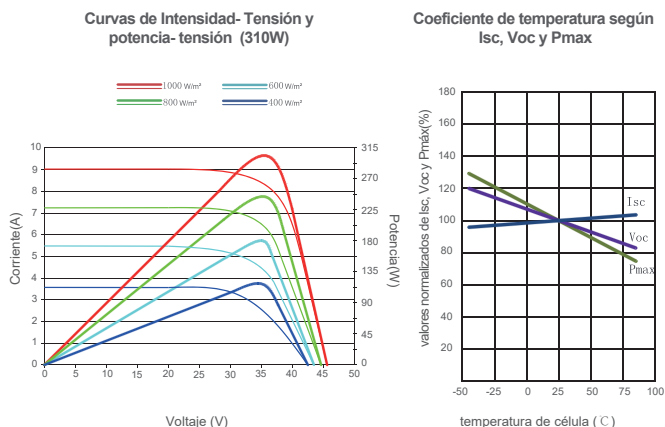


## Embalaje

(Dos cajas = un palet)

25 pzs./caja, 50 pzs./caja, 600 pzs./40 'HQ contenedores

## Rendimiento eléctrico y dependencia de la temperatura



## Características mecánicas

Tipo de célula	Policristalina 156×156 mm (6 pulgadas)
Nº de células	72 (6×12)
Dimensiones	1956×992×40mm (77,01×39,05×1,57 pulgadas)
Peso	26,5 kg (58,4 libras.)
Vidrio frontal	4,0mm, alta transmisión, bajo contenido en hierro, vidrio templado
Estructura	Aleación de aluminio anodizado
Caja de conexión	Clase IP67
Cables de salida	TÜV 1×4,0 mm <sup>2</sup> , Longitud: 900mm

## ESPECIFICACIONES

Tipo de módulo	JKM310PP		JKM315PP		JKM320PP		JKM325PP		JKM330PP	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Potencia nominal (P <sub>máx</sub> )	310Wp	231Wp	315Wp	235Wp	320Wp	238Wp	305Wp	242Wp	330Wp	246Wp
Tensión en el punto P <sub>máx</sub> -VMPP (V)	37.0V	33.9V	37.2V	34.3V	37.4V	34.7V	37.6V	35.0V	37.8V	35.3V
Corriente en el punto P <sub>máx</sub> -IMPP (A)	8.38A	6.81A	8.48A	6.84A	8.56A	6.86A	8.66A	6.91A	8.74A	6.97A
Tensión en circuito abierto-VOC (V)	45.9V	42.7V	46.2V	43.2V	46.4V	43.7V	46.7V	44.0V	46.9V	44.1V
Corriente de cortocircuito-ISC (A)	8.96A	7.26A	9.01A	7.29A	9.05A	7.30A	9.10A	7.34A	9.14A	7.38A
Eficiencia del módulo (%)	15.98%		16.23%		16.49%		16.75%		17.01%	
Temperatura de funcionamiento (°C)	-40°C~+85°C									
Tensión máxima del sistema	1000VDC (IEC)									
VALORES máximos recomendados de los fusibles	15A									
Tolerancia de potencia nominal (%)	0~+3%									
Coefficiente de temperatura de P <sub>MAX</sub>	-0.40%/°C									
Coefficiente de temperatura de VOC	-0.30%/°C									
Coefficiente de temperatura de ISC	0.06%/°C									
TEMPERATURA operacional nominal de célula	45±2°C									

STC: Radiación 1000 W/m<sup>2</sup> Célula módulo 25°C AM=1.5

NOCT: Radiación 800 W/m<sup>2</sup> Ambiente módulo 20°C AM=1.5 Velocidad del viento 1m/s

\* TOLERANCIA de medición de potencia: ± 3%

Anexo 3

**TRÁMITES ADMINISTRATIVOS Y COMPENSACIÓN  
ECONÓMICA**



El conjunto de trámites administrativos para legalizar, tanto la instalación del sistema fotovoltaico como la conexión a la red y la venta de los excedentes, es un proceso burocrático que dificulta la puesta en servicio. En el siguiente anexo trataré de explicar brevemente cómo se deben realizar dichos trámites y a qué administración se debe acudir, de acuerdo con el Real Decreto 244/2019, del 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica y la guía explicativa de este RD del IDAE.

