



Sistema fotovoltaico para edificación

EL SOL, GENERADOR DE ENERGÍA PARA EL HOGAR

En un momento marcado por la preocupación medioambiental y la escalada de precios, los sistemas fotovoltaicos se posicionan como la mejor tecnología para proveer de energía a hogares e industrias: no emite gases nocivos a la atmósfera y es inagotable.

texto_Domingo González Arias (Vaillant Group), Juan López-Asiain Martínez (Gabinete Técnico del CGATE) y Alejandro Payán de Tejada Alonso (Gabinete Técnico del CGATE).

El cambio en el modelo energético es una realidad que se ha visto impulsada por el alto coste del gas derivado, entre otras razones, por el conflicto ucraniano. Las energías renovables, y en concreto la solar fotovoltaica, están viviendo su momento dorado. Se están cubriendo las expectativas de crecimiento, impulsadas principalmente por las subvenciones y por los cambios normativos en el Código Técnico de la Edificación (CTE). Concretamente, en la revisión de junio de 2022, el HE-5

obliga a disponer de una generación mínima de energía eléctrica procedente de fuentes renovables en edificaciones con superficies mayores a 1.000 m² construidos.

El principio de funcionamiento de un módulo fotovoltaico se basa en el aprovechamiento de la radiación solar para transformarla directamente en energía eléctrica. Este efecto consiste en la circulación de electrones por un material semiconductor cuando incide la radiación electromagnética solar, dando lugar a una corriente eléctrica continua.

En una instalación solar fotovoltaica, intervienen varios tipos de equipos y dispositivos:

- Módulos fotovoltaicos.
- Inversor.
- Gestor de energía.

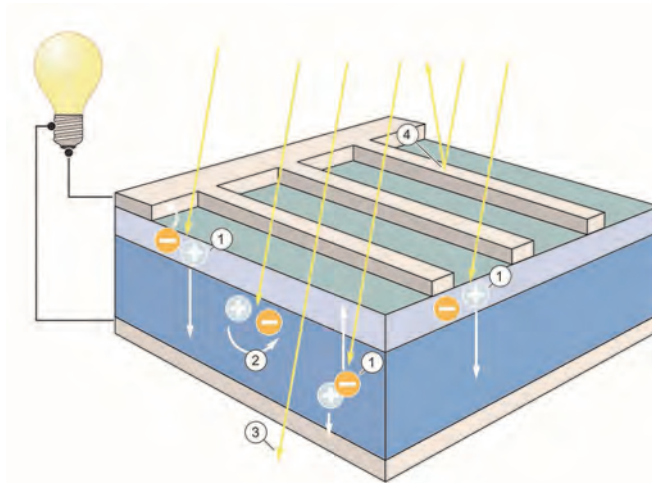
Tipos de módulos fotovoltaicos.

No todos los módulos solares son iguales, ni tampoco lo son sus acabados. Esto se debe principalmente a la tecnología de fabricación que hay detrás de cada uno de ellos. Los rendimientos actuales, en laboratorio, pueden llegar hasta el 24% con módulos monocristalinos PERC (Passivated Emitter Rear Cell), siendo estos los más comunes en la actualidad. Debido a su escaso rendimiento, las células amorfas y policristalinas han caído en desuso y ya no se emplean.

Posiblemente, en los próximos años veamos como el rendimiento de los paneles fotovoltaicos mejora con el desarrollo de nuevas tecnologías.

Los paneles fotovoltaicos se componen de células solares cristalinas encapsuladas entre dos capas de película de plástico EVA. El conjunto se protege contra la intemperie y los rayos UV con un cristal de vidrio templado altamente transparente en la parte frontal y se cierra la parte posterior utilizando una película opaca de composite.

Inversores. Los inversores son el corazón del sistema fotovoltaico, ya que transforman la electricidad



Sistema integral: generación + gestión + producción + vertido



LAS SUBVENCIONES Y LOS CAMBIOS NORMATIVOS EN EL CÓDIGO TÉCNICO ESTÁN IMPULSANDO LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

generada en corriente continua por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna apta para su uso doméstico o su vertido a la red. Es recomendable que los inversores cuenten con una elevada eficiencia (al menos del 97%) para minimizar las pérdidas y aumentar la potencia generada.

