

Recepción: 03 de enero de 2017

Aceptación: 23 de febrero de 2017

Publicación: 14 de marzo de 2017

INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS DE AUTOCONSUMO PARA PEQUEÑAS INSTALACIONES. APLICACIÓN A UNA NAVE INDUSTRIAL

SELF-CONSUMPTION SOLAR PHOTOVOLTAIC SYSTEMS FOR SMALL INSTALLATIONS. INDUSTRIAL FACTORY APPLICATION

Paula Bastida Molina¹

Juan Ángel Saiz Jiménez²

María Pilar Molina Palomares³

Bernardo Álvarez Valenzuela⁴

1. Graduada en Ingeniería Eléctrica. Universitat Politècnica de València. Departamento de Ingeniería Eléctrica. E-mail: paubasmo@etsid.upv.es
2. Profesor Universitat Politècnica de València. Departamento de Ingeniería Eléctrica. E-mail: jasaz@die.upv.es
3. Profesora Universitat Politècnica de València. Departamento de Ingeniería Eléctrica. E-mail: pimolina@die.upv.es
4. Profesor Universitat Politècnica de València. Departamento de Ingeniería Eléctrica. E-mail: balvarez@die.upv.es

Citación sugerida:

Bastida Molina, P., Saiz Jiménez, J.A., Molina Palomares, M.P. y Álvarez Valenzuela, B. (2017). Instalaciones solares fotovoltaicas de autoconsumo para pequeñas instalaciones. Aplicación a una nave industrial. *3C Tecnología: glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 6(1). 1-14. DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2017.v6n1e21.1-14/>.

RESUMEN

El autoconsumo fotovoltaico eléctrico permite producir energía eléctrica a partir de la radiación solar en el mismo lugar donde posteriormente se consumirá. La fuente de la que tomamos la energía es el sol, un recurso natural e ilimitado.

En los momentos en los que este tipo de alimentación no sea suficiente para cubrir los consumos eléctricos de las instalaciones receptoras, la diferencia se toma de la red eléctrica. Quedan así siempre cubiertas las necesidades eléctricas de los usuarios.

El uso de los sistemas de autoconsumo fotovoltaicos permite a los que los poseen reducir su facturación eléctrica, puesto que la energía autoproducida no se toma de la red eléctrica y no es, por tanto, facturada. Así, a partir del dinero que el usuario se ahorra de la facturación eléctrica, recupera el coste de la instalación en un plazo comprendido entre 5 y 10 años, dependiendo de la radiación solar y del lugar en el que está ubicada.

La legislación actual diferencia entre dos tipos de instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo: mayores de 10 kW y menores de 10 kW. Resultan económicamente más rentables las instalaciones menores de 10 kW, puesto que las que tienen un valor mayor deben pagar por la energía autoconsumida.

Se analiza en este artículo el ejemplo de una instalación fotovoltaica para una nave industrial situada en Paiporta (Valencia-España) de 9,9 kW de potencia contratada.

ABSTRACT

Electrical self-consumption photovoltaic systems can produce electric power through the solar radiation in the same place where this energy will be consumed later. The electrical generation source is the sun, a natural and unlimited resource.

When this kind of generation is not enough to cover all the electrical consumption of the receiving installations, the difference is taken from the electrical grid. As a consequence, the needs of the customers are always covered.

The use of self-consumption photovoltaic systems allows their owners to reduce their electric billing, because self-produced power comes not from the electric grid, so it is not billed. Therefore, with the money that the customer can save from electric billing, the cost of the photovoltaic system is recovered in a period between 5 and 10 years, depending on the solar radiation and its location.

Current legislation distinguishes two self-consumption photovoltaic system types: higher than 10 kW and lower than 10 kW. Lower than 10 kW systems are economically more profitable, as in the other kind of photovoltaic system is compulsory to pay for the self-produced power.

An example of a photovoltaic system for an industrial factory placed in Paiporta (Valencia-Spain) with 9,9 kW of power is analyzed along this article.

PALABRAS CLAVE

Autoconsumo, Energía Solar, Fotovoltaica, Energías Renovables, Energía Eléctrica.

KEY WORDS

Self-consumption, Solar Power, Photovoltaic, Renewable Energies, Electric Power.

1. INTRODUCCIÓN

Las instalaciones solares fotovoltaicas de autoconsumo son aquellas que permiten al usuario generar su propia energía eléctrica. Es decir, el usuario produce la energía en el mismo lugar donde la consume, a partir de la radiación solar y de paneles fotovoltaicos. En los momentos en que el consumo eléctrico de la instalación es superior a la energía autoproducida por la instalación fotovoltaica, se toma la energía que falta de la red eléctrica [8].

Resultan un tipo de instalaciones muy interesantes: técnicamente porque se trata de una tecnología madura y suficientemente desarrollada, y económicamente porque el dinero que cuesta la instalación se recupera con facilidad en pocos años, a partir de la energía eléctrica ahorrada.

Desde un punto de vista técnico, se trata de instalaciones relativamente nuevas, aunque sus resultados han sido ampliamente contrastados a partir de instalaciones conectadas a la red en los últimos 15 años. Por ello, resultan instalaciones fiables y seguras, y además, tanto su dimensionado como su montaje son sencillos.

Desde un punto de vista económico, son instalaciones cuyo coste inicial se recupera en un plazo de tiempo razonable, de entre 5 y 10 años [4], dependiendo de la radiación solar y de la legislación. Cuanto mayor sea la radiación solar que incide sobre la instalación, más rápido se amortiza, este factor depende de la ubicación de la instalación. En cuanto a la legislación [2] [3], las instalaciones de menos de 10 kW son las que resultan a priori económicamente más rentables. Además, se permite también el uso de elementos de acumulación [9], que pueden utilizarse para recoger los excedentes que se produzcan, puesto que puede haber horas en las que la producción de la instalación fotovoltaica sea superior al consumo eléctrico que se esté produciendo.

Se analiza a lo largo de este artículo la implementación de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo para una nave industrial, situada en Paiporta (Valencia-España), cuya potencia contratada es de 9,9 kW. La radiación en Valencia, sin ser la más alta de España (es superior en zonas como Alicante o Murcia) es óptima para recuperar la inversión en la instalación fotovoltaica rápidamente. Además, la potencia contratada en la nave industrial va a permitir que esta tenga como máximo una potencia instalada fotovoltaica de 9,9 kW ya que la potencia instalada fotovoltaica no puede superar a la potencia contratada de la instalación receptora [2] [3]. Al ser una instalación fotovoltaica como máximo de 9,9 kW (inferior a 10 kW) optimizamos el tiempo para la recuperación de la inversión.

2. LEGISLACIÓN ACTUAL

El Real Decreto 2818/1998 fue el primero en España en realizar un tratamiento específico de las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red. Dos años después, se publicó el Real Decreto 1663/2000, que supuso el inicio del despegue de la energía solar fotovoltaica en España.

Fueron finalmente los Reales Decretos 436/2004 y 661/2007 los que impulsaron el desarrollo de centrales solares fotovoltaicas conectadas a red en España, creando una prima por cada kWh producido.

A partir de 2008, con el Real Decreto 1578/2008 se limitó la cantidad de potencia fotovoltaica instalable anual. En 2011 se reguló inicialmente el régimen de autoconsumo, aunque con la publicación del Real Decreto 1/2012 se frenó la posibilidad de realizar instalaciones fotovoltaicas en España.

La legislación actual de las instalaciones solares fotovoltaicas para autoconsumo está regida por el Real Decreto 900/2015, aprobado el 9 de octubre de 2015. Este Real Decreto regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo [2] [3].

Dicho Real Decreto establece dos tipos de autoconsumidores. La diferencia fundamental entre ambos tipos es que el consumidor de tipo 2 es un productor de energía eléctrica, mientras que el consumidor de tipo 1 no. El proceso necesario para darse de alta como instalación de producción eléctrica (consumidor de tipo 2) es un trámite complejo. Se encuentra aquí el primer factor legislativo que favorece las instalaciones de autoconsumo de pequeña potencia (tipo 1).

Dichas instalaciones cumplirán las siguientes características:

- La potencia instalada fotovoltaica no podrá superar nunca a la potencia contratada de la instalación receptora.
- Será necesario pagar un peaje por la potencia autoconsumida. Sin embargo, las instalaciones de hasta 10 kW de potencia instalada fotovoltaica estarán exentas de pagar este peaje. Este es otro de los factores legislativos que favorece las instalaciones de autoconsumo para instalaciones pequeñas.
- Los excesos de generación no serán remunerados. Es recomendable, por tanto, instalar un sistema de inyección 0, que evite que la energía autoproducida sea superior a la consumida [1].
- Es obligatorio instalar un contador homologado que mida la energía autoproducida.

El Real Decreto 900/2015 modifica el publicado en 2011 sobre autoconsumo, imponiendo peajes por la producción en régimen de autoconsumo, y poniendo impedimentos al balance neto. El balance neto consiste en permitir que los excedentes que se pudieran tener en una instalación fotovoltaica en las horas del día en las que se produce más de lo que se consume pudieran descontarse de la energía tomada de la red en las horas en las que se produce en la instalación fotovoltaica menos de lo que se consume.

Para la nave industrial analizada, la potencia instalada máxima podría ser de 9,9 kW, porque esta es su potencia contratada. Debido a ello estará exenta de pagar el peaje por la energía autoproducida (<10 kW). Además, dispondrá de un sistema de inyección 0 y de un contador de medida de la energía autoproducida.

3. CURVAS DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN DIARIAS

El dimensionado de la instalación fotovoltaica va a depender del consumo de la instalación receptora y de la producción de la instalación fotovoltaica. Mediante la energía fotovoltaica generada se va a cubrir la mayor parte posible del consumo eléctrico, intentando que los excedentes fotovoltaicos no sean muy elevados [8], puesto que se van a perder y, por tanto, no van a contribuir a recuperar la inversión realizada.

Tanto la evolución del consumo eléctrico de la instalación receptora como la evolución de la producción de la instalación fotovoltaica se van a obtener de forma diaria, es decir, a partir de las curvas de consumo y producción diarias, estudiadas a lo largo de un año [4].

Para la obtención de las curvas de consumo diarias se eligen varios días tipo para cada mes del año. En cada uno de esos días tipo, se estudia como varía el consumo eléctrico de la nave industrial en períodos de quince en quince minutos. Para el caso de la nave industrial, los días tipo seleccionados serán días laborables, días no laborables y para los meses de verano también días de verano tipo [8], dado que en cada uno de ellos se producen condiciones de consumo diferentes.

Las curvas de producción diarias de la instalación solar fotovoltaica se obtienen a partir del producto de la radiación solar diaria y de la potencia instalada en las placas solares, representadas también en periodos de quince minutos, para cada uno de los meses del año. La radiación solar diaria se obtiene de la página web PVGIS, en la que tenemos la radiación diaria presentada respecto al horario internacional UTC. Para adaptar los horarios PVGIS al horario español se debe sumar una hora en los meses de invierno (enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre) y dos horas en los meses de verano (abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre) [8].

Finalmente, para cada mes del año se superponen ambas curvas en una sola gráfica [4]. En el ejemplo estudiado de la nave industrial, se observa que hay periodos de tiempo en los que la producción supera al consumo, principalmente al mediodía, ya que en ese período de tiempo los trabajadores de la nave salen a comer, por lo que el consumo se reduce notablemente, y además, la producción aumenta porque la radiación solar en ese tiempo es mayor.

Como se ha dicho anteriormente, los excesos de generación fotovoltaicos no son económicamente remunerados [2] [3]. Por tanto, se va a instalar un sistema que evite los vertidos eléctricos a la red (sistema de inyección 0). La misión de este sistema de inyección 0 es regular el nivel de generación del inversor de la instalación fotovoltaica, en función del consumo del usuario, impidiendo la inyección de potencia a red cuando la energía generada

sea superior a la energía consumida. En esos momentos, desplaza el punto de funcionamiento del inversor, ajustándolo al nivel de consumo del usuario [1].

Utilizando el sistema de inyección 0, se observa que la energía fotovoltaica que se podría producir es superior a la que realmente se aprovecha [1]. Teniendo en cuenta esta consideración, observamos que va a resultar más rentable dimensionar la instalación fotovoltaica conforme a la energía realmente aprovechada y no conforme a la energía total que se podría producir. Así, la energía realmente aprovechada se obtiene multiplicando el valor de la energía total que se podría producir por el coeficiente de aprovechamiento. El valor de este coeficiente es el valor medio del cociente entre la energía generada real y la energía generada total para cada uno de los meses del año. En nuestro caso, el factor de aprovechamiento es de un 80% [4] [8]. El coeficiente se obtiene a partir del balance entre la energía que se podría producir y la que realmente se consume en cada uno de los meses del año.

En la figura 1 se muestran, como ejemplo, las curvas de producción y de consumo diarios para un día laborable del mes de abril. De la misma forma, se realizan estas curvas para cada uno de los meses del año, lo que nos permite obtener la energía que producimos y la que realmente autoconsumimos. La suma de las energías autoconsumidas en todos los meses del año nos proporciona la energía total ahorrada.

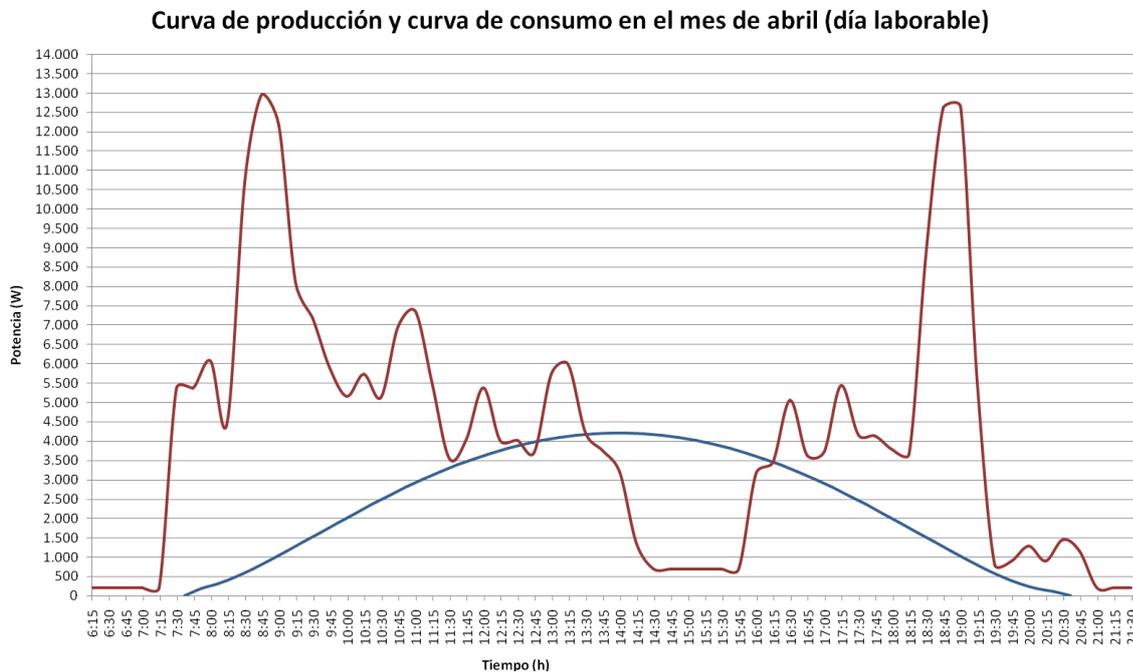


Figura 1: Curvas de consumo (roja) y producción (azul) diarias. Mes de abril.

Fuente: Elaboración propia.

4. ESQUEMA GENERAL

La instalación solar fotovoltaica para autoconsumo está conformada por placas solares fotovoltaicas y el inversor de conexión a red [4] [8].

Las placas solares fotovoltaicas son las encargadas de generar la energía eléctrica a partir de la radiación solar que incide sobre ellas. El número de placas necesario se calcula de acuerdo con lo explicado en el punto anterior, es decir, comparando el consumo de la nave con la producción de las placas, se coge el número de placas que nos haga perder la menor cantidad de energía posible.

El resultado que obtenemos es que necesitamos 20 placas de 255 W cada una (5,1 kW). La potencia de la instalación fotovoltaica será entonces de 5,1 kW, inferior a los 9,9 kW máximos que podías poner.

El inversor de conexión a red es el encargado de transformar la energía eléctrica que proporcionan las placas en corriente continua, en energía eléctrica en corriente alterna para la alimentación de los receptores de la nave industrial. La potencia de entrada del inversor debe coincidir con la potencia instalada en placas solares fotovoltaicas, que en este caso es de 5100 W.

Sin embargo, la instalación presentará unas pérdidas (caída de tensión en los cables, temperatura, punto de máxima potencia, etc.) de un 19%. Así, la potencia máxima que llegará al inversor serán los 5100 W menos estas pérdidas, por lo que el inversor deberá ser como mínimo de 4131 W. Se elige finalmente un inversor cuya potencia de entrada es de 4700 W.

El esquema de la instalación quedará tal como se puede ver en la figura 2.

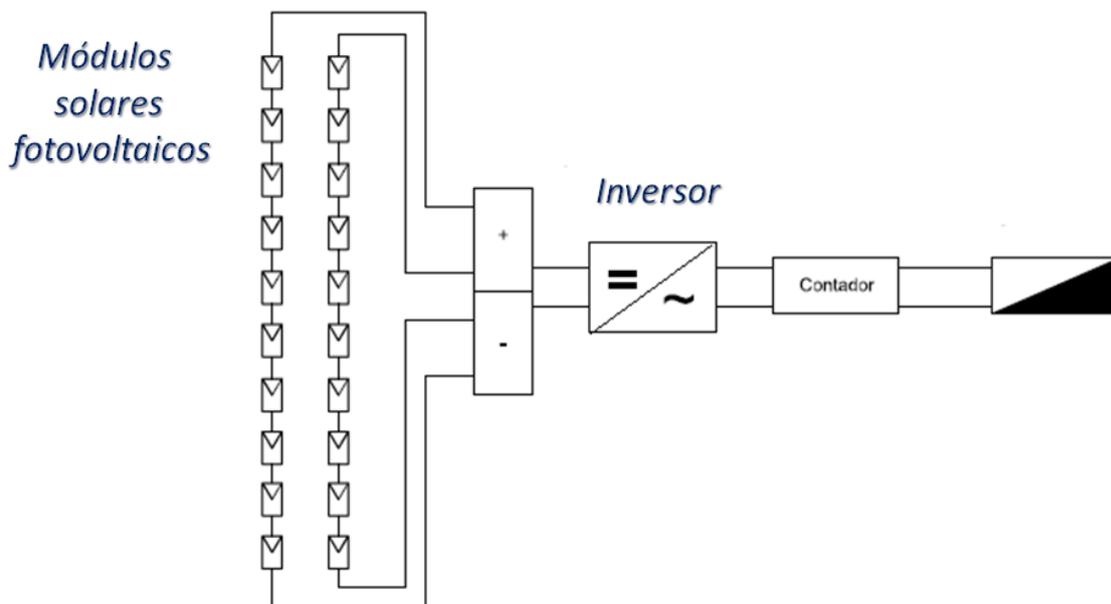


Figura 2. Esquema general.
Fuente: Elaboración propia.

5. DISPOSICIÓN DE LAS PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS

Es muy importante seleccionar una correcta disposición (lugar de ubicación, inclinación, orientación y distancia) de las placas solares fotovoltaicas para conseguir que la incidencia de la radiación solar sobre las mismas sea la mayor posible [8].

En cuanto al lugar de ubicación, se colocan preferentemente y si no hay ningún inconveniente técnico, en las cubiertas de las edificaciones puesto que son lugares desaprovechados, donde no suele haber nada construido. Además, al instalarse en lugares elevados se dificulta el robo de las mismas [10].

Por otro lado, el ángulo de inclinación de las placas se elige para que la radiación solar que incide sobre ellas sea la mayor posible de forma anual [10]. En nuestro caso y para Valencia, 30º respecto a la horizontal y con orientación sur [10].

Además, debe existir una distancia mínima entre cada una de las filas de placas y las siguientes, para evitar que cualquiera de las filas produzca sombra sobre las otras. Esa distancia mínima que debe existir entre filas es función de la altura relativa entre una fila y la siguiente (h) y la latitud del lugar donde está emplazada la instalación (k) [8] [10].

La nave industrial analizada presenta un tejado a dos aguas. Se decide instalar una estructura metálica de elevación sobre la cual se colocarán finalmente los soportes de placas. Esta estructura se instala para obtener una superficie plana horizontal, donde todos los soportes de las placas están a la misma altura

El ángulo de inclinación seleccionado para las placas de la nave industrial es de 30º, ángulo que permite obtener una mayor radiación solar anual (figura 3), en torno a 1550 horas/año efectivas. Además, las placas se orientan hacia el sur (figura 4).

Por último, teniendo en cuenta que la altura relativa es de 0,83 m y el factor k tiene un valor de 2,475 para la latitud correspondiente a España (39), la distancia mínima entre unas filas de placas debe ser 2,06 m. Finalmente, se decide dejar una distancia de 3 m entre cada una de ellas (figura 4), dado que tenemos suficiente espacio en la cubierta.

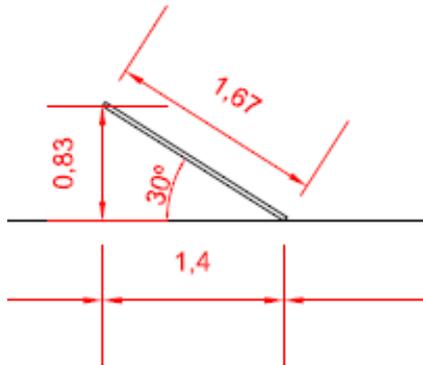


Figura 3. Ángulo de inclinación.
Fuente: Elaboración propia.

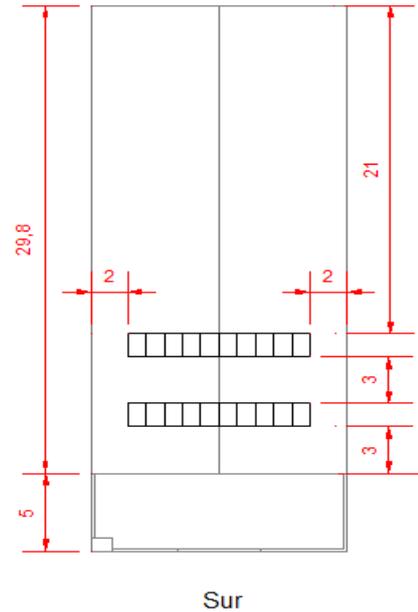


Figura 4. Distancia entre placas.
Fuente: Elaboración propia.

6. PRODUCCIÓN ELÉCTRICA Y RENTABILIDAD ECONÓMICA

Para instalaciones solares fotovoltaicas de autoconsumo, la producción teórica anual no coincide con la producción real anual [8].

La producción teórica anual se obtiene a partir del producto de la radiación solar total anual por la potencia instalada fotovoltaica. A partir de la página web PVGIS, ya citada, se obtienen las radiaciones solares para cada mes del año. La suma de estas radiaciones corresponde a la radiación solar anual, o las horas solares pico anuales (HSP) [4].

$$\text{Producción teórica anual (Wh/año)} = \text{HSP} \cdot \text{Potencia instalada (W}_{\text{pico}})$$

Sin embargo, se debe tener en cuenta que la instalación presenta una serie de pérdidas (por conexionado, por caídas de tensión, por polvo y suciedad, por temperatura...). Es difícil saber cuál es el valor de estas pérdidas puesto que las condiciones de funcionamiento son diferentes de unas instalaciones a otras y no hay posibilidad de establecer un criterio matemático único que recoja todas las circunstancias que se puedan producir. Sin embargo, a partir de la experiencia acumulada en el seguimiento de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red a lo largo de los últimos 15 años, hemos medido que las pérdidas obtenidas se sitúan por debajo del 19%. Por tanto, el rendimiento de la instalación que se ha utilizado en los cálculos es del 81%.

Además, el sistema de inyección 0 [1] regula el nivel de generación del inversor de la instalación fotovoltaica, en función del consumo del usuario, impidiendo la inyección de potencia a red cuando la energía generada es superior a la energía consumida. Por tanto, la energía generada real y aprovechada no es igual a la energía total que se podría generar.

Como se ha comentado anteriormente, la instalación se ha diseñado de forma que la energía real aprovechada corresponda aproximadamente al 80% de la energía total que se podría producir. Así, la producción real anual corresponde al producto de la producción teórica de la instalación por el rendimiento (81%) y por el coeficiente de aprovechamiento de la misma (80 %).

$$\begin{aligned} \text{Prod. real anual (kWh/año)} &= \\ &= \text{Prod. teórica anual (kWh/año)} \cdot \text{coef aprovechamiento} \cdot \eta \end{aligned}$$

Por otro lado, hay que tener en cuenta la disminución de aprovechamiento de la instalación debido a la pérdida de rendimiento de las placas con el tiempo. De forma lineal, se puede establecer que esa disminución es de aproximadamente un 0,5% por año. Así, la producción aprovechada real de la instalación del primer año se verá disminuida cada año.

$$\begin{aligned} \text{Coeficiente} &= (1 - 0.005 \cdot (\text{año} - 1)) \\ \text{Energía año } x &= \text{Energía primer año} \cdot (1 - 0.005 \cdot (\text{año} - 1)) \end{aligned}$$

La energía generada anualmente mediante la instalación fotovoltaica de autoconsumo se obtiene por tanto multiplicando la producción real anual por el coeficiente descrito en el párrafo anterior. Esta energía no tendrá que ser facturada por el usuario, ya que no la toma de la red eléctrica.

El dinero ahorrado anualmente se calcula multiplicando el precio del kWh por la energía producida y aprovechada real en la instalación fotovoltaica. El régimen tarifario de la nave industrial es 2.0 A, en el que el precio del kWh se mantiene constante, independientemente de la franja horaria del día en 0,1478 €/kWh, valor al que hay que añadir el impuesto de electricidad. Redondeando a la baja para situarnos en un valor más restrictivo, el coste energético utilizado para realizar los cálculos se toma de 0,15 €/kWh de forma constante [4][10].

A ese dinero, habrá que restarle el precio del seguro anual y el dinero reservado para mantenimiento de la instalación, también anual. La labor de mantenimiento de la instalación consiste en comprobar una vez al año el buen estado de la instalación y realizar la limpieza de los paneles. El precio del seguro, ya contratado en la nave antes de realizar la instalación fotovoltaica, se estima que tendrá un incremento de 50 €/año por incluir la instalación fotovoltaica. El dinero destinado a mantenimiento se estima en 150 €/año. En los cálculos realizados para los años sucesivos, se han mantenido estos valores constantes.

El coste total de la instalación solar fotovoltaica de autoconsumo objeto de estudio es de 6.402,77 €. De forma detallada, el coste de los paneles solares fotovoltaicos es de 2.906 €, el del inversor de conexión a red es de 1716,97€, el de la estructura soporte es de 1000 €, el del cableado y canalizaciones eléctricas es de 191,72 €, el de las protecciones eléctricas y puesta a tierra es de 348,08 € y el de la mano de obra es de 240 €.

Teniendo en cuenta el dinero que se ahorraría el usuario por la energía autoproducida, se obtiene que el período de amortización de la instalación se sitúa en menos de 8 años, tal y como se observa en la tabla 1 [4] [10].

RENTABILIDAD INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO				
AÑO	COEFICIENTE	ENERGÍA ANUAL REAL PRODUCIDA Y APROVECHADA (kWh/año)	DINERO AHORRADO ANUAL (€)	DINERO AHORRADO ACUMULADO (€)
1	1	6.953,69	843,05	843,05
2	0,995	6.918,92	837,84	1.680,89
3	0,99	6.884,15	832,62	2.513,52
4	0,985	6.849,39	827,41	3.340,92
5	0,98	6.814,62	822,19	4.163,12
6	0,975	6.779,85	816,98	4.980,09
7	0,97	6.745,08	811,76	5.791,86
8	0,965	6.710,31	806,55	6.598,40

Tabla 1. Rentabilidad instalación solar fotovoltaica para autoconsumo.

Fuente: elaboración propia.

Es una cantidad de tiempo razonable, teniendo en cuenta la radiación solar de Valencia, que como hemos señalado no es la mayor de nuestro país, y que se trata de una instalación de pequeño tamaño, dado que solo tiene 5,1 kW en placas.

7. IMPACTO AMBIENTAL

Desde el punto de vista ambiental, la generación de energía eléctrica mediante instalaciones solares fotovoltaicas genera muchísimas menos emisiones de CO₂ que las tecnologías empleadas tradicionalmente, tales como el carbón, petróleo, ciclo combinado...

El mix de producción de la electricidad en España es variable de unos años a otros, por lo que las emisiones de CO₂/kWh también cambian cada año. En 2015 se ha situado en 302 g de CO₂/kWh, de acuerdo con los datos extraídos de La Oficina Catalana de Cambio Climático [5] [6].

Las emisiones de CO₂ producidas al generar energía eléctrica empleado instalaciones solares fotovoltaicas podrían considerarse nula, puesto que la producción directamente no genera emisiones. Sin embargo, se suelen asociar a la energía solar fotovoltaica las emisiones

debidas a las actividades necesarias para ponerla en marcha, como fabricación de los paneles o transporte de los mismos. Este valor asociado varía de unas fuentes a otras pero se sitúa en torno a los 35 g de CO₂/kWh [7].

En la nave industrial analizada, el empleo de la instalación solar fotovoltaica para autoconsumo supondría un ahorro en emisiones de CO₂ de un 88,41%, tal y como se muestra en la tabla 2.

IMPACTO AMBIENTAL		
FUENTE	EMISIONES CO ₂ (g/kWh)	EMISIONES CO ₂ ANUALES (g/año)
Mix eléctrico	302	2.100.014,95
Solar fotovoltaica	35	243.379,22

Tabla 2. Impacto ambiental.

Fuente: elaboración propia.

8. CONCLUSIONES

Las instalaciones solares fotovoltaicas son un tipo de instalaciones novedosas, pero suficientemente contrastadas a lo largo de los años como para considerarlas sistemas eléctricos seguros y fiables. Además, desde un punto de vista técnico, resultan muy sencillas de dimensionar y montar, y apenas necesitan mantenimiento.

Numerosas empresas han trabajado desde hace años en mejorar el funcionamiento de los componentes de estas instalaciones. Por ejemplo, la vida útil de los inversores ha aumentado desde 15 hasta 20 años, mientras que la duración en el tiempo de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo se sitúa en más de 40 años.

Esta mejora del rendimiento ha ido acompañada además de una reducción de los precios de los componentes de las instalaciones solares fotovoltaicas, haciendo que su coste final sea cada vez más barato. Además, el uso de estas instalaciones permite al usuario reducir su facturación eléctrica notablemente, como anteriormente se ha mostrado. Con el dinero ahorrado, se amortiza la instalación en un plazo de tiempo razonable.

Finalmente, suponen también un tipo de instalaciones respetuosas con el medio ambiente. La fuente de energía principal es el sol, un recurso limpio e ilimitado, a partir del cual se consigue generar energía eléctrica y cubrir las necesidades de los usuarios.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Andrés, A. (2015). ¿Cuál es la mejor solución para el autoconsumo con inyección 0? *El blog de la energía fotovoltaica*.
- [2] Andreu, F. (2015). 10 claves para entender el Real Decreto de Autoconsumo. *Solartradex*.
- [3] Calvo, D. (2015). Real decreto de autoconsumo: ¿cómo sacarle provecho?. *El blog de la energía fotovoltaica*.
- [4] García, D. (2015). Reinventando el autoconsumo. *Revista SMA*.
- [5] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2012). Factores de Conversión Energía Final-Energía Primaria y Factores de Emisión de CO₂-2011. Recuperado de: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Factores_Conversion_Energia_y_CO2_2011_0a9cb734.pdf.
- [6] Oficina Catalana del Cambio Climático. (2016). Factor de emisión asociado a la energía eléctrica: el mix eléctrico. Recuperado de: http://canviclimatic.gencat.cat/es/reduex_emissions/factors_demissio_associats_a_lenergia/.
- [7] Resch, R. Kaye, N. (2007). La promesa de la energía solar: Estrategia energética para reducir las emisiones de carbono en el siglo XXI. *Crónica ONU. Vol XLIV. Nº 2*.
- [8] Saiz Jiménez, JA. (2016). Apuntes Energías Renovables. *Energías Renovables*.
- [9] Salas, V. (2016). Autoconsumo fotovoltaico trifásico con almacenamiento de energía. *Solarnews, 62*.
- [10] Sofos Energía. (2016). Diez casos de éxito de autoconsumo fotovoltaico para empresas. *Energética XXI*.