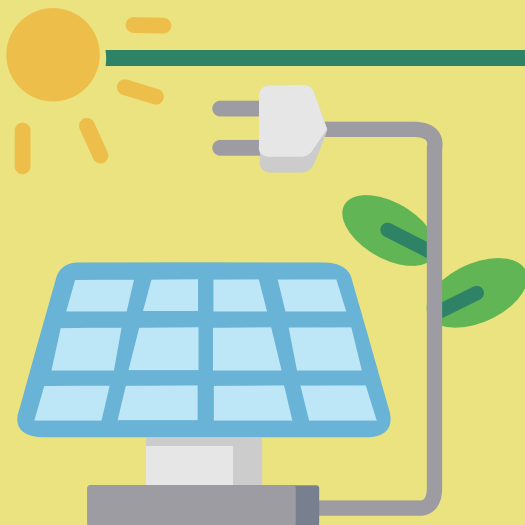


MANUAL DE AUTOCONSUMO

Cálculos, esquemas y tablas



EXPOSICIÓN Y FORO DE LAS EMPRESAS INSTALADORAS | MADRID
PLATAFORMAS DE DISTRIBUCIÓN Y FABRICANTES DE LA 2019
Comunidad Autónoma de Madrid

INTRODUCCIÓN

EFICAM 2019 ha ido diseñado sobre el eje del futuro. “Unidos por el futuro” es el lema de la cuarta edición de EFICAM, en la que el autoconsumo es uno de los protagonistas indiscutibles del certamen, a través de talleres prácticos, la presencia de expositores especializados, la recreación de una instalación fotovoltaica residencial de forma minuciosa y de la mano de especialistas en esta tecnología de futuro, así como este manual técnico en el que se puede consultar paso a paso cómo realizar una instalación de autoconsumo con todas sus particularidades.

Nos encontramos en un momento decisivo para el sector eléctrico en España, que plantea una transición energética con el foco puesto en el autoconsumo como gran oportunidad de futuro. El desarrollo reglamentario del Decreto Ley 15/2018, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, la Ley de Cambio Climático y Transición Energética, y la nueva Directiva de Energías Renovables, ponen de relieve la importancia que tendrá en el presente y futuro la generación distribuida y el autoconsumo.

Según UNEF (Unión de Empresas Fotovoltaicas), las perspectivas de crecimiento apuntan a que España instalará entre 300 y 400 MW de nueva potencia al año durante la próxima década, por lo que podemos decir que el autoconsumo es una de las piezas claves del futuro del instalador.

Los organizadores de EFICAM (APIEM, Fevymar y ADIME) han querido en esta nueva edición poner el acento en ese futuro cercano mostrando al instalador todas las oportunidades del mercado tanto en electricidad como en autoconsumo, vehículo eléctrico, climatización, automatización de edificios, digitalización o segundo dividendo digital, entre otras.

EFICAM se ha convertido en el certamen por excelencia para profesionales de las instalaciones de la zona centro. Y, por tanto, vuelve a ser el centro de reunión y de intercambio de experiencias de los profesionales de la instalación eléctrica y de todas las nuevas oportunidades de negocio que se giran en torno a ella, como es el autoconsumo fotovoltaico y todas las ventajas económicas, de negocio, medioambientales y sociales que de él se desprenden.

INDICE

Presentación

1.- Introducción.

2.- Resumen del Real Decreto por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del Autoconsumo del R D-Ley15/2018.

3.- Autoconsumo Eléctrico. Clasificación.

4.- Conceptos básicos en instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo.

- 4.1.- Principales elementos en una instalación de autoconsumo.
- 4.2.- Instalaciones de autoconsumo sin excedentes.
- 4.3.- Instalaciones de autoconsumo con excedentes.

5.- Diseño de Instalación Autoconsumo sin excedentes de EFICAM 2019.

6.- Tramitación instalación Autoconsumo.

7.- Preguntas Frecuentes

8.- Normativa Fotovoltaica.

Índice de Figuras

Figura 1: *Clasificación de Autoconsumo eléctrico*

Figura 2: *Módulos fotovoltaicos conectados en serie*

Figura 3: *Módulos fotovoltaicos conectados en paralelo*

Figura 4: *Módulos fotovoltaicos conectados en serie-paralelo*

Figura 5: *Instalación de Autoconsumo sin excedentes y sin sistema de acumulación.*

Figura 6: *Instalación de Autoconsumo sin excedentes con sistema de acumulación.*

Figura 7: *Instalación de Autoconsumo con excedentes y sin sistema de acumulación*

Figura 8: *Instalación de Autoconsumo con excedentes y sistema de acumulación.*

Figura 9: *Instalación de Autoconsumo sin excedentes EFICAM 2019. APIEM*

Figura 10: *Localización instalación fotovoltaica de Autoconsumo*

Figura 11: *Conexión módulos fotovoltaicos 330 Wp*

Figura 12: *Energía proporcionada por la instalación de Autoconsumo PVGIS.*

Figura 13: *Esquema eléctrico instalación Autoconsumo EFICAM 2019.*

Figura 14: *Esquema básico de tramitación instalación de Autoconsumo*

Figura 15: *Normativa aplicable para una Instalación de Autoconsumo*

1.- Introducción

El autoconsumo es un esquema de generación basado en la producción eléctrica en el mismo punto de consumo, o en un punto muy cercano. Desde un punto de vista práctico, el autoconsumo permite a los usuarios favorecer la transición energética y la lucha contra el cambio climático mientras ahorran en su factura eléctrica.



Fuente: SolarTradex

Entre los beneficios del autoconsumo, cabe destacar los siguientes:

- Exime a los consumidores, emancipándoles de su dependencia con las grandes eléctricas.
- Permite ahorrar en la factura de la luz.
- Contribuye en la lucha contra el cambio climático, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero.

- Minimiza las pérdidas en transporte y distribución de la electricidad.
- Genera empleo local, estable y cualificado.
- Aumenta la eficiencia energética de los edificios.

En España, el Real Decreto-ley (RDL) 15/2018 (de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores) supuso en octubre de 2018 la anhelada defunción del Impuesto al Sol y, en todo caso -una modificación profunda en la regulación del autoconsumo en España. Según el Gobierno, el objetivo último de esa norma es que la ciudadanía pueda beneficiarse de las ventajas del autoconsumo. Pero el RDL 15/2018 no es más que el primer paso en la ruta hacia la regulación del autoconsumo. De hecho, esa norma reconoce la necesidad de aprobar un reglamento que regule, entre otros, los siguientes aspectos clave del autoconsumo:

- las condiciones administrativas y técnicas para la conexión a la red de las instalaciones de producción asociadas al autoconsumo;
- las configuraciones de medida simplificadas;
- los mecanismos de compensación entre déficits y superávit de los consumidores acogidos al autoconsumo con excedentes para instalaciones de hasta cien kilovatios (100 kW);
- y la organización del registro administrativo.

2. Resumen del Real Decreto por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del Autoconsumo del Real Decreto- Ley15/2018

RD 900/2015 VERSIÓN CONSOLIDADA TRAS RD 15/2018

CLASIFICACIÓN DE INSTALACIONES SEGÚN (ART 4 RD 900/2015)	
TIPO I	TIPO II
Modalidad de autoconsumo sin vertido a red según definición en Art 9.1 Ley 24/2013	Modalidad de autoconsumo con vertido a red de excedente según lo definido en el Art 9.1 b y 9.1 c Ley 24/2013
Autoconsumo Sin Excedentes: El titular del punto de suministro será el consumidor; se debe instalar un mecanismo antivertido que impida la inyección de energía excedentaria a la red de transporte o de distribución. ITC-BT 40	Tipo a puede acogerse a compensación de excedentes; la fuente de energía primaria debe ser de origen renovable y la potencia total de las instalaciones de producción asociadas no debe superar los cien 100 kW Tipo b todos los casos de autoconsumo con excedentes que no cumplan los requisitos para clasificarse en alguna de las modalidades anteriores
Existe un único sujeto: el consumidor. Figura definida en el Art 6 g Ley 24/2013	Existen dos sujetos: el productor y el consumidor. Figura definida en el Art 6a y 6g Ley 24/2013
No estarán dadas de alta en el registro de instalaciones de producción. (Art 9.1 Ley 24/2013)	Instalaciones de potencia inferior a 100 kW estarán exentas de inscribirse en el registro de instalaciones de producción de energía eléctrica. Art 18 RD 15/2018 Modificación Art 9.6 Ley 24/2013

RD 900/2015 VERSIÓN CONSOLIDADA TRAS RD 15/2018

CLASIFICACIÓN DE INSTALACIONES SEGÚN (ART 4 RD 900/2015)	
TIPO I	TIPO II
Deberán cumplir con los requisitos técnicos establecidos en el <i>RD 1699/2011</i>	En el caso de estar conectada a la red de baja tensión deberá cumplir con los requisitos técnicos establecidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) <i>Art 18 RD 15/2018</i> <i>Modificación Art 9.6 Ley 24/2013</i>
Las comunidades autónomas podrán actuar de oficio para incluir las instalaciones en el registro administrativo de instalaciones de autoconsumo de energía eléctrica que deberían incluirse en el registro administrativo del Ministerio para la Transición Ecológica. <i>Art 18 RD 15/2018 Modificación Art 9.4 Ley 24/2013</i>	

REQUISITOS GENERALES PARA ACOGERSE A LA MODALIDAD AUTOCONSUMO **ART 5 RD 900/2015**

TIPO I	TIPO II
No hay límite de potencia. La potencia de los paneles puede ser superior a la potencia de consumo. <i>Art 18 RD 15/2018</i> <i>Modificación Art.5 RD 900/2015</i> <i>Derogación punto 1 apartado a y b</i>	No hay límite de potencia. La potencia de los paneles puede ser superior a la potencia de consumo. <i>Art 18 RD 15/2018</i> <i>Modificación Art.5 RD 900/2015</i> <i>Derogación punto 1 apartado a y b</i>
Los titulares de la instalación de autoconsumo y de producción no tienen por qué coincidir. <i>Art 18 RD 15/2018 Modificación Art.5 RD900/2015</i> <i>Derogación punto 1 apartado c</i>	Los titulares de la instalación de autoconsumo y de producción no tienen por qué coincidir. Si existen varias instalaciones de producción, pueden existir varios titulares. <i>Art 18 RD 15/2018 Modificación Art.5 RD900/2015</i> <i>Derogación punto 2 apartado b</i>
Cumplirán los requisitos técnicos y generales y los del <i>RD 1699/2011</i> que regula las instalaciones de potencia inferior a 100 kW. Serán consideradas únicamente instalaciones de producción	Las instalaciones de producción deberán cumplir los requisitos técnicos contenidos en la normativa del sector eléctrico y en la reglamentación de calidad y seguridad industrial que les resulte de aplicación, en particular, <i>RD 1699/2011, 1955/2000 y RD 413/2014.</i>

REQUISITOS GENERALES PARA ACOGERSE A LA MODALIDAD AUTOCONSUMO **ART 5 RD 900/2015**

TIPO I	TIPO II
Cuando por incumplimiento de requisitos técnicos existan instalaciones peligrosas o cuando se haya manipulado el equipo de medida, la empresa distribuidora podrá proceder a la interrupción de suministro, conforme a lo previsto en el <i>Artículo 87 del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre</i>.	Cuando por incumplimiento de requisitos técnicos existan instalaciones peligrosas o cuando se haya manipulado el equipo de medida, la empresa distribuidora podrá proceder a la interrupción de suministro, conforme a lo previsto en el <i>Artículo 87 del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre</i>.
Podrán instalarse elementos de acumulación de energía eléctrica siempre que dispongan de protecciones establecidas en la normativa de seguridad y calidad industrial que les apliquen y se encuentren instaladas, de tal forma que compartan equipo de medida que registre la generación neta o equipo de medida que registre la energía horaria consumida	Podrán instalarse elementos de acumulación de energía eléctrica siempre que dispongan de protecciones establecidas en la normativa de seguridad y calidad industrial que les apliquen y se encuentren instaladas, de tal forma que compartan equipo de medida que registre la generación neta o equipo de medida que registre la energía horaria consumida

PROCEDIMIENTO DE CONEXIÓN Y ACCESO **ART 7 RD 900/2015**

TIPO I	TIPO II
Para acogerse a esta modalidad de autoconsumo deberá solicitarse una nueva conexión o modificar la existente a la empresa distribuidora de la zona o, en su caso, transportista. Quedarán exentas de este requisito las instalaciones con potencia inferior a 15 kW. <i>Art 18 RD 15/2018</i> <i>Modificación Art.7 RD 900/2015</i> <i>Derogación punto 1 para instalaciones inferiores a 15 kW</i>	Para acogerse a esta modalidad de autoconsumo deberá solicitarse una nueva conexión o modificar la existente a la empresa distribuidora de la zona o, en su caso, transportista. Quedarán exentas de este requisito las instalaciones con potencia inferior a 15 kW. <i>Art 18 RD 15/2018</i> <i>Modificación Art.7 RD 900/2015</i> <i>Derogación punto 1 para instalaciones inferiores a 15 kW</i>
Será de aplicación a las instalaciones de generación de la modalidad de autoconsumo tipo 1 el procedimiento de conexión y acceso establecido en el capítulo II del Real Decreto 1699/2011 Quedarán exentas de este requisito las instalaciones con potencia inferior a 15 kW. <i>Art 18 RD 15/2018</i> <i>Modificación Art.7 RD 900/2015</i> <i>Derogación punto 2 para instalaciones inferiores a 15 kW</i>	Será de aplicación a las instalaciones de generación de la modalidad de autoconsumo tipo 2 de potencia inferior a 100 kW el procedimiento de conexión y acceso establecido en el capítulo II del Real Decreto 1699/2011 Para instalaciones de potencia superior a 100 kW se aplicará el procedimiento establecido en el RD 1955/2000. Quedarán exentas de este requisito las instalaciones con potencia inferior a 15 kW. <i>Art 18 RD 15/2018</i> <i>Modificación Art.7 RD 900/2015</i> <i>Derogación punto 2 para instalaciones inferiores a 15 kW</i>

PROCEDIMIENTO DE CONEXIÓN Y ACCESO **ART 7 RD 900/2015**

TIPO I	TIPO II
Conforme al artículo 6 del RD 1699/2011 se abonarán los estudios de acceso y conexión establecidos por el art.30 del RD 1048/2013 Quedarán exentas las instalaciones de potencia inferior a 10 kW con dispositivo que impida el vertido instantáneo a la red de distribución	Conforme al artículo 6 del RD 1699/2011 se abonarán los estudios de acceso y conexión establecidos por el art.30 del RD 1048/2013

CONTRATOS DE ACCESO EN MODALIDADES DE AUTOCONSUMO **ART 8 RD 900/2015**

TIPO I	TIPO II
Para acogerse a cualquiera de las modalidades de autoconsumo reguladas en el presente real decreto, NO SERÁ NECESARIO que el consumidor suscriba un contrato de acceso con la empresa distribuidora directamente. Art 18 RD 15/2018 Modificación Art.8 RD 900/2015 Derogación punto 1	Para acogerse a cualquiera de las modalidades de autoconsumo reguladas en el presente real decreto, NO SERÁ NECESARIO que el consumidor suscriba un contrato de acceso con la empresa distribuidora directamente. Art 18 RD 15/2018 Modificación Art.7 RD 900/2015 Derogación punto 1

CONTRATOS DE ACCESO EN MODALIDADES DE AUTOCONSUMO

ART 8 RD 900/2015

TIPO I	TIPO II
El tiempo de permanencia en la modalidad de autoconsumo elegida será como mínimo de un año desde la fecha de alta o modificación del contrato o contratos de acceso, prorrogable automáticamente	El tiempo de permanencia en la modalidad de autoconsumo elegida será como mínimo de un año desde la fecha de alta o modificación del contrato o contratos de acceso, prorrogable automáticamente

PEAJE DE ACCESO A LAS REDES ART 9 RD 900/2015

TIPO I	TIPO II
La energía autoconsumida de origen renovable, cogeneración o residuos estará exenta de todo tipo de cargos y peajes. <i>Art 18 RD 15/2018 Punto 5</i>	Los titulares de las instalaciones de producción, por el vertido horario definido en el artículo 3, deberán satisfacer los peajes de acceso establecidos en el <i>Real Decreto 1544/2011, de 31 de octubre</i> , por el que se establecen los peajes de acceso a las redes de transporte y distribución que deben satisfacer los productores de energía eléctrica.

REQUISITOS GENERALES DE MEDIDA EN AUTOCONSUMO **ART 11 RD 900/2015**

TIPO I

TIPO II

Los puntos de medida de las instalaciones acogidas a las modalidades de autoconsumo se ajustarán a los requisitos y condiciones establecidos en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico aprobado por el *Real Decreto 1110/2007*.

Los equipos de medida se instalarán en las redes interiores correspondientes, en los puntos más próximos posibles al punto frontera, y tendrán capacidad de medida de resolución al menos horaria. La energía neta generada es la definida en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico aprobado por *Real Decreto 1110/2007*.

En el circuito que une la instalación de generación con su equipo de medida no podrá intercalarse ningún elemento de consumo.

Los encargados de la lectura de cada punto frontera serán los establecidos en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
Real Decreto 1110/2007.

REQUISITOS GENERALES DE MEDIDA EN AUTOCONSUMO **ART 11 RD 900/2015**

TIPO I ART 12 RD 900/20 15	TIPO II ART 13 RD 900/20 15
Los equipos de medida tendrán la misma precisión y requisitos de comunicación que le corresponda como tipo frontera de consumidor.	Los equipos de medida adoptarán las características más exigentes para cada tipología.
Los equipos de medida instalados en puntos frontera de consumidor tipo 5 y tipo 4 contarán con telegestión y telemedida.	Los equipos de medida instalados en puntos frontera de consumidor tipo 5 y tipo 4 contarán con telegestión y telemedida.
Los equipos de medida instalados tipo 3 contarán con comunicación remota.	Los equipos de medida instalados tipo 3 contarán con comunicación remota.
Será necesaria la instalación de un contador en el punto frontera.	Será necesario la instalación de un <i>contador bidireccional</i> en el punto frontera.
No es necesario la instalación del segundo contador que registre la energía neta generada. <i>Art 18 RD 15/2018</i> <i>Modificación Art 12 RD 900/2015</i> <i>derogación punto2.</i>	No es necesario la instalación del segundo contador que registre la energía neta generada. <i>Art 18 RD 15/2018</i> <i>Modificación Art 12 RD 900/2015</i> <i>derogación punto2.</i>
Potestativamente se podrá instalar un contador que mida la energía consumida.	Potestativamente se podrá instalar un contador que mida la energía consumida total por el consumidor asociado.

REGIMEN ECONÓMICO DE LA ENERGÍA PRODUCIDA **ART 14 RD 900/2015**

TIPO I	TIPO II
No recibirán retribución por vertidos a la red de distribución.	Percibirán retribución por vertido horario conforme a la normativa en vigor o a su régimen retributivo específico.
Los peajes de acceso a las redes de transporte y distribución se calcularán en base al ART 16 RD 900/2015 de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 1164/2001 .	
Las instalaciones de autoconsumo estarán exentas de cargos asociados a costes del sistema <i>Ley 15/2018 Punto 5 – Derogación Art 17 RD 900/2015</i>	
Las instalaciones de autoconsumo estarán exentas de cargos por otros servicios del sistema. <i>Ley 15/2018 Punto 5 – Derogación Art 18 RD 900/2015</i>	

REGIMEN ECONÓMICO DE LA ENERGÍA PRODUCIDA **ART 14 RD 900/2015**

Las instalaciones de autoconsumo estarán exentas de registro administrativo de autoconsumo previsto en el *artículo 9.4 de la ley 24/2013. Anulación del artículo 19.20 ,21 y 22 RD 900/2015 por Sentencia del tribunal constitucional 68/2017.*

La Administración General del Estado, en su caso en colaboración con los órganos competentes de las comunidades autónomas, podrá llevar a cabo planes de inspección de la aplicación de las condiciones económicas de los suministros acogidos a las modalidades de autoconsumo, incluyendo, en su caso, la energía eléctrica vendida al sistema. Asimismo, se podrán llevar a cabo programas de seguimiento en relación con las eventuales situaciones de fraude y otras situaciones anómalas será de aplicación lo previsto en la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, y en su normativa de desarrollo. *Art 24 RD 900/2015.*

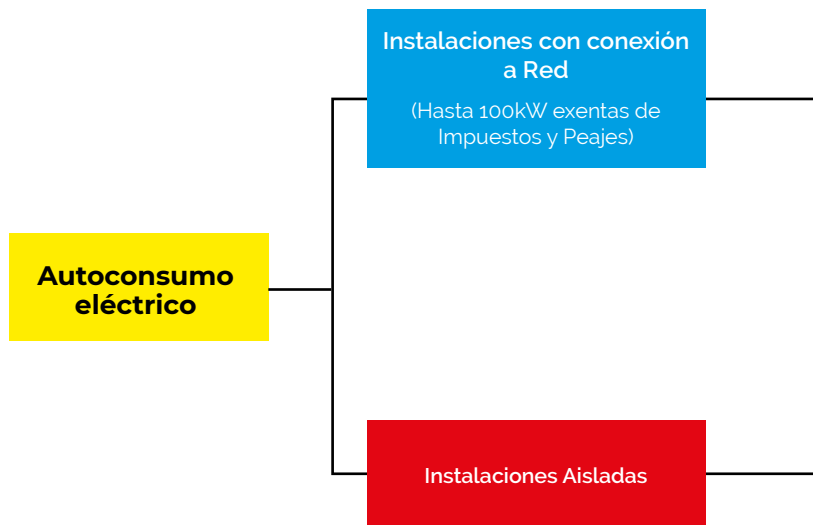
Régimen sancionador: en los casos en los cuáles la infracción esté relacionada con el autoconsumo la sanción máxima será la mayor de entre las dos cuantías siguientes:

- El 10 % de la facturación anual por consumo de energía eléctrica.
- El 10 % por la energía vertida a la red.

Ley 15/2018 Artículo 18 Punto 4 - Modificación del Artículo 67.2 Ley 24/2013-

3.- Autoconsumo Eléctrico. Clasificación.

La figura 1 muestra las diferentes modalidades de autoconsumo. Algunos ejemplos pueden verse con más detalle en las figuras 5, 6, 7 y 8.



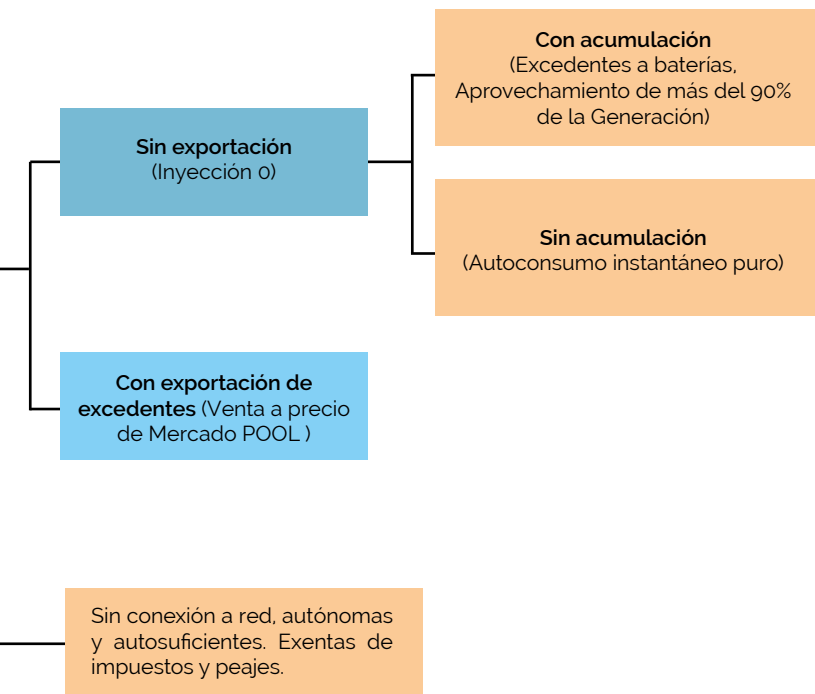


Figura 1: Clasificación de Autoconsumo eléctrico

4.- Conceptos básicos en instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo

- **String:** es un conjunto de paneles fotovoltaicos conectados en serie. La instalación fotovoltaica estará compuesta por varios *strings*.
- **MPPT:** es un tipo de regulación del campo solar. Sus siglas significan “Seguidor de Punto de Máxima Potencia” (*Maximum Power Point Tracker*), y su función es hacer que los paneles solares operen siempre a su máxima potencia. Habitualmente el regulador va incorporado en el propio inversor, por lo que hay que mirar las características técnicas de este último para saber cuántos MPPTs tienen inversor que vayáis a seleccionar.
- **Conexión de las instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo:** A la hora de diseñar el campo solar, se puede realizar la distribución de paneles en serie, en paralelo o una combinación de ambas.
- **Conexión serie:** (ver figura 2) se suman las tensiones unitarias de cada uno, siendo la intensidad que circula la equivalente a uno de ellos.

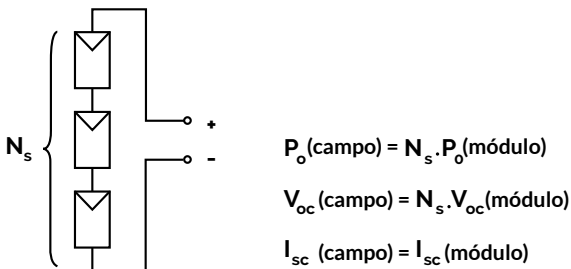
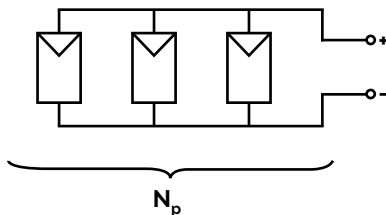


Figura 2: Módulos fotovoltaicos conectados en serie

- **Conexión paralelo** (ver figura 3) se suman las intensidades de cada módulo, siendo la tensión equivalente a la de uno de ellos.



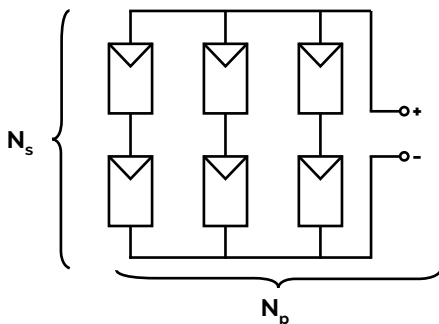
$$P_o(\text{campo}) = N_s \cdot P_o(\text{módulo})$$

$$V_{oc}(\text{campo}) = V_{oc}(\text{módulo})$$

$$I_{sc}(\text{campo}) = N_p \cdot I_{sc}(\text{módulo})$$

Figura 3: Módulos fotovoltaicos conectados en paralelo

- **Conexión serie-paralelo** (ver figura 4) con esta conexión se incrementa la tensión y la intensidad



$$N_T = N_s \cdot N_p$$

$$P_o(\text{campo}) = N_T \cdot P_o(\text{módulo})$$

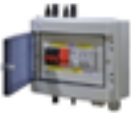
$$V_{oc}(\text{campo}) = N_s \cdot V_{oc}(\text{módulo})$$

$$I_{sc}(\text{campo}) = N_p \cdot I_{sc}(\text{módulo})$$

Figura 4: Módulos fotovoltaicos conectados en serie-paralelo

4.1.- Principales elementos que componen una instalación de Autoconsumo

Elemento	Denominación	Características
	Módulo Fotovoltaico. Generador fotovoltaico	Para instalaciones de autoconsumo los módulos mono y policristalinos están más extendidos. Encargados de convertir la luz del sol en DC
	Protecciones DC	Fusibles, interruptores magnetotérmicos, interruptores diferenciales, protectores contra sobretensiones
	Regulador de carga	Se encarga de controlar el estado de carga de las baterías, regulando la intensidad con la que se cargan para reducir las pérdidas en el proceso
	Sistema de acumulación	Permiten almacenar la energía eléctrica producida
	Inversor	Convierte la corriente continua que proporcionan los módulos en corriente alterna. Dos tipos. Autoconsumo directo o Híbrido

Elemento	Denominación	Características
	Protecciones AC	Fusibles, interruptores magnetotérmicos, interruptores diferenciales, protectores contra sobretensiones
	Equipo de medida	Encargado de medir la energía producida, y según el nuevo Real Decreto 15/2018, es obligatorio colocar un nuevo contador de generación cerca del punto frontera
	Estructura soporte	Inclinadas y coplanarias. Poseen un ángulo que oscila entre 30 y 40° dependiendo de la altitud, longitud y latitud donde se va a ubicar la instalación
	Sistema de inyección cero	Es un elemento que monitoriza en tiempo real la energía que se está generando en la instalación fotovoltaica y la compara con la energía que se está consumiendo en el edificio
	Sistema de monitorización	Estos sistemas son capaces de la cantidad de energía que se está generando, la cantidad de energía que se vierte a la red, suministra los datos en forma de gráficas o tablas fácilmente legibles, etc.

Elemento	Denominación	Características
	Cableado	La sección del cable a utilizar se debe calcular para cada tramo, teniendo en cuenta la intensidad que lo atraviesa y la caída de tensión máxima admisible por normativa.

A continuación en las figuras 5, 6, 7 y 8 se muestran de forma resumida las diferentes modalidades de instalaciones de autoconsumo

4.2.- Instalaciones de autoconsumo sin excedentes - Sin Acumulación

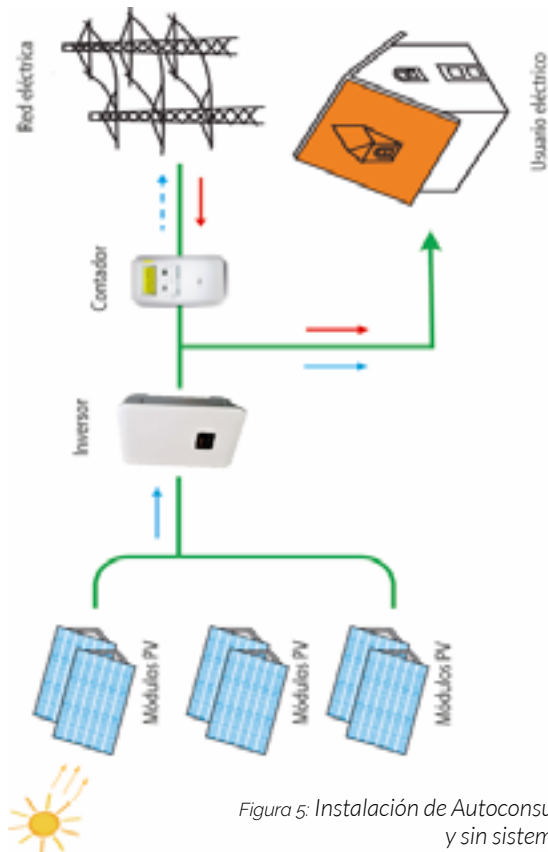


Figura 5: Instalación de Autoconsumo sin excedentes y sin sistema de acumulación.

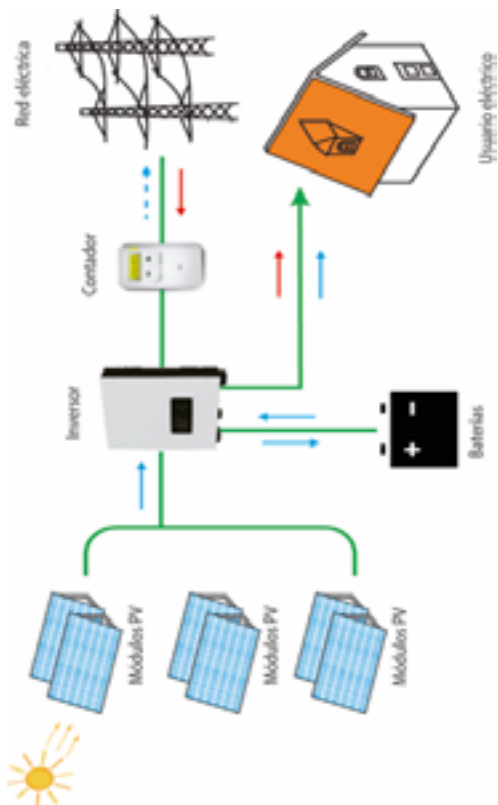


Figura 6: Instalación de Autoconsumo sin excedentes con sistema de acumulación.

4.3.- Instalaciones de autoconsumo con excedentes - Sin Acumulación

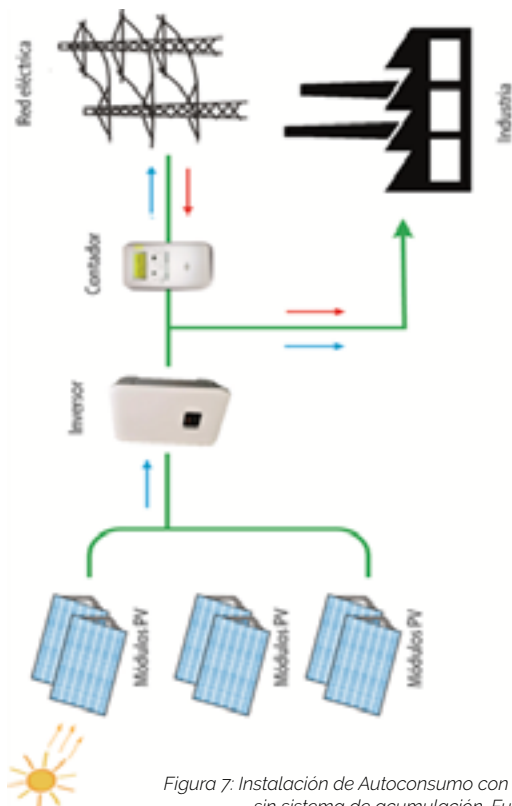


Figura 7: Instalación de Autoconsumo con excedentes y sin sistema de acumulación. Fuente: Retelec.

Con Acumulación

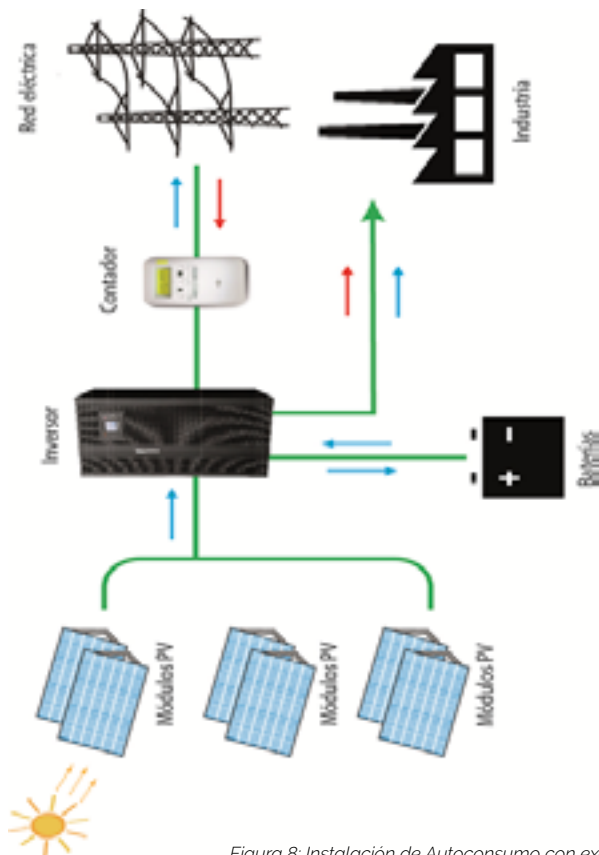
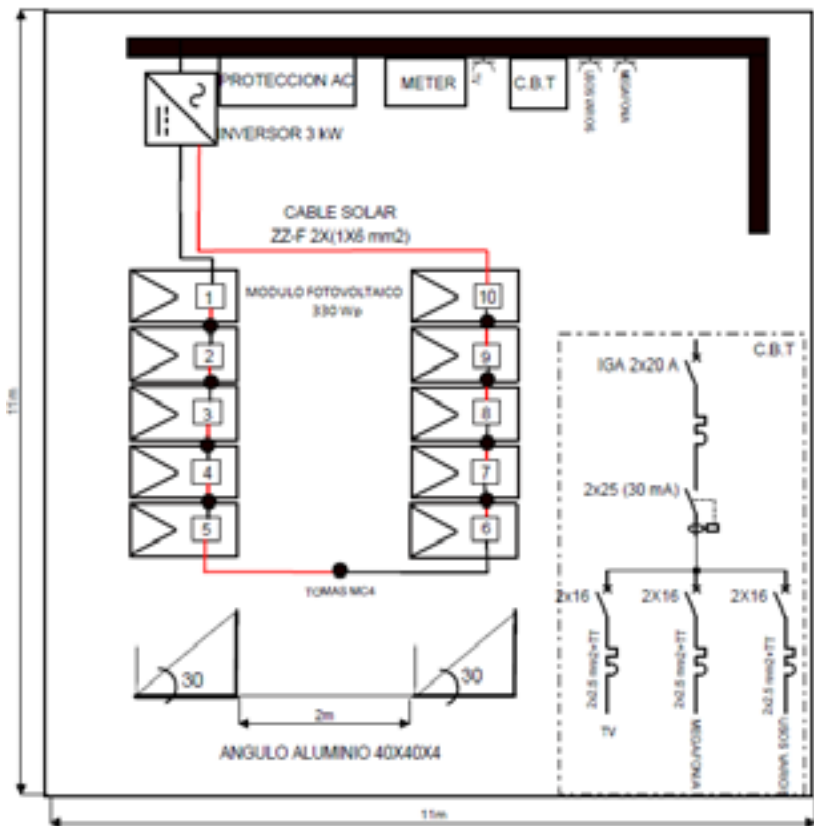


Figura 8: Instalación de Autoconsumo con excedentes y sistema de acumulación. Fuente: Retelec.

5.- Diseño de Instalación

Autoconsumo EFICAM 2019

- Instalación de Autoconsumo Tipo 1 (sin excedentes) en Pabellón de Cristal de la Casa de Campo en término municipal de Madrid.
- La instalación tiene una potencia nominal total de 3 kW y una potencia pico de 3,3 kWp. Consta de un total de 10 paneles fotovoltaicos de 330 Wp y un inversor de 3 kW nominales. La conexión a red será 230V en el cuadro de situado en el interior del edificio
- En la figura 9 muestra un esquema básico de instalación de autoconsumo conectada a red interior (*Siguiente página*)



5.1.- Localización y emplazamiento

El edificio se encuentra ubicado en el pabellón de Cristal de la casa de Campo de Madrid como refleja la figura 10.

Las coordenadas UTM aproximadas son las siguientes:

- X= 437499
- Y= 4474231
- Huso= 30



Figura 10: Localización instalación fotovoltaica de autoconsumo.

Las coordenadas geográficas aproximadas son las siguientes:

- Latitud: 40°24'59.4" N
- Longitud: 3°42'9.22" O

5.2.- Disponibilidad de Irradiación

Para los cálculos de producción se toman los valores de radiación solar de Zaragoza, que aparece en la base de datos de PVGIS.

En la Tabla 1 se muestra los datos de radiación de PVGIS

Optimal inclination angle is: 35 degrees

Annual irradiation deficit due to shadowing (horizontal): 0.0%

Month	H_h	H_{opt}	I_{opt}	T_{24h}	N_{DD}
Jan	2050	3540	64	4,9	342
Feb	3090	4700	56	5,4	274
Mar	4650	5900	43	8,9	185
Apr	5530	6000	27	12,7	133
May	6630	6420	15	16,8	16
Jun	7670	7050	7	21,8	1
Jul	8010	7530	11	26,2	0
Aug	6970	7320	23	25,7	0
Sep	5330	6510	39	20,8	27
Oct	3690	5250	52	15,0	137
Nov	2370	3900	61	9,2	320
Dec	1890	3440	66	5,3	359
Year	4830	5630	35	14,4	1794

H_h : Irradiation on horizontal plane (Wh/m²/day)

H_{opt} : Irradiation on optimally inclined plane (Wh/m²/day)

I_{opt} : Optimal inclination (deg.)

T_{24h} : 24 hour average of temperature (°C)

N_{DD} : Number of heating degree-days (-)

Tabla 1: Datos de Radiación para Madrid de PVGIS

El mes **más desfavorable** de radiación, observamos que es en diciembre con **34.40 kWh·m²/día**. De forma que **dimensionaremos la instalación para las condiciones mensuales más desfavorables de insolación** y así nos aseguramos que cubriremos la demanda durante todo el año.

La orientación del plano del generador óptima para una latitud de 40°, es un ángulo de azimut cero orientado al sur, y una **inclinación de 35°**.

5.2.1.- Rendimiento del sistema.

La transformación de la energía solar en energía eléctrica mediante el efecto fotovoltaico se realiza con una eficiencia representada por el parámetro conocido como Performance Ratio (PR).

El PR engloba una serie de pérdidas de energía algunas de las cuales dependen del diseño de la instalación y los equipos que la forman, y otras están directamente relacionadas con las condiciones meteorológicas instantáneas del emplazamiento.

Para calcular el rendimiento energético de la instalación o “performance ratio”, PR, se tiene en cuenta las siguientes pérdidas. (% valores aproximados)

- Pérdidas IAM. Angulares 3%
- Pérdidas de mismatch o acoplamiento. 1%
- Pérdidas por polvo o suciedad de los módulos. 3%
- Pérdidas respecto a la potencia nominal. 3%
- Eficiencia de los módulos fotovoltaicos con la temperatura. 7%
- Las pérdidas óhmicas en el cableado CC y CA. 1%
- Las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia. 1%

- La eficiencia energética del inversor. 97 %
- Las pérdidas por posición del generador y sombreado 9%

5.3.-Dimensionado del Generador Fotovoltaico.

Se ha previsto utilizar un inversor solar de 3 kW para el total del campo fotovoltaico de acuerdo a RD 1699/2011

En la tabla 2 se muestran las características eléctricas del módulo fotovoltaico (330 Wp):

Potencia máxima:	330 W
Tensión máxima (Vmp):	37.9 V
Intensidad máxima (Imp):	8.71 A
Tensión en circuito abierto (Voc):	46.5 V
Intensidad de cortocircuito (Isc):	9.12 A

Tabla 2: Datos de módulo fotovoltaico 330 Wp. Fuente. Retelec.

Las características eléctricas del inversor 3.000 W se detallan en la tabla 3



MODEL	MGEA 3KHD	MGEA3.6KHD	MGEA5KHD
Rated power	3000 W	3600 W	5000 W
PV INPUT			
Max. input power	4500 W		5500 W
Max. input voltage	500 Vdc		550 Vdc
Rated input voltage	360 Vdc		
Start-up voltage	115 Vdc		
Initial feeding voltage	150 Vdc		
MPPT voltage range (full load)	120 Vdc ~ 450 Vdc (250 Vdc ~450 Vdc)		120 Vdc ~ 530 Vdc (250 Vdc ~450 Vdc)
Max. input current	18 A		12 A
PV short circuit current	18 A		15 A
Number of MPPTs	1		2
PV INPUT			
Rated AC power	3000 VA / 3000 W	3600 VA / 3600 W	5000 VA / 5000 W
Rated output voltage	230 Vac		
Rated Output current	13.0 A	15.6 A	21.7 A
Output voltage current	170 Vac ~280 Vac		
Rated output frequency	50 Hz / 60Hz		
Output frequency tolerance	50 ± 5 Hz / 60 ± 5 Hz		
Power factor	0.9 (leading) ~0.9 (lagging)		
THD	≤ 3%		

Tabla 3: Datos inversor 3000 W. Fuente: Retelec.

La configuración de los módulos fotovoltaicos para la instalación de autoconsumo es la descrita en la Tabla 4:

Instalación fotovoltaica de 3kW para autoconsumo	
Número de módulos de 330 Wp	$N_{mod} = \frac{P_{instalación}}{P_{módulo}} = \frac{3300}{330} \cong 10$
Configuración eléctrica	
Módulos serie	$N_s = \frac{V_{max\ serie}}{V_{módulo}} = \frac{500}{46,5} \cong 10$
Ramas paralelo	$N_p = \frac{N_T}{N_s} = \frac{10}{10} = 1$
Potencia pico instalación	3.3 kWp
Potencia y número de inversores	1 Inversor de 3000 W

Tabla 4: Características instalación de autoconsumo

Los módulos se conectarán en **1 rama (String) en serie de 10 módulos**, tal como se muestra en la figura 11 conectada cada agrupación al inversor 3000 W

5.4.- Cálculo de la energía generada

La estimación de la energía inyectada se ha realizado de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$E_p = \frac{[G_{dm}(\alpha, \beta) * P_{mp} * PR]}{G_{CEM} \text{ en kWh/día}}$$

Donde:

- $G_{dm}(\alpha, \beta)$ = valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano generador en kWh/(m²·día)
- P_{mp} = Potencia pico del generador
- PR = Rendimiento energético de la instalación o “performance ratio”, normalmente 0,7 – 0,8.
- G_{CEM} = 1 kW/m² en Condiciones Standard de Medida.

Las condiciones estándar de medida son una irradiancia de 1000 W/m², una distribución espectral AM de 1,5 y una temperatura de las células de 25 °C.

De acuerdo a los datos de producción mensual mostrados en la figura 12, la producción estimada de energía al año para los 3 kW nominales es de: **5230 kWh**.

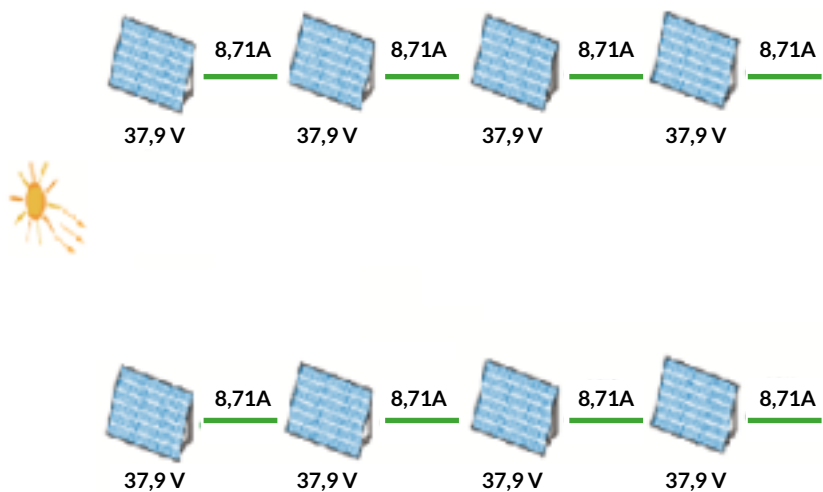
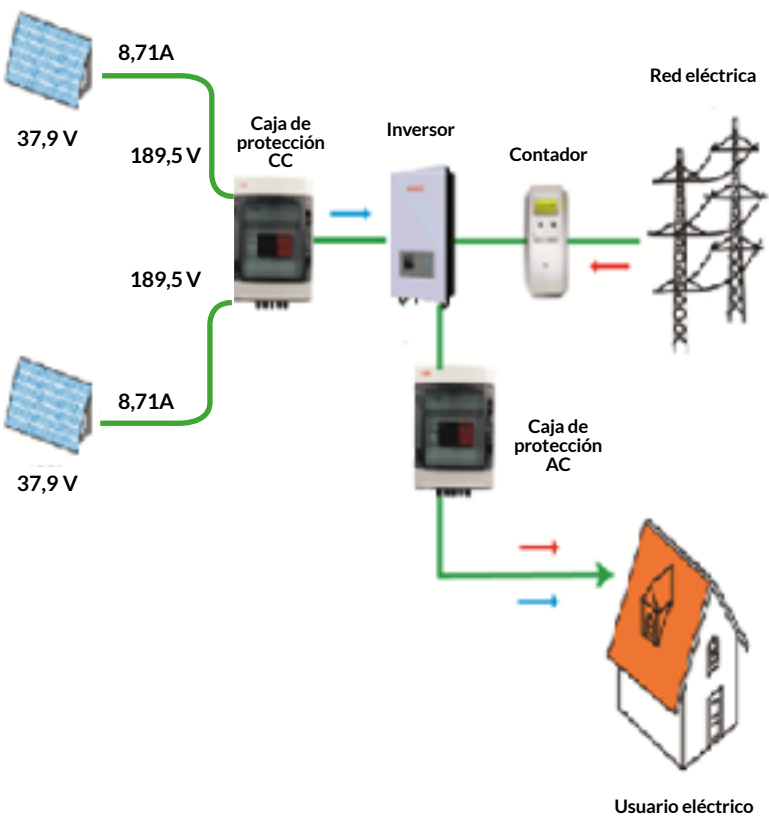


Figura 11: Conexión módulos fotovoltaicos 330 Wp



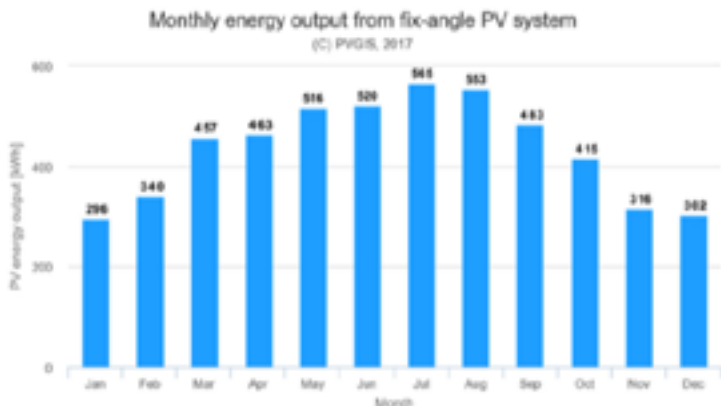
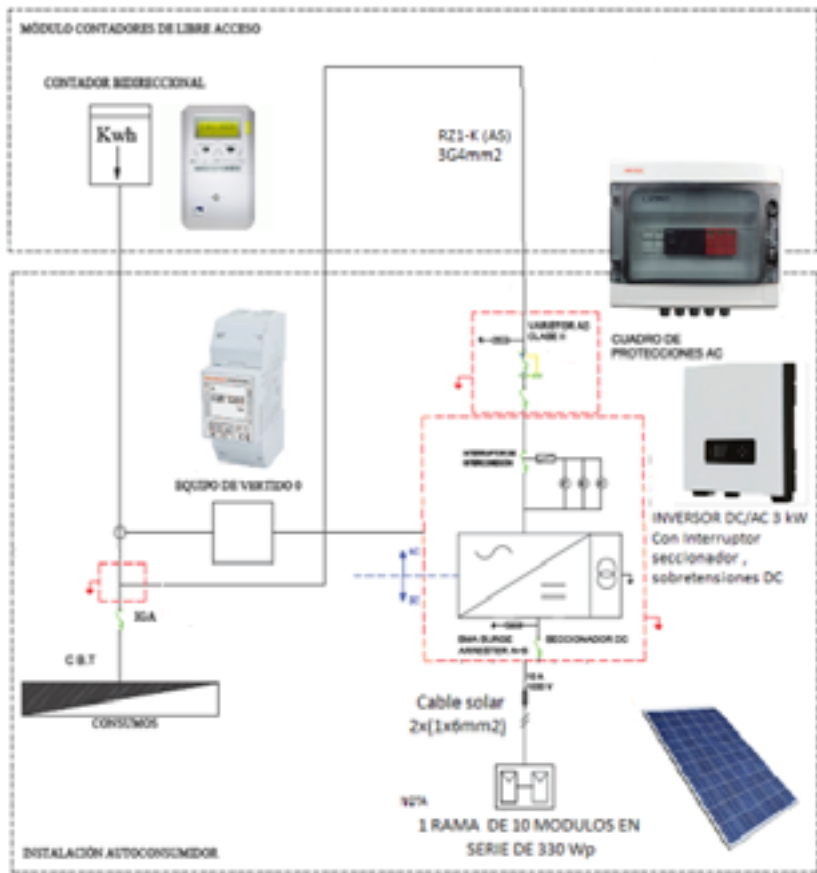
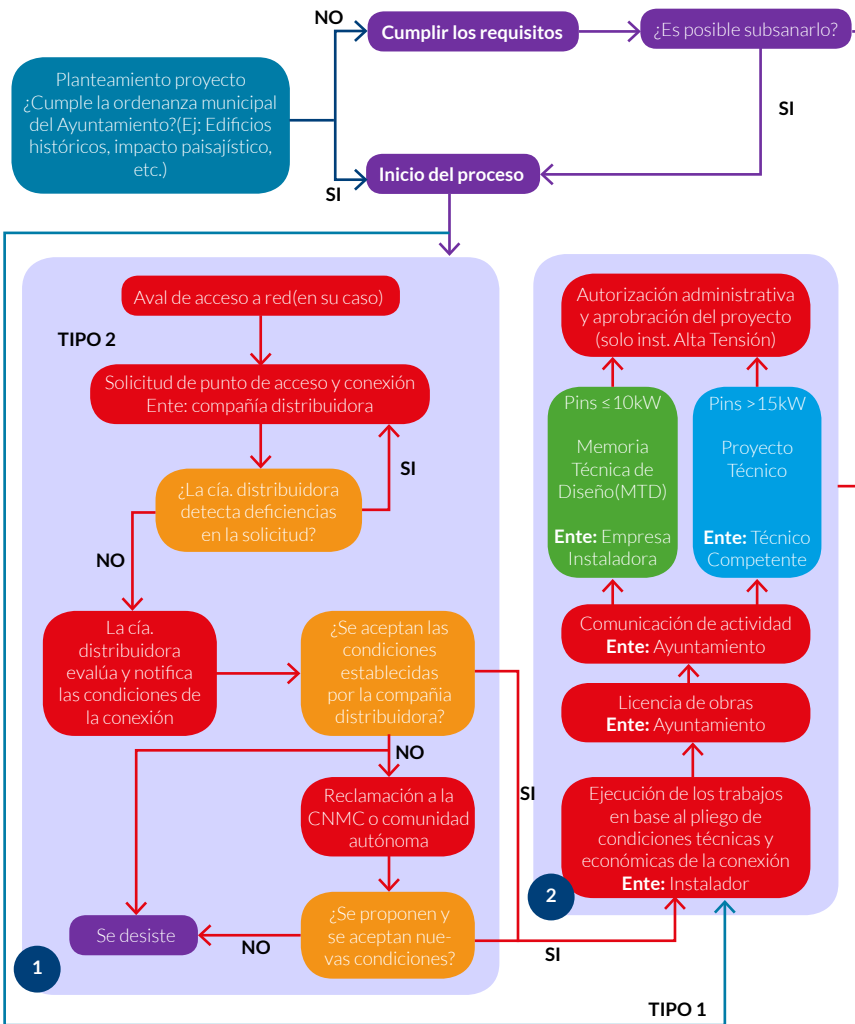


Figura 12: Energía proporcionada por la instalación de Autoconsumo PVGIS.



En la figura 13, se muestra el esquema eléctrico de la instalación de autoconsumo expuesta en EFICAM 2019.



NO

Instalación inviable

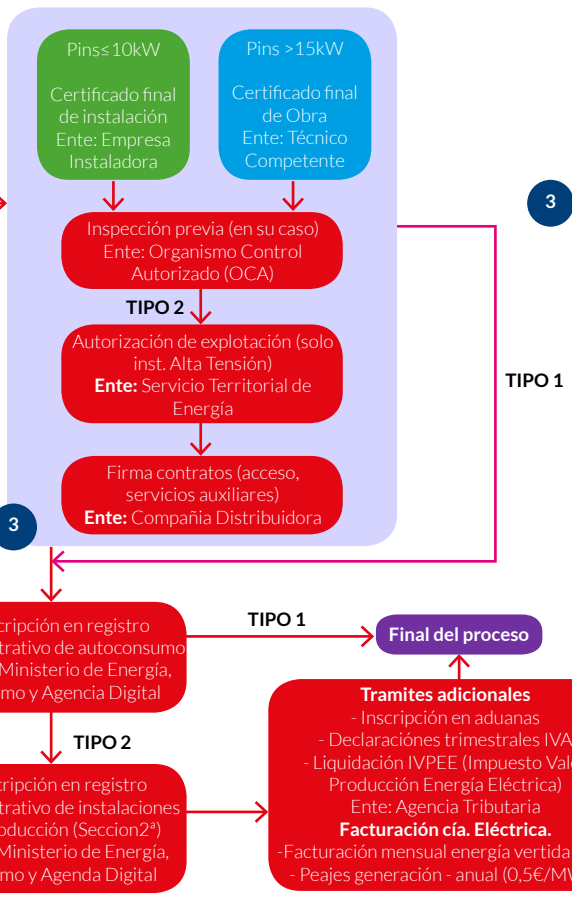


Figura 14: Esquema básico de tramitación instalación de Autoconsumo,
Fuente Independencia Energética

7. – Preguntas Frecuentes

1.- *¿Cuál es el precio aproximado de una instalación fotovoltaica?*

El precio de una instalación fotovoltaica depende dos factores: potencia instalada y la existencia o no de baterías.

Cuanto más grande sea una instalación fotovoltaica menor precio por kW instalado podremos conseguir, para instalaciones pequeñas sin baterías el precio se sitúa alrededor de los 2 €/Wp mientras que para instalaciones grandes podremos llegar a precios de 0.85 €/Wp.

2.- *¿Es rentable una instalación fotovoltaica?*

Sí, una instalación fotovoltaica posee una rentabilidad entre el 7 y el 25%, dependiendo del tamaño de la misma, del precio que actualmente se esté pagando por la electricidad y de las condiciones físicas del entorno como la orientación que se le vaya a dar a la instalación, la inclinación de los paneles, la existencia de sombras y el perfil de autoconsumo en el que se vaya a aprovechar la energía que genera la instalación.

Las instalaciones más grandes son más rentables ya que el coste de adquisición de los equipos es más barato cuanto mayor sea la cantidad a instalar. El periodo de retorno de la inversión generalmente es inferior a 7 años.

También es necesario tener en cuenta que la vida útil de una instalación fotovoltaica ronda los 25 años por lo que se hace cada vez más atractivo invertir en este tipo de tecnología.

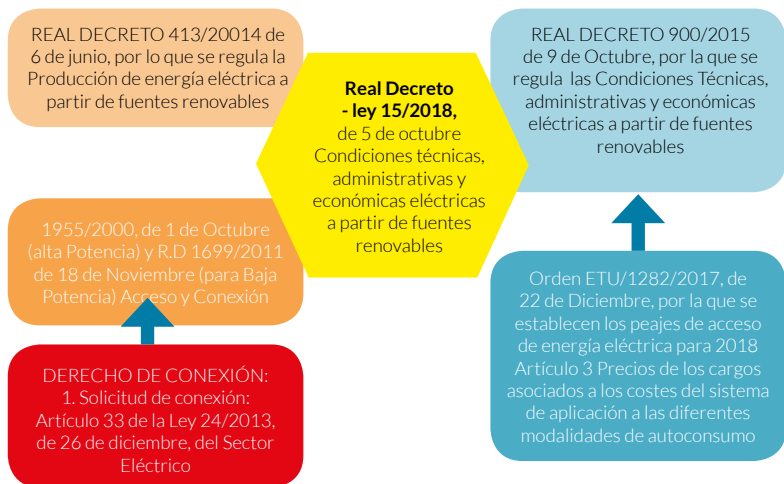
3.- Si mi instalación solar fotovoltaica no genera porque no hay radiación, ¿me quedará sin suministro?

No, las instalaciones de autoconsumo siguen teniendo conexión a la red eléctrica por lo que la energía que no es capaz de suministrarme mi instalación solar la seguiré adquiriendo de la red, al igual que lo hacía antes de tener la instalación solar fotovoltaica.

Por otro lado, las instalaciones fotovoltaicas con baterías se dimensionan con una autonomía mínima de 3-4 días, por lo que perfectamente, una instalación podría funcionar 3 días sin radiación solar.

8.- Normativa Aplicable

- Ley 24/2013. De 26 de Diciembre del Sector Eléctrico





Editado por APIEM (Asociación Profesional de Empresas de Instalaciones Eléctricas y de Telecomunicaciones de Madrid) en marzo de 2019.

www.apiem.org - Tel. 915 945 271

Autor: Daniel Alcalá

Maquetación:

Trasto Creativo- Gonzalo López de Egea Gómez

Impresión:

Villena Artes Gráficas

Quedan reservados todos los derechos de reproducción en todo o parte.

APIEM no se hace responsable de las opiniones ni de las fuentes de información utilizadas por el autor de este Manual ni de la utilización que de las imágenes y contenidos puedan hacer terceras personas.

DEPÓSITO LEGAL

M-6869-2017



CALIDAD · INNOVACIÓN · RESULTADOS



***Eleva la protección de tus instalaciones y
maximiza el rendimiento de tus equipos.***

Descubre la innovación en la **aparamenta modular**.

ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA



Consigue todo lo que necesitas para montar tu instalación solar fotovoltaica.

¡ÚNETE AL CAMBIO
SOSTENIBLE!

+34 918 307 831
industrial@retelec.com

www.retelec.com

DESCUBRE LA FUENTE DE ENERGÍA MÁS LIMPIA, SILENCIOSA Y RENOVABLE.

- Kits de autoconsumo instantáneo o con acumulación
- Instalaciones monofásicas y trifásicas
- Inversores con capacidad desde 0,5kW hasta 108kW
- Cuadros de protección diseñados de forma exclusiva para FV



INVERSORES



PANELES SOLARES



PROTECCIÓN



MONITORIZACIÓN