Existen los siguientes modelos de autoconsumo:

<b>Autoconsumo INDIVIDUAL</b> Un consumidor asociado  O  <b>Autoconsumo COLECTIVO</b> Varios consumidores asociados	<b>Instalación PRÓXIMA en RED INTERIOR</b> Conexión Red interior	<b>SIN excedentes</b> Existen mecanismos anti-vertido
		<b>CON excedentes ACOGIDA a compensación</b> Fuente renovable Potencia de producción ≤ 100kW Contrato único consumo-auxiliares Contrato de compensación No hay otro régimen retributivo
		<b>CON excedentes NO ACOGIDA a compensación</b> Resto de instalaciones con excedentes
	<b>Instalación PRÓXIMA a TRAVÉS DE RED</b> Conexión a red BT del mismo centro de transformación. Distancia entre contadores generación-consumo < 500m. Misma referencia catastral (14dígitos)	<b>CON excedentes NO ACOGIDA a compensación</b> Instalaciones con excedentes

Tabla 19: tipos de autoconsumo

Nos centraremos en el modelo de instalación denominada: *Autoconsumo individual de instalación próxima en red interior con excedentes acogida a compensación.*

Este tipo de instalaciones son Instalaciones de autoconsumo con excedentes en los que productor y consumidor optan por acogerse al sistema de compensación de excedentes. El consumidor utiliza la energía procedente de la instalación de autoconsumo cuando la necesita; pudiendo comprar energía de la red en los momentos en que esta energía no sea suficiente. Cuando no se consume la totalidad de la energía procedente de la instalación de autoconsumo, ésta puede inyectarse a la red y, en cada periodo de facturación, la factura emitida por la comercializadora compensará el coste de la energía comprada a la red con la energía excedentaria valorada al precio medio del mercado horario (para consumidores PVPC) o al precio acordado con la comercializadora, aplicándose posteriormente los peajes e impuestos que procedan.

Para poder acogerse al sistema de compensación se deben cumplir todos estos requisitos:

- La fuente de energía primaria sea de origen renovable.
- La potencia total de la instalación fotovoltaica no sea superior a 100kW.
- El consumidor haya suscrito un único contrato de suministro para el consumo asociado y para los consumos auxiliares con una empresa comercializadora.
- El consumidor y el productor asociado hayan suscrito un contrato de compensación de excedentes de autoconsumo.
- La instalación de producción no esté sujeta a un régimen retributivo especial o específico.

**ANTES DE INICIAR LOS TRÁMITES Y EL DISEÑO DE NUESTRA INSTALACIÓN**, conviene asegurarse de que la instalación podrá llevarse a cabo y que no existe ningún impedimento legal para realizar la instalación diseñada en el emplazamiento elegido. Por tanto, el primer paso sería consultar en el Departamento de Urbanismo del Ayuntamiento al que pertenezca el emplazamiento, si existe alguna restricción, por ejemplo derivada del Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) o alguna obligación derivada por ejemplo de una ordenanza solar municipal. Esta consulta es especialmente relevante si la instalación prevé ubicarse en el centro histórico, pudiendo estar el edificio afectado por alguna figura de protección. También podrían existir restricciones en suelos rústicos necesitándose alguna autorización municipal previa o en terrenos afectados por figuras de protección medioambiental.

Si la ubicación elegida es viable, podemos empezar a tramitar y diseñar:

**1.- DISEÑO DE LA INSTALACIÓN:** La documentación necesaria de diseño dependerá del tipo de conexión a la red que vaya a utilizarse y de la potencia prevista para la instalación. Si la conexión va a realizarse en baja tensión (BT, hasta 1kV) y la potencia de la instalación prevista sea igual o inferior a 10 kW, será suficiente con disponer de una memoria técnica de diseño (MTD). Esta memoria deberá comprender al menos los contenidos reflejados en la ITC-BT-04 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT). Si la potencia prevista fuese superior a 10 kW, entonces, aunque la conexión se realice en BT será obligado realizar un proyecto técnico redactado y firmado por un técnico titulado competente. Si la conexión de la instalación va a realizarse a la red de alta tensión (AT), será necesario elaborar un proyecto técnico firmado y visado por el técnico competente, tal y como contempla el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión (REAT) en su Instrucción Técnica Complementaria ITC-RAT-20, independientemente de su potencia.

**2.- PERMISOS DE ACCESO Y CONEXIONES, AVALES O GARANTÍAS:** Instalaciones mayores de 10kW o de 15kW cuando se ubiquen en suelo urbanizado y que cuenten con dotaciones y servicios requeridos por la legislación urbanística, menores de 100 kW en BT

El promotor de la instalación deberá remitir a la compañía distribuidora una solicitud que incluya:

- Nombre, dirección, teléfono u otro medio de contacto del promotor.
- Ubicación concreta de la instalación de generación, incluyendo la referencia catastral.
- Esquema unifilar de la instalación.
- Punto propuesto para realizar la conexión.
- Propietario del inmueble donde se ubica la instalación.
- Declaración responsable del propietario del inmueble dando su conformidad a la solicitud de punto de conexión si fuera diferente del solicitante.
- Descripción de la instalación, tecnología utilizada y características técnicas de la misma, entre las que se incluirán las potencias pico y nominal de la instalación, modos de conexión y, en su caso, características del inversor o inversores, descripción de los dispositivos de protección y elementos de conexión previstos, así como los certificados de cumplimiento de los niveles de emisión e inmunidad a que hace referencia el artículo 16 del mismo RD 1699/2011.
- Justificante de haber depositado la garantía económica correspondiente ante el órgano de la Administración competente (Caja General de Depósitos) según lo previsto en el RD 1955/2000.

Si fuese necesario documentación adicional, la empresa distribuidora la solicitará en el plazo de 10 días. El estudio de la conexión no supondrá ningún coste.

En caso de llevarse a cabo, el coste de las nuevas instalaciones necesarias desde el punto frontera hasta el punto de conexión con la red de distribución existente, las repotenciaciones en las líneas de la empresa distribuidora del mismo nivel de tensión al del punto de conexión, y, si fuese necesaria, la repotenciación del transformador afectado de la empresa distribuidora del mismo nivel de tensión al del punto de conexión serán realizadas a cargo del solicitante.

**3.- LICENCIA DE OBRAS E IMPUESTO DE CONSTRUCCIONES Y OBRAS (ICIO):** Las instalaciones de autoconsumo deberán solicitar permiso de obras según la normativa municipal vigente en el emplazamiento elegido. En función de la potencia de la instalación de generación, la normativa municipal definirá si es suficiente con realizar una declaración responsable de obra y/o una comunicación previa de obra. En ambos casos, esta modalidad de permiso habilita el inicio de la actuación de forma inmediata sin esperar respuesta. Sin embargo, la normativa municipal podría obligar a la solicitud de licencia de obra. Esta solicitud puede implicar un trámite ordinario o simplificado, pero en cualquier caso exige la respuesta y concesión del permiso municipal. Así mismo, la clasificación de la obra puede ser menor o mayor. En este último caso se requerirá proyecto firmado por técnico competente. Igualmente deberá liquidarse la tasa y el impuesto de construcciones y obras (ICIO), regulado por la Ley Reguladora de Haciendas Locales.

**4.- AUTORIZACIONES AMBIENTALES Y DE UTILIDAD PÚBLICA:** Las instalaciones en autoconsumo con excedentes y con potencia menor de 100 kW no deberían requerir trámites de impacto ambiental ni de utilidad pública, salvo en los casos en que el emplazamiento se encuentre bajo alguna figura de protección. Para instalaciones de mayor potencia o con conexión en AT, o por ejemplo conectadas a través de red de transporte, sí se podrían requerir trámites de impacto ambiental y de utilidad pública.

**5.- AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA PREVIA Y DE CONSTRUCCIÓN:** Las instalaciones de producción de energía eléctrica con potencia menor o igual a 100 kW conectadas directamente a una red de tensión menor de 1kV, es decir en BT, quedan excluidas del régimen de autorización administrativa previa y de construcción.