Gestor de energía. Este elemento es el cerebro de la instalación. Permite ajustar la producción energética y el consumo para poder aprovechar los excedentes eléctricos, así como activar la bomba de calor en los servicios de climatización y ACS para aprovechar el momento de máxima generación y así reducir la cantidad de energía vertida a la red. De este modo, en el propio edificio se acumula térmicamente la energía generada para ser utilizada cuando sea necesario, disminuyendo los excedentes vertidos que no siempre tienen un precio competitivo o, incluso, se ven penalizados por nuevos impuestos que estén vinculados al término variable.

Cómo elegir un panel solar. La instalación de sistemas fotovoltaicos supone un desembolso inicial importante, cuyo periodo de amortización puede oscilar entre 2 y 8 años (dependerá del precio al que esté la energía eléctrica en cada momento). Con la tecnología actual, la vida útil es de, al menos, 25 años de funcionamiento, reduciéndose el rendimiento inicial en torno al 15%. Es decir, en una vivienda con una potencia fotovoltaica instalada de 4 kWp, tras 25 años, la potencia máxima generada sería de 3,4 kWp. Este parámetro es un aspecto clave a la hora de elegir el fabricante del panel, ya que no todos cuentan con la misma tasa de degradación.

Otro gran olvidado en las instalaciones fotovoltaicas son las cargas de viento y nieve a las que se ven sometidas los paneles fijados en las cubiertas de los edificios. Si no se consideran estas resistencias, los paneles pueden sufrir microfroturas, lo cual derivaría en la pérdida de potencia generada por el sistema o, in->

TIPOS DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS				
Silicio	Rendimiento laboratorio	Rendimiento directo	Características	Fabricación
Monocristalino	24%	15-18%	Son típicos los azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre sí (Czochralski)	Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro
Policristalino	19-20%	12-14%	La superficie está estructurada en cristales y contiene distintos tonos azules	Igual que el del monocristalino, pero se disminuye el número de fases de cristalización
Amorfo	16%	<10%	Tiene un color homogéneo (marrón), pero no existe conexión visible entre las células	Tiene la ventaja de depositarse en forma de lámina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plástico

> cluso, puede suponer el desprendimiento del módulo.

Tipos de instalaciones. Las instalaciones fotovoltaicas se clasifican en función de la gestión de la energía no consumida: sin vertido y con vertido a la red de distribución eléctrica y compensación. Los casos prácticos que se ofrecen en estas páginas muestran las variantes más comunes (no se consideran aquí las instalaciones de autoconsumo con excedentes sin compensación, donde el titular se convierte en un productor de energía y necesita un agente intermediario para vender la energía producida en el mercado eléctrico).

De entre todas las variantes posibles, el autoconsumo individual con compensación es la opción más recomendable. La compañía eléctrica compra los excedentes eléctricos, que posteriormente lo descuenta de la factura. Hay que aclarar que no todas las compañías cuentan con la misma tarifa de compensación, pudiendo haber diferencias de hasta un 50%, por lo que es muy importante analizar las ofertas del mercado. En cualquiera de los casos, el coste de kW consumido es siempre superior al precio del kW compensado y nunca compensará los costes fijos de la factura eléctrica.

A continuación, se muestran los trámites requeridos para instalaciones de autoconsumo, con y sin excedentes inferiores de 100 kW. El conjunto de trámites necesarios para cada modalidad se pueden consultar en la *Guía profesional de tramitación de autoconsumo* del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).

Trámites necesarios para Instalaciones de Autoconsumo Sin Excedentes

1. Memoria o Proyecto técnico de la instalación.
2. Autorizaciones y licencias de obras.
3. Ejecución de la instalación fotovoltaica.
4. Certificado de instalación.
5. Inspección y autorización de explotación (según CC AA).
6. Inscripción registro autoconsumo.

Trámites necesarios para Instalaciones de Autoconsumo Con Excedentes Compensados

1. Memoria o Proyecto técnico de la instalación.
2. Permisos de acceso y conexión.
3. Autorizaciones y licencias de obras.

4. Ejecución de la instalación fotovoltaica.
5. Certificado de instalación.
6. Inspección y autorización de explotación (según CC AA).
7. Contrato compensación excedentes.
8. Inscripción registro autoconsumo.

Caso práctico 1: Vivienda unifamiliar en Madrid.

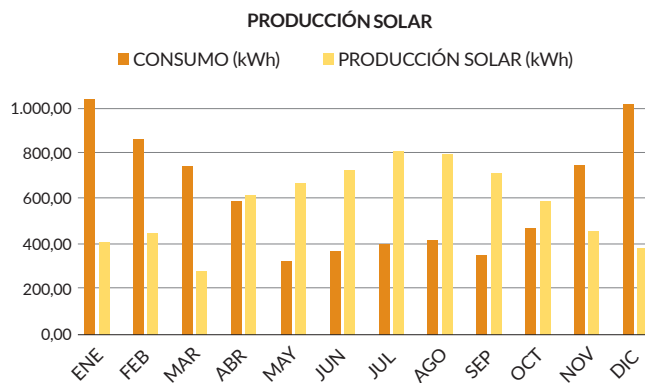
Datos de partida

- Superficie habitada: 180 m².
- Nueva edificación o edificio existente.
- Ocupación: 5 personas.
- Cubierta: tejado inclinado 35° orientación Sur.
- Sistema calefacción/refrigeración: aerotermia.
- Emisores: suelo radiante para climatizar. Apoyo de Fancoil en salón.
- Instalación de 4,44 kWp.

Relación de materiales

- Módulos fotovoltaicos marca Saunier Duval, modelo AXIpremium XL HC 370Wp.
- N° de módulos: 12 unidades, con una superficie total de 21,86 m².
- Inversor marca Saunier Duval, modelo SDPV 4000/2, potencia de salida 3.680 W y 230,0 V.

Resultado del cálculo:



ESTIMACIÓN DE CONSUMOS EDIFICIO						
	Calef./m ²	Refrig./m ²	ACS	BC	EDIFICIO	TOTAL
ANUAL	3.576,18	521,43	928,06	5.025,67	2.333,33	7.359,00
SISTEMA PV						
	Cns	Hopt	Em	CO ₂		
ANUAL	7.359,00	6,11	7.221,89	2.390,44		

Legenda:
 Cns: consumo medio mensual en kWh/año
 Hopt: irradiación sobre un plano con la inclinación óptima en kWh/m²/día
 Em: producción de electricidad media mensual por el sistema dado en kWh/año
 CO₂: emisiones de CO₂ en kg/año

Ayudas. En la actualidad, existen diferentes ayudas para impulsar el autoconsumo empleando instalaciones fotovoltaicas. El número y su cuantía pueden variar, dependiendo de cada comunidad autónoma, y consisten en:

- Subvenciones autonómicas con fondos propios: estas ayudas, dependientes del Gobierno regional, provienen de fondos propios que se dedican a temas relevantes para el desarrollo de la comunidad. Hay dos tipos: porcentuales por valor de la instalación, cuyo rango es del 25% al 50%, y por cuantía, en el que se subvencionan los costes según el tipo de instalación y los equipos incluidos.
- Fondos Next Generation: estas instalaciones pueden beneficiarse, principalmente, de los programas incluidos en dos reales decretos.

- RD 853/2021, de 5 de octubre, por el que se regulan los programas de ayuda en materia de rehabilitación residencial y vivienda social del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia: dos de sus programas (el 3 y el 4) subvencionan actuaciones en edificios y viviendas, respectivamente. En el primero de los programas, los edificios que superen una reducción de consumo en un 30% y reduzcan su demanda en un 25% o 35% (según su zona climática) pueden llegar a beneficiarse de hasta un 80% de subvención, con un máximo de hasta 18.800 € por vivienda. En el segundo caso, las viviendas que superen el porcentaje de reducción de consumo mencionado o disminuyan su demanda en, al menos, un 7% pueden acceder a una subvención de un 40% de la actuación, con un límite de 3.000 €. Además, como beneficio adicional, entre los costes subvencionables se incluyen los honorarios de los profesionales y el IVA. En el número 150 de CERCHA se puede ver la información ampliada acerca de este Real Decreto.

- RD 471/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba la concesión directa a las comunidades autónomas y a las ciudades de Ceuta y Melilla de ayudas para la ejecución de diversos programas de incentivos ligados al autoconsumo y al

Caso práctico 2:

Edificio multifamiliar en Madrid capital. Fotovoltaica dedicada al ACS con aerotermia para hacer un sistema “balance cero emisiones”, 100% ecológico y el uso a 0 €.

Datos de partida

- Edificio multifamiliar de 50 viviendas, de 3 dormitorios/vivienda. De nueva edificación o existente.
- Ocupación: 200 personas.
- Cubierta plana, captadores orientación Sur.
- Servicio: de ACS colectivo sistema por acumulación.
- Instalación híbrida de aerotermia y solar fotovoltaica. Aerotermia de alta eficiencia tipo compacta refrigerante R-290.
- En el presente estudio, el 100% de la energía empleada será de origen renovable.

Cálculo de ACS

El primer paso es hacer un cálculo de producción de ACS con el máximo rigor, pues es el servicio más exigente y se debe alcanzar la satisfacción de todos los usuarios, cubriendo la máxima demanda de la hora punta. Posteriormente, se obtendrá la energía en kWh que requiere esta demanda de ACS.

Equipos de aerotermia diseñados de alta eficiencia para producir energía para el ACS

2 unidades de bombas de calor (aerotermia) aire/agua tipo compacta, marca Vaillant, modelo aroTHERM plus VWL 155/6 S3 + VIH RW 500.

Cálculo de la energía solar fotovoltaica para alcanzar el “balance cero” en el servicio de ACS

almacenamiento, con fuentes de energía renovable, así como a la implantación de sistemas térmicos renovables en el sector residencial, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia: como instalación facilitadora del autoconsumo, la tecnología fotovoltaica puede beneficiarse de las ayudas que emanan de los programas 4 y 5 para el sector residencial. En este caso, la forma de subvención son cuantías fijas o módulos. Se otorgan hasta 600 € por kWpico para la instalación, y hasta 490 € para la instalación de baterías. Además, tienen una bonificación extra aquellas actuaciones que se den en municipios en riesgo de despoblación, aumentando las cantidades descritas en +55 €/kWpico y +15 € en el caso de las baterías.

•Deducciones en el impuesto sobre la renta de las personas físicas (IRPF): el RD ley 19/2021,

de 5 de octubre, de medidas urgentes para impulsar la actividad de rehabilitación edificatoria en el contexto del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, introdujo, como ayuda adicional, la deducción de hasta el 60% en la declaración, con un máximo de 15.000 €, para edificios residenciales que disminuyan su consumo de energía primaria no renovable en un 30% o más. También para viviendas, al alcanzar este objetivo, la deduc-

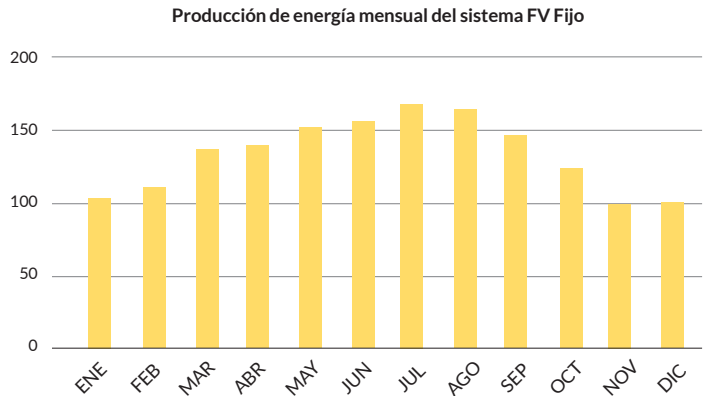


Tabla de resultados de producción de energía por kWpico instalado

	E_d / kWpico	E_m / kWpico	E_m TOTAL	E_m TOTAL para ACS	Excedentes
ENE	3,27	101,31	2.330	2.263	67
FEB	3,91	109,51	2.519	1.918	600
MAR	4,47	138,52	3.186	1.865	1.321
ABR	4,71	141,40	3.252	1.638	1.614
MAY	4,97	154,00	3.542	1.538	2.004
JUN	5,17	155,25	3.571	1.392	2.179
JUL	5,45	168,85	3.884	1.338	2.546
AGO	5,34	165,44	3.805	1.371	2.434
SEP	4,93	148,02	3.404	1.392	2.013
OCT	4,06	126,01	2.898	1.572	1.326
NOV	3,22	96,49	2.219	1.859	360
DIC	3,18	98,46	2.265	2.263	1
TOTAL		1.603,26	36.875	20.410	16.465

E_d: media diaria de producción de energía del sistema (kWh/d)
 E_m: media mensual de producción de energía del sistema (kWh/d)
 SD_m: desviación típica de la energía mensual producida por variación interanual (kWh)
 E_m TOTAL: E_m por la potencia instalada (kWpico)

Resultado

Potencia kWpico instalada	23,00	kWpico	
Producción fotovoltaica anual por 1 kWpico	1.603	kWh/kWpico	
Producción fotovoltaica anual total	36.875	kWh	
Producción fotovoltaica anual total dedicada a ACS	20.410	kWh	
Producción fotovoltaica anual total excedentes para otros usos	16.465	kWh	
% Excedentes para otros usos o compensar	44,7%		
CONSUMO ENERGÍA FINAL TOTAL (AEROTERMIA-PV)	0	kWh	(*)
ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE TOTAL (AEROTERMIA-PV)	0	kWh	(*)
Emissiