



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED PARA UNA GRANJA AVÍCOLA

MEMORIA PRESENTADA POR:

Antonio Peñarrubia Belda

TUTOR DEL ALUMNO:

Marcos Pascual Moltó

Grado en *Ingeniería eléctrica*

Convocatoria de defensa: *Septiembre de 2018*



Resumen

El proyecto se basará en el cálculo y estudio de viabilidad de una instalación solar fotovoltaica conectada a red para una granja destinada a la crianza y venta de animales avícolas ubicada en el municipio de Alcodia de Crespins. Se partirá con las consideraciones generales que habrá que tener en cuenta sobre el funcionamiento de instalaciones fotovoltaicas y la legislación actual en España. Se continuará con el cálculo de cargas y estudio de los elementos que constituyen la instalación, cambiando si fueran necesarios los elementos para optimizar el consumo y ofrecer el mejor resultado al cliente. Posteriormente, se revisará el alumbrado necesario en la instalación para conocer si es óptimo para la crianza de aves variándolo si fuera necesario y se calculará los elementos de la instalación fotovoltaica necesarios para abastecer esta industria. Se finalizará con el estudio de viabilidad de la instalación y tendencias futuras de este sector para los próximos años, teniendo en cuenta que este trabajo podría servir para instalaciones similares.

Para llegar a estos objetivos se partirá conociendo las cargas existentes en la granja y revisando la tarifa de luz con el objetivo de incrementar beneficios para que la viabilidad de la instalación sea positiva.

Palabras clave

Solar fotovoltaica

Consumo

Conectada a red

Granja avícola

Estudio de viabilidad



Resum

El projecte es basarà en el càlcul i estudi de viabilitat d'una instal·lació solar fotovoltaica connectada a xarxa per a una granja destinada a la cria i venda d'animals avícoles ubicada al municipi de l'Alcúdia de Crespins. Es partirà amb les consideracions generals que caldrà tenir en compte sobre el funcionament d'instal·lacions fotovoltaiques i la legislació actual en Espanya. Es continuarà amb el càlcul de càrregues i estudi dels elements que constitueixen la instal·lació, canviant si fossin necessaris els elements per optimitzar el consum i oferir el millor resultat al client. Posteriorment, es revisarà l'enllumenat necessari en la instal·lació per conèixer si és òptim per a la cria d'aus variant si fos necessari i es calcularà els elements de la instal·lació fotovoltaica necessaris per proveir aquesta indústria. Es finalitzarà amb l'estudi de viabilitat de la instal·lació i tendències futures d'aquest sector per als propers anys, tenint en compte que aquest treball podria servir per a instal·lacions similars.

Per arribar a aquests objectius es partirà coneixent les càrregues existents a la granja i revisant la tarifa de llum amb l'objectiu d'incrementar beneficis perquè la viabilitat de la instal·lació sigui positiva.

Paraules clau

Solar fotovoltaica

Consum

Conectada a xarxa

Granja avícola

Estudi de viabilitat



Abstract

The project will be based on the calculation and feasibility study of a solar photovoltaic grid-connected installation for a farm dedicated to the breeding and sale of poultry located in the municipality of Alcudia de Crespins. The project will start with the general considerations that should be taken into account when operating photovoltaic installations, as well as the current legislation in Spain. Then continue with the calculation of charges and the study of the elements that constitute the installation, changing if necessary such elements to optimize the consumption and offer the best results to the customer. Subsequently, the necessary lighting will be reviewed in the installation so as to know if it is optimal for breeding birds and varying it if necessary. It will be also calculate the elements of the photovoltaic installation required to supply this industry. It will finish with the feasibility study of the installation and new trends and future perspectives of this sector for the coming years, bearing in mind that this project could be used for similar installations.

To reach these objectives we will start by getting to know the existing charges on the farm and revising the electricity tariff with the objective of increasing benefits so that the viability of the installation will be positive.

Keywords

Solar photovoltaic installation

Consumption

Connected to the network

Poultry farm

Feasibility study



Índice

1. ÍNDICE DE ILUSTRACIONES, TABLAS, LISTADO DE ABREVIATURAS Y REFERENCIAS.....	8
1.1. ILUSTRACIONES	8
1.2. TABLAS.....	8
1.3. LISTADO DE ABREVIATURAS	8
1.4. REFERENCIAS.....	9
2. INTRODUCCIÓN	10
2.1. OBJETO DEL PROYECTO	10
2.2. OBJETIVO DEL PROYECTO.....	10
2.3. JUSTIFICACIÓN	10
3. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS	11
3.1. CARACTERÍSTICAS SOLARES.....	11
4. NORMATIVA VIGENTE	15
4.1. RD 900/2015.....	16
5. SITUACIÓN GEOGRÁFICA.....	16
5.1. DISTRIBUCIÓN DE LA SUPERFICIE	19
6. PROGRAMAS DE CÁLCULO.....	19
7. RADIACIÓN INCIDENTE EN LA ZONA DE INSTALACIÓN.....	20
8. ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN	22
8.1. ALIMENTACIÓN DE LAS AVES	25
8.2. CIRCUITO DE AGUA	25
8.3. CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN	26
8.4. CIRCUITO DE CALEFACCIÓN	26
8.5. GAS PROPANO.....	27
8.6. VENTILACIÓN	27
9. RELACIÓN DE RECEPTORES DE ALUMBRADO Y SU POTENCIA	28
9.1. RESULTADOS LUMINOTÉCNICOS	32
10. PREVISIÓN DE POTENCIAS.....	34
11. ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	40
11.1. PANEL FOTOVOLTAICO.....	40
11.1.1. <i>Número de paneles</i>	42
11.2. INVERSOR.....	47
11.3. CABLEADO	49
11.4. PUESTA A TIERRA	50
11.5. PROTECCIONES.....	51
11.6. MEDICIONES DE ENERGÍA	52
12. PLANOS.....	54
13. ESTUDIO ECONÓMICO.....	57
13.1. TARIFA DE LUZ.....	57
13.2. PRECIO DE LA INSTALACIÓN	58
13.3. RENTABILIDAD	58



14.	CONCLUSIONES	61
15.	PLIEGO DE CONDICIONES	64
	ANEXO 1. PRESUPUESTO.....	00
	ANEXO 2. RESULTADOS LUMINOTÉCNICOS CON DIALUX	00
	ANEXO 3. FICHA DE CARACTERÍSTICAS DE LOS PANELES FV	00
	ANEXO 4. FICHA DE CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR.....	00
	ANEXO 5. FICHA DE CARACTERÍSTICAS DEL CONTADOR SMART METER.....	00
	ANEXO 6. FICHA DE CARACTERÍSTICAS DE LAS PROTECCIONES	00
	ANEXO 7. CARACTERÍSTICAS DE LA TARIFA DE LA LUZ	00



1. Índice de ilustraciones, tablas, listado de abreviaturas y referencias

1.1. Ilustraciones

<i>ILUSTRACIÓN 1. IRRADIACIÓN EN EUROPA</i>	<i>12</i>
<i>ILUSTRACIÓN 2. IRRADIACIÓN SOLAR MEDIA ANUAL CON PANELES HORIZONTALES.....</i>	<i>13</i>
<i>ILUSTRACIÓN 3. IRRADIACIÓN SOLAR MEDIA ANUAL CON PANELES CON SEGUIMIENTO DEL SOL</i>	<i>14</i>
<i>ILUSTRACIÓN 4. IRRADIACIÓN SOLAR MENSUAL.....</i>	<i>14</i>
<i>ILUSTRACIÓN 5. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.....</i>	<i>17</i>
<i>ILUSTRACIÓN 6. LOCALIDAD DEL EMPLAZAMIENTO.....</i>	<i>17</i>
<i>ILUSTRACIÓN 7. VISTA EN 3D DE LA NAVE INDUSTRIAL.....</i>	<i>18</i>
<i>ILUSTRACIÓN 8. ZONA Y ÁNGULO DE LOS GENERADORES FOTOVOLTAICOS</i>	<i>18</i>
<i>ILUSTRACIÓN 9. PERFIL DE LA NAVE INDUSTRIAL.....</i>	<i>19</i>
<i>ILUSTRACIÓN 10. GALLINAS PONEDORAS EN LA GRANJA ANTIGUA</i>	<i>22</i>
<i>ILUSTRACIÓN 11. RECEPCIÓN DE POLLOS.....</i>	<i>24</i>
<i>ILUSTRACIÓN 12. POLLOS DESPUÉS DEL PROCESO DE ENGORDE.....</i>	<i>25</i>
<i>ILUSTRACIÓN 13. EMPLAZAMIENTO DE LUMINARIAS PARA AVES</i>	<i>31</i>
<i>ILUSTRACIÓN 14. EMPLAZAMIENTO DE LUMINARIAS PARA PERSONAS</i>	<i>31</i>
<i>ILUSTRACIÓN 15. ELECCIÓN DEL INVERSOR.....</i>	<i>47</i>
<i>ILUSTRACIÓN 16. INSTALACIÓN NO OBLIGADA PARA AUTOCONSUMO.....</i>	<i>52</i>
<i>ILUSTRACIÓN 17. INSTALACIÓN MÍNIMA OBLIGADA PARA AUTOCONSUMO</i>	<i>53</i>

1.2. Tablas

<i>TABLA 1. DATOS DE IRRADIACIÓN Y TEMPERATURA EN LA ZONA DE INSTALACIÓN.....</i>	<i>21</i>
<i>TABLA 2. CANTIDAD DE GALLINAS EN LA GRANJA</i>	<i>23</i>
<i>TABLA 3. CANTIDAD DE POLLOS EN LA GRANJA.....</i>	<i>24</i>
<i>TABLA 4. CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS.....</i>	<i>32</i>
<i>TABLA 5. ILUMINACIÓN ANTIGUA EN LA ZONA DE ANIMALES</i>	<i>33</i>
<i>TABLA 6. ILUMINACIÓN NUEVA EN LA ZONA DE ANIMALES.....</i>	<i>33</i>
<i>TABLA 7. ILUMINACIÓN ANTIGUA EN LA ZONA DE TRABAJADORES.....</i>	<i>34</i>
<i>TABLA 8. ILUMINACIÓN NUEVA EN LA ZONA DE TRABAJADORES</i>	<i>34</i>
<i>TABLA 9. PREVISIÓN DE CARGAS.....</i>	<i>36</i>
<i>TABLA 10. POTENCIA CONSUMIDA EN VERANO</i>	<i>37</i>
<i>TABLA 11. POTENCIA CONSUMIDA EN INVIERNO</i>	<i>39</i>
<i>TABLA 12. MEDIA DE CONSUMO ANUAL.....</i>	<i>40</i>
<i>TABLA 13. HORAS MENSUALES DE SOL.....</i>	<i>43</i>
<i>TABLA 14. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA POR CADA 1 kW DE PANEL.....</i>	<i>44</i>
<i>TABLA 15. ENERGÍA PRODUCIDA POR LA INSTALACIÓN.....</i>	<i>46</i>
<i>TABLA 16. BALANCE ECONÓMICO DE LA INSTALACIÓN</i>	<i>60</i>

1.3. Listado de abreviaturas

[FV] Fotovoltaica.

[PVGIS] Photovoltaic Geographical Information System.

[RD] Real Decreto.



[RIPRE] Registro de Instalación de Producción en Régimen Especial.

[IDEA] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.

[CTE] Código Técnico de la Edificación.

[RBT] Reglamento Electrotécnico de Baja tensión.

1.4. Referencias

[1] Documentación extraída del PVGIS.

[2] Cuadernillo de instalaciones fotovoltaicas número 10 de ABB®.

[3] Página online del portal astronómico para conocer cómo transforma la energía el Sol.

[4] Página online de selecciones avícolas sobre recomendaciones de iluminación en granjas avícolas con luminarias LED



2. Introducción

Al contar con cierta cantidad de cargas imprescindibles, las instalaciones solares fotovoltaicas para industria suelen ser conectadas a red, con esto se consigue mayor flexibilidad al no estar obligadas a que los paneles estén suministrando siempre alimentación a las cargas. Esto permitirá una instalación de menor precio al tener menor número de elementos. Otro punto a tener en cuenta es la legislación actual de nuestro país, en ella se conocerán los pagos que se deberán efectuar al suministrar corriente a la red eléctrica o cuando se absorba de ella. En los siguientes puntos se conocerán las limitaciones con las que se contarán y que se podrá hacer para evitar dichas limitaciones.

2.1. Objeto del proyecto

Se contará con una instalación fotovoltaica que se tendrá que estudiar y optimizar al máximo para que cada elemento de ella sea duradero en el tiempo y cumpla con su función. Por otra parte, en una nave industrial como la del presente proyecto se tiene cargas con mucha potencia como pueden ser el alumbrado, el alumbrado deberá ser acorde con los límites de las normativas y aún más importante, sin perjudicar su ciclo natural.

Se estudiará también si una instalación como esta puede ser viable económicamente ya que si no es beneficiario para el cliente no será atractiva para venderlo.

2.2. Objetivo del proyecto

El presente proyecto tiene por objetivo conocer los elementos de una instalación solar fotovoltaica para una industria conectada a red, para ello, se realizarán los cálculos oportunos para saber qué tipo de protección serán las necesarias y, además, esto permitirá una instalación óptima reduciendo el precio final del proyecto produciendo que al cliente le sea más de su agrado.

2.3. Justificación

Lo que se pretende es aumentar la capacidad de auto abastimiento de la fábrica para que no sea tan dependiente de la red eléctrica, con esto se permitirán reducir en costos de luz y si, llegará el caso de que en algún momento la red fallará produciendo fallos en las máquinas eléctricas se pueda alimentar con paneles las necesidades eléctricas que se necesiten.

En la actualidad se considera muy importante aunque no lo suficiente el impacto que pueda tener el cambio climático en nuestro planeta, al incorporar una fuente renovable para abastecer las cargas, se consigue reducir la necesidad de utilizar otras fuentes de origen no renovable.



3. Producción de energía mediante paneles fotovoltaicos

Una instalación solar fotovoltaica transforma la energía del Sol en energía eléctrica mediante la transformación de la radiación que nos llega del sol en energía eléctrica que después se puede aprovechar ^[3]. Los paneles fotovoltaicos utilizan el efecto fotoeléctrico para generar electricidad. La producción de energía mediante paneles fotovoltaicos y como único combustible la radiación del Sol se puede definir en diferentes apartados, en el presente proyecto se analizará primero desde un punto de vista exterior, es decir, se explicará las posiciones del sol durante el año, que porcentaje de radiación que nos llega puede ser aprovechada y cómo cambia dicha radiación dependiendo en que estación del año se encuentre la instalación, y después se hará un poco de explicación sobre los detalles de los paneles.

3.1. Características solares

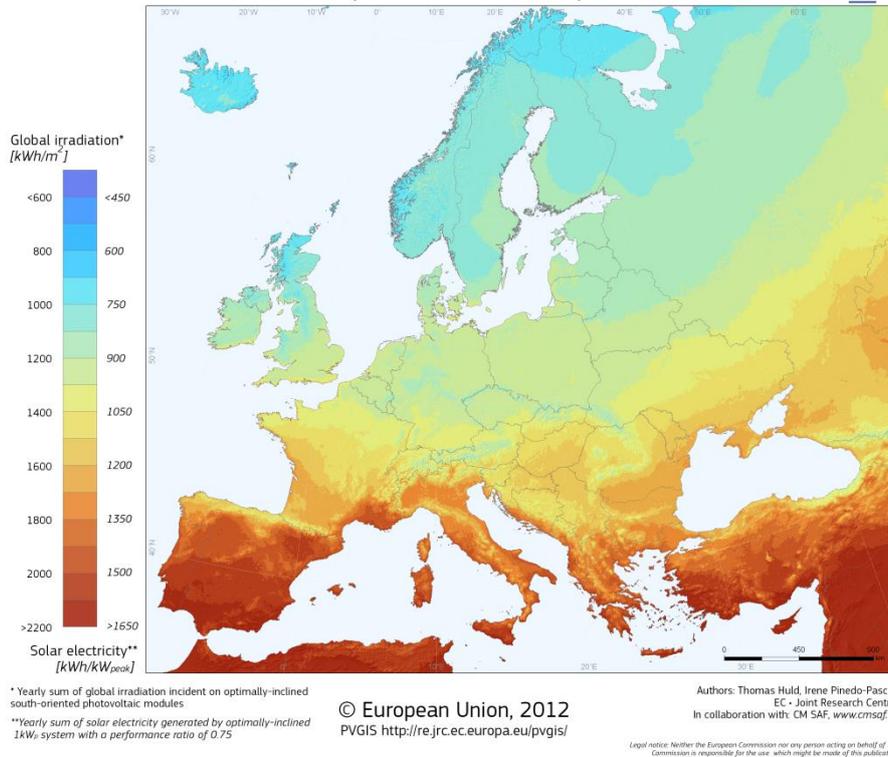
En el núcleo del sol, las altas temperaturas y presiones que se alcanzan generan protones que al chocar unos con otros se fusionan y cuando se fusionan se crea otro elemento que es el helio, esta reacción crea una cantidad enorme de energía que es la que llega a la Tierra ^[3].

Esta energía llega en forma de irradiancia solar, la irradiancia solar es la potencia electromagnética solar que le incide a una superficie de un metro cuadrado. Esta potencia que emite el Sol no es aprovechada completamente ya que hay partes que no logran llegar a la tierra, de toda la energía que emite el Sol alrededor de un 27 % será el que llegue a la superficie y podrá ser aprovechada. La otra energía se reflejará o difuminará cuando choque con la atmosfera, otro porcentaje en menor medida se reflejará por el suelo y otro también en pequeña medida será absorbido por la atmósfera.

Otro término a tener en cuenta es la irradiación solar, este término expresa lo mismo que la irradiancia solar pero al cabo de un tiempo determinado, se expresa en kWh/m².

En España la radiación solar suele ser bastante alta y esto permitiría tener buenas instalaciones renovables para autoconsumo o para venta de energía, por desgracia este no es el caso ya que España está por bastante detrás de los principales países europeos, como Alemania, Francia, Italia, etc.

Photovoltaic Solar Electricity Potential in European Countries



Il·lustració 1. Irradiació en Europa ^[1]

Como se puede ver, en España sería muy óptimo poner energía renovable fotovoltaica ya que llega a valores próximos a 2000 kWh/m².

Para tener una aproximación de la cantidad de irradiación solar que llega a España existen mapas de irradiaciones solares para zonas determinadas, en nuestro caso como la instalación que haremos esta en España nos centraremos en este país. (Ver ilustración 1)

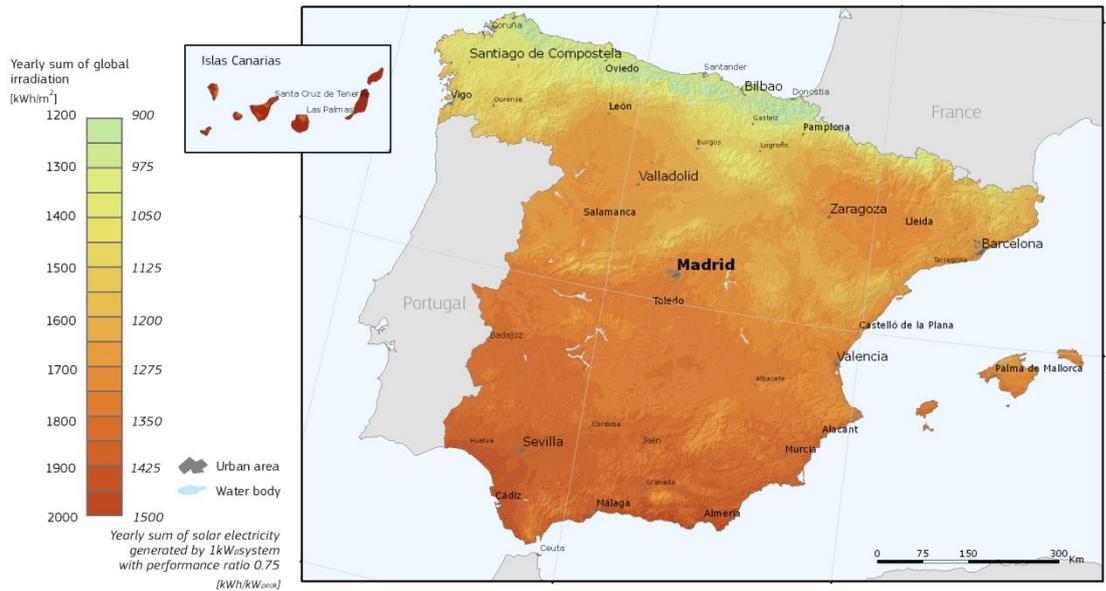


Ilustración 2. Irradiación solar media anual con paneles horizontales ^[1]

Como se puede apreciar hay zonas con mucho más irradiación que otras ya que en esas zonas les llega más energía del Sol, eso se puede deber a que hay zonas con más cantidad de nubes que obstaculizan que la energía del Sol llegue a la superficie o por otros motivos.

El estudio se centrará en la zona de Valencia donde se encuentra la instalación que luego explicaremos con más precisión su localización, en dicha zona se aprecia que es muy buen lugar para poner paneles fotovoltaicos ya que rondan una irradiación media de unos 1600 kWh/m².

Pero esto aún puede ser mejor ya que si se utiliza un plano óptimo se incrementará la energía que nos llega, para dicho plano se utilizará un ángulo bueno, este no está identificado pero su dirección será al sur ya que permitirá tener mejor irradiación. (Ver ilustración 3)

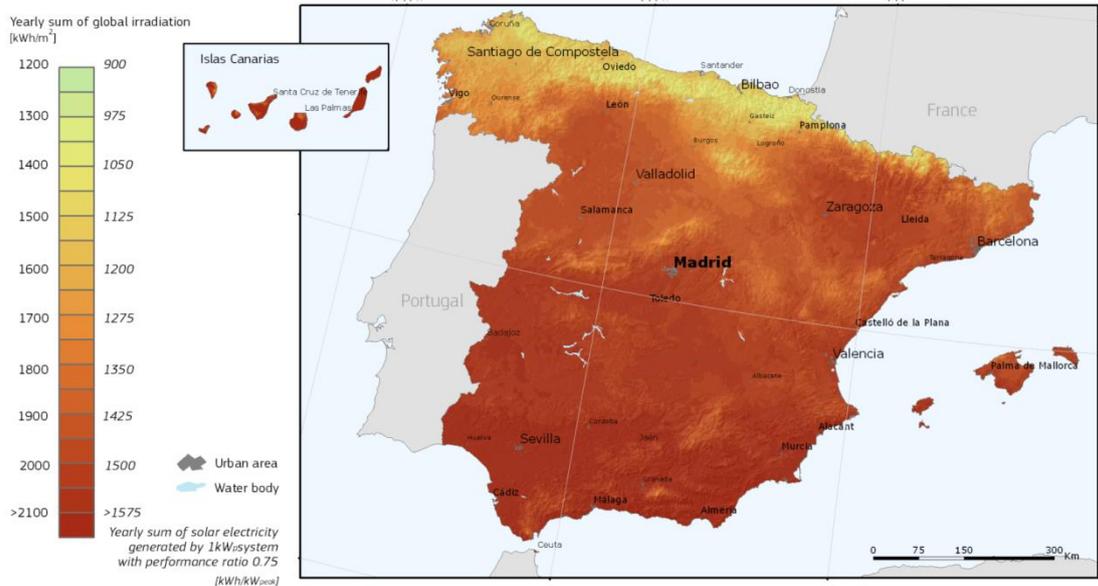


Ilustración 3. Irradiación solar media anual con paneles con seguimiento del Sol ^[1]

Con esto nos damos cuenta de la importancia que es poner los paneles en una posición buena ya que así la irradiación que tendremos subirá a unos 1800 kWh/m², es decir, hemos aumentado un 12,5 % la energía que nos llega a los paneles.

Pero no todos los meses del año son iguales ya que la trayectoria de la Tierra respecto del Sol es una elipse donde habrá puntos que estaremos más cerca y obtendremos mayor energía. (Ver ilustración 4)

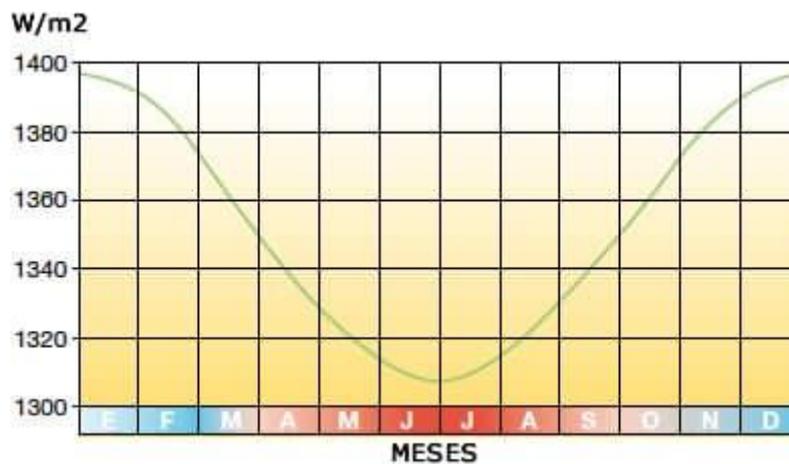


Ilustración 4. Irradiación solar mensual ^[2]

En las zonas más cercanas al Sol llegará mayor cantidad de energía, mientras que al aumentar la distancia la energía será menor. Estos puntos se llaman perihelio y afelio. Perihelio es cuando la distancia entre la Tierra y el Sol es menor y ocurre en los meses de diciembre y enero, mientras que el afelio es cuando la Tierra está más alejada del Sol y ocurre en los meses de junio y julio.



Aunque este más lejos del Sol, en los meses de verano se obtiene mayor cantidad de energía por parte de los paneles, esto es debido a que los días son más largos ya que la Tierra esta inclinada $23,5^{\circ}$ del eje de rotación. Al tener esta inclinación, en el hemisferio norte el polo norte se encuentra inclinado hacia el Sol produciendo que los días sean más largos.

4. Normativa vigente

En Europa se planteó una apuesta para que los países apostaran por las energías renovables, el llamado 20/20/20 para 2020 se pretendía que en los países europeos se redujeran las emisiones de gases de efecto invernadero un 20 %, que el ahorro en el consumo de energía se redujera otro 20 % utilizando electrodomésticos o herramientas con mayor eficiencia, y por último, que el 20 % de la energía que genera un país proceda de energías renovables. En España después de aprobar el último RD se ha hecho lo contrario.

Para formalizar cualquier proyecto y que sea aprobado por los organismos de comprobación se realizarán según las normas del marco español y europeo sobre instalaciones solares fotovoltaicas, para conocer la normativa habrá que tener en cuenta el tipo de instalación que tenemos y que posteriormente se explicará, pero para centrarnos solamente en las normas que nos afectan se hará una pequeña explicación de nuestro proyecto.

El proyecto a grandes rasgos será de tipo:

- Instalación solar FV conectada a red.
- Potencia de la instalación FV entre 3 y 15 kWp.
- Zona de emplazamiento en la provincia de Valencia.
- Instalación sobre techo de una nave industrial.

Las normas obligatorias que nos afectan serán las siguientes ya que habrá otras que serán recomendables.

- RD 900/2015, por el que se regula las condiciones técnicas, económicas y administrativas de los sistemas de producción de energía de autoconsumo.
- RD 738/2015, se regula la producción de energía eléctrica.
- RD 1699/2011, regula la conexión a red de instalaciones que generen electricidad.
- RD 1718/2012, por el que se determinarán de qué forma se harán las medidas de facturación de las instalaciones FV menores de 15kWp.
- EN 62477-1, marca los requisitos de seguridad para equipos de conversión de potencia de semiconductores (inversores).
- UNE-EN 62109, seguridad de los convertidores de potencia utilizados en sistemas de potencia fotovoltaicos.
- UNE 206007, requisitos de conexión a la red eléctrica.
- UNE-EN 62466, Sistemas FV conectados a red. Requisitos mínimos de documentación y puesta en marcha de una instalación.

Se tendrá un especial detallamiento en el RD 900/2015 aprobado el 10 de Octubre de 2015 y que, penaliza en parte el autoconsumo de las instalaciones conectadas a red.



En él también marca las pautas que hay que seguir para que sean aprobadas las instalaciones de autoconsumo.

4.1. RD 900/2015

Este Real Decreto marca unas sanciones y el llamado “peaje solidario” o más comúnmente como “el impuesto al Sol” este peaje hace que las instalaciones de autoconsumo y que estén conectadas a red tendrán que pagar un plus por el mantenimiento de la red eléctrica, es decir, se deberá pagar por,

- Una parte fija que es dependiendo la tarifa de luz que se tenga contratada
- Otra variable que es por el consumo de electricidad que se haga.
- Ha esto se le añade que tendrás que pagar también por la electricidad que estas generando por tu propia cuenta con tus paneles.

Este último pago se hará solo si la instalación sea de una potencia superior de 10 kW. Después de esto, también marca que la potencia de la instalación tiene que ser igual o inferior a la tarifa de red contratada.

La finalidad de este proyecto es intentar que sea viable económicamente por eso no se podrá poner una instalación mayor de 10 kW ya que si lo hacemos se deberá pagar por la electricidad que se genera, por eso se optará por una instalación FV menor de 10 kW y sin baterías para intentar abaratar los costes, así estaremos exentos del “peaje solidario” y se pondrá un elemento anti retorno a la red para que la energía generada no sea inyectada a la red y nos penalicen.

A parte de esto existen unos trámites administrativos que encarecen el proyecto, para saber qué tipo de trámites burocráticos son se debe conocer qué tipo de instalación es la del presente proyecto, existen dos tipos que son:

- Tipo 1, no estar dado de alta en el RIPRE y que el titular del punto de consumo y de la instalación de producción debe de ser el consumidor. También deberá ser la instalación menor de 100 kW. Este tipo de instalación se le aplicará el RD 1699/2011.
- Tipo 2, si estar dado de alta en el RIPRE, es lo mismo que el tipo 1 pero cuando somos productores grandes de energía eléctrica ya que podremos venderla, en este tipo no tenemos límite de potencia y se nos aplicará los RD 1699/2011, RD 1955/2000 y el RD 413/2014. Estas instalaciones deben pagar mayor cantidad de impuesto ya que al vender energía generan ingresos.

En esta instalación como no nos interesa vender la electricidad que se genera porque la consumirán las cargas de la instalación, la presente instalación de autoconsumo será una instalación de tipo 1.

5. Situación geográfica

La parcela donde se ubica la granja avícola se encuentra situada en el polígono industrial “El Canari” perteneciente en la parte oeste del municipio de Alcudia de Crespins, se ubica en la calle La Costera S/N. Las coordenadas donde se encuentra la parcela son:



Latitud: 38.966993

Longitud: -0.611964

Altitud: 211 m.s.n.m.

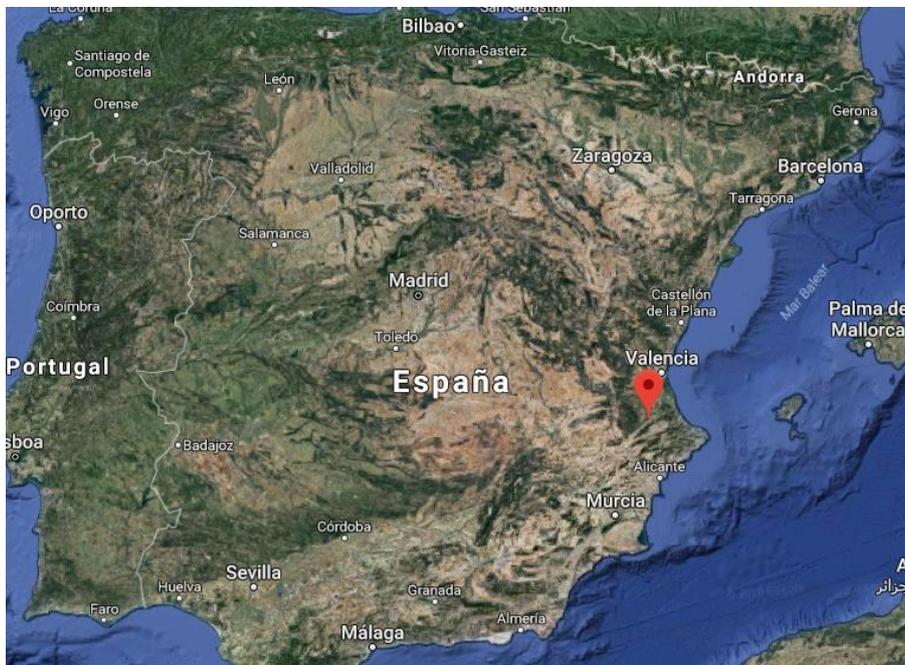


Ilustración 5. Emplazamiento de la instalación

Como se había dicho anteriormente, la parcela se encuentra en la provincia de Valencia, esta zona es muy buena para colocar placas solares ya que la radiación anual suele ser alta.

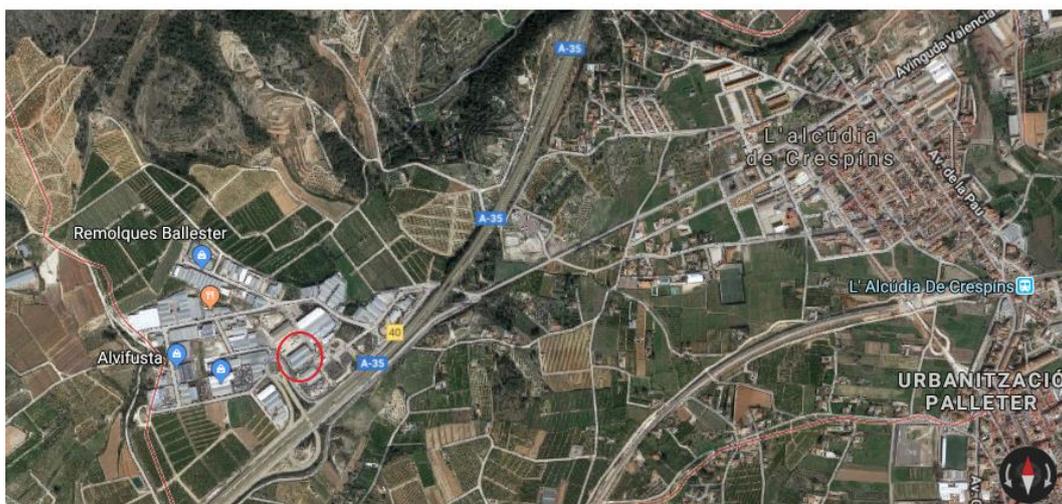


Ilustración 6. Localidad del emplazamiento



Ilustración 7. Vista en 3D de la nave industrial

En esta figura ya se puede observar mejor el tipo de tejado donde se instalarán los paneles, es a dos aguas y cuenta con dirección sur-este.

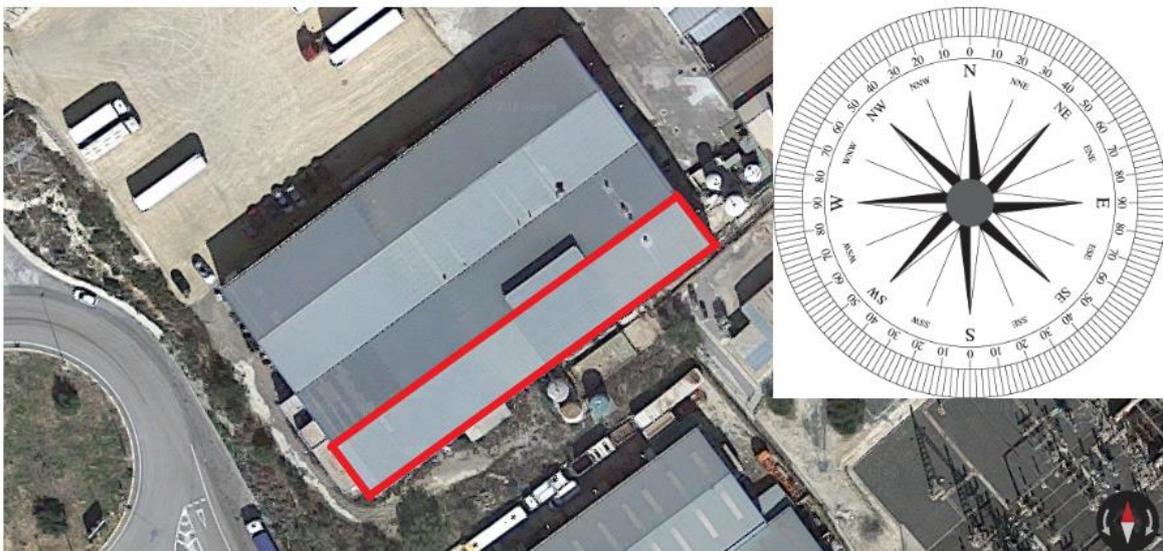


Ilustración 8. Zona y ángulo de los generadores fotovoltaicos

La zona de la cubierta marcada en rojo muestra el sitio donde se colocarán los paneles, como se puede observar no se puede poner en una dirección determinada ya que se aprovechará la dirección del tejado para instalar los paneles. Más concretamente la dirección del tejado donde se instalarán los paneles es a -35° del sur, por lo que el azimut de los paneles será ese ángulo. Hay que tener en cuenta la inclinación del tejado, para saberlo se ha utilizado un inclinómetro que ha dado una inclinación de 32° , por lo que los paneles estarán a dicha inclinación.



Ilustración 9. Perfil de la nave industrial

La nave cuenta con una superficie total de 4300 m². La granja está dividida en dos naves simétricas en superficie útil de 2100 m². Cada una, la granja cuenta también con un espacio de 100 m². Las actividades de la granja se dividen entre zonas, la primera y que ocupa la mayor parte es para la instalación de cebado donde las gallinas se encuentran en jaulas mejoradas para gallinas ponedoras, esta actividad se realiza en la totalidad de una de las naves. En la segunda zona tenemos el suelo con cama de paja para el engorde de pollos para su posterior venta y que ocupa un poco más de la mitad de la segunda nave. La última zona se caracteriza por tener un espacio para las tareas administrativas, también existe un espacio para el almacén y otra para residuos. La granja cuenta con un espacio de 100 m² que será utilizado en parte para albergar los dispositivos de protección o demás de la instalación FV ya que parte de él ya está utilizado para la centralización de calefacción y ventilación.

La entrada de la granja se encuentra en la calle de La Costera 7-9, la entrada cuenta con una puerta que solo la pueden abrir trabajadores de la granja o trabajadores de naves que comparten la calle de entrada.

5.1. Distribución de la superficie

La granja avícola está compuesta por dos naves de igual tamaño un espacio reducido. Las dimensiones de una nave son idénticas a la otra y son las siguientes:

- Largo: 70 metros.
- Ancho: 30 metros.
- Altura máxima: 5 metros.

El otro espacio existente en la granja cuenta con las siguientes dimensiones:

- Largo: 5 metros.
- Ancho: 20 metros.
- Altura máxima: 4 metros.

6. Programas de cálculo

Los programas de cálculos informáticos que se utilizarán serán para verificar que los



cálculos que se hagan estén correctamente, así mismo, se deberá verificar que los programas hagan bien los cálculos interpretando los resultados. Los programas que se han utilizado son:

- AutoCAD: programa informático de diseño, en él se dibujarán los planos de la instalación FV.
- DIALux evo: programa de iluminación para comprobar que la iluminación es la adecuada y en el caso de que haya variaciones, poder saber la cantidad de luminarias, su potencia y sus características.
- PVGIS: programa europeo online, se utilizará para saber la cantidad de irradiación solar incidente y conocer datos de la instalación que nos puedan ayudar.

7. Radiación incidente en la zona de instalación

La granja se ubica en la zona de Valencia, esta zona es muy apta para colocar paneles FV tendrá un rendimiento bueno, aun así habrá momentos del año donde no se podrán obtener los mismos rendimientos, estos momentos serán casi siempre en invierno debido a las pocas horas de sol y a la mayor cantidad de nubes. Ahora se utilizará el programa online de PVGIS para conocer la irradiación media anual en el sitio de la instalación, estos no son valores exactos pero si aproximados, con ellos se podrá hacer una idea aproximada de cómo será la cantidad de algunos datos de interés. Esta tabla muestra la irradiación global en el emplazamiento seleccionado.

Latitud	Longitud	Elevación (m.s.n.m.)
38.966993	-0.611964	211

El ángulo de inclinación óptimo es: 35 grados

Mes	Hh	Hopt	H(32)	Iopt	TL	TD
Enero	2370	4100	3990	63	3.2	12.9
Febrero	3260	4890	4800	55	3.3	12.6
Marzo	4720	5910	5870	42	3.5	14.7
Abril	5510	5920	5950	26	3.8	17.3



Mayo	6550	6300	6390	14	4.2	20.8
Junio	7440	6780	6920	6	4.6	24.8
Julio	7530	7040	7160	9	4.7	27.9
Agosto	6520	6730	6790	21	4.7	28
Septiembre	4970	5900	5890	37	4.4	24.9
Octubre	3760	5240	5170	51	3.5	21.7
Noviembre	2590	4250	4150	61	3.1	16.6
Diciembre	2080	3750	3650	65	3.1	13.8
Media	4780	5570	5570	35	3.8	19.7

Tabla 1. Datos de irradiación y temperatura en la zona de instalación

Dónde:

- Hh: Irradiación si los paneles estuvieras en un plano horizontal ($\frac{Wh}{m^2 \cdot dia}$).
- Hopt: Irradiación si los paneles tienen una inclinación de 35°.
- H (32): Irradiación si los paneles se encuentran en la inclinación de la instalación a 32°.
- lopt: Mejor inclinación para conseguir la mayor potencia en cada mes.
- TL: Turbidez de Linke (Adimensional).
- TD: Temperatura media de cada mes (°C).

De esta tabla se obtienen varias conclusiones.

No se va a disponer de irradiación en un plano horizontal ya que en los meses centrales sí que generará más potencia pero en la media anual hace bastante menos. Los otros dos ángulos que tenemos sí que son mucho más importante ya que tenemos por una parte la irradiación con el plano que vamos a trabajar que son 32°, se va a trabajar con este ángulo porque así se ahorra poner estructuras que soporten el peso de los paneles y que aumenten la inclinación al ángulo óptimo que serían unos 35° ya que por lo que se ve no se aumenta la captación anual apenas y no nos sale rentable poner soportes extra en los paneles.

El coeficiente de turbidez de Linke se define como la pérdida de radiación solar por la



presencia de contaminantes en la atmósfera, como pueden ser los aerosoles. Proporciona la densidad de una atmósfera contaminada y húmeda respecto de otra limpia y seca, por lo tanto, es la comparación de una buena atmosfera por donde la energía solar llegará con mayor facilidad a otra con mayor contaminación y hará que refleje la energía solar y nos llegue menor cantidad. Los coeficientes de esta zona son bastantes buenos ya que no es una ciudad grande ni contaminada.

El otro dato de interés es la temperatura, la temperatura en los paneles FV es fundamental ya que al aumentar la temperatura se reduce su rendimiento. Cuando se muestran las características de los paneles se hace con una temperatura estándar de 25°C así que cuando el panel se encuentre por debajo de esta esa temperatura se aumentara su eficacia y al contrario se reducirá. La máxima tensión generada por el panel es a 0°C ya que por debajo de esta puede haber peligro de congelación de alguno de los elementos de la instalación y cuanto más aumentas la temperatura menor tensión suministran las placas, algunos fabricantes de paneles ya dan el dato directo de cada grado que aumenta que porcentaje de tensión suministrado por el panel desciende. La variación de tensión sin carga se tendrá que tener en cuenta y su unidad es el voltio.

8. Elementos que componen la instalación

La granja avícola a que va destinado el proyecto cuenta con 4300 m² divididos en tres partes. La primera y la segunda son dos naves de dimensiones iguales, es decir, 2100 m². Por último se tiene un espacio de 100 m² destinado para la instalación de futuras instalaciones eléctricas.

Las dos naves similares se pueden dividir en tres partes. La primera cuenta con la instalación de baterías de jaulas para gallinas incubadoras, la ocupación de esta tarea es de la totalidad de la primera nave, las jaulas están divididas en tres filas de 40 metros de longitud, cada fila cuenta con dos cara, la cara "a" es la parte de la fila que tiene la pared de la granja a su izquierda, en cambio, la cara "b" es la parte contraria, se utiliza esta forma de diferenciar las partes de las jaulas para que sea más fácil su localización, en las siguientes imágenes se puede ver la distribución de las jaulas.



Ilustración 10. Gallinas ponedoras en la granja antigua



Por otra parte, la alimentación de las gallinas se realiza de forma manual, es decir, diariamente un trabajador debe echar una cantidad determinada de comida ya que si se excede se pueden cebar demasiado y sufrir enfermedades con más regularidad o por el contrario puede echar demasiada poca cantidad y en ese caso las gallinas tendrían un peso insuficiente y darían menos cantidad de huevos, por eso elaboraremos un programa para que la alimentación de las gallinas sea lo más perfecta posible para que así puedan dar la mayor cantidad de huevos, eso se consigue maximizando los nutrientes recomendados y sobre todo la cantidad de comida que tienen que recibir. Por otra parte, la climatización de esta nave es bastante deficiente, por eso al instalar un circuito para la climatización y de renovación del aire se podrá controlar tanto la temperatura como la velocidad del aire y su humedad ya que las aves son muy propensas a sufrir alguna alteración en su producción de huevos si su entorno no es el ideal para incubar. Las temperaturas óptimas para garantizar el máximo confort, consumo de pienso y adecuado desarrollo de órganos y tejidos varían a medida que las aves crecen, en nuestro caso tenemos una empresa externa contratada que nos abastece con pollos jóvenes por lo tanto no se necesitan cuidados extra para los polluelos ya que ellos necesitarían un entorno a su medida. La uniformidad diaria de la temperatura de la nave durante cada día y la reducción gradual de la misma en la medida que las aves crecen, son muy importantes para obtener un buen rendimiento del lote de pollos. Cuando se reduce adecuadamente la temperatura de la nave es posible obtener mejor ventilación. En el caso de animales avícolas las condiciones ideales serán de:

- Temperatura: La temperatura ideal podrá variar entre 20°C y 30°C.
- Humedad: En el caso de la humedad no es tan importante pero su valor idóneo sería entre un 50% y un 90%.

Otro punto sería la estanqueidad de la nave para que el calor no se disipe y se pueda lograr una mayor eficiencia con menos gastos en suministros eléctricos. En naves de techos a dos aguas altos, con más de 2,5 metros de altura en las paredes laterales, es necesario aislar principalmente el área no útil del techo, para evitar que cada vez que el aire entra, el calor excesivo que se atrapa en este sector baje a las aves. En nuestro caso ya han llevado a cabo la estanqueidad del techo, pero hay que tener en cuenta que la nave tiene que tener ventanas para dejar entrar una buena iluminación para las aves.

El número de gallinas que están alojadas en la primera nave varía según sea verano o invierno.

EPOCA DEL AÑO	SUPERFICIE UTILIZADA	NÚMERO TOTAL DE GALLINAS
VERANO	2000 m ²	1400 gallinas
INVIERNO	2000 m ²	1500 gallinas

Tabla 2. Cantidad de gallinas en la granja

La otra nave se puede dividir en dos partes, la parte de mayor importancia es el que está ocupado por los pollos de engorde, tanto la climatización como la ventilación del aire serán similares en la otra nave como para esta ya que la necesidad de los pollos es similar al de las gallinas. No obstante los pollos llegan ya nacidos en un camión especialmente climatizado, esto es importante ya que no se tendrá que tener especial cuidado con pollos acabados de nacer y sus cuidados.



Ilustración 11. Recepción de pollos

Los pollos cuentan con sistemas para su alimentación y para la distribución del agua. Aun así hay que tener especial cuidado con la época del año en que estemos ya que los pollos de la segunda nave no pueden excederse en ningún momento las 15 o 16 aves el metro cuadrado. Para tener una mayor exactitud se ha elaborado una tabla con el recuento del número total de pollos que habitan en la nave.

EPOCA DEL AÑO	SUPERFICIE UTILIZADA	NÚMERO TOTAL DE POLLOS
VERANO	1400 m ²	2000 pollos
INVIERNO	1400 m ²	2200 pollos

Tabla 3. Cantidad de pollos en la granja



Ilustración 12. Pollos después del proceso de engorde

La otra parte de la segunda nave alberga las tareas administrativas, también existe un espacio para el almacén. La zona para realizar tareas administrativas es de 6x25 metros. El almacén es un poco más grande ya que tiene unas dimensiones de 6x5 metros. También se dispone de un espacio con ventilación natural para los residuos que tiene una dimensión de 3x4 metros.

8.1. Alimentación de las aves

Los 78 comederos que hay en la nave han de estar diseñados de forma que garanticen el suministro de comida a cada momento, cada pollo consume unos 18 gr de pienso el primer día, hasta 160 gr en el fin de su engorde. Los piensos son suministrados por una empresa integradora, y la propia empresa modifica su suministro y las características de este a medida que avanza el proceso de engorde, estos piensos se almacenan en tolvas y silos exteriores, metálicos o bien de PVC, desde los cuales se realiza el suministro al interior de forma automática y constante según se vacían los comederos. El suministro al interior se realiza por medio de cintas transportadoras que entran en funcionamiento cuando disminuye la cantidad de alimentación del circuito, las tolvas deben contener alimento para el suministro en un periodo no inferior a una semana. Se pueden usar hasta 4 tipos de pienso, arranque, crecimiento, cebo y acabado, dichos piensos se encontrarán de forma granulada o en migajas, siendo una alimentación "ad libitum", es decir los comederos se llenan a medida que van vaciándose y no existe una limitación diaria. En conclusión, El control del sistema de alimentación comprende tanto el sistema de bebederos como de comederos de pienso, estos dos circuitos son los encargados de que el ave alcance el mayor peso posible, dentro de las condiciones de salud y evitando enfermedades de sobrepeso, durante el ciclo de engorde.

8.2. Circuito de agua

El circuito de agua de alimentación de los bebederos de la granja se llenará con agua



potable proveniente de la empresa suministradora de agua. Este circuito entrará a la nave por una tubería al que le seguirá los filtros necesarios para que el agua sea apta para las aves, después añadiremos los medicamentos a la canalización de agua y serán repartidos por un motor que suministrará la presión para que llegue a todos los bebederos y no tenga obstrucciones.

8.3. Circuito de alimentación

Para el circuito de la alimentación, esta se almacenará en un silo en el exterior de la granja.

En total se cuenta con un silo. El silo será programado para que el motor permita la apertura de la compuerta y que así pueda trasportar la comida. La programación consistirá en la ingesta de comida de las aves, por tanto, la primera nave necesitará más comida y de diferente tipo que la otra nave que al haber menos cantidad de aves comerán menos. Desde el silo el pienso va cayendo sobre una tolva provista de un motor y un tubo sinfín que ira depositando el grano, la tolva está provista de un tubo o tornillo sin fin movido por un motor de forma que irá alimentando los distintos platos de la línea de comederos.