**6.- CERTIFICADOS DE INSTALACIÓN Y/O CERTIFICADOS FIN DE OBRA:** Una vez realizada la instalación, si la conexión se ha realizado en BT y la potencia de la instalación es menor o igual a 10 kW, la certificación del final de la obra se realiza mediante la presentación ante el órgano correspondiente de la comunidad autónoma del certificado de instalación. Este certificado debe estar cumplimentado y firmado por el instalador electricista categoría especialista, tal y como se contempla la ITC-BT-03 del REBT y según el procedimiento que exista en la comunidad autónoma. En caso de que la conexión se haya realizado en BT, pero la potencia sea superior a 10 kW, además del certificado de instalación del REBT será necesario disponer de un certificado final de obra firmado por el técnico competente que certifique que la instalación se ha realizado de acuerdo con el proyecto técnico de la instalación, tal y como indica la ITC-BT-04.

**7.- INSPECCIÓN INICIAL E INSPECCIONES PERIÓDICAS:** En las instalaciones ejecutadas al amparo del REBT, es decir, instalaciones conectadas en BT y con potencia menor o igual a 100 kW, en principio no sería necesario pasar un trámite de inspección inicial por parte de un Organismo de Control Autorizado (OCA), ya que no se obliga a ello en la ITC-BT-05 sobre verificaciones e inspecciones del REBT. Sin embargo, se aconseja consultar con la comunidad autónoma correspondiente puesto que habitualmente las comunidades autónomas exigen a todas las instalaciones llevar a cabo este trámite de inspección a través de una OCA previamente a la tramitación del certificado de instalación.

**8.- AUTORIZACIÓN DE EXPLOTACIÓN:** En general, se trata de un trámite autonómico, excepto cuando, al igual que en materia de autorización administrativa previa y de construcción, la instalación afecte el ámbito territorial de más de una Comunidad Autónoma, la instalación cuente con una potencia instalada superior a 50 MW o esté ubicada en el mar territorial, en cuyo caso será competente la Dirección General de Política Energética y Minas (DGPEM). Se aconseja hacer la consulta a la comunidad autónoma implicada o, en su caso, a la DGPEM.

**9.- CONTRATO DE ACCESO PARA LA INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO:** Las instalaciones en autoconsumo con excedentes a través de red interior de cualquier potencia y con conexión tanto en BT como AT, no precisan suscribir un contrato específico de acceso y conexión con la compañía distribuidora, excepto si resultase necesario realizar un contrato de suministro para servicios auxiliares de producción.

**10.- CONTRATO DE SUMINISTRO DE ENERGÍA PARA LOS SERVICIOS AUXILIARES:** Si los servicios auxiliares se consideran despreciables, no es necesario suscribir un contrato de suministro específico para el consumo de estos servicios; esa situación se dará en los casos en que se cumplan TODAS estas condiciones:

- Instalaciones próximas en red interior.
- Potencia de instalación menor de 100 kW para cualquier modalidad de autoconsumo.
- En cómputo anual, la energía consumida por estos servicios auxiliares sea inferior al 1% de la energía neta generada por la instalación.

**11.- LICENCIA DE ACTIVIDAD:** Las instalaciones en autoconsumo con excedentes acogidas a compensación, si realizan actividad económica ya que pueden vender la energía sobrante al mercado. En este caso el trámite podría ser necesario. Por tanto, es conveniente consultar con el Ayuntamiento particular la necesidad de dicho trámite.

**12.- CONTRATO DE COMPENSACIÓN DE EXCEDENTES:** En el caso de las instalaciones en autoconsumo con excedentes acogidas a compensación, deberá suscribirse un contrato de compensación de excedentes entre el productor y el consumidor asociado para la compensación simplificada entre los déficits de sus consumos y la totalidad de los excedentes de sus instalaciones de generación asociadas.

Este contrato será necesario en todos los casos, aunque productor y consumidor sean la misma persona física o jurídica. Para la aplicación del mecanismo de compensación, cada consumidor deberá remitir a la empresa distribuidora, directamente o a través de la comercializadora, un escrito solicitando la aplicación del sistema de compensación. En el caso de los autoconsumos colectivos además deberá adjuntarse el acuerdo adoptado entre todos los consumidores asociados y se deberá tener en cuenta el reparto de energía acordado para que sea coherente con el contrato de compensación de excedentes.

**13.- INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO AUTONÓMICO DE AUTOCONSUMO:** Los titulares de las instalaciones en autoconsumo con excedentes con potencia menor o igual a 100 kW y conectadas a BT, se encuentran exentos de realizar el trámite de inscripción.

Las instalaciones en autoconsumo con excedentes con potencia superior a 100 kW y conectadas a BT y las instalaciones en autoconsumo con excedentes conectadas en AT de cualquier potencia, si deberán realizar el trámite de inscripción en el registro autonómico de autoconsumo según los procedimientos de cada comunidad autónoma.

**14.- INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO ADMINISTRATIVO DE AUTOCONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA:** Todas las instalaciones de autoconsumo con excedentes deberán estar inscritas en el registro administrativo de autoconsumo de energía eléctrica pero este paso no supone ninguna carga administrativa adicional para los autoconsumidores ya que es un procedimiento entre administraciones. El Ministerio nutrirá su registro administrativo de autoconsumo a partir de la información remitida por las comunidades autónomas. El registro es telemático, de acceso gratuito y declarativo.

**15.- INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO ADMINISTRATIVO DE PRODUCTORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA (RAIPE):** Los titulares de instalaciones en autoconsumo con excedentes de potencia igual o inferior a 100 kW no precisan realizar el trámite de inscripción en RAIPRE. Será la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio competente en materia de energía quien realice la inscripción a partir de la información procedente del registro administrativo de autoconsumo. Las instalaciones en autoconsumo con excedentes de potencia superior a 100kW si deben solicitar su inscripción en RAIPRE.

**16.- CONTRATO DE VENTA DE ENERGÍA:** Las instalaciones con excedentes acogidas a compensación deberán formalizar un acuerdo de representación en el mercado con alguna de las compañías comercializadoras para la venta de energía y cumplir con las obligaciones fiscales y tributarias que se desprendan de esa actividad económica. Existe la posibilidad de que las instalaciones con excedentes vendan directamente en el mercado eléctrico, para lo cual deberán darse de alta como sujetos de mercado generadores, para lo cual deberán realizar los trámites pertinentes exigidos por el operador del mercado.

Como podemos observar, los trámites administrativos no son nada sencillos, y se complican aún más cuando se quiere acogerse al sistema de compensación o es una instalación grande (>100kW). He intentado de forma resumida y con lenguaje fácilmente entendible explicar los requisitos plasmados en un Real Decreto muy amplio. El IDAE ha creado una tabla a modo de soporte para que sea más visual conocer tu tramitación articular en función de qué tipo de instalación seas. Tabla que me parece oportuno adjuntar:

Instalaciones en autoconsumo CON EXCEDENTES					
<b>1. Diseño de la instalación</b>					
BT – P≤10 kW	BT – P>10 kW	AT			
Memoria técnica	Proyecto técnico	Proyecto técnico			
					Distribuidora
<b>2. Permisos de acceso y conexión / Aavales o garantías</b>					
Suelo urbano con dotaciones y servicios requeridos por la legislación			Otra tipología de suelo		
Permiso de acceso y conexión					
BT – P≤15 kW	BT – P>15 kW	AT	BT	AT	
Exentas	Sí	Sí	Sí	Sí	
Aavales o garantías – 40 €/kW					
BT – P≤15 kW	BT – P>15 kW	AT	BT – P≤10 kW	BT – P>10 kW	AT
Exentas	Sí	Sí	Exentas	Sí	Sí
Tramitación de acceso y conexión para aquellas instalaciones que lo precisen					
BT – P≤15 kW	BT – 15 kW>P<100kW	AT			
RD 1699/2011	RD 1699/2011	RD 1955/2000			
					Admón. local
<b>3. Licencia de obras</b>					
Consultar la normativa particular del Ayuntamiento del emplazamiento elegido					
					Admón. autonómica
<b>4. Autorizaciones ambientales y de utilidad pública</b>					
BT – P≤100 kW	BT – P>100 kW	AT			
Consultar CC.AA	Consultar CC.AA	Consultar CC.AA			
					Admón. autonómica
<b>5. Autorización administrativa previa y de construcción</b>					
BT – P≤100 kW	BT – P>100 kW	AT			
Exentas	Sí	Sí			
<b>6. Ejecución de la instalación</b>					
					Admón. autonómica
<b>7. Certificados de instalación y/o certificados fin de obra</b>					
BT – P≤10 kW	BT – P>10 kW	AT			
Certificado instalación Instalador autorizado	Certificado instalación Certificado fin de obra Técnico competente	Documentación puesta en servicio AT según el Reglamento AT			
					Admón. autonómica
<b>8. Inspección inicial e inspecciones periódicas</b>					
BT – P≤100 kW	BT – P>100 kW	AT			
Consultar CC.AA	Consultar CC.AA	Consultar CC.AA			
					Admón. autonómica
<b>9. Autorización explotación</b>					
BT – P≤10 kW	BT – P>10 kW	AT			
No necesita trámite Certificado instalación	Sí Consultar CC.AA	Sí Consultar CC.AA			
<b>10. Contrato de acceso</b>					
BT – P≤100 kW	BT – P>100 kW	AT			
Exentas – Comunicación modificación contrato a través de las CC.AA	Exentas – Comunicación cambio contrato	Exentas – Comunicación cambio contrato			
					Distribuidora o Comercializadora
<b>11. Contrato de suministro de energía servicios auxiliares</b>					
Obligatorio salvo los casos donde los servicios auxiliares se consideren despreciables. Se pueden unificar con el contrato de consumo en ciertos casos					
					Admón. local
<b>12. Licencia de actividad</b>					
Acogidas a COMPENSACIÓN		Exentas. Consultar normativa Ayuntamiento			
No acogidas a COMPENSACIÓN		SÍ. Consultar normativa Ayuntamiento			
					Distribuidora o Comercializadora
<b>13. Contrato compensación excedentes</b>					
Acogidas a COMPENSACIÓN		Individuales	SÍ		
		Colectivas	SÍ. Notificación del acuerdo		
No acogidas a COMPENSACIÓN		No aplica			

Instalaciones en autoconsumo CON EXCEDENTES		
<b>14. Inscripción en el Registro Autonómico de Autoconsumo</b>		
BT – P≤100 kW		Admón. autonómica
Trámite de oficio realizado por las CC.AA		AT
		Sí
<b>15. Inscripción en el Registro Administrativo de Autoconsumo de energía eléctrica</b>		
BT – P≤10 kW	BT – P>10 kW	Admón. autonómica
Trámite de oficio realizado por las CC.AA que enviarán la información por vía telemática.		AT
<b>16. Inscripción en el Registro Administrativo de Instalaciones Productoras de Energía Eléctrica (RAIPRE)</b>		
Acogidas a COMPENSACIÓN	No aplica	
No acogidas a COMPENSACIÓN	Sí. Para P≤100 W trámite de oficio por el Ministerio	
<b>17. Contrato de representación en mercado</b>		
Acogidas a COMPENSACIÓN	No aplica	
No acogidas a COMPENSACIÓN	Sí.	

### MECANISMO DE COMPENSACIÓN ECONÓMICA:

En el siguiente apartado se explica de forma detallada el funcionamiento del sistema de compensación económica, cuyo entendimiento es indispensable a la hora de elegir la modalidad de autoconsumo a la que acogerse.

Para cada consumidor asociado a la instalación de autoconsumo se calculará la “energía horaria neta individualizada” como:

$$ENG_{H,i} = \beta_i \cdot ENG_h$$

Donde:

- $ENG_{H,i}$ : Energía horaria neta total correspondiente a un sujeto de la instalación.
- $ENG_h$ : Energía horaria neta total producida por la instalación.
- $\beta_i$ : Coeficiente de reparto de la energía generada por el consumidor  $i$

Este coeficiente es el que debe figurar en el acuerdo de reparto entre los consumidores y deberá cumplir las siguientes limitaciones:

- Deberá ser constante para cada consumidor en todas las horas del periodo de facturación (mes).
- La suma de las  $\beta_i$  de todos los consumidores asociados a la misma instalación de autoconsumo deberá ser 1.
- Tomará el valor 1 cuando exista un único consumidor asociado.

$$\beta_i = \frac{\text{Potencia máxima contratada consumidor } i}{\sum \text{Potencias máximas contratadas por todos los consumidores asociados}}$$

La energía procedente de la instalación de producción en autoconsumo que no se consume es un excedente que se vuelca a la red. Esa energía, al final del periodo de facturación, se valora a un cierto precio y ese importe se resta de la energía adquirida en la red, de la siguiente manera:

- Si el consumidor tiene un contrato de suministro con una comercializadora libre:
  - o La energía horaria consumida de la red será valorada al precio horario que figure en el contrato de suministro acordado con la comercializadora.
  - o La energía horaria excedentaria, será valorada al precio horario que se acuerde entre la comercializadora y el consumidor.
- Si el consumidor tiene un contrato de suministro al precio voluntario para el pequeño consumidor con una comercializadora de referencia:
  - o La energía horaria consumida de la red será valorada al coste horario de energía del precio voluntario para el pequeño consumidor (PVPC) en cada hora.
  - o La energía horaria excedentaria, será valorada al precio medio horario (Pmh) que se obtendrá a partir de los resultados del mercado diario e intradiario en cada hora, menos el coste de los desvíos (CDSVh) en esa hora.

Deberá realizarse la facturación de la siguiente forma:

- Deberá facturar según lo previsto en el Real Decreto 216/2014, de 28 de marzo.
- Sobre las cantidades a facturar antes de impuestos, deberá descontarse el término de la energía horaria excedentaria, valorada de acuerdo con lo descrito anteriormente. La cuantía que descontar será tal, que en ningún caso el valor económico de la energía horaria excedentaria podrá ser superior al valor económico de horaria consumida de la red en el periodo de facturación.
- A los consumidores vulnerables acogidos al bono social, a la diferencia entre las dos cantidades anteriores se le aplicará lo previsto en el artículo 6.3 del Real Decreto 897/2017, de 6 de octubre.
- Una vez obtenida la cuantía final, se le aplicarán los correspondientes impuestos.

Un ejemplo práctico de ahorro mediante la compensación de excedentes se puede observar en la tabla siguiente:

Factura SIN Instalación FV				Factura CON Instalación FV			
<b>Potencia contratada</b>	<b>kW</b>	<b>€/kW/año</b>		<b>Potencia contratada</b>	<b>kW</b>	<b>€/kW/año</b>	
Peaje de acceso	5,75	38,043	17,98 €	Peaje de acceso	5,75	38,043	17,98 €
Margen comercialización	5,75	3,113	1,47 €	Margen comercialización	5,75	3,113	1,47 €
<b>TOTAL Término FIJO</b>			<b>19,45 €</b>	<b>TOTAL Término FIJO</b>			<b>19,45 €</b>
<b>Energía consumida</b>	<b>kWh</b>	<b>€/kWh</b>		<b>Energía consumida</b>	<b>kWh</b>	<b>€/kWh</b>	
Coste energía	400	0,073	29,20 €	Coste energía	280	0,073	20,44 €
Peaje de acceso	400	0,044	17,60 €	Peaje de acceso	280	0,044	12,32 €
				Excedentes FV	180	0,04	7,20 €
<b>TOTAL Término VARIABLE</b>			<b>46,80 €</b>	<b>TOTAL Término VARIABLE</b>			<b>25,56 €</b>
<b>Subtotal</b>			<b>66,25 €</b>	<b>Subtotal</b>			<b>45,01 €</b>
Impuesto eléctrico (5,11%)			3,39 €	Impuesto eléctrico (5,11%)			2,30 €
Alquiler contador	30 días		0,81 €	Alquiler contador	30 días		0,81 €
<b>Subtotal</b>			<b>70,45 €</b>	<b>Subtotal</b>			<b>48,12 €</b>
IVA (21%)	21%		14,79 €	IVA (21%)	21%		10,11 €
<b>TOTAL FACTURA</b>			<b>85,24 €</b>	<b>TOTAL FACTURA</b>			<b>58,23 €</b>

**AHORRO: 32%**

Tabla 20: ahorro apreciable tras vender excedentes

## **6. BIBLIOGRAFÍA**



- <https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/autoconsumo>
- <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#>
- Apuntes de la asignatura *Instalaciones Eléctricas de Energías Renovables*
- <https://www.boe.es/boe/dias/2019/04/06/pdfs/BOE-A-2019-5089.pdf>
- <https://www.boe.es/boe/dias/2018/10/06/pdfs/BOE-A-2018-13593.pdf>
- <https://www.miteco.gob.es/es/>
- [https://poliformat.upv.es/access/content/group/GRA\\_12030\\_2018/Fotovoltaica%20200%20MW-1.pdf](https://poliformat.upv.es/access/content/group/GRA_12030_2018/Fotovoltaica%20200%20MW-1.pdf)
- CTE Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio
- CTE Documento Básico de Utilización y Accesibilidad
- Guía de Tramitación del Autoconsumo IDAE