8.4. Circuito de calefacción

El sistema de calefacción escogido para la alimentación de los calefactores es de gas propano. El sistema estará constituido por diez radiadores, los cuales se distribuirán de la siguiente manera, seis radiadores se instalaran en la primera nave mientras que los otros cuatro se instalarán en la segunda nave, desde el depósito llegarán los tubos de forma enterrada, y una vez en la pared de la nave se dispondrá una llave de paso, y en el interior, otra llave de las mismas características y se incluirá además un manómetro para comprobar la presión de las tuberías que llevan el combustible de gas propano. Esta instalación interior estará dispuesta dentro de un cuadro de regulación debidamente protegido para evitar su manipulación por personal ajeno a la instalación avícola. Una vez en el interior, la instalación volverá a ser aérea, y de distribuirá hasta un cuadro de regulación, el cual controlará la totalidad de los radiadores de la instalación, es decir, desde el cuadro de distribución se podrá controlar la totalidad de los radiadores y así controlar la temperatura de la nave, se ha hecho de esta manera ya que tanto las gallinas de la primera nave como los pollos de la segunda nave necesitan la misma temperatura. El objetivo principal del cuadro de regulación, es la transformación de la presión del combustible en las tuberías a la presión de trabajo de los radiadores que será de entre 0.4 bares y 1,2 bares. La temperatura que debe oscilar siempre en la nave va desde los 10°C y los 35°C. Las características técnicas de los radiadores así como el modelo que se instalará es el siguiente:

- MARCA: Kromschroeder®
- MODELO: infraconic

La información dada por el fabricante es:



Radiadores infrarrojos de placa metálica a gas. Sistemas de regulación y control de temperatura para aplicaciones en el sector avícola y porcino. Doble superficie radiante de acero inoxidable. Equipados con válvula de seguridad termoeléctrica.

8.5. Gas propano

El gas que se utilizará como combustible para la calefacción. El almacenamiento se realizará mediante depósito fijo de superficie GLP®, gases licuados del petróleo, para suministro a granel, de la marca LAPESA®, estando oficialmente homologado por la dirección general de Industrias Siderometalúrgicas y Navales. Se trata de un depósito fijo de 7000 litros alquilado por el propietario de la granja avícola a la sociedad Repsol®-Butano S.A.

Se ha de cumplir una serie de reglamentos y normativos para la autorización del uso de este tipo de depósitos, a continuación se indican los reglamentos a los que atiende una instalación de gas de este tipo.

- Reglamento sobre instalaciones de almacenamiento de gases licuados del Petróleo (G.L.P) en depósitos fijos (B.O.E. de 29-01-1986).
- Reglamento de Recipientes a presión.
- Reglamento de instalaciones en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales.
- Reglamento de redes y acometidas.

8.6. Ventilación

El sistema de ventilación está formado por cuatro ventiladores de gran caudal cuya misión principal es la de la renovación del aire del interior de la nave. El circuito de ventilación entrará en acción cuando la temperatura o la humedad relativa no tengas los valores deseados, o cuando se salgan de los límites establecidos para el interior de la granja, estas temperaturas y humedades ya han sido incluidas en tablas en el proyecto para tenerlas como referencia para el cuidado de los animales, si la temperatura y humedad relativa no son las óptimas se pondrá el sistema de ventilación en funcionamiento por un autómata que se pone en funcionamiento a través de sensores de temperatura y humedad. La ventilación también se verá favorecida por la apertura de las ventanas de las naves cuando sea preciso, estas ventanas son de apertura automática, por tanto, lo tiene que realizar el autómata de la instalación. Para la apertura de las ventanas, se encuentran dos motores integrados en el sistema de ventilación en las paredes laterales de la nave con un sistema de cables y poleas, además las ventanas se encuentran protegidas por una malla que impide el paso de cualquier animal o ave perjudicial para la estabilidad del proceso de engorde.

Las características técnicas de los ventiladores son las siguientes:

- Marca: EUROGAN®
- Modelo: VGXL-BOT-050
- Velocidad (50 Hz): 2800 r.p.m.



- Potencia: 0.50 kW
- Intensidad: 1,7 A
- Caudal (50 Hz): 16000 m³/h(*)
- Peso: 48 Kg
- Medidas (mm): 925x925x427

(*) El caudal de un ventilador, es la masa de aire que éste puede desplazar en una unidad de tiempo.

7.7. Humedad relativa y refrigeración

Para este circuito contamos con paneles evaporativos, estos paneles se conectan en la parte exterior de una pared de la nave, es la granja se instalarán dos, uno para una nave y el otro para la otra. El circuito de agua al que nos referimos cuando hablamos de humedad relativa es el que comprende desde el depósito de agua hasta los paneles humidificadores, estos paneles irán instalados en el exterior de la nave al lado de los ventiladores de gran caudal.

Es muy importante tener en cuenta estos factores porque las aves son muy vulnerables a estos parámetros, su temperatura corporal es más alta que las personas pero aun así el emplazamiento es muy malo por el elevado calor en los meses de verano. Las aves son más delicadas por el frío pero en la zona de Valencia no hay temperaturas muy frías, en cambio sí que temperaturas altas con lo que estos paneles harán estabilizar la humedad y descender la temperatura.

El funcionamiento de estos paneles lo inician los propios trabajadores de la granja que pondrán en marcha los motores que llevan el agua a los paneles.

Los paneles están compuestos de una celulosa que es la que queda humedecida por el agua, de esta manera al paso del aire seco por los paneles, éste se humidifica pasando a ser aire húmedo, que consigue que el local tenga una humedad relativa idónea a la vez que se disminuye la temperatura interior.

9. Relación de receptores de alumbrado y su potencia

La iluminación afecta directamente al proceso de desarrollo ave, puesto que es un factor muy importante se deberá tener especial cuidado en sus características, esta afecta al ave de forma estimulante lo que se transfiere a un mejor rendimiento en las ganas de comer y de beber de las aves. Tales estimulaciones pueden mejorar su vida y esto provocar mejor calidad en su carne. Las zonas de iluminación de la granja se dividen en dos, por primero tenemos una zona para iluminar los animales y en la otra donde tenemos a los operarios realizando tareas administrativas donde tenemos más flexibilidad de elección.

Antes del comienzo de este proyecto ya se cambió la iluminación de las naves industriales, por lo que nosotros nos centraremos en verificar que sea la iluminación óptima, antes se contaba con tubos fluorescentes, debido al alto coste por su



potencia se optó por actualizarla a tecnología LED, esta es mucho más eficaz y con menores pérdidas, sus costos fueron alto pero se amortizan con los años.

Algunas de las cosas que se deberán tener en cuenta son:

- Reloj biológico del ave (ritmo circadiano): es el ciclo diario natural de cualquier ser vivo y que, se deberá mantener lo más intacto posible para no alterarlo ya que se podría aumentar efectos nocivos como el estrés, pérdida de hambre o trastornos^[4].
- Nivel de iluminación: los estudios realizados llegan a la conclusión que la cantidad de luxes permitidos en las aves de corral y que no afecte negativamente en su salud es entre 30 y 40 luxes.
- Horas de funcionamiento: son las horas en que la iluminación que afecta directamente a las aves este encendido.
- Tecnología de la lámpara: hay variedad entre los tipos de lámparas que se pueden utilizar, dado que en el presente proyecto se izó una remodelación para actualizarlo a luminarias LED se decantará por esta tecnología, es la mejor alternativa ya que ofrece un alto rendimiento, mucha vida media y unos bajos costes de mantenimiento y de potencia.
- Uniformidad luminosa: En los animales hay que tener especial cuidado en los cambios de iluminación en los espacios, hace años, la tecnología LED era más focalizada, es decir, el ángulo de abertura de sus luminarias era muy cerrado y en la perpendicular del eje de la lámpara hacia mucha luz pero cuanto más te alejabas hacia mucha menos luz, este es el tipo de cosas a evitar ya que si tienes un bebedero lejos de la luz y no esta iluminada puede no verse y no se acercarían para beber. Ahora ese inconveniente se ha solucionado con los nuevos reflectores que aumentan el ángulo de abertura y permiten que en un espacio haya aproximadamente la misma iluminación en el centro que en los extremos, se intentará que la diferencia entre la iluminación media E_{med} e iluminación mínima E_{min} no sea menor de 40%.
- Temperatura de Color: es la tonalidad de la luz, para temperaturas bajas es una luz cálida y cuanto más se aumenta la temperatura más fría se hace, los tonos frío provocan excitación y movimiento mientras que los tonos cálidos lo contrario transmiten calidez y cansancio, se mide en Kelvin. Nosotros nos decantaremos por el tono que ya tienen, que es de 4000 K, este tono es bueno ya que es intermedio y no molestará ni perjudicará la vida de las aves.
- IRC: el IRC (Índice de Reproducción Cromática) representa la calidad de la luz, varía entre 1 a 100 y muestra la calidad de energía emitida por la lámpara. Para menores IRC no podrá distinguirse los detalles de objetos o personas cercanas, pero para IRC altos (casi 100) si podrá leerse o identificar cualquier detalle de un objeto. Nosotros ya nos viene determinado por el tipo de lámpara ya instalada y que es de 85.
- IP: el IP (índice de protección) muestra que resistente es una luminaria ante penetraciones de cuerpos sólidos y líquidos, en nuestra instalación necesitamos valores altos ya que el ambiente que hay deteriorará la luminaria, para la zona de administración no se necesita tanta resistencia ya que es como una oficina donde el polvo o agua es mínima. El índice de protección se identifica con dos números (IPXX) donde la primera es la resistencia ante la penetración de cuerpos sólidos y el segundo ante líquidos, nuestra luminaria cuenta con un IP65 que es muy idónea para esta instalación.
- Flicker: el Flicker o parpadeo en la iluminación es la percepción de cualquier persona o animal ante parpadeos en luminarias, las aves cuentan con una



frecuencia de visión más rápida por lo que parpadeos imperceptibles para las personas pueden ser perceptibles por la aves originándoles estrés, cambios de hábitos, agresividad, etc. Las luminarias LED cuentan con drivers para minimizar el parpadeo y que sea imperceptible por lo que esta parte está asegurada.

El control de la iluminación lo hacen los propios operarios con su propio criterio, es decir, en la zona de tareas administrativas se tendrán la luz encendida cuando lo requieran y para los animales igual, en los momentos donde la luz diurna sea suficiente para iluminar la nave se dejarán las luminarias apagadas y cuando este oscuro debido a que sea de noche o por el tiempo se encenderán.

Los aparatos de alumbrado vienen ya con todos los elementos suministrados e instalados como pueden ser la lámpara, cables, driver, conexiones, etc. También contará con conexiones de puesta a tierra en cualquier parte metálica para asegurar la seguridad eléctrica.

El cableado en el interior de los aparatos se efectuará esmeradamente y en forma que no se causen daños mecánicos a los cables. Se evitará el cableado excesivo. Los conductores se dispondrán de forma que no queden sometidos a temperaturas superiores a las designadas para los mismos. Las dimensiones de los conductores se basarán en el voltaje y potencia de la lámpara, pero en ningún caso será de dimensiones inferiores a 1 mm^2 . El aislamiento será plástico o goma. No se emplearán soldaduras en la construcción de los aparatos, que estarán diseñados de forma que los materiales combustibles adyacentes no puedan quedar sometidos a temperaturas superiores a 90° .

Después de saber las características que tienen que tener las luminarias e iluminación se empezará conociendo las luminarias que hay actualmente para luego saber si cumple según los parámetros aceptables y si hay que eliminar luminarias sin perjudicar a los animales ni personas.

Cabe recordar que existen dos zonas en la iluminación, la primera consta de la zona donde se encuentran las aves y esta deberá tener una iluminación uniforme, regulada y resistente al polvo, para el otro tramo se utilizará otro tipo de luminarias que no hacen falta que sean tan resistentes ya que son para la zona de tareas administrativas.

Se empezará por la zona 1 donde se tiene la iluminación de los animales.



Ilustración 13. Emplazamiento de luminarias para aves

Características de la luminaria.

- Marca: Onok lighting
- Tecnología de la lámpara: LED
- Nombre: Oyster
- Potencia nominal: 40 W
- Potencia real: 31 W
- Flujo luminoso nominal: 4000 lm

La ubicación donde se instalarán las luminarias son la totalidad de la primera nave y la mitad de la segunda. En la imagen anterior se puede observar la superficie ocupada desde una vista de planta. En el apartado “resultados luminotécnicos” se nombrarán las demás características de la luminaria y de los posibles ahorros que se llevarán a cabo.

Para la zona 2 donde están los trabajadores tenemos la siguiente iluminación.



Ilustración 14. Emplazamiento de luminarias para personas

Características de la luminaria.



- Marca: Onok lighting
- Tecnología de la lámpara: LED
- Nombre: Line C
- Potencia: 36,3 W
- Potencia real: 39,5 W
- Flujo luminoso nominal: 5525 lm

Aquí se optó por una luminaria colgante ya que las mesas de trabajo son bajas y los techos son altos, esto haría que la luminaria quedaría muy alta y provocaría poca luz, con unos hilos de acero se colgará la luminaria para que la altura no sea tan alta e ilumine de una forma óptima, todas la instalación como los elementos vienen ya instalados y preparados para funcionar. Las demás características de la luminaria se detallarán en el apartado de “resultados luminotécnicos”.

En resumen, se tienen los siguientes receptores de alumbrado y su potencia

Receptor	Potencia	Número	Flujo luminoso
Luminaria LED zona 1	40 W	60	4000 lm
Luminaria LED zona 2	36,3 W	18	5525 lm

Tabla 4. Características de las luminarias

Ahora solo habrá que calcular la iluminación con esta cantidad de luminarias para luego ver si se pueden eliminar cantidad y así poder optimizar la iluminación.

9.1. Resultados luminotécnicos

Para realizar los cálculos lumínicos se ha utilizado el programa informático “DIALux”, en él hemos se ha incluido las características de las luminarias y también los archivos relacionados con la iluminación de la nave, llamados LDT.

Las características de las luminarias estarán en el apartado de anexos.

Se empezará por la primera parte de la granja que está constituida por la primera nave y una parte de la segunda.

- Nivel de iluminación requerida: 30 a 40 luxes.
- E_{min}/E_{med} : valor mínimo de 0,1 en la zona de trabajo (*).
- Horario de encendido y de apagado: según criterio de los empleados.

(*) La zona de trabajo es el área donde se ejecuta la tarea, está delimitada para esa



zona y se excluye lo que queda en el exterior.

El número de luminarias en esta parte es de 60, por lo que vamos a ver que iluminación tenemos con esas luminarias y, si podemos eliminar una cuentas para optimizar la iluminación.

Lugar	Número de luminarias	E_{med}	Potencia (W)
Zona 1 nave 1	35	51,7	1085
Zona 1 nave 2	25	42,2	775
Total			1860

Tabla 5. Iluminación antigua en la zona de animales

Sabiendo ya los resultados que se tienen en la actual instalación se procederá a ajustar la iluminación para mejorar el confort de las aves.

Lugar	Número de luminarias	E_{med}	Potencia
Zona 1 nave 1	20	34,8	620
Zona 1 nave 2	16	29,0	496
Total			1116

Tabla 6. Iluminación nueva en la zona de animales

Con esto no solo se ahorra potencia, si no que mejoramos el ciclo biológico del ave.

De todas formas la reducción de potencia es bastante contando que no hemos tenido en cuenta la otra luminaria.

La segunda parte de la granja que está constituida por parte de la segunda nave.

- Nivel de iluminación requerida: 450 a 550 luxes.
- E_{min}/E_{med} : valor mínimo de 0,4 en la zona de trabajo.
- Horario de encendido y de apagado: según criterio de los empleados.



Lugar	Número de luminarias	E_{med}	Potencia (W)
Zona 2 nave 2	18	374	711
Total			711

Tabla 7. Iluminación antigua en la zona de trabajadores

Sabiendo ya los resultados que se tienen en la actual instalación se procederá a ajustar la iluminación para mejorar el confort de las aves.

Lugar	Número de luminarias	E_{med}	Potencia
Zona 2 nave 2	12	295	474
Total			474

Tabla 8. Iluminación nueva en la zona de trabajadores

En este caso sí que se pierde iluminancia por debajo de lo que se quería pero se ha concentrado las luminarias en el centro que es la zona de trabajo para que ahí sí que lleguen a la iluminación deseada ya que si tenemos en las esquinas de poco servirá tener mucha luz porque ahí solo puede haber objetos o material guardado.

En resumen, se ha conseguido una reducción del.

$$P_{vieja} = 1860 + 711 = 2571 \text{ W}$$

$$P_{nueva} = 1116 + 474 = 1590 \text{ W}$$

$$P_{reducida} = 2571 - 1590 = \mathbf{981 \text{ W}}$$

10. Previsión de potencias

Para conocer la potencia que deberán suministrar los paneles se deberá conocer las potencias que se tienen en la instalación, a parte de la iluminación que ya se es conocida se tienen otras cargas vistas ya con anterioridad a este punto, como son la calefacción, climatización, etc.



DESCRIPCIÓN	POTENCIA
Iluminación zona 1	1,116 kW
Iluminación zona 2	0,474 kW
Motor bomba agua	1,5 kW
Motor puerta silo 1	1,0 kW
Motor mover cinta 1	1,5 kW
Motor mover cinta 2	1,5 kW
Motor mover cinta 3	1,5 kW
Motor mover cinta 4	1,5 kW
Motor mover cinta 5	1,5 kW
Motor mover cinta 6	1,5 kW
Motor tolva 1	0,5 kW
Motor humidificador 1	1 kW
Motor humidificador 2	1 kW
Motor ventilador 1	0,5 kW
Motor ventilador 2	0,5 kW



Motor ventilador 3	0,5 kW
Motor ventilador 4	0,5 kW
Toma de corriente (*)	3,312 kW
Toma de corriente (*)	3,312 kW
TOTAL	24,214 kW

Tabla 9. Previsión de cargas

(*) Tomas de corriente con un factor de potencia de 0,9.

Esta sería la potencia máxima cada hora teniendo todo conectado, en la práctica no se va a tener todo a la vez.

Se va a analizar cuantas horas al día tendremos en funcionamiento cada elemento. Para ello se analizará en dos partes ya que no vamos a tener todo el año el mismo consumo, se dividirá en dos zonas que serán la más caliente desde abril hasta septiembre ambos inclusive y desde octubre hasta mayo la época fría.

Para el periodo más cálido se tiene.

DESCRIPCIÓN	POTENCIA	Horas/día	kW/día
Iluminación zona 1	1,116 kW	1	1,116
Iluminación zona 2	0,474 kW	1	0,474
Motor bomba agua	1,5 kW	0,3	0,45
Motor puerta silo 1	1,0 kW	0,3	0,3
Motor mover cinta 1	1,5 kW	0,4	0,6



Motor mover cinta 2	1,5 kW	0,4	0,6
Motor mover cinta 3	1,5 kW	0,4	0,6
Motor mover cinta 4	1,5 kW	0,4	0,6
Motor mover cinta 5	1,5 kW	0,4	0,6
Motor mover cinta 6	1,5 kW	0,4	0,6
Motor tolva 1	0,5 kW	0,3	0,15
Motor humidificador 1	1 kW	3	3,0
Motor humidificador 2	1 kW	3	3,0
Motor ventilador 1	0,5 kW	4	2,0
Motor ventilador 2	0,5 kW	4	2,0
Motor ventilador 3	0,5 kW	4	2,0
Motor ventilador 4	0,5 kW	4	2,0
Toma de corriente (*)	3,312 kW	0,5	1,656
Toma de corriente (*)	3,312 kW	0,5	1,656
Total potencia al día	24,214 kW		23,402

Tabla 10. Potencia consumida en verano

Para la otra época más fría cambia un poco ya que no es lo mismo estar a una



temperatura máxima en verano que estar en una época mucho más fría como en invierno, también hay que tener en cuenta que las ventanas siempre las podrán cerrar los operarios y la calefacción no funciona con electricidad.

Para la época fría tendremos.

DESCRIPCIÓN	POTENCIA	Horas/día	kW/día
Iluminación zona 1	1,116 kW	4	3,348
Iluminación zona 2	0,474 kW	4	1,422
Motor bomba agua	1,5 kW	0,3	0,45
Motor puerta silo 1	1,0 kW	0,3	0,3
Motor mover cinta 1	1,5 kW	0,4	0,6
Motor mover cinta 2	1,5 kW	0,4	0,6
Motor mover cinta 3	1,5 kW	0,4	0,6
Motor mover cinta 4	1,5 kW	0,4	0,6
Motor mover cinta 5	1,5 kW	0,4	0,6
Motor mover cinta 6	1,5 kW	0,4	0,6
Motor tolva 1	0,5 kW	0,3	0,15
Motor humidificador 1	1 kW	1	1,0
Motor humidificador 2	1 kW	1	1,0



Motor ventilador 1	0,5 kW	1	1,0
Motor ventilador 2	0,5 kW	1	1,0
Motor ventilador 3	0,5 kW	1	1,0
Motor ventilador 4	0,5 kW	1	1,0
Toma de corriente (*)	3,312 kW	0,5	1,656
Toma de corriente (*)	3,312 kW	0,5	1,656
Total potencia al día	24,214 kW		18,582

Tabla 11. Potencia consumida en invierno

Se puede comprobar que en los meses más fríos se utilizarán más los radiadores, la ventaja que se tiene que tanto el combustible como su funcionamiento es con gas por lo que no se estará utilizando electricidad para generar calor. El inconveniente es el mayor gasto en iluminación, en general se compensa porque si se tuviera la calefacción con electricidad y se debería tenerla unas 4 o 5 horas al día sería una potencia importante.

En este aspecto hay que tener cuidado porque las aves suelen estar menos preparadas al frío que al calor ya que su temperatura corporal es de unos 40,5° con lo que de media ya suelen estar mucho más calientes que las personas. De normal en la zona donde está la granja no hacen temperaturas muy bajas, y el verano preocupa más por el hecho que aunque aguanten más las temperaturas altas en verano sí que suele hacer demasiado calor por eso se optará por tener una humedad media y los ventiladores más tiempos encendidos y con menor número de aves para que no generen tanta calor, así se podrá aguantar las temperaturas.

En resumen se obtiene que la potencia media consumida de media cada día es de.

Época	kW/día
Abril-Septiembre	23,402



Octubre-Marzo	18,582
Media	20,992

Tabla 12. Media de consumo anual

La conclusión que podemos hacer de esto es que para ser una granja con métodos tradicionales la potencia consumida es un poco elevada, también en parte por el tamaño de la granja, debido a su gran tamaño se debe hacer mayor cantidad de gasto en energía.

Ahora con estos datos ya se sabe que cantidad de energía se utiliza y que cantidad de esta se podrá aprovechar con los paneles y podrá ser ahorrada en concepto de energía.

11. Elementos de la instalación fotovoltaica

Ya se ha estudiado el lugar de emplazamiento, las características de este lugar y la radiación aproximada que se tiene, ahora vamos a analizar los elementos con los que contará nuestra instalación solar FV.

Se hará una mención a que la potencia de la instalación será menor de 10 kW para no tener que pagar pluses por potencia generada.

- Potencia deseada de la instalación FV: 9,5 kWh.

Se ha decidido instalar una potencia ligeramente inferior a 10 kW para garantizar que no se pase del valor límite en algún día de extrema irradiación.

11.1. Panel fotovoltaico

En el mercado se cuenta con diferentes tecnologías para crear las células FV, actualmente la más utilizada es la de silicio cristalino, abarcan casi la totalidad del mercado, nosotros no decantaremos por esta ya que es la que más experiencia se tiene y se sabe qué relación calidad precio es de las mejores si no la mejor. Dentro del silicio cristalino se encuentran dos formas de cristalinidad diferentes, por una parte el silicio monocristalino de mayor coste y de mayor eficiencia y, de silicio policristalino de menor coste, mayor abundancia en el mercado y de menor eficiencia. Nuestra instalación cuenta con un amplio techo que no tiene problemas de tamaño, esta es la razón principal por la que se escogen las de silicio monocristalino, como en la presente instalación no se tiene ese problema se cogerán las de silicio policristalino.

Los paneles seleccionados son de la marca Española Atersa® del grupo Elecnor y sus características ofrecidas por el fabricante son:

- Modelo: A-270P
- Potencia nominal P_{MPP} : 270 W
- Eficacia: 16,56%



- Tensión V_{MPP} : 31,88 V
- Intensidad I_{MPP} : 8,47 A
- Tensión sin carga: 38,30 V
- Corriente de cortocircuito: 9,07^a
- Tensión máxima: 1000V
- Coeficiente de temperatura P_{MPP} : -0,43%/°C
- Coeficiente de temperatura U: -0,32%/°C
- Dimensiones (+- 2mm): 1645x990x40
- Superficie: 1,63 m²
- Clase de aislamiento: Clase 2
- Máxima corriente inversa (IR): 15,1 A

Habrà que tener en cuenta que las características eléctricas que proporcionan los fabricantes son bajo condiciones de prueba estándar (STC), consisten en:

- 1 kW/m² de insolación perpendicular a los paneles.
- Temperatura de los paneles de 25°C.
- Masa de aire (MA) de 1,5.

Dado que para que este perpendicular el Sol con los paneles deba estar en el cénit y, esto nunca pasará en la zona de instalación, el Sol solo se encuentra en esa posición en los Solsticios y Equinoccios. Aquí ya se está perdiendo potencia y dado que la temperatura por general será más alta también se perderá potencia así que serán factores a tener en cuenta.

Los paneles son recomendables para uso industrial e instalaciones conectadas a red. El tipo de célula es policristalina de 6 pulgadas (156x156 mm) con 60 células en serie.

Como en la práctica no se tienen las condiciones estándar de prueba se tendrá que comprobar algunos valores, uno de ellos es la tensión sin carga, se tendrá que ver que variación tendrá esta tensión, para ello se irá a las temperaturas más desfavorables en el lugar de la instalación, con una mínima registrada de -7° durante el mes de Febrero de 1956 y una máxima de 70° que se escoge por ser desfavorable ya que esa temperatura no se consigue en ningún día del año. Se comprobará con la siguiente fórmula.

$$V_{oc} = V_{oc,est} - N_s \times \beta \times (25 - T_{cel})$$

Dónde:

- V_{oc} : es la variación de la tensión sin carga de un panel FV, su unidad es el voltio
- $V_{oc,est}$: es la tensión con el circuito abierto de un panel FV dado por su fabricante, su unidad es el voltio.
- N_s : número de células en serie en el módulo.
- β : coeficiente de variación de la tensión con la temperatura y depende el material del panel, dato suministrado por el fabricante en porcentajes.
- T_{cel} : temperatura del panel.



Dado que el fabricante escogido proporciona el valor en porcentaje de la tensión sin carga por grado aumentado o disminuido, no haría falta el número de células en serie, por lo que la fórmula se queda.

$$V_{oc} = V_{oc,est} - \beta \times (25 - T_{cel})$$

Aun así hay que convertir el valor de porcentaje en voltios para operar con las mismas unidades. Para ello hacemos la conversión.

$$\text{Coeficiente de temperatura} = \left(\frac{\text{coefi. temp. en \%}}{100} \right) \times V_{oc}$$

$$\text{Coeficiente de temperatura} = \left(\frac{-0,32}{100} \right) \times 38,30 = -0,123 \text{ V/}^\circ\text{C}$$

Ahora ya se puede calcular la tensión máxima.

$$V_{oc} = 38,30 + 0,123 \times (25 + 7) = 42,236 \text{ V}$$

Este dato permite conocer que tensión máxima del inversor se debe coger, cuando se sepa el número de paneles habrá que multiplicarlo y comparar si el inversor es capaz de aguantar esta tensión, si no es capaz habrá que coger otro ya que se sobrecalentaría y al final dejaría de funcionar.

Ahora se calcularán las tensiones máximas y mínimas durante el seguidor del punto de máxima potencia.

$$\text{Tensión mínima MPP} = 31,88 + 0,123 \times (25 - 70) = 26,345 \text{ V}$$

$$\text{Tensión máxima MPP} = 31,88 + 0,123 \times (25 + 7) = 35,816 \text{ V}$$

Por razones de seguridad eléctrica, se multiplicará el valor de tensión en vacío por 1,2 (120%) y se comparará con el valor de tensión en vacío máxima y se cojera el valor más grande, como el valor de la tensión de vacío es de $38,30 \times 1,20 = 45,96 \text{ V}$, por lo que se dejará el valor de 45,96 V.

11.1.1. Número de paneles

Para conocer el número de paneles que se necesitan primero se mirará que cantidad de horas de Sol se tendrá cada mes del año. Esta información permitirá conocer en cada mes el tiempo de Sol que hace y el tiempo sin Sol que se dispone. Se utilizará una tabla para facilitar la comprensión de tiempo con irradiación que se tiene. No será una información precisa ya que cada año varia al anterior pero si será aproximada.

Para ello se utilizará la siguiente fórmula pasada a formato decimal para restar.

$$\text{Horas de Sol} = \text{hora de puesta} - \text{hora que amanece}$$

Las horas de salida y puesta de Sol son facilitadas por la agencia solar europea ^[1].



Mes	Horas de Sol (h)
Enero	9:30
Febrero	9:43
Marzo	9:58
Abril	10:49
Mayo	11:58
Junio	12:36
Julio	14:08
Agosto	12:45
Septiembre	11:39
Octubre	10:23
Noviembre	9:57
Diciembre	9:41
Media	11:47

Tabla 13. Horas mensuales de Sol

Con esto se puede observar que la media de horas de Sol es de 11 horas y 37 minutos. Es un dato más que nada informativo ya que permitirá confirmar que la cantidad de potencia generada por los paneles es en los meses de verano ya que aunque en invierno se consigue extraer mejor rendimiento al panel es en verano cuando mayor cantidad de horas de Sol tenemos.

Para conocer el número de paneles que se deben instalar se calculará que potencia se extrae con cada potencia de panel, es decir, un panel de 270 kW como el



seleccionado no genera una energía de 270 kWh, por lo que se debe conocer que potencia diaria generarán los paneles. Se hará para un valor estándar de 1 kW de panel aunque se instalarás más no tendrá ningún efecto en los cálculos, sabiendo esto se podrá calcular el número de paneles. Los datos vienen ofrecidos y de libre acceso por la agencia europea de energía solar (PVGIS) ^[1].

Inclinación de 32° y orientación de -35°		
Mes	E_d	E_m
Enero	2,87	89,0
Febrero	3,48	97,4
Marzo	4,28	133
Abril	4,36	131
Mayo	4,70	146
Junio	5,05	152
Julio	5,14	159
Agosto	4,79	148
Septiembre	4,13	124
Octubre	3,61	112
Noviembre	2,94	88,3
Diciembre	2,62	81,1
Media anual	4,00	122

Tabla 14. Producción de energía por cada 1 kW de panel



Dónde:

E_d : Producción de energía media diaria por cada 1 kWh.

E_m : Producción de energía media mensual por cada 1 kWh.

En el peor de los meses se obtiene una potencia de 2,62 kWh, como se necesita 9,5 kWh.

1 kW de panel son 2,62 kWh

X kW de panel serán 9,5 kWh

$$X = \frac{9,5 \times 1}{2,62} = 3,626 \text{ kW}$$

Esta es la potencia que tenemos que instalar de paneles, como los nuestros son de 270 W, tendremos:

$$n^{\circ} \text{paneles} = \frac{3626}{270} = 13,43 \text{ paneles}$$

Se puede instalar 13 o 14 paneles pero como se ha ido al mes más desfavorable en los otros meses se producirá más electricidad, por lo que se escogerá instalar 13 paneles.

- Superficie total ocupada por los paneles.

$$S = 1,63 \times 13 = 21,19 \text{ m}^2$$

- Potencia obtenido por los paneles.

$$P = 13 \times 270 = 3510 \text{ W}$$

- Potencia diaria obtenida de los paneles el peor día del año.

$$E = 3510 \times 2,62 = 9196,2 \text{ kWh} = 9,2 \text{ kWh}$$

Con esta potencia no será suficiente para cubrir la demanda total diaria de la granja pero reducimos en parte su consumo de la red eléctrica.

La instalación será en una sola cadena de 13 paneles y, si el inversor no soporta la tensión máxima de vacío dividiremos los paneles en dos cadenas.

Ahora ya se puede calcular la producción mensual aproximada bajo condiciones de prueba estándar (STC), que generarán los paneles, con la siguiente fórmula.

$$E = 3510 \times E_m \text{ (Wh)}$$

Mes	E_m	Producción mensual de energía (kWh)
-----	-------	-------------------------------------



Enero	89,0	312,285
Febrero	97,4	341,874
Marzo	133	466,83
Abril	131	459,81
Mayo	146	512,46
Junio	152	533,52
Julio	159	558,09
Agosto	148	519,48
Septiembre	124	435,24
Octubre	112	393,12
Noviembre	88,3	310,00
Diciembre	81,1	284,66
Total anual	122	5.127,32

Tabla 15. Energía producida por la instalación

Las características de la cadena de paneles son:

- Tensión MPP: $13 \times 31,88 = 180,44 \text{ V}$
- Intensidad MPP: 8,47 A
- Intensidad de cortocircuito máxima: $1,25 \times 9,07 = 11,34 \text{ A}$
- Tensión sin carga máxima: $13 \times 45,96 = 597,48 \text{ V}$
- Tensión mínima MPP: $13 \times 26,345 = 342,485 \text{ V}$
- Tensión máxima MPP: $13 \times 35,816 = 465,608 \text{ V}$

11.2. Inversor

Se escogerá un inversor para la única cadena que se tiene, con esto se tiene el problema de que si falla se pierde la producción pero no es necesario poner dos inversores para la poca cantidad de paneles que tenemos, otro motivo es que encareceríamos la instalación. Si llegase el momento en que el inversor fallase se recurriría de la red hasta reparar los elementos deteriorados.

Para seleccionar el inversor se tendrá en cuenta los siguientes parámetros.

- Potencia máxima de los paneles: 3510 W
- Tensión de vacío máxima: 45,96 V
- Tensión MPP mínima: 26,345 V
- Tensión MPP máxima: 35,816 V

Estos deben estar relacionados de la siguiente manera con el inversor.

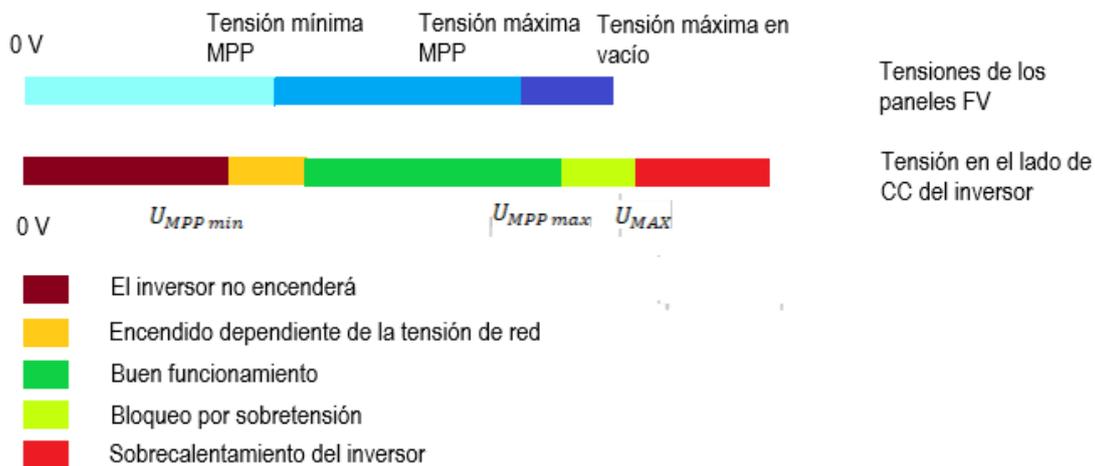


Ilustración 15. Elección del inversor

Dónde:

$U_{MPP\ min}$: Tensión mínima admitida por el inversor.

$U_{MPP\ max}$: Tensión máxima admitida por el inversor.

U_{MAX} : Máxima tensión soportada por el inversor.

- Modelos de inversor escogido: Fronius® Symo 3.7-3-M.

El Fronius® Primo es un inversor trifásico sin transformador, que se incluyen 2 MPPT's para un avanzado control de los módulos fotovoltaicos. La gran fiabilidad de los inversores se ve ampliada ya que incorpora la tecnología SnapINverters. Esta tecnología permite separar la parte de conexión de la parte de potencia mediante un sencillo mecanismo, lo cual proporciona mayor facilidad y seguridad en el montaje y manejo del inversor.



Pese a todo, la principal característica es la inclusión del datamanager (Interface WLAN) en el propio inversor, de forma que se pueda monitorizar la producción de todo el sistema fotovoltaico fácilmente desde el portal gratuito Solar.web, conectando el inversor a internet sin necesidad de otros cables.

Otro punto a tener en cuenta es la tecnología "Alimentación cero" por el que primero se alimenta las cargas de la instalación y el sobrante se inyecta a la red, aun así si se desea con estos inversores se puede evitar el suministro de energía a la red eléctrica cumpliendo las normas, más precisamente el RD 900/2015 que marcaba que se necesitaba un mecanismo de retorno de la energía de los paneles a la red, con este inversor estamos cumpliendo la normativa.

Características técnicas:

- Potencia máxima de entrada : 7400 W
- Tensión de empleo MPPT en el lado de CC: 150 – 800 V
- Tensión máxima soportada por el inversor: 1000 V
- Intensidad de entrada máxima: 16,0 A
- Potencia máxima de salida: 3700,0 VA
- Tensión asignada en el lado CA: 400 V trifásico
- Frecuencia asignada: Depende de la red (50 Hz)
- Factor de potencia: 0,85 – 1 ind/cap
- Eficacia máxima: 98,0 %
- Eficacia europea: 96.9 %

Para verificar la correcta instalación entre la cadena de paneles y el inversor vamos a comprobar si el inversor es bueno para las características de las cadenas, para ello, comprobaremos diferentes valores que nos harán garantizar la buena conexión.

Lo primero que se comprobará es la tensión sin carga en el extremo de la cadena sea menor que la tensión de entrada máxima soportada por el inversor.

$$597,48 V < 1000 V \text{ CORRECTO}$$

Ahora, la tensión mínima MPP.

$$342,485 V > 150 V \text{ CORRECTO}$$

Para continuar, la tensión máxima MPP.

$$465,608 V < 800 V \text{ CORRECTO}$$

Por último, la intensidad de cortocircuito máxima total de la cadena en paralelo y correspondientes al inversor no debe ser superior a la corriente de cortocircuito máxima soportada por el inversor a la entrada:

$$11,34 A < 16 A \text{ CORRECTO}$$

Por lo que este inversor cumple con todas las características necesarias.



11.3. Cableado

Los cables deben aguantar toda la vida de los demás elementos de la instalación, para ello se sobredimensionarán y calcularán para que soporten este tiempo. Como tenemos diferentes partes de cableado se diferenciará de tal forma.

Cables solares. Deben soportar las temperaturas más altas ya que se colocan detrás de los paneles donde la temperatura ronda los 70 °C o 80 °C y tienen que aguantar la radiación ultravioleta y estas temperaturas.

- L_{CC1} : Son los encargados de conectar la cadena de paneles. Irán conectados detrás de los paneles por eso deben soportar temperaturas tan altas ya que al estar tan cerca de los módulos les hace aumentar la temperatura y, a esto le sumamos que están expuestos al Sol. Estos cables tenemos la ventaja que al comprar el panel viene incluido el conector y el cable de sección 4 mm² y 1,2 m, por lo que utilizaremos este cable para ir conectando los paneles entre sí. Son de una longitud de 15,6 m
- L_{CC2} : Conectan la cadena con el cuadro de campo, donde se albergan las protecciones en el lado de CC. Ya que en los otros cables tenemos una sección más que suficiente para soportar los climas en exteriores, se utilizarán los mismos cables. Longitud de 12 m.

Estos cables están en el lado de corriente continua, por lo que serán elegidos para tal fin.

Cables no solares:

- L_{CC3} : Conecta el cuadro de campo al inversor. Como este tramo sigue siendo de corriente continua utilizaremos la misma sección que los anteriores. Tramo de 2 m.
- L_{CA1} : Tramo de cable del inversor al cuadro de campo del lado de CA. Luego calcularemos la su sección. Cable de 2 m.
- L_{CA2} : Une el cuadro de campo del lado de CA con el contador de energía producida. Luego calcularemos su sección. Es de 6 m.

Estos son, generalmente para corriente alterna menos el primero que une el cuadro del campo al inversor y sigue estando en el lado de CC pero sin estar expuesto al Sol.

Las características de los cables de corriente continua son de.

- Sección transversal: 4 mm²
- Temperatura de servicio máxima: 90 °C
- Aislamiento: PVC con envoltura de goma.
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Tipo de instalación: Cables sobre una pared.
- I_z : 31 A.

Se va a comprobar si esta sección es la idónea por el método de caída de tensión. Para las instalaciones fotovoltaicas la caída de tensión suele estar entre un 0,5 % a 2 % pero se recomienda que no sea superior a un 1 %, con esto reduciremos el calor



generado por la resistencia del cable, en corriente continua este es el mayor problema, este efecto se le conoce como efecto Joule. Para el término de potencia máxima se utilizará el número de paneles en serie por la potencia de cada panel que es de 270 W y para la tensión será el valor de tensión en el MPP de cada panel por el número de paneles en serie.

Longitud total de los cables en el lado CC: $15,6 + 12 + 2 = 29,6$ m

$$\Delta U\% = \frac{P_{max} \times (\rho_1 \times L_1 \times \rho_2 \times 2 \times L_{CC2} \times \rho_2 \times 2 \times L_{CC3})}{S \times U^2} = 100$$

$$= \frac{3510 \times (0,021 \times 15,6 \times 0,018 \times 2 \times 12 \times 0,018 \times 2 \times 2)}{4 \times 414,44^2} \times 100 = 0,425 \%$$

Al ser inferior de 1 % es correcto el cable seleccionado.

Los cables de corriente alterna, vamos a comprobar la sección y verificar que sea la idónea.

- Sección transversal: 4 mm²
- Temperatura de servicio máxima: 90 °C
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- I_z : 31 A.

$$I_z > \frac{P_n}{\sqrt{3} \times V_n \times \cos\alpha} = \frac{3700}{623,54} = 5,93 \text{ A}$$

Dónde:

- V_n : Es la tensión del inversor en el lado de CA.
- $\cos\alpha$: Factor de potencia inductivo de 0,9.

$$I_B < I_z$$

$$5,93 \text{ A} < 31 \text{ A}$$

Los cables utilizados en la parte de CA serán para fase de 4 mm². El conductor de tierra se utilizará un cable unipolar de SZ1-K de sección de 4 mm².

11.4. Puesta a tierra

Para la puesta a tierra se tomará una conexión TT, dicha conexión es la marcada en la normativa española, en esta marca que esta conexión será la idónea para esquemas de distribución de instalaciones receptoras alimentadas por una red eléctrica de baja



tensión. A parte de esto aunque cualquier parte metálica sea catalogada como de clase 2 debe ir conectada a tierra, así como las demás partes metálicas que irán todas conectadas con el cable anteriormente nombrado de tierra. La masa deberá estar conectada a una masa diferente de la que tiene la empresa eléctrica.

En la instalación debe haber un elemento de separación eléctrica y mecánica que garantice la seguridad y separación entre los circuitos de la instalación FV y la red eléctrica.

11.5. Protecciones

Las protecciones son los elementos de la instalación FV encargados de garantizar la seguridad de la instalación y de las personas. Dado que nuestra instalación es pequeña habrá elementos que no hacen falta instalar como una punta Franklin captadora de rayo, aparte de esto habrá otra serie de protecciones en el lado de continua y de alterna.

- Lado de CC.

Para el lado de continua hay que tener especial cuidado con la exposición de los paneles a las adversidades climatológicas, sobre todo los rayos, si el generador fotovoltaico sufre daños la instalación dejaría de producir energía. Para ello se instalará un elemento de protección y otro de seguridad.

Se instalará un elemento protector de sobretensiones con una tensión mayor de la máxima que generan los paneles.

$$Tensión_{sobretensiones} = 38,30 \times 13 = 497,9 V$$

Por lo que el elemento contra sobretensiones deberá tener una tensión como mínimo de 497,9 V. El protector escogido es el CS23 FOTOVOLTAICO de CPT Cirprotec®. Este descargador sigue con la norma UNE 60364-5-534, es decir, una corriente de corte mínima de 40 kA y una intensidad nominal de 20 kA y tipo de protección 2. Su tensión es de 1000 V en continua por lo que es suficiente para nuestra instalación.

Para operaciones de mantenimiento o reparaciones o dejadas de servicio se instalará un seccionador de corriente continua de tensión de corte mayor de 497,9 V. para esto hemos seleccionado el Interruptor seccionador de CC de ABB® con una tensión de corte de 1000 V y parada en carga.

- Lado de CA.

Para el lado de alterna se montarán dos dispositivos de protección, uno para contactos indirectos de protección para personas de clase AC, de 30 mA y 16 A. El otro un interruptor magnetotérmico de curva C y de 16 A.

$$I_B < I_N < I_z$$

$$5,93 A < 16 A < 31 A$$

11.6. Mediciones de energía

En instalaciones de autoconsumo nos basamos en la norma RD 436/2004 para instalación y medición de energía, para ello se tiene una ventaja en nuestra instalación, al ser menor de 5 kW se simplifica las mediciones y rigurosidad de los equipos de medida.

Muchas interpretaciones de la normativa llevan a error a la hora de instalar los contadores para autoconsumo. Para hacernos a la idea del error de algunos se plasma en la siguiente imagen.

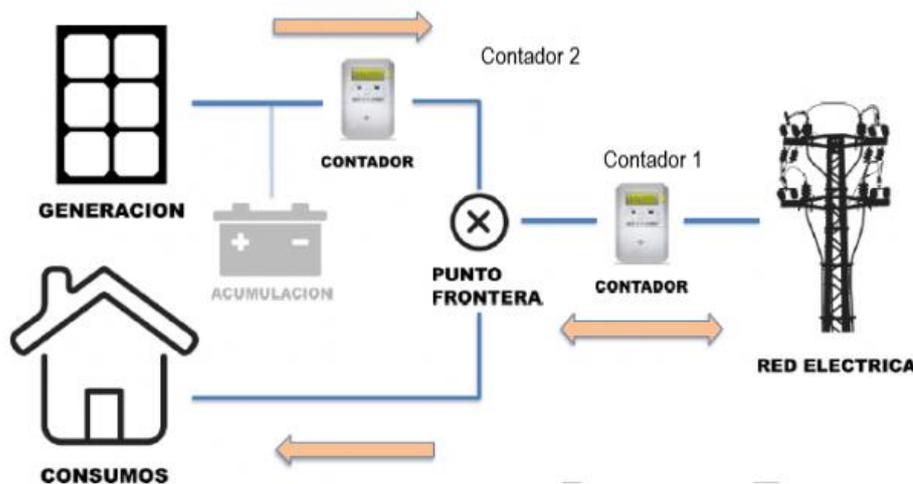


Ilustración 16. Instalación no obligada para autoconsumo ^[5]

Las conclusiones que algunos pueden llegar al mirar esta imagen sacada de fuentes que explicaban los contadores necesarios según la normativa RD900/2015 es que se deben instalar mínimo dos contadores, uno que lea la energía producida por la instalación fotovoltaica, que en este caso es el 2 y otro bidireccional antes del punto de conexión entre la red y la instalación generadora, en su defecto se puede cambiar el bidireccional por dos direccionales que uno mida la energía inyectada a la red y el otro que mida la energía consumida de la red. Esta interpretación es errónea ya que según normativa de España la medida se efectuará antes del punto de conexión con la instalación de autoconsumo y será suficiente con un contador bidireccional o en su defecto, dos direccionales. Los contadores o contador instalado deberán estar tanto él como sus elementos precintados por la compañía distribuidora según RD 1663/2000. La colocación de los contadores y de los equipos de medida y las condiciones de seguridad estarán conformes con el reglamento electrotécnico de baja tensión ITC-BT-16.

Los contadores deberán ser como mínimo correspondiente a la de clase de precisión 2.

Por lo que, en resumen, para realizar las medidas en una instalación de autoconsumo se deberán instalar los siguientes elementos.

Para instalación FV de potencia nominal menor a 5 kW.

- Dos contadores de activa direccionales monofásicos de clase 2 como mínimo

- o, en su defecto uno bidireccional aprobado por la compañía suministradora.
- Envoltorio para proteger los equipos de medida y que cumplan con las normas de la empresa distribuidora o en su defecto con UNE-EN 60439 partes 1, 2 y 3. No deberá incorporar bases fusibles.

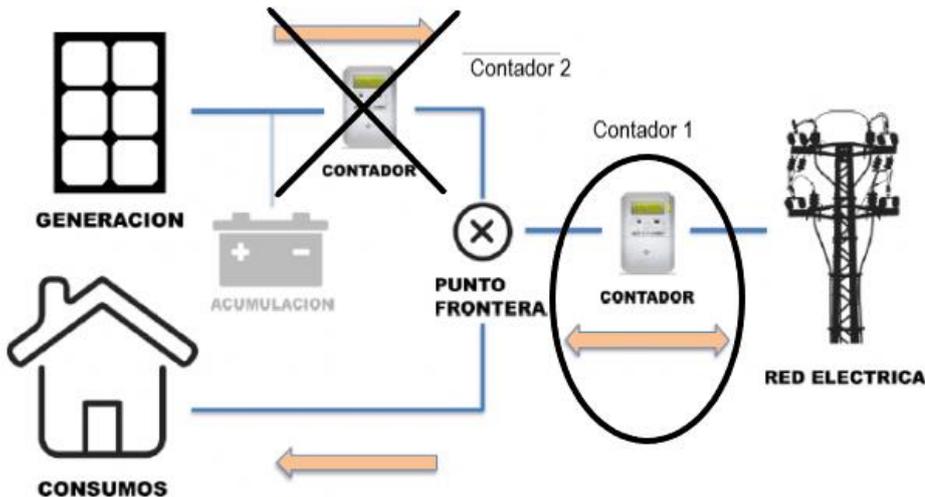


Ilustración 17. Instalación mínima obligada para autoconsumo ^[5]

Por lo que al final, se debe instalar por obligación un contador bidireccional solamente, en la presente instalación se instalará un contador trifásico de autoconsumo aprobado según normativa de la empresa distribuidora Iberdrola que es la que opera en nuestra zona, es un contador que le proporcionará a la empresa suministradora los datos de energía inyectada a la red por parte de nuestra instalación de autoconsumo y la energía consumida de la red por parte del cliente. El contador 2 no es obligado ya que a la empresa no le interesa saber cuánta energía se produce, ese dato solo le interesa al encargado o director de la instalación FV.

- Contador de energía consumida.

Es el contador nombrado antes, de la marca ZIV®.

- Contador de energía generada.

Otro contador leerá la energía producida por nuestra instalación FV, como se ha visto no es obligatorio pero se ha decidido instalarlo por los efectos beneficiosos que tiene, este contador estará conectado en el sitio del contador 2 (ver ilustración anterior) y permitirá conocer al clientes que energía se está produciendo por sus generadores. Este dato le permitirá saber qué momento está obteniendo mayor cantidad de energía y podrá poner las cargas a funcionar para no gastarlas en momentos que no tenga disponible energía fotovoltaica.

En general, la empresa distribuidora nos cobrará por la diferencia entre la energía consumida y la generada que inyectas a la red, el problema es que la normativa vigente regula que al donar la energía producida a la red se hace gratis, por lo que no se verterá ninguna cantidad de energía a la red. De todos modos, el contador a instalar será un contador bidireccional que permite dos lecturas, el Fronius® Smart Meter 63A-3 permite una lectura bidireccional de la energía consumida en la granja y



la generada por la instalación, con una precisión en la lectura de 1,0 entra dentro de lo establecida en la norma. A parte permite la entrega cero de energía a la red, cosa que ya permitía el inversor. Además, capta la curva de consumo de la granja para saber durante que momentos se necesitará mayor cantidad de energía de los módulos FV.

Dado que la instalación del presente proyecto es trifásica todos los elementos de alterna serán trifásicos.

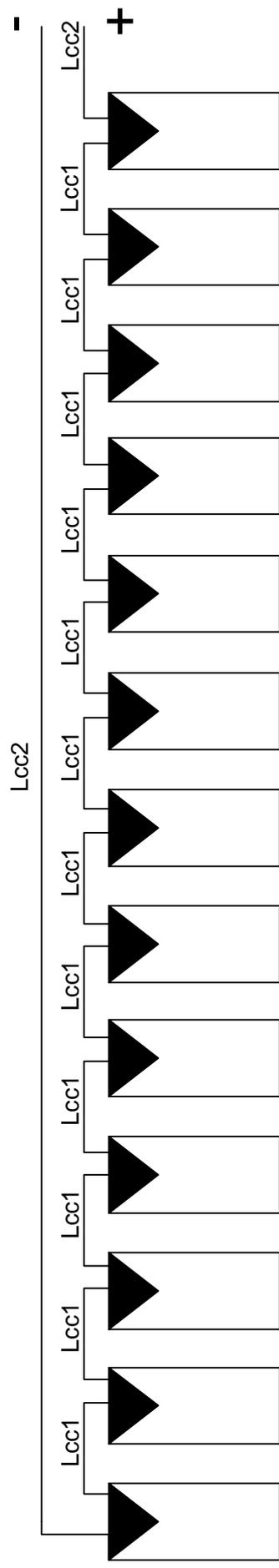
Permite también la comunicación mediante protocolo Modbus RTU entre el contador y el inversor, al ser de la misma marca tenemos un acoplamiento perfecto que con otros contadores no podríamos y con la app gratuita de Fronius® Solar web podremos visualizar el consumo de la instalación y la potencia generada.

12. Planos

En este punto se presentarán los dos planos.

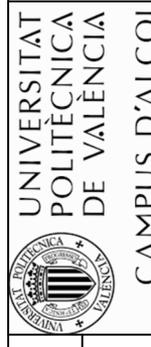
- Plano nº1. En el primero se representará la instalación de los paneles en el tejado de la nave, así como las características de los cables solares.
- Plano nº2. En el segundo se podrá ver el esquema de toda la instalación con todos sus elementos y sus características, es decir, calibres de protecciones, secciones de cables, inversor, paneles, etc.

Los cables de conexión entre paneles
Lcc1 = 1,2m



Fecha de entrega: 24/07/2018

Fecha de revisión:



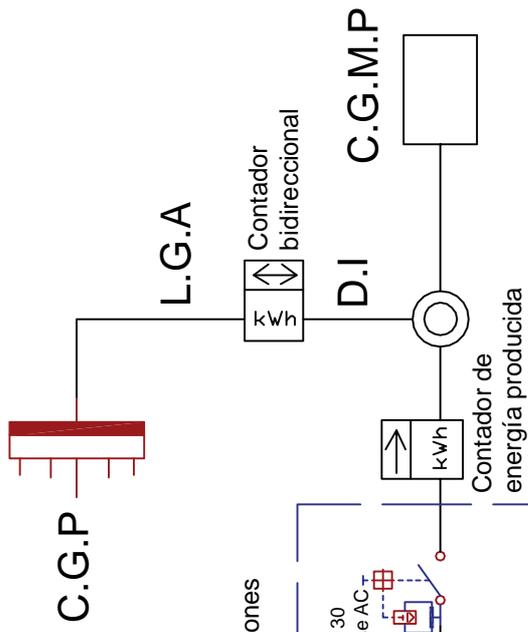
Plano número:
1

Escala
S/E

**Instalación solar
fotovoltaica para una
granja avícola conectada
a red**

Autor: Antonio Peñarubia Beida

**Plano de instalación de los
paneles sobre el tejado**



Cuadro de protecciones en CC

Lcc2 = 12 m
Cable unipolar SZ1-K 0,6/1 kV
2*4mm²

Cadena de 13 paneles en serie

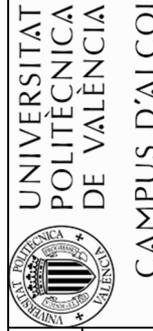
Lcc3 = 2 m
Cable unipolar SZ1-K 0,6/1 kV
2*4mm²

Lca1 = 2 m
Cable unipolar SZ1-K 0,6/1 kV
4*4mm²

Lca2 = 6 m
Cable unipolar SZ1-K 0,6/1 kV
4*4mm²

Fecha de entrega: 24/07/2018

Fecha de revisión:



Plano número: 2

Escala: S/E

Instalación solar fotovoltaica

para una granja avícola conectada a red

Autor: Antonio Peñarubia Belda

Plano de la instalación solar fotovoltaica, esquema unifilar



13. Estudio económico

Un punto importante en el presente estudio es la posible viabilidad de la instalación antes de que sus elementos se deterioren. El cliente debe entender el riesgo que lleva hacer una inversión así y ser consciente de los peligros que tiene.

Para hacer rentable la instalación no se deberá llevar a cabo el proyecto y esperar que por si solo se lleve a cabo la rentabilidad, se utilizarán otros medios para que sea aún más rentable.

13.1. Tarifa de luz

En la zona de instalación del proyecto la compañía distribuidora es Iberdrola S.A. Por lo que se deberá ajustar a las tarifas con las que cuentan. Con esto se podrá rentabilizar aún más la instalación, por lo que se ajustará la tarifa para que el coste de luz de la parte fija o del consumo sea más bajo.

La tarifa actual cuenta con una potencia demasiado alta, por lo que se disminuirá la potencia contratada así el precio de la parte fija será más baja, además que la parte variable dependiente del consumo también será tendrá un valor menor.

- Compañía suministradora: Iberdrola S.A.
- Tarifa contratada: Plan estable para empresas.
- Potencia contratada: 12 kW.
- Precio por el término de potencia (fijo): 49,532016 €/kW año.
- Precio total por el término de potencia fija: $12 \times 49,532016 = 594,384192$ €/año
- Precio por el término de energía consumida (variable): 0,131941 €/kWh.

Pero esto no es el total del pagado por la potencia y energía consumida ya que se le debe incluir el IVA y los impuestos eléctricos.

- IVA: 10 %.
- Impuesto eléctrico: 5,11269632 %.

Así que el total de lo que se paga es:

- Precio por el término de potencia (fijo + impuestos): 687,2505758 €.

Como los pagos son bimensuales, el precio fijo se debe dividir entre seis que son las veces que se pagará el precio fijo de la potencia contratada.

- Precio bimensual por la potencia contratada: 114,542 €.

Esto es un precio bastante elevado ya que aunque en todo el día se gaste alrededor de 20 kWh, en momentos dados no llegamos ni a la mitad de consumir esa potencia, por lo que no hace falta tener una potencia contratada tan alta. Se va a cambiar la tarifa para reducir costes, además, se escogerá una tarifa que se adapte a nuestras necesidades para que en los momentos de mayor luz se utilice sea más barata.

La nueva tarifa de luz es:

- Compañía suministradora: Iberdrola S.A.



- Tarifa contratada: Plan comercio para empresas
- Potencia contratada: 10 kW
- Precio por el término de potencia (fijo): 42,043426 €/kW año
- Precio total por el término de potencia fija: $10 \times 42,043426 = 420,43426$ €/año
- Precio por el término de potencia (fijo + impuestos): 486,1227656 €
- Precio por el término de energía consumida en valle (variable): 0,07953 €/kWh
- Precio por el término de energía consumida en punta (variable): 0,17353 €/kWh

Esta potencia cuanta con un precio menor por potencia contratada, por lo que ya se esta ahorrando en esa parte, otro ahorro es el precio de la energía que es menor. Hay dos partes de cotización, el valle que es cuando menos se paga y será entre 10:00h a 14:00h y de 16:00h a 20:00h.

Como se puede ver el precio fijo por potencia contratada es menor, precisamente cada año se ahorrará por dicha parte.

$$\text{Ahorro anual} = 687,2505758 - 486,1227656 = 201,128 \text{ €}$$

El propio cliente de la instalación será el encargado de preparar la formación a sus trabajadores para que la potencia que se consume sea entre estas franjas. Es un buen horario para la granja ya que la mayoría del consumo se concentra durante estas horas.

13.2. Precio de la instalación

Como se puede ver en los anexos del presupuesto, el precio total de la instalación es de 7.136,171 €. El margen de vida de los elementos de la instalación son unos 25 años, por lo que nuestro estudio económico será sobre 25 años de vida.

13.3. Rentabilidad

Para conocer si la instalación será viable se tendrán en cuenta dos variables, una será el Valor actual neto (VAN) que dice si al final de la vida de la instalación hemos tenido un balance de cuentas positivo. Se sabe que las instalaciones fotovoltaicas no son rentables hasta llegar a un largo plazo, por lo que su rentabilidad no será positiva los primeros años.

La producción anual en condiciones de STC será la máxima que nunca se podrá alcanzar por lo que disminuirémos esa producción a un valor real.

Las características de la instalación son:

- Consumo anual aproximado: 7.659,67 kWh
- Producción anual en condiciones de STC: 5.127,32 kWh
- Producción anual aproximada: 4.614,59 kWh
- Descenso de la producción: 0,5%/año
- Coste total de la instalación: 7.136,171 €
- Ahorro en la factura: 0,12653 €/kWh
- Ahorro en la tarifa: 201,128 €/año
- Costes de mantenimiento: 100 €/año
- Cobertura económica: 100% capital propio del cliente



- Vida media de la instalación: 25 años
- Tipo de interés: 3 %

Para conocer el VAN ^[2] utilizaremos fórmulas conocidas, dicha ecuación es la siguiente:

$$VAN = -D_0 + \sum_{n=0}^n \left(\frac{F_n}{(1+i)^n} \right)$$

Dónde:

- D_0 : capital invertido.
- n : número de año.
- F : rentabilidad anual.
- i : interés proporcionado por el capital.



Año	Pot. Producida (kWh)	Ingresos (€)		Costes de mantenimiento(€)	Flujo de caja	Valor actual neto (VAN)
		Pot. generada	Tarifa de luz			
1	4.614,59	583.9	201,128	100	-7.136,171	-7.136,171
2	4.591,52	581	0	100	685.03	-6.451,141
3	4.568,56	578.1	0	100	481	-5970.176
4	4.545,71	575.2	0	100	478.1	-5492.116
5	4.523,00	572.3	0	100	475.2	-5016.947
6	4,500,373	569.4	0	100	472.3	-4544.652
7	4.477,87	566.6	0	100	469.4	-4075.22
8	4.455,48	563.8	0	100	466.6	-3608.635
9	4.433,20	560.9	0	100	463.8	-3144.883
10	4.411,03	558.1	0	100	460.9	-2683.95
11	4.389,00	555.3	0	100	458.1	-2225.823
12	4.367,04	552.6	0	100	455.3	-1770.483
13	4.345,20	549.8	0	150	452.6	-1317.921
14	4.323,47	547	0	150	399.8	-918.123
15	4.301,86	544.3	0	150	397	-521.074
16	4.280,35	541.6	0	150	394.3	-126.76
17	4.258,95	538.9	0	150	391.6	264.833
18	4.237,66	536.2	0	150	388.9	653.718
19	4.216,46	533.5	0	150	386.2	1039.909
20	4.195,38	530.8	0	200	383.5	1423.418
21	4.174,40	528.2	0	200	330.8	1754.259
22	4.153,54	525.5	0	200	328.2	2082.446
23	4.132,77	522.9	0	200	325.5	2407.993
24	4.112,10	520.3	0	200	322.9	2730.913
25	4.091,54	517.7	0	200	320.3	3051.217

Tabla 16. Balance económico de la instalación



Como se puede observar en la tabla anterior, se tiene un VAN positivo y esto significa que obtendremos ganancias en el final de la vida de la instalación. Aunque sea después del año 17 con lo que no mucha gente es capaz de tomar el riesgo de ejecutar las instalaciones de autoconsumo.

El otro indicador es el TIR, dado que el VAN sale positivo el TIR también saldrá positivo, esto indica que la instalación es rentable y beneficiosa económicamente para el cliente.

14. Conclusiones

Con el presente proyecto se ha determinado que es viable económicamente una instalación solar fotovoltaica conectada a red, esto se debe en medida a la búsqueda de beneficios por otros lados, como pueden ser aprovechar la inclinación del techo para ahorrar soportes inclinados más caros, el alquiler de los equipos de medida al comprar uno por nuestra cuenta, la reducción del precio fijo de la electricidad y el variable. Todas estas cosas nos han llevado a tener una instalación económicamente viable para el cliente.

La falta de baterías es otro factor ya que el sistema de almacenamiento de energía es el mayor coste en instalaciones fotovoltaicas y ese coste se ha eliminado. Aun estaremos conectados a la red por lo que seguimos pagando a la red por la potencia que suministran pero los paneles evitan una gran parte de su coste. La reducción de la parte fija de la factura también ha permitido mejorar económicamente ya que la instalación fotovoltaica por si sola es difícil que hubiera sido rentable.

El largo plazo de demora de los beneficios es un punto en contra pero que se contrasta con los beneficios obtenidos al final de la vida de los elementos de la instalación, a partir de ese tiempo la pérdida de rendimiento y fiabilidad es tan alta que no supone beneficio seguir con los mismos elementos.

Con esto se obtiene la conclusión que las instalaciones de autoconsumo deberían ser más beneficiosas para los clientes ya que las oposiciones en contra de ellas en España solo harán retrasar un cambio que será inevitable y que solo hará que se afronte dicho cambio con peores condiciones.

El presente proyecto puede servir para otro tipo de empresas que estén interesadas en instalaciones de autoconsumo y beneficiarse de reducciones de dependencia de la red eléctrica y el coste por la energía consumida de la red.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

Instalación Solar fotovoltaica conectada a red para
una granja avícola

Pliego de condiciones



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

Instalación Solar fotovoltaica conectada a red para
una granja avícola



15. Pliego de condiciones

15.1. Antecedentes

Esta documentación [6] acredita la instalación según las normativas vigentes en España, creadas por primera vez por el Departamento de Energía Solar del IDEA y CENSOLAR, esta será una actualización de las normas presentes en los años de la instalación. Tenemos como finalidad establecer qué condiciones se debe tomar para esta instalación solar fotovoltaica conectada a red.

15.2. Promotor

El promotor de la instalación FV sobre el tejado de una nave industrial con una potencia de 3,51 kW será el cliente y dueño de la nave y la empresa destinada la instalación. El dueño cuenta con un NIF 000000001Z y su domicilio fiscal en su vivienda en la localidad de Alcudia de Crespins con un código postal 46690, calle Avenida Castilla nº2.

15.3. Objeto

El objeto de este pliego es conocer qué condiciones técnicas que tendrá la instalación y que, cumplan con lo marcado por la normativa. Por lo que nos proporcionará la suficiente información para saber qué elementos necesitamos para cumplir la normativa y que partes debemos tener en consideración para que sea aprobada y se pueda llevar a cabo.

15.4. Generalidades

Este pliego será considerado para instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo conectadas a red, las restas no podrán ser consideradas. Deberemos conocer las normas a seguir en cuanto la seguridad, durabilidad y calidad de la instalación.

La instalación se lleva a cabo en la provincia de Valencia en la Comunidad Valenciana, por lo que se regirá por sus normas. En cuanto a la energía vertida a la red será nula, y así se podrá acoger a no pagar las tasas por generación de eléctrica en instalación generadora.

En cualquier caso, será de aplicación toda la normativa con vigor referente a dichas instalaciones, que a la fecha del presente documento son las que siguen:

- **RD 738/2015**, de 31 de julio, por la que se regula la producción de energía eléctrica en instalaciones generadoras.
- **Circular 3/2014**, de 2 de julio, la presente referida por parte de la Comisión Nacional de Mercados y Competencia, y en la que se establece la metodología de cálculos de los peajes pertinentes por la utilización de la red eléctrica.
- **RD 1699/2011**, de 18 de noviembre, en el que se regula las condiciones de conexión a la red eléctrica para instalaciones de pequeña potencia.
- **RD 110/2007**, de 24 de agosto, por el que queda aprobado un reglamento unificador para los puntos de medición eléctrica.
- **RD 1955/2000**, de 1 de diciembre, en el que se regulan el transporte, la distribución, la comercialización y los procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.



- **Nota informática IDAE**, en el que existen referencias al autoconsumo de energía eléctrica en la norma vigente.
- **RD 413/2014**, en el que se regula la actividad de producción eléctrica bajo fuentes renovables, cogeneración y residuos.
- **RD 9/2013**, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para asegurar la estabilidad financiera del sector eléctrico.
- **RD 1048/2013**, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología y forma de pago por los derechos que derivan de la utilización de la red eléctrica pública.
- **RD 13/2009**, de 30 de marzo, en el que se aclaran conceptos de mercados interiores en cuanto a la energía eléctrica.
- **RD 24/2013**, de 26 de diciembre, en el que se pretende garantizar un desarrollo de la actividad del autoconsumo y mantener una estabilidad eléctrica.
- **Normativa de la empresa distribuidora** de la red eléctrica, que en este caso será Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U.
- **Reglamento electrotécnico de Baja Tensión vigente**, además de las instrucciones técnicas correspondientes.
- **BOE nº243**, de 10 de octubre de 2015, en el que se refleja toda la normativa aplicable con las últimas correcciones pertinentes.
- **BOE nº302**, de 18 de diciembre de 2015, en el que se aclaran las últimas disposiciones para el cumplimiento de la nueva legislación referente a energía fotovoltaica.

15.5. Definiciones

Para entender mejor el proyecto se definirán algunos conceptos relaciones con instalaciones FV.

- Radiación solar: energía proveniente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.
- Irradiancia: cantidad de potencia de radiación solar que llega a una superficie de la Tierra por unidad de tiempo y superficie. Su unidad es el kW/m²
- Irradiación: cantidad de potencia de radiación solar que llega a una superficie de la Tierra durante un tiempo determinado. Su unidad es el kWh/m².
- Instalación fotovoltaica: instalaciones generadoras de electricidad mediante paneles fotovoltaicos que convierten la radiación solar en energía eléctrica.
- Generador fotovoltaico: son los paneles solares.
- Inversor: elemento de conversión de energía eléctrica, con él se puede transformar la corriente continua generada por los paneles en corriente alterna utilizadas en la mayoría de cargas.
- Potencia nominal de la instalación: suma de las potencias máximas de los paneles solares.
- Potencia pico: potencia máxima del panel en condiciones de CEM.
- Condiciones Estándar de Medida (CEM): son las condiciones de laboratorio para conocer las características de los paneles fotovoltaicos, estas características son con una irradiancia solar de 1000 W/m², una masa del aire igual a 1,5 y una temperatura del panel de 25 °C.

15.6. Localización de la instalación

La parcela donde se ubica la granja avícola se encuentra situada en el polígono industrial "El Canari" perteneciente en la parte oeste del municipio de Alcudia de



Crespins, se ubica en la calle La Costera S/N. Su código postal es el 46690 con código único para toda la localidad.

15.7. Elementos de la instalación

Los componentes de la instalación deberán asegurar la estanqueidad suficiente para proteger a las personas, demás componentes de la instalación o la durabilidad durante el transcurso del tiempo. También se garantizará la calidad del suministro eléctrico y en el caso de vertido a la red que no es nuestro caso, pero en situación hipotética de vertido se deberá asegurar que llegue con unos mínimos de calidad suficiente.

15.7.1. Generador fotovoltaico

Los paneles fotovoltaicos deberán incorporar el marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.

Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre calidad de la seguridad de paneles fotovoltaicos.

En nuestra instalación, los paneles fotovoltaicos instalados cuentan con una única rama en serie con 13 paneles y una potencia pico de 3,51 kW.

Después de la generación de electricidad, el flujo de energía llegara al inversor y al contador inteligente el cual decidirán que se debe hacer con la energía, habrá momentos donde toda la energía se utilizará y momento que no, pero nunca se podrá verter energía a la red.

15.7.2. Estructura de soporte de las paneles

Las estructuras de soporte también contarán con las especificaciones del Código Técnico de la Edificación (CTE) [7]. La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación. La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

En nuestra instalación se utilizara la propia nave para crear la inclinación de los paneles, por lo que solo necesitaremos una estructura que aguante su peso, sea resistente y tenga un grado de protección suficiente según las normas dichas anteriormente.

15.7.3. Inversor

El inversor deberá cumplir con una serie de normas que son:

- EN 62477-1, marca los requisitos de seguridad para equipos de conversión de potencia de semiconductores (inversores).
- UNE-EN 62109, seguridad de los convertidores de potencia utilizados en sistemas de potencia fotovoltaicos.



Además, deberá incluir un seguimiento del punto de máxima potencia para beneficiarse al máximo de la potencia de los paneles. Deberán tener en cuenta las directrices de Compatibilidad Electromagnética y de Seguridad Eléctrica para evitar los choques eléctricos.

La envolvente del inversor deberá tener un grado de protección mínimo de IP20 para interiores de edificios con zonas no accesibles, un IP30 para interiores de edificios con zonas accesibles y un IP65 para exteriores de edificios.

El factor de potencia del inversor en el lado de CA será de un mínimo de 0,95 con una carga del 25% al 100% de su potencia nominal.

15.7.4. 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 deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %.

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.

15.8. Características de la instalación

Estas características deberán estar de acuerdo con la normativa de nuestro país, en esta sección incluiremos la normativa de puesta a tierra, hay que tener en cuenta que no se cubrirá la demanda diaria de la granja pero se cubrirás en parte. Otra cosa a tener en cuenta es la modalidad 1 de la instalación, en ella no dictamina una serie de normativa diferente que si estuviéramos en otras modalidades. I que, además, al tener una potencia de la instalación menor de 5,5 kW tenemos unas ventajas en la lectura de la energía.

15.8.1. Conexión a red

Las conexiones de hasta 100 kW respetarán lo redactado en el Real Decreto 1663/2000 sobre conexión de instalaciones de autoconsumo conectadas a red. Por lo que seguirá las normas de instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red, sin ser modalidad 2, estas son las productoras de electricidad que hacen su actividad lucrativa vendiendo electricidad, esta modalidad queda apartada ya que nuestra instalación es de tipo 1.

15.8.2. Medidas

Todas las instalaciones cumplirán con el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.



15.8.3. Producción energética

Dado que no se puede saber exactamente la energía generada por los generadores, se hará una aproximación mediante fuentes reconocidas por IDEA que tenga reconocida solvencia, en nuestro caso utilizaremos el Sistema de información geográfica de fotovoltaica (PVGIS) respaldado por la Comisión Europea.

15.8.4. Protecciones

Todas las instalaciones respetarán lo puesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

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

La protección escogida es mediante un magnetotérmico después del inversor para proteger la instalación y sus elementos. Otro fusible en la caja general de protección (CGP) también protegerá la línea. Para contactos indirectos estaremos protegidos con un interruptor diferencial en el lado de corriente alterna.

15.8.5. Puesta a tierra

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) que explica las condiciones de montaje de la puesta a tierra en instalaciones de autoconsumo en baja tensión.

Cuando el aislamiento galvánico entre la red eléctrica de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la Memoria de Diseño, Proyecto o Anteproyecto los elementos utilizados para garantizar la seguridad eléctrica.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

15.9. Consideraciones finales

El cliente y promotor de esta instalación serán los encargados de dar de alta la instalación en los organismos correspondientes como pudiera ser la empresa distribuidora encargada de legalizar la instalación.

Los elementos comprados deberán estar asegurados que cumplan las normas que dicen hacerlo y la normativa nombrada para legalizar la instalación, por ello, se asegurará que durante la manipulación, transporte o instalación de estos componentes no sufran daño que disminuya su calidad.

Con ello, se presentará toda la documentación de conformidad de los elementos para comprobar que cumplan lo establecido en este pliego de condiciones.

Anexo 1. Presupuesto



Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal	Medición	Precio	Importe
----------	-------------------------------------	------	----------	---------	--------	----------	----------	--------	---------

1 Instalación en la parte de corriente continua

1.1	Atersa A-270P								
	Paneles solares FV								
	Total partida 1.1					13,00	...	202,147	2.627,911
1.2	m								
	Conductor Cu, UNE SZ1-K (AS+) 0,6/1 kV, baja emisión humos, RF UNE-EN 50200,2x4,0mm2, mont. superf. La instalación comprende el conductor Fase, Neutro y la puesta a tierra de los anclajes metálicos								
	Total partida 1.2					100,00	1,0418	104,18
1.3	Interruptor seccionador 32 A/1000V								
	Total partida 1.3					1,00	30,76	30,76
1.4	Limitador de sobretensiones Cirprotec de 1000 V.								
	Total partida 1.4					1,00	74,11	74,11
1.5	Estructura de soporte plana para 5 módulos para cubiertas metálicas								
	Total partida 1.5					3,00	...	185,68	557,04
1.6	Tornillería Grapa Hook para estructuras estándar								
	Total partida 1.6					2,00	...	29,16	58,32
1.7	Armario estanco para protecciones de CC								
	Total partida 1.7					1,00	...	270,45	270,45
	Total capítulo 1								3.722,771



Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal	Medición	Precio	Importe
----------	-------------------------------------	------	----------	---------	--------	----------	----------	--------	---------

3 Instalación del inversor y del contador de energía generada

3.1 Inversor Fronius Symo 3.7-3-M 3.7 kW

3.1.1 Inversor todo en uno Fronius Symo 3.7-3-M Trifásico

Total partida 3.1.11,00.....1.605,71 1.605,71

Total capítulo 3.1 1.605,71

3.2 Mano de obra de la instalación

3.2.1 Oficial 1a electricista trabajo estimado de 20 horas

Total partida 3.2.120,0 21,02 420,4

3.2.2 Ayudante electricista trabajo estimado de 20 horas

Total partida 3.2.220,0 19,83 396,6

3.2.3 Gastos auxiliares

Total partida 3.2.32,0 11,71 23,42

3.2.4 Gastos administrativos

Total partida 3.2.41,0 40,00 40,00

Total capítulo 3.2 880,42



Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Uds.	Longitud	Latitud	Altura	Subtotal	Medición	Precio	Importe
----------	-------------------------------------	------	----------	---------	--------	----------	----------	--------	---------

3.3 Fronius Smart Meter con conexión con el inversor

3.3.1	Fronius Smart Metter 63 A-3								
	Total partida 3.3.1	1,00				287,86			287,86

3.3.2	Cable de comunicación CAT6a								
	Total partida 3.3.2	5,00	0,80						4,00

3.3.3	MI Tubo corrugado, interior liso D=16 mm								
	Total partida 3.3.3	20,00	1,62						32,40

	Total capítulo 3.3								324,26
	Total capítulo 3								2.810,39

4 Contador bidireccional y mano de obra de la compañía suministradora

4.1	Contador para autoconsumo bidireccional homologado por Iberdrola								
	Total partida 4.1	1,00				271,00			271,00

4.2	Instalador autorizado								
	Total partida 4.2	2,00	19,08						38,16

	Total capítulo 4								309,16
--	-------------------------	--	--	--	--	--	--	--	---------------

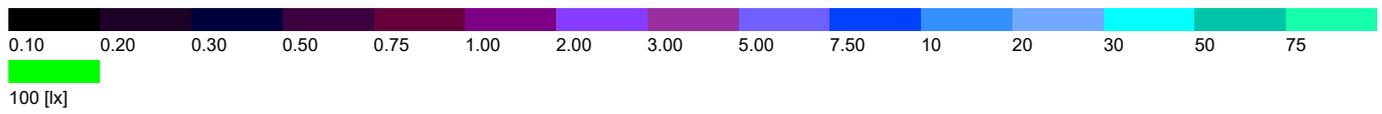
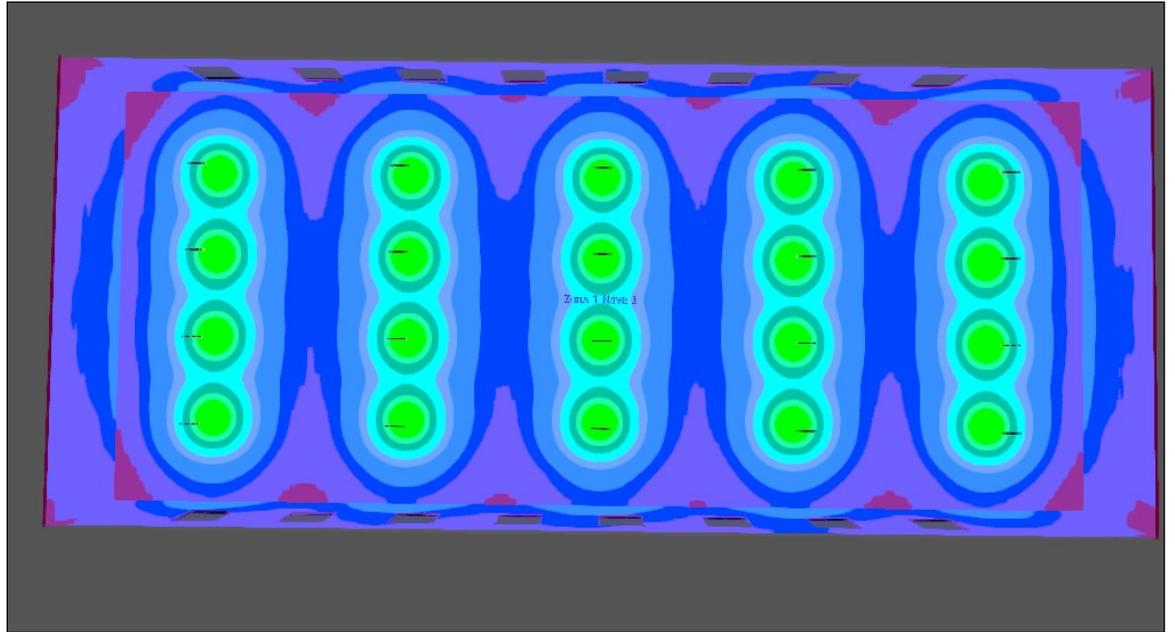
Total presupuesto

7.136,171€

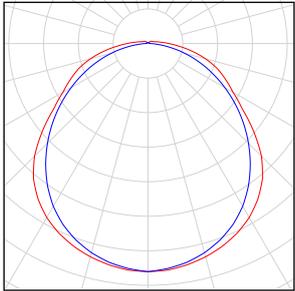
Anexo 2. Resultados luminotécnicos con DIALux

Iluminación zona 1 en nave 1

Iluminación nueva



Iluminación zona 1 en nave 1

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
20	ONOK LIGHTING - OYSTER 40W 4K WS Emisión de luz 1 Lámpara: 1x2*LED Grado de eficacia de funcionamiento: 99.97% Flujo luminoso de lámparas: 3500 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3499 lm Po- tencia: 31.0 W Rendimiento lumínico: 112.9 lm/W Indicaciones colorimétricas 1x2*LED: CCT 3991 K, CRI 84		

Flujo luminoso total de lámparas: 70000 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 69980 lm, Potencia total: 620.0 W, Rendimiento lumínico: 112.9 lm/W

ONOK LIGHTING - OYSTER 40W 4K WS



Grado de eficacia de funcionamiento: 99.97%

Flujo luminoso de lámparas: 3500 lm

Flujo luminoso de las luminarias: 3499 lm

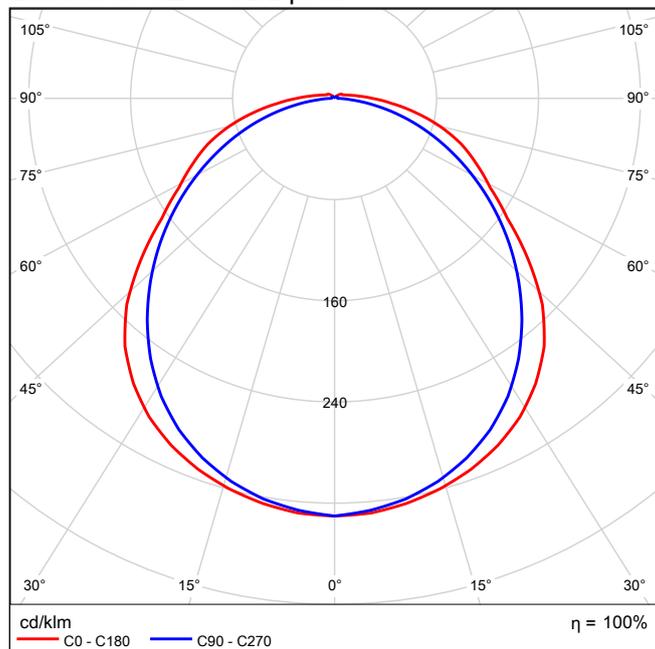
Potencia: 31.0 W

Rendimiento lumínico: 112.9 lm/W

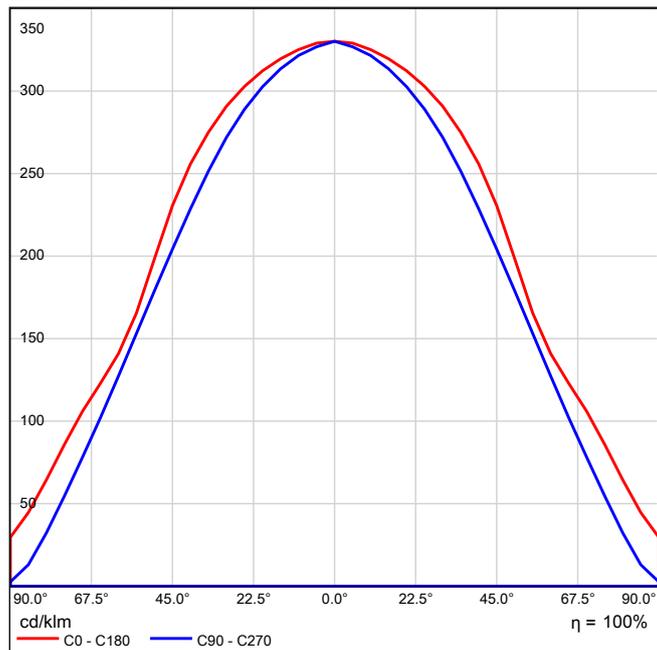
Indicaciones colorimétricas

1x2*LED: CCT 3991 K, CRI 84

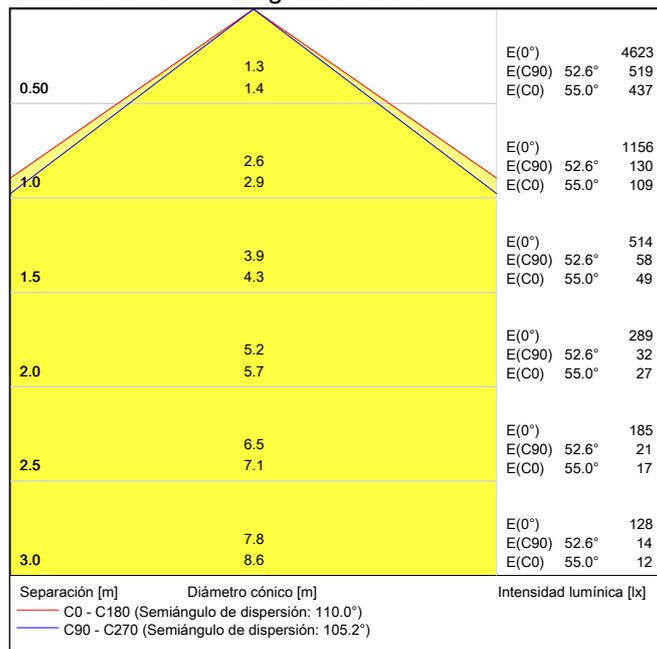
Emisión de luz 1 / CDL polar



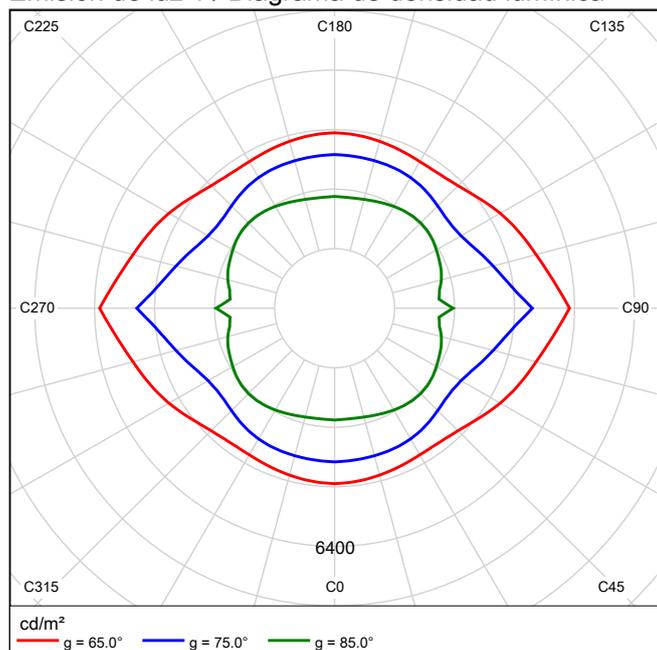
Emisión de luz 1 / CDL lineal



Emisión de luz 1 / Diagrama conico



Emisión de luz 1 / Diagrama de densidad lumínica

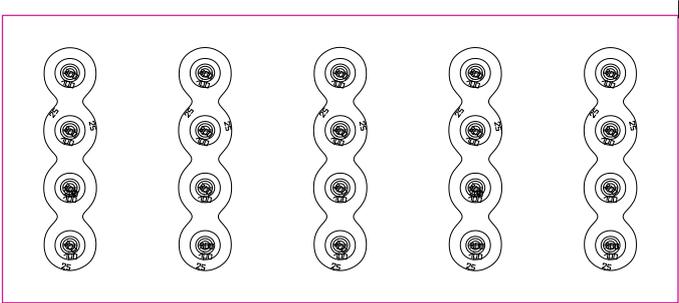


Emisión de luz 1 / Diagrama UGR

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
X	Y										
2H	2H	18.3	19.6	18.7	19.9	20.2	18.6	19.9	19.0	20.2	20.5
	3H	19.9	21.1	20.3	21.4	21.7	20.0	21.2	20.4	21.5	21.9
	4H	20.6	21.7	21.0	22.1	22.4	20.6	21.7	21.0	22.0	22.4
	6H	21.2	22.3	21.6	22.6	23.0	21.0	22.0	21.4	22.4	22.7
	8H	21.5	22.5	21.9	22.8	23.2	21.1	22.1	21.5	22.4	22.8
	12H	21.7	22.6	22.1	23.0	23.4	21.1	22.1	21.6	22.5	22.9
4H	2H	18.9	20.0	19.3	20.4	20.7	19.1	20.3	19.5	20.6	21.0
	3H	20.7	21.6	21.1	22.0	22.4	20.7	21.7	21.1	22.0	22.5
	4H	21.6	22.4	22.0	22.8	23.3	21.4	22.2	21.8	22.7	23.1
	6H	22.3	23.1	22.8	23.5	24.0	21.9	22.7	22.4	23.1	23.6
	8H	22.7	23.3	23.1	23.8	24.3	22.1	22.8	22.6	23.2	23.7
	12H	22.9	23.6	23.4	24.0	24.5	22.2	22.8	22.7	23.3	23.8
8H	4H	21.8	22.5	22.3	23.0	23.5	21.7	22.4	22.2	22.8	23.3
	6H	22.8	23.4	23.3	23.9	24.4	22.4	22.9	22.9	23.4	24.0
	8H	23.2	23.7	23.8	24.3	24.8	22.6	23.1	23.2	23.6	24.2
	12H	23.6	24.1	24.2	24.6	25.2	22.8	23.3	23.4	23.8	24.4
12H	4H	21.9	22.5	22.4	23.0	23.5	21.7	22.4	22.2	22.8	23.3
	6H	22.9	23.4	23.4	23.9	24.4	22.5	23.0	23.0	23.5	24.0
	8H	23.4	23.8	23.9	24.3	24.9	22.8	23.2	23.3	23.8	24.3
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.3 / -0.4					+0.2 / -0.4				
S = 2.0H		+0.4 / -0.6					+0.4 / -0.7				
Tabla estándar		BK07					BK05				
Factor de corrección		6.5					5.2				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3500lm Flujo luminoso total											

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25

Zona 1 Nave 1



Altura interior del local: 5.000 m hasta 10.000 m, Grado de reflexión: Techo 33.3%, Paredes 56.1%, Suelo 34.2%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 1	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	28.1 (≥ 50.0)	3.33	346	0.12	0.01

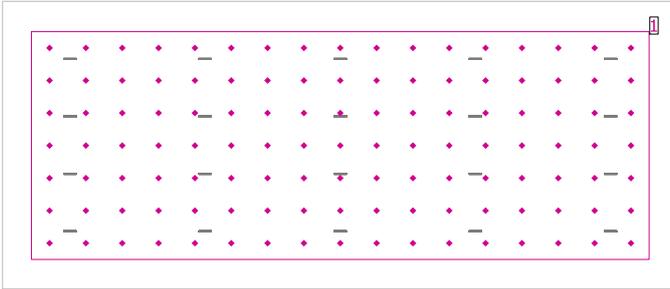
#	Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
20	ONOK LIGHTING - OYSTER 40W 4K WS	3499	31.0	112.9
	Suma total de luminarias	69980	620.0	112.9

Potencia específica de conexión: $0.30 \text{ W/m}^2 = 1.05 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 2100.00 m²)

Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

Consumo: 960 - 1400 kWh/a de un máximo de 73550 kWh/a

Zona 1 Nave 1



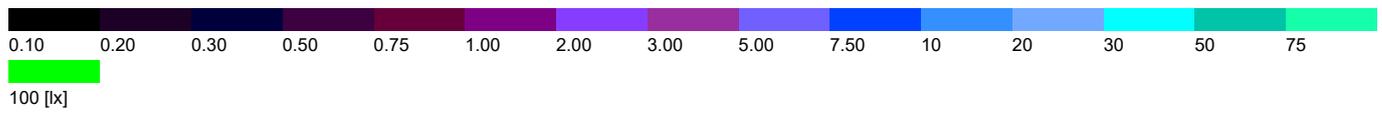
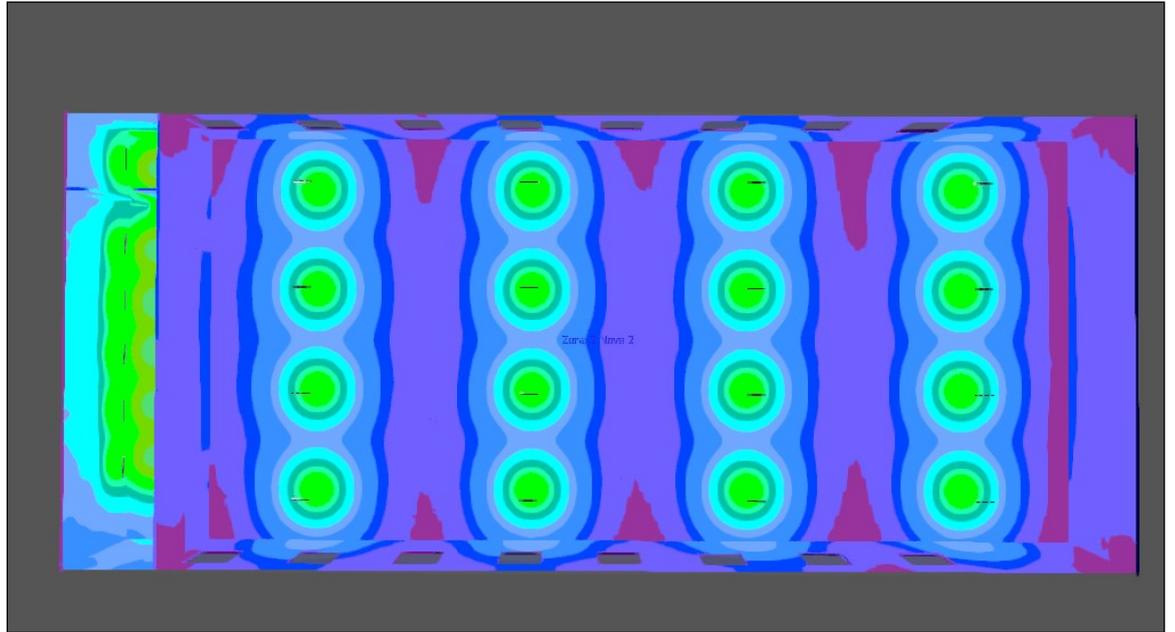
Altura interior del local: 5.000 m hasta 10.000 m, Grado de reflexión: Techo 33.3%, Paredes 56.1%, Suelo 34.2%, Factor de degradación: 0.80

General

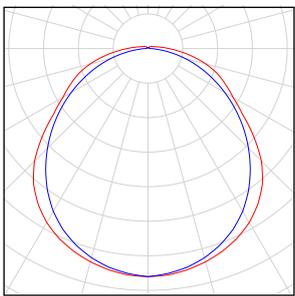
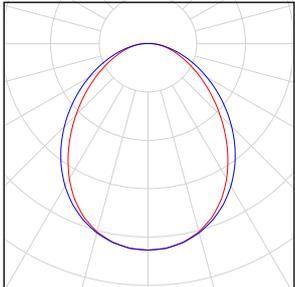
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Área de trabajo	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura: 0.000 m	34.8	6.62	161	0.19	0.04

Iluminación zona 1 y 2 en nave 2

Iluminación nueva



Iluminación zona 1 y 2 en nave 2

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
16	<p>ONOK LIGHTING - OYSTER 40W 4K WS Emisión de luz 1 Lámpara: 1x2*LED Grado de eficacia de funcionamiento: 99.97% Flujo luminoso de lámparas: 3500 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3499 lm Po- tencia: 31.0 W Rendimiento lumínico: 112.9 lm/W</p> <p>Indicaciones colorimétricas 1x: CCT 3000 K, CRI 80</p>		
12	<p>ONOK LIGHTING - LINE C 36.3W 4K WS Emisión de luz 1 Lámpara: 1xLED Line SMD Slim Grado de eficacia de funcionamiento: 99.84% Flujo luminoso de lámparas: 4234 lm Flujo luminoso de las luminarias: 4227 lm Po- tencia: 39.5 W Rendimiento lumínico: 107.0 lm/W</p> <p>Indicaciones colorimétricas 1x: CCT 4000 K, CRI 85</p>		

Flujo luminoso total de lámparas: 106808 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 106708 lm, Potencia total: 970.0 W, Rendimiento lumínico: 110.0 lm/W

ONOK LIGHTING - OYSTER 40W 4K WS



Grado de eficacia de funcionamiento: 99.97%

Flujo luminoso de lámparas: 3500 lm

Flujo luminoso de las luminarias: 3499 lm

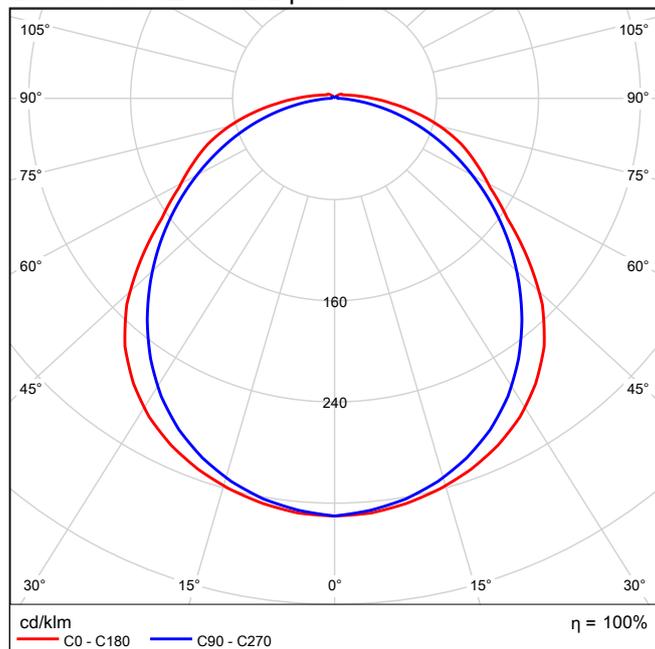
Potencia: 31.0 W

Rendimiento lumínico: 112.9 lm/W

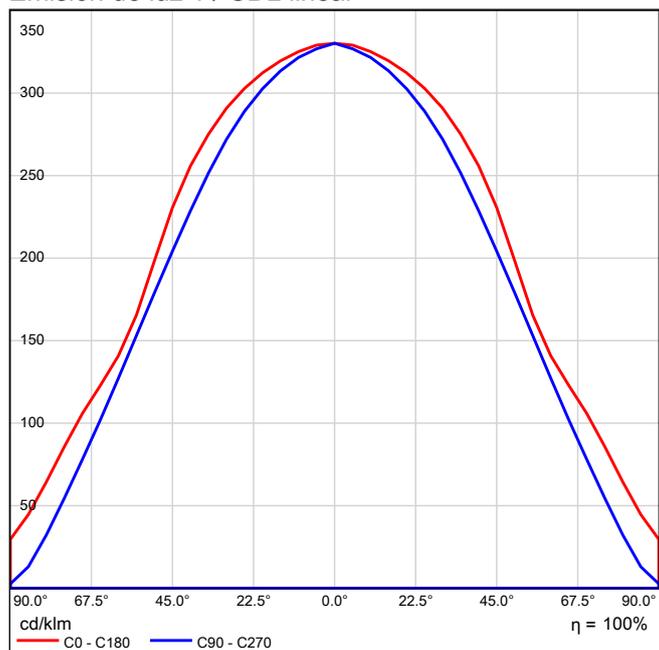
Indicaciones colorimétricas

1x: CCT 3000 K, CRI 80

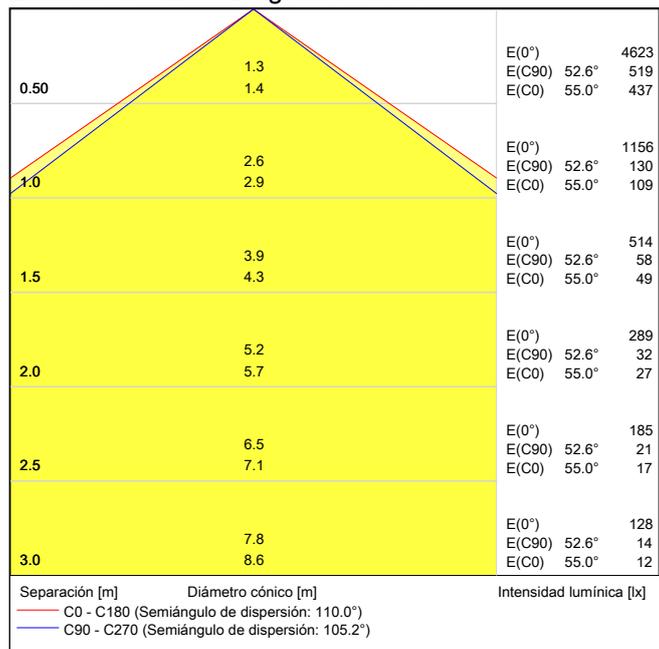
Emisión de luz 1 / CDL polar



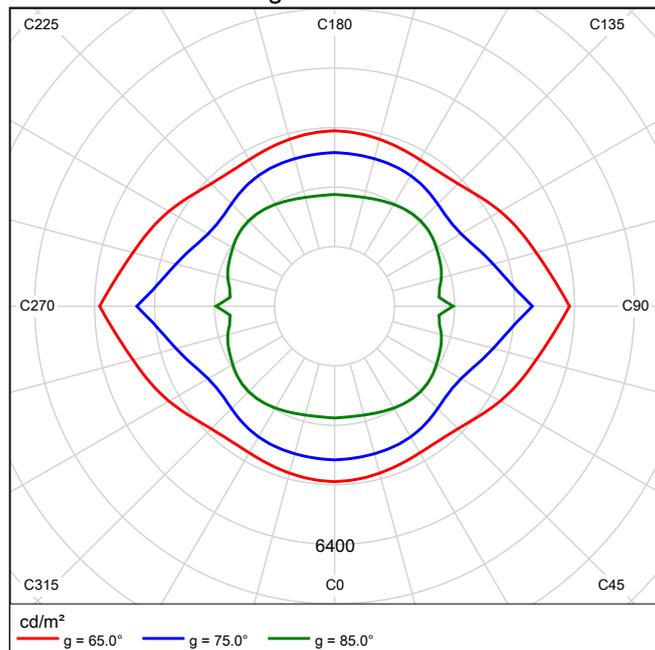
Emisión de luz 1 / CDL lineal



Emisión de luz 1 / Diagrama conico



Emisión de luz 1 / Diagrama de densidad luminica



Emisión de luz 1 / Diagrama UGR

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
X	Y										
2H	2H	18.3	19.6	18.7	19.9	20.2	18.6	19.9	19.0	20.2	20.5
	3H	19.9	21.1	20.3	21.4	21.7	20.0	21.2	20.4	21.5	21.9
	4H	20.6	21.7	21.0	22.1	22.4	20.6	21.7	21.0	22.0	22.4
	6H	21.2	22.3	21.6	22.6	23.0	21.0	22.0	21.4	22.4	22.7
	8H	21.5	22.5	21.9	22.8	23.2	21.1	22.1	21.5	22.4	22.8
	12H	21.7	22.6	22.1	23.0	23.4	21.1	22.1	21.6	22.5	22.9
4H	2H	18.9	20.0	19.3	20.4	20.7	19.1	20.3	19.5	20.6	21.0
	3H	20.7	21.6	21.1	22.0	22.4	20.7	21.7	21.1	22.0	22.5
	4H	21.6	22.4	22.0	22.8	23.3	21.4	22.2	21.8	22.7	23.1
	6H	22.3	23.1	22.8	23.5	24.0	21.9	22.7	22.4	23.1	23.6
	8H	22.7	23.3	23.1	23.8	24.3	22.1	22.8	22.6	23.2	23.7
	12H	22.9	23.6	23.4	24.0	24.5	22.2	22.8	22.7	23.3	23.8
8H	4H	21.8	22.5	22.3	23.0	23.5	21.7	22.4	22.2	22.8	23.3
	6H	22.8	23.4	23.3	23.9	24.4	22.4	22.9	22.9	23.4	24.0
	8H	23.2	23.7	23.8	24.3	24.8	22.6	23.1	23.2	23.6	24.2
	12H	23.6	24.1	24.2	24.6	25.2	22.8	23.3	23.4	23.8	24.4
12H	4H	21.9	22.5	22.4	23.0	23.5	21.7	22.4	22.2	22.8	23.3
	6H	22.9	23.4	23.4	23.9	24.4	22.5	23.0	23.0	23.5	24.0
	8H	23.4	23.8	23.9	24.3	24.9	22.8	23.2	23.3	23.8	24.3
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.3 / -0.4					+0.2 / -0.4				
S = 2.0H		+0.4 / -0.6					+0.4 / -0.7				
Tabla estándar		BK07					BK05				
Factor de corrección		6.5					5.2				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3500lm Flujo luminoso total											

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25

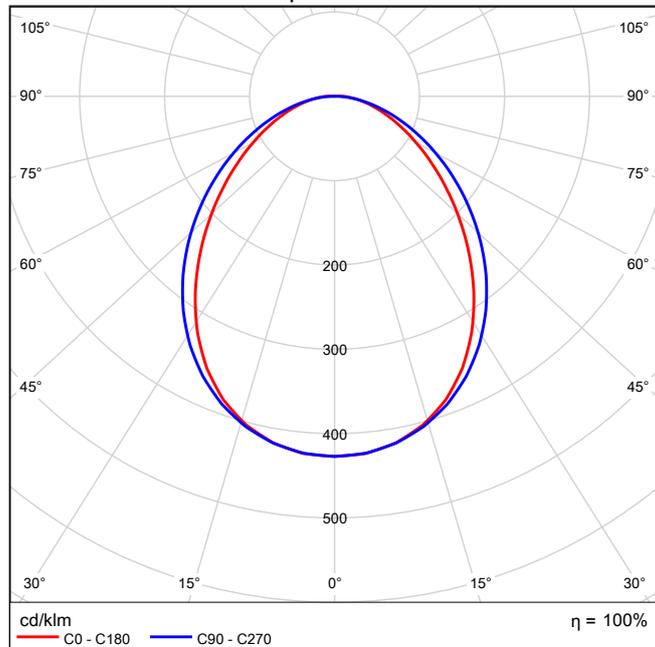
ONOK LIGHTING - LINE C 36.3W 4K WS



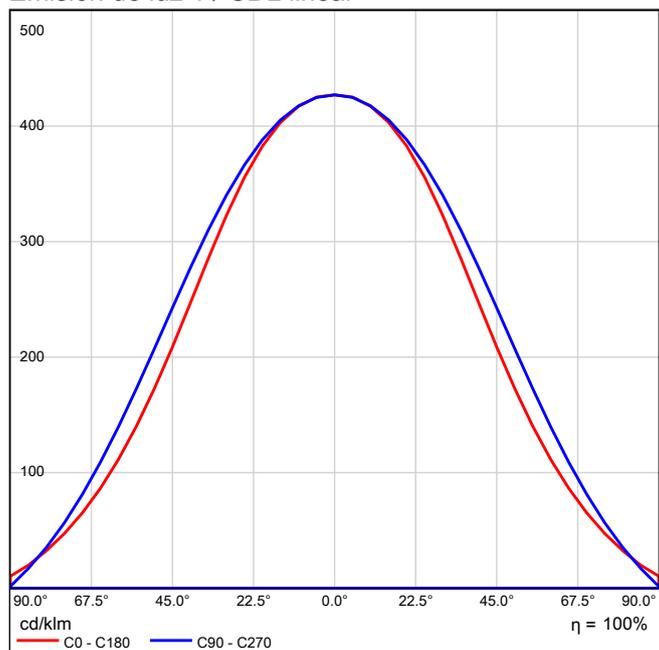
Grado de eficacia de funcionamiento: 99.84%
Flujo luminoso de lámparas: 4234 lm
Flujo luminoso de las luminarias: 4227 lm
Potencia: 39.5 W
Rendimiento lumínico: 107.0 lm/W

Indicaciones colorimétricas
1x: CCT 4000 K, CRI 85

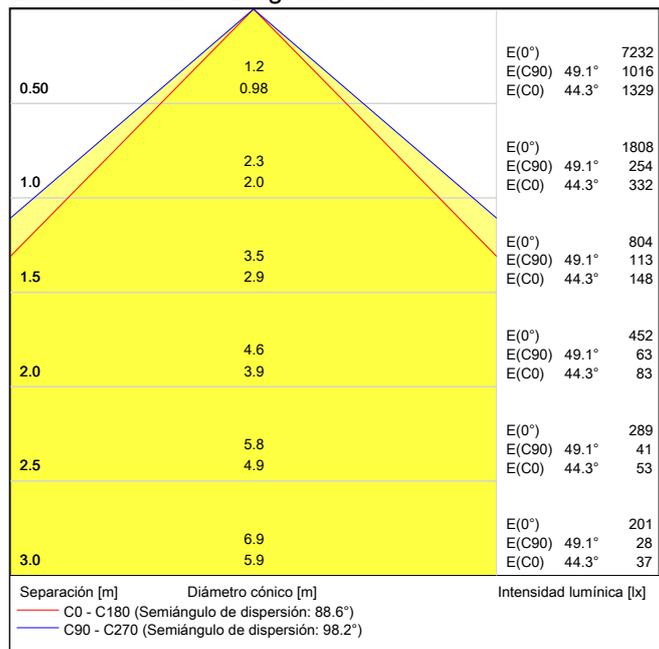
Emisión de luz 1 / CDL polar



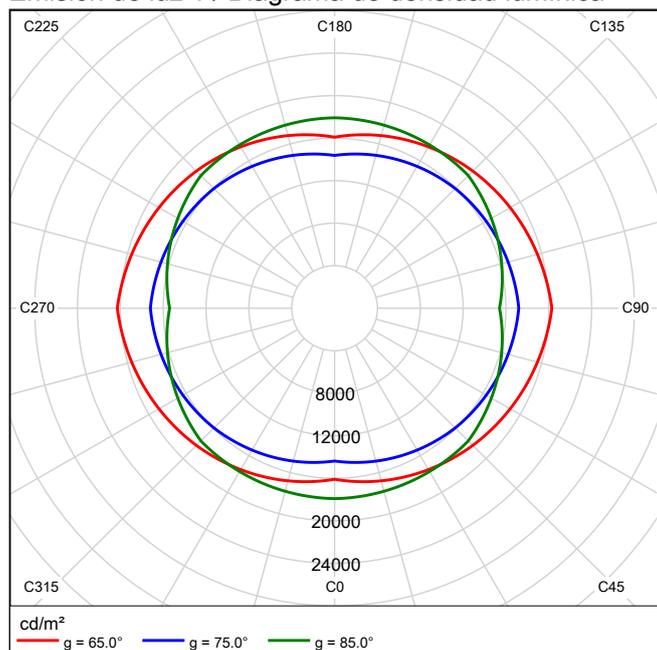
Emisión de luz 1 / CDL lineal



Emisión de luz 1 / Diagrama conico



Emisión de luz 1 / Diagrama de densidad luminica

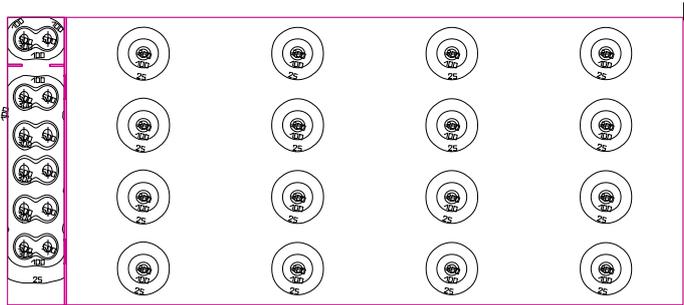


Emisión de luz 1 / Diagrama UGR

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
X	Y										
2H	2H	22.5	23.8	22.8	24.0	24.2	23.3	24.5	23.6	24.8	25.0
	3H	23.7	24.8	24.0	25.1	25.4	24.6	25.7	24.9	26.0	26.3
	4H	24.2	25.3	24.6	25.6	25.9	25.2	26.2	25.5	26.5	26.8
	6H	24.7	25.7	25.0	26.0	26.3	25.6	26.6	26.0	26.9	27.2
	8H	24.9	25.8	25.3	26.2	26.5	25.8	26.7	26.1	27.0	27.3
	12H	25.1	26.0	25.5	26.3	26.7	25.9	26.8	26.3	27.1	27.4
4H	2H	23.2	24.2	23.5	24.5	24.8	23.8	24.8	24.1	25.1	25.4
	3H	24.6	25.5	24.9	25.8	26.1	25.3	26.2	25.7	26.5	26.9
	4H	25.2	26.0	25.6	26.4	26.7	26.0	26.8	26.4	27.1	27.5
	6H	25.8	26.5	26.3	26.9	27.3	26.6	27.3	27.0	27.6	28.0
	8H	26.1	26.7	26.5	27.1	27.6	26.8	27.4	27.2	27.8	28.3
	12H	26.4	27.0	26.8	27.4	27.8	27.0	27.6	27.4	28.0	28.4
8H	4H	25.6	26.2	26.0	26.6	27.0	26.2	26.9	26.7	27.3	27.7
	6H	26.3	26.9	26.8	27.3	27.7	27.0	27.5	27.4	27.9	28.4
	8H	26.7	27.2	27.2	27.6	28.1	27.3	27.8	27.8	28.2	28.7
	12H	27.1	27.5	27.6	28.0	28.5	27.6	28.0	28.1	28.4	28.9
12H	4H	25.6	26.2	26.0	26.6	27.0	26.3	26.8	26.7	27.2	27.7
	6H	26.4	26.9	26.9	27.3	27.8	27.0	27.5	27.5	27.9	28.4
	8H	26.9	27.3	27.4	27.7	28.2	27.4	27.8	27.9	28.3	28.8
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.2 / -0.2					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.3 / -0.5					+0.2 / -0.4				
S = 2.0H		+0.5 / -0.9					+0.5 / -0.7				
Tabla estándar		BK06					BK05				
Umbral de corrección		9.6					9.7				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 4234lm Flujo luminoso total											

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25

Zona 2 Nave 2



Altura interior del local: 5.000 m hasta 10.000 m, Grado de reflexión: Techo 33.3%, Paredes 55.9%, Suelo 34.2%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 1	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	90.5 (≥ 50.0)	2.99	591	0.03	0.01

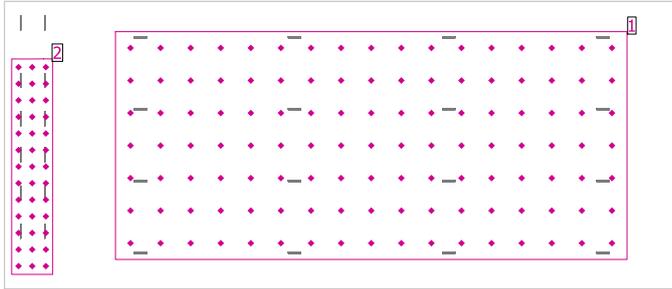
#	Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
16	ONOK LIGHTING - OYSTER 40W 4K WS	3499	31.0	112.9
12	ONOK LIGHTING - LINE C 36.3W 4K WS	4227	39.5	107.0
	Suma total de luminarias	106708	970.0	110.0

Potencia específica de conexión: $0.46 \text{ W/m}^2 = 0.51 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 2100.00 m²)

Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

Consumo: 1850 - 2200 kWh/a de un máximo de 73550 kWh/a

Zona 2 Nave 2



Altura interior del local: 5.000 m hasta 10.000 m, Grado de reflexión: Techo 33.3%, Paredes 55.9%, Suelo 34.2%, Factor de degradación: 0.80

General

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Área de trabajo de las aves	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura: 0.000 m	29.0	4.99	123	0.17	0.04
2 Área administrativa	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura: 0.800 m	295	25.4	573	0.09	0.04

Anexo 3. Ficha de características de los paneles FV

+Ultra *nueva gama*

➔ Módulo fotovoltaico
A-270P (TYCO 3.2)



+UltraTolerancia positiva
Positiva 0/+5 Wp

+UltraCalidad
Anti Hot-Spot

+UltraGarantía
10 años de garantía de producto

+UltraFiabilidad
En el mercado desde 1979

+UltraResistencia
Cristal templado de 3.2 mm

+UltraTES
Verificación eléctrica célula a célula



Sistema único
en el mercado,
patentado por
Atersa.



Características eléctricas (STC: 1kW/m², 25°C±2°C y AM 1,5)*

A-270P

Potencia Nominal (0/+5 W)	270 W
Eficiencia del módulo	16,56%
Corriente Punto de Máxima Potencia (Imp)	8,47 A
Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmp)	31,88 V
Corriente en Cortocircuito (Isc)	9,07 A
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	38,30 V

Parámetros térmicos

Coefficiente de Temperatura de Isc (α)	0,04% /°C
Coefficiente de Temperatura de Voc (β)	-0,32% /°C
Coefficiente de Temperatura de P (γ)	-0,43% /°C

Características físicas

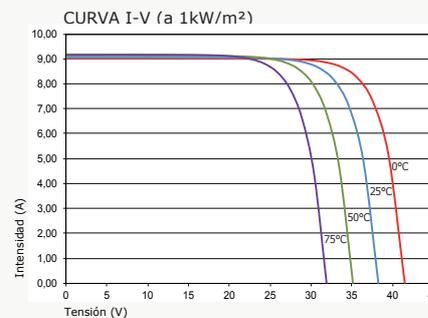
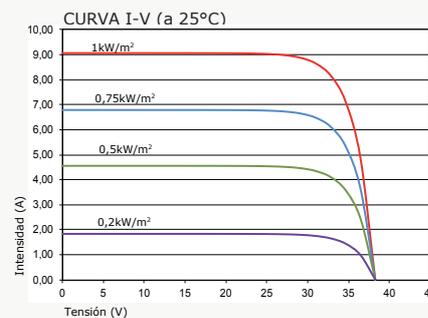
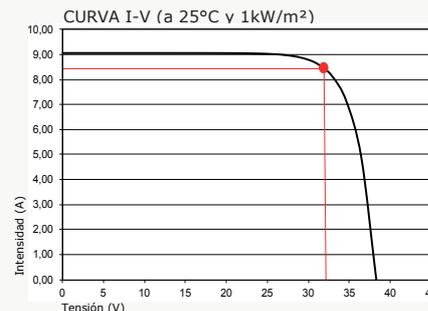
Dimensiones (mm ± 2 mm)	1645x990x40
Peso (0,5 kg)	19,2
Área (m ²)	1,63
Tipo de célula (± 1 mm)	Policristalina 156x156 mm (6 pulgadas)
Células en serie	60 (6x10)
Cristal delantero	Cristal templado ultra claro de 3.2 mm
Marco	Aleación de aluminio anodizado o pintado en poliéster
Caja de conexiones	TYCO IP67
Cables	Cable Solar 4 mm ² 1.200 mm
Conectores	TYCO PV4

Rango de funcionamiento

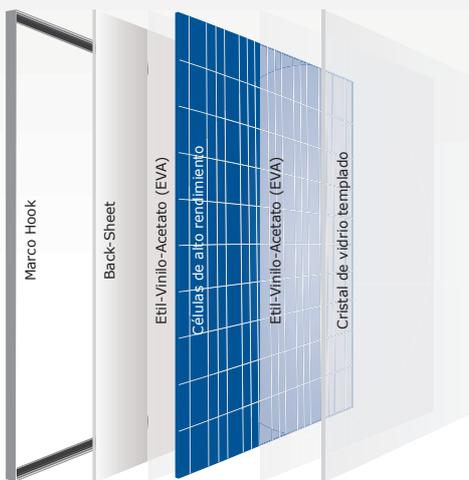
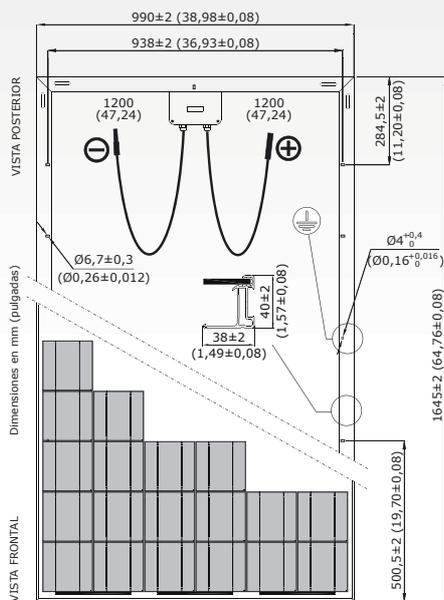
Temperatura	-40°C a +85°C
Máxima Tensión del Sistema / Protección	1000 V / CLASS II
Carga Máxima Viento / Nieve	2400 Pa (130 km/h) / 5400 Pa (551 kg/m ²)
Máxima Corriente Inversa (IR)	15,1 A

*Especificaciones eléctricas medidas en STC. NOCT: 47±2°C. Tolerancias medida STC: ±3% (Pmp); ±10% (Isc, Voc, Imp, Vmp).

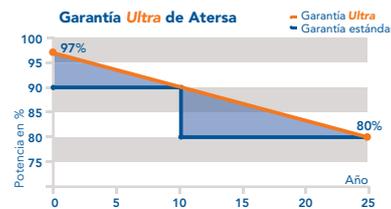
Curvas modelo A-270P



Vista genérica de la construcción de un módulo fotovoltaico



- Módulos por caja: **25 uds**
- Peso por palé: **495 kg**
- En un contenedor de 40 pies entran 25 cajas: **625 paneles**
- En un contenedor de 40 pies HC entran 26 cajas: **650 paneles**
- En un contenedor de 20 pies entran 10 cajas: **250 paneles**
- En un camión TAUTLINER entran 30 cajas: **750 paneles**



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

➔ www.atersa.com • atersa@elecnor.com
Madrid 915 178 452 • Valencia 902 545 111

Revisado: 28/04/17
Ref.: MU-6P (8) 6x10-B (TY 3.2)
© Atersa SL, 2016



Anexo 4. Ficha de características del inversor

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



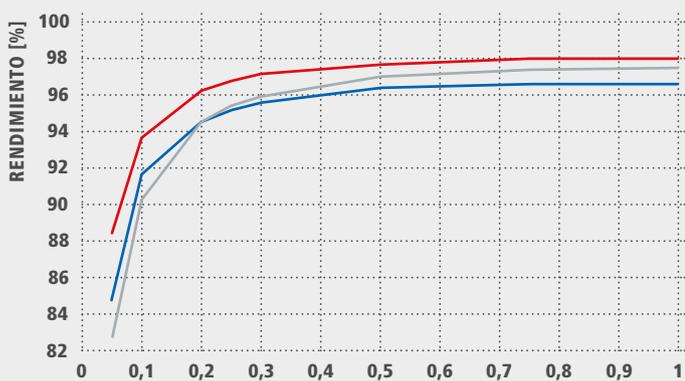
/ Con un rango de potencia nominal entre 3,0 y 20,0 kW, el Fronius Symo es el inversor trifásico sin transformador para todo tipo de instalaciones. Gracias a su flexible diseño, el Fronius Symo es perfecto para instalaciones en superficies irregulares o para tejados con varias orientaciones. La conexión 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 ($MPP_1/MPP_2^{1)}$)				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) ²⁾	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 ²			4 x CC+ y 4 x CC bornes roscados 2,5 - 16mm ² ³⁾		
Tecnología de conexión principal	5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16 mm ²			5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16mm ² ³⁾		
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 ¹⁾ , CEI 0-21 ¹⁾ , NRS 097					

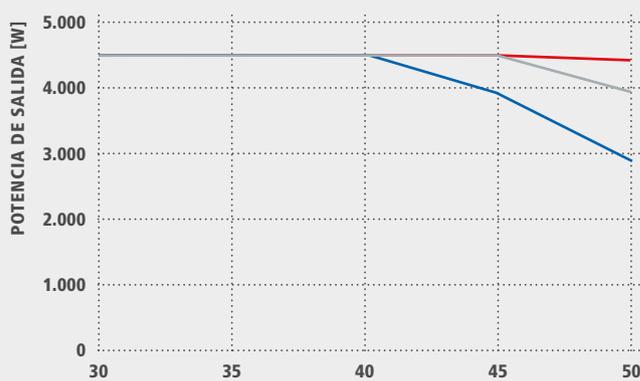
¹⁾ Esto se aplica a Fronius Symo 3.0-3-M, 3.7-3-M y 4.5-3-M.²⁾ De acuerdo con IEC 62109-1.³⁾ 16 mm² sin necesidad de terminales de conexión. Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en www.fronius.es.

CURVA DE RENDIMIENTO FRONIUS SYMO 4.5-3-S



POTENCIA DE SALIDA NORMALIZADA $P_{Ac}/P_{Ac,R}$ ■ 300 V_{DC} ■ 595 V_{DC} ■ 800 V_{DC}

REDUCCIÓN DE TEMPERATURA FRONIUS SYMO 4.5-3-S



TEMPERATURA AMBIENTE [°C] ■ 300 V_{DC} ■ 630 V_{DC} ■ 800 V_{DC}

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 (η_{EU})	96,2 %	96,7 %	97,0 %	96,5 %	96,9 %	97,2 %
η con 5 % $P_{Ac,r}$ ¹⁾	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 %
η con 10 % $P_{Ac,r}$ ¹⁾	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 %
η con 20 % $P_{Ac,r}$ ¹⁾	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 %
η con 25 % $P_{Ac,r}$ ¹⁾	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 %
η con 30 % $P_{Ac,r}$ ¹⁾	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 %
η con 50 % $P_{Ac,r}$ ¹⁾	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 %
η con 75 % $P_{Ac,r}$ ¹⁾	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 %
η con 100 % $P_{Ac,r}$ ¹⁾	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 %					

¹⁾ 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) ²⁾	Datalogging, actualización de inversores vía USB					
2 conectores RJ 45 (RS422) ²⁾	Fronius Solar Net					
Salida de aviso ²⁾	Gestión de la energía (salida de relé libre de potencial)					
Datalogger y Servidor web	Incluido					
Input externo ²⁾	Interface S0-Meter / Input para la protección contra sobretensión					
RS485	Modbus RTU SunSpec o conexión del contador					

²⁾ 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 ₁ /MPP ₂)	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.			

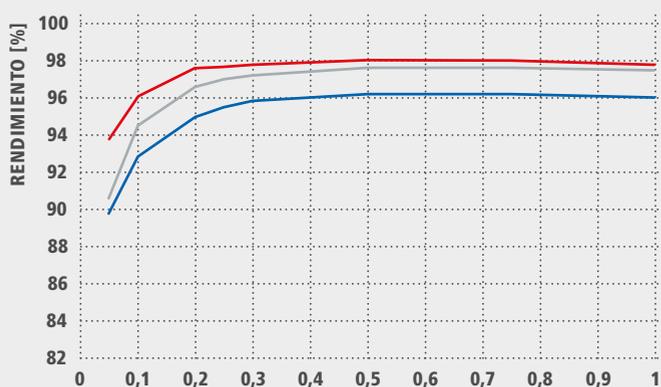
DATOS GENERALES	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	645 x 431 x 204 mm			
Peso	19,9 kg			21,9 kg
Tipo de protección	IP 65			
Clase de protección	1			
Categoría de sobretensión (CC / CA) ¹⁾	2 / 3			
Consumo nocturno	< 1 W			
Concepto de inversor	Sin Transformador			
Refrigeración	Refrigeración de aire regulada			
Instalación	Instalación interior y exterior			
Margen de temperatura ambiente	-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 ^{2 2)}			
Tecnología de conexión principal	5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16mm ^{2 2)}			
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			

¹⁾ De acuerdo con IEC 62109-1.

²⁾ 16 mm² sin necesidad de terminales de conexión.

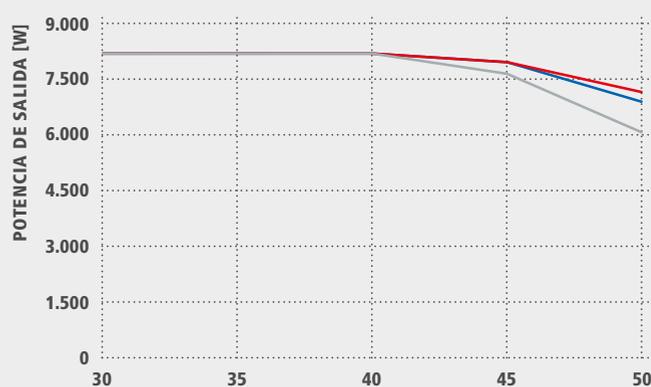
Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en www.fronius.es.

CURVA DE RENDIMIENTO FRONIUS SYMO 8.2-3-M



POTENCIA DE SALIDA NORMALIZADA $P_{AC}/P_{AC,R}$ ■ 258 V_{DC} ■ 595 V_{DC} ■ 800 V_{DC}

REDUCCIÓN DE TEMPERATURA FRONIUS SYMO 8.2-3-M



TEMPERATURA AMBIENTE [°C] ■ 258 V_{DC} ■ 595 V_{DC} ■ 800 V_{DC}

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 (η_{EU})	97,3 %	97,5 %	97,6 %	97,7 %
η con 5 % $P_{AC,r}$ ¹⁾	84,9 / 91,2 / 85,9 %	87,8 / 92,6 / 87,8 %	88,7 / 93,1 / 89,0 %	89,8 / 93,8 / 90,6 %
η con 10 % $P_{AC,r}$ ¹⁾	89,9 / 94,6 / 91,7 %	91,3 / 95,6 / 93,0 %	92,0 / 95,9 / 94,7 %	92,8 / 96,1 / 94,5 %
η con 20 % $P_{AC,r}$ ¹⁾	93,2 / 96,7 / 95,4 %	94,1 / 97,1 / 95,9 %	94,5 / 97,3 / 96,3 %	95,0 / 97,6 / 96,6 %
η con 25 % $P_{AC,r}$ ¹⁾	93,9 / 97,2 / 96,0 %	94,7 / 97,5 / 96,5 %	95,1 / 97,6 / 96,7 %	95,5 / 97,7 / 97,0 %
η con 30 % $P_{AC,r}$ ¹⁾	94,5 / 97,4 / 96,5 %	95,1 / 97,7 / 96,8 %	95,4 / 97,7 / 97,0 %	95,8 / 97,8 / 97,2 %
η con 50 % $P_{AC,r}$ ¹⁾	95,2 / 97,9 / 97,3 %	95,7 / 98,0 / 97,5 %	95,9 / 98,0 / 97,5 %	96,2 / 98,0 / 97,6 %
η con 75 % $P_{AC,r}$ ¹⁾	95,3 / 98,0 / 97,5 %	95,7 / 98,0 / 97,6 %	95,9 / 98,0 / 97,6 %	96,2 / 98,0 / 97,6 %
η con 100 % $P_{AC,r}$ ¹⁾	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 %			

¹⁾ 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) ²⁾	Datalogging, actualización de inversores vía USB			
2 conectores RJ 45 (RS422) ²⁾	Fronius Solar Net			
Salida de aviso ²⁾	Gestión de la energía (salida de relé libre de potencial)			
Datalogger y Servidor web	Incluido			
Input externo ²⁾	Interface S0-Meter / Input para la protección contra sobretensión			
RS485	Modbus RTU SunSpec o conexión del contador			

²⁾ 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 ¹⁾		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 ₁ / MPP ₂)	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 _{peak}	18,8 kW _{peak}	22,5 kW _{peak}	26,3 kW _{peak}	30,0 kW _{peak}

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.				

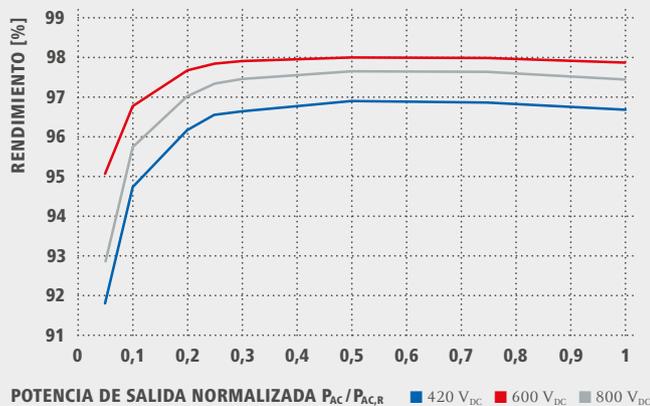
DATOS GENERALES	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	725 x 510 x 225 mm				
Peso	34,8 kg		43,4 kg		
Tipo de protección	IP 66				
Clase de protección	1				
Categoría de sobretensión (CC / CA) ²⁾	1 + 2 / 3				
Consumo nocturno	< 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 ²				
Tecnología de conexión principal	5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16 mm ²				
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				

¹⁾ 14,0 A para tensiones < 420 V

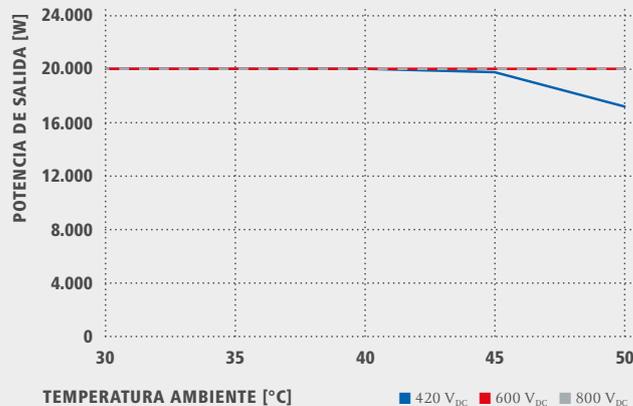
²⁾ De acuerdo con IEC 62109-1. Disponible rail DIN opcional para tipo 1 + 2 y tipo 2 de protección de sobretensión.

Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en www.fronius.es.

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_{EU})	97,4%	97,6 %	97,8 %	97,8 %	97,9 %
η con 5 % $P_{Ac,r}^{1)}$	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 % $P_{Ac,r}^{1)}$	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 % $P_{Ac,r}^{1)}$	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 % $P_{Ac,r}^{1)}$	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 % $P_{Ac,r}^{1)}$	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 % $P_{Ac,r}^{1)}$	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 % $P_{Ac,r}^{1)}$	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 % $P_{Ac,r}^{1)}$	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) ²⁾	Datalogging, actualización de inversores vía USB				
2 conectores RJ 45 (RS422) ²⁾	Fronius Solar Net				
Salida de aviso ²⁾	Gestión de la energía (salida de relé libre de potencial)				
Datalogger y Servidor web	Incluido				
Input externo ²⁾	Interface SO-Meter / Input para la protección contra sobretensión				
RS485	Modbus RTU SunSpec o conexión del contador				

¹⁾ γ con $U_{mpp\ min.} / U_{dc,r} / U_{mpp\ max.}$ ²⁾ 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

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

Anexo 5. Ficha de características del contador Smart Meter

FRONIUS SMART METER

/ Contador bidireccional para registrar el consumo de energía en su hogar



/ El Fronius Smart Meter es un contador bidireccional que optimiza el autoconsumo y registra la curva de consumo de su hogar. Gracias a la medición de alta precisión y la rápida comunicación a través del interface Modbus RTU, la limitación de potencia remota, cuando hay límites impuestos, es más rápida y precisa que con el controlador S0. Junto con Fronius Solar.web, ofrece una visión detallada del consumo de energía en su hogar. Para la solución de almacenaje Fronius Energy Package basada en el Fronius Symo Hybrid, el Fronius Smart Meter permite realizar una gestión sistematizada de los distintos flujos de energía, optimizando así la energía total. Es perfecto para su uso junto al Fronius Symo, Fronius Symo Hybrid, Fronius Galvo, Fronius Primo, Fronius Eco y Fronius Datamanager 2.0.

FRONIUS SMART METER

DATOS TÉCNICOS	FRONIUS SMART METER 63A-3	FRONIUS SMART METER 50kA-3 ¹⁾	FRONIUS SMART METER 63A-1
Tensión nominal	400 – 415 V	400 – 415 V	230 – 240 V
Máxima corriente	3 x 63 A	3 x 50.000 A	1 x 63 A
Sección de cable de entrada	1 – 16 mm ²	0,05 - 4 mm ²	1 – 16 mm ²
Sección de cable de comunicación y neutro		0,05 – 4 mm ²	
Consumo de energía	1,5 W	2,5 W	1,5 W
Intensidad de inicio		40 mA	
Clase de precisión		1	
Precisión de energía activa		Class B (EN50470)	
Precisión de energía reactiva		Class 2 (EN/IEC 62053-23)	
Sobrecorriente de corta duración		30 x I _{max} / 0,5 s	
Montaje		Interior (Carril DIN)	
Carcasa (ancho)	4 módulos DIN 43880	4 módulos DIN 43880	2 módulos DIN 43880
Tipo de protección		IP 51 (marco frontal), IP 20 (terminales)	
Rango de temperatura de operación		-25 - +55°C	
Dimensiones (Altura x Anchura x Profundidad)	89 x 71,2 x 65,6	89 x 71,2 x 65,6	89 x 35 x 65,6
Interface para el inversor		Modbus RTU (RS485)	
Display	8 dígitos LCD	8 dígitos LCD	6 dígitos LCD

¹⁾ Disponible sin transformador de corriente. Más información sobre la correcta elección de los transformadores en www.fronius.es.

VENTAJAS

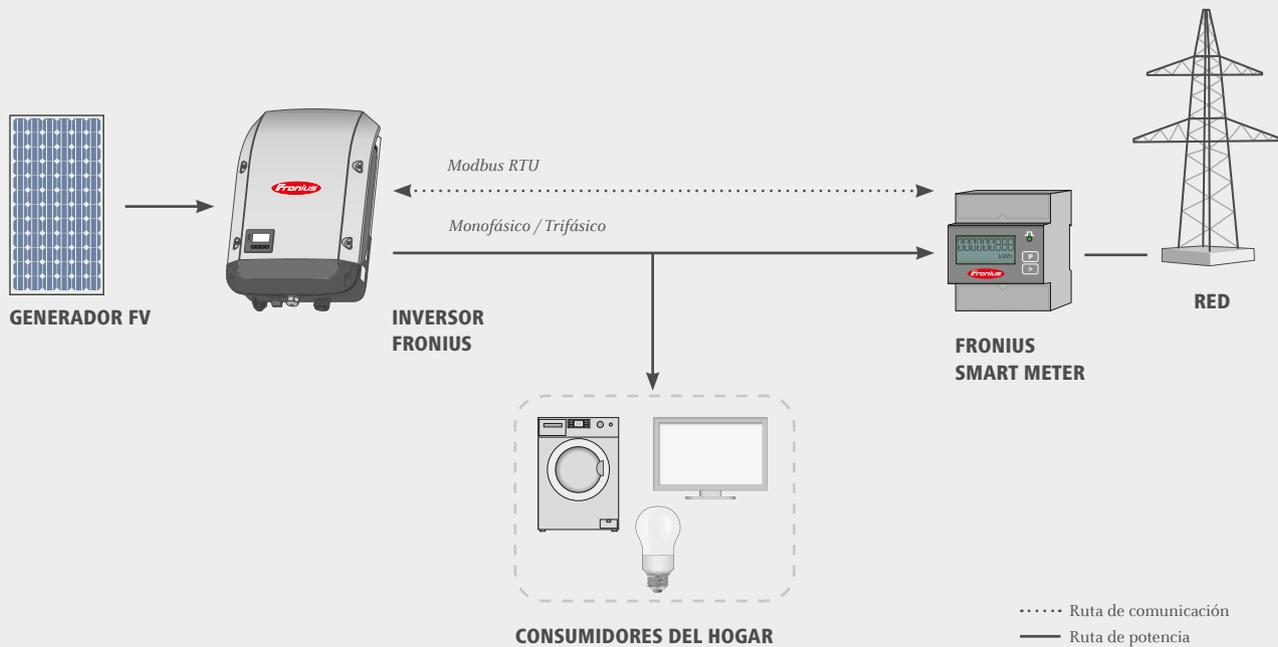
/ Limitación de potencia remota rápida y precisa

/ Junto con el Fronius Solar.web ofrece una visión detallada del consumo de energía en su hogar

/ Optimiza la gestión de energía con la solución de almacenaje Fronius Energy Package



ESQUEMA DE CONFIGURACIÓN



/ El Fronius Smart Meter es compatible con todos los inversores con un Interface RS485 (Modbus RTU). El Fronius Smart Meter funciona en paralelo con el Datamanager 2.0 para los inversores Fronius IG Plus. El Fronius Smart Meter puede ser instalado en cualquier momento junto con el Fronius Datamanager 2.0, después de la puesta en marcha de un inversor.

¹⁾ No es posible reducir la potencia del inversor.

/ 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

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

Anexo 6. Ficha de características de las protecciones

Una solución para cada instalación fotovoltaica



Protección CC

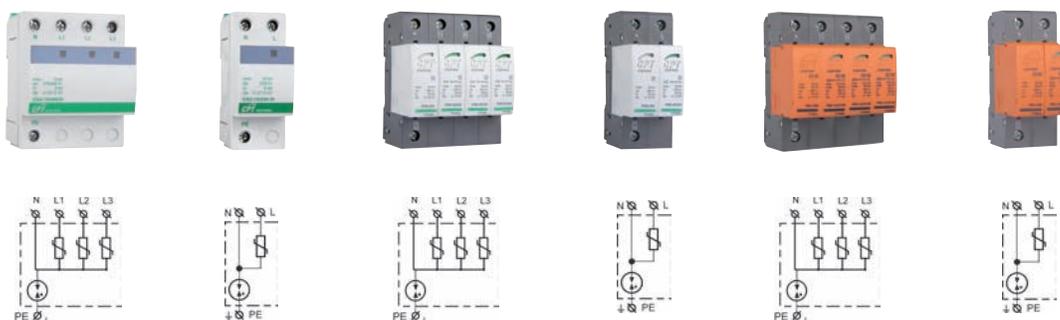


Gama	CS23 FOTOVOLTAICO		PSM3 FOTOVOLTAICO*		PSC3 FOTOVOLTAICO	
Referencia	CS23-40/600	CS23-40/1000	PSM3-40/600 PV	PSM3-40/1000 PV	PSC3-12,5/600 PV	PSC3-12,5/1000 PV
Código sin IR	77707360	77707362	77707850	77707852	77738370	77738375
Código con IR	77707361	77707363	77707851	77707853	77738371	77738376
Uc (Uoc max)	600 Vdc	1000 Vdc	600 Vdc	1000 Vdc	600 Vdc	1000 Vdc
I _{max} (8/20 μs)	40 kA		40 kA		65 kA	
I _{imp} (10/350 μs)	-		-		12,5 kA	
I _n	20 kA		20 kA		20 kA	
IEC 61643-11	Tipo 2		Tipo 2		Tipo 1+2	
U _p	≤ 2,6 kV	≤ 3,8 kV	≤ 2,6 kV	≤ 4 kV	≤ 2,6 kV	≤ 3,6 kV
t _a	< 25 ns		< 25 ns			
I _{scwpv}	-		100 A		-	
Fusible previo	10 A		80 A*		10 A	
Formato	Monobloc		Desenchufable			

Productos específicos para aplicaciones CC.

* No requiere fusible previo para aplicaciones fotovoltaicas con corriente nominal < 80 A

Protección CA



Gama	CS4	CS2	PSM4	PSM2	PSC4	PSC2
Referencia	CS4-40/400	CS2-40/230	PSM4-40/400 TT	PSM2-40/230 TT	PSC4-12,5/400 TT	PSC2-12,5/230 TT
Código sin IR	77705451	77705241	77707806	77707756	77738405	77738205
Código con IR	77705452	77705242	77707807	77707757	77738406	77738206
Fases	3F+N	F+N	3F+N	F+N	3F+N	F+N
Red	TT		TT			
U _n	230/400 V	230 V	230/400 V	230 V	230/400 V	230 V
I _{max} (8/20μs)	40 kA		40 kA		65 kA	
I _{imp} (10/350 μs)	-		-		12,5 kA	
I _n	20 kA		20 kA			
U _p (L-N)	≤ 1,3 kV		≤ 1,3 kV			
U _p (N-PE)	≤ 1,5 kV		≤ 1,5 kV			
t _a	< 25 ns		< 25 ns			
I _{cc}	25 kA		25 kA			
IEC 61643-11	Tipo 2		Tipo 2		Tipo 1+2	
Formato	Monobloc		Desenchufable			

Todos los protectores CC y CA, disponen de indicación de final de vida y están disponibles con indicación remota (IR). IP=20.

Anexo 7. Características de la tarifa de luz

CONDICIONES ECONÓMICAS
PRECIO DEL SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD

Oferta válida hasta el 15 de julio de 2018

Potencia menor o igual a 10 kW		Potencia mayor de 10 kW y menor o igual a 15 kW	
HORA/PERIODO PROMOCIONADO	HORA/PERIODO NO PROMOCIONADO	HORA/PERIODO PROMOCIONADO	HORA/PERIODO NO PROMOCIONADO
TÉRMINO DE POTENCIA* (FIJO)		TÉRMINO DE POTENCIA* (FIJO)	
42,043426 €/kW año		49,532016 €/kW año	
TÉRMINO DE ENERGÍA* (CONSUMO)		TÉRMINO DE ENERGÍA* (CONSUMO)	
0,079532 €/kWh	0,173531 €/kWh	0,103852 €/kWh	0,174732 €/kWh

A estos precios les será añadido el I.V.A.*, el Impuesto Eléctrico (5,11269632%), la energía reactiva y resto de conceptos de facturación que se indican.

El precio del término de potencia y de los periodos promocionados y no promocionados se mantendrán fijos durante 12 meses, sin perjuicio de su actualización según la variación correspondiente al IPC (1) el 1 de enero de cada año en que el contrato esté vigente.

(1) IPC: Valor acumulado real, del periodo de noviembre a noviembre anterior a la aplicación de la variación, del Índice de Precios al Consumo, general, publicado por el Instituto Nacional de Estadística.

Se repercutirán en cada momento las variaciones a la baja o al alza en las tarifas y peajes de acceso, cánones y en los valores regulados que puedan ser aprobadas por la Administración para su aplicación durante la duración del Contrato, tomando como base el RD 1164/2001 y la [Orden IET/2735/2015](#).

Para poder aplicar las variaciones de los conceptos regulados sobre los precios del contrato, se usará el perfil inicial vigente de REE correspondiente a la tarifa de acceso del peaje del suministro, aplicando las variaciones de conceptos sobre este perfil y aplicándolo en los periodos de precios del contrato.

La contratación del Plan Comercio, solo estará disponible para los suministros con una tarifa de acceso 2.0DHA y 2.1DHA. En caso de no disponer de dicha tarifa de acceso, en el momento de la contratación se solicitará a la distribuidora el cambio de tarifa que supondrá un coste de 9,04€ (impuestos no incluidos) en concepto de derechos de enganche de su empresa distribuidora. Iberdrola Clientes bonificará al cliente con el importe equivalente. Esta gestión puede implicar una modificación de la potencia contratada, que podría conllevar costes adicionales aplicables por su distribuidora.

Iberdrola Clientes compensará dicho coste con el importe equivalente. Igualmente la contratación estará condicionada a disponer de un contador inteligente efectivamente integrado en el Sistema y telegestionado. En caso de no disponer de dicho contador, se activará automáticamente, el Plan Noche.

Si puntualmente no se recibiera de su Distribuidora la curva de carga horaria para un periodo concreto, se facturará en base al perfil medio publicado por Red Eléctrica de España (REE).

La energía se facturará como el producto del precio, promocionado y no promocionado, por el consumo efectuado en el periodo correspondiente. Los tramos horarios aplicables a cada uno de los periodos (no promocionado y promocionado) serán los siguientes:

Tarifa Plan Comercio:

- No promocionado: consumos realizados en las horas no incluidas dentro del apartado de horas promocionadas.
- Promocionado: consumos realizados entre las 10:00h y las 14:00h y las 16:00h y las 20:00h.

La potencia se facturará como producto del término de potencia diario por la potencia a facturar correspondiente y multiplicando el resultado por el número de días del periodo de facturación. El término de potencia diario resultará de dividir el término de potencia anual por el número de días del año.

La facturación de energía reactiva, si corresponde, se realizará aplicando el término de facturación de energía reactiva aprobado por la Administración, según lo establecido en la normativa. A este complemento le será aplicable el Impuesto Eléctrico.

Si el Plan contratado no se adapta bien a tus necesidades, puedes cambiarte a un nuevo Plan cuando quieras.

La contratación del Plan está condicionada a tener activada la suscripción a Factura Electrónica durante toda la duración del contrato.

Adicionalmente, le recordamos ha contratado energía con certificación de Garantía de Origen de la Comisión Nacional de Mercados y la Competencia (CNMC), que proviene exclusivamente de fuentes de energía certificadas 100% renovables que evitan las emisiones de CO₂.

PRECIO DE ALQUILER DEL CONTADOR

El precio mensual del alquiler del contador de electricidad será el fijado en cada momento por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo para la tarifa de acceso correspondiente y que cobre la Empresa Distribuidora, al que se le incorporará el I.V.A.(*) y será indicado en las facturas que se emitan al Cliente. El Cliente podrá consultar en todo momento los precios vigentes en www.iberdrola.es

DURACION DEL CONTRATO

La duración del presente contrato es de 12 meses desde la fecha de inicio del suministro.

La fecha de inicio del suministro será posterior a la de aceptación de este contrato y quedará condicionada a la existencia de un contrato de acceso con la Empresa Distribuidora, a la disponibilidad de la energía y a la actuación sobre las instalaciones cuando esto fuera necesario, y se corresponderá con la fecha del primer día del periodo de lectura establecido que se indique en la primera factura.

El Contrato se podrá prorrogar por anualidades sucesivas de acuerdo con las Condiciones Generales.

(*) El tipo impositivo, que se especificará y desglosará en factura, será el que resulte aplicable en cada momento. El IVA no es aplicable en Canarias, Ceuta y Melilla, donde por su régimen fiscal especial se aplican, respectivamente, el IGIC (Impuesto General Indirecto Canario) y el IPSI (Impuesto sobre la producción, los servicios y la importación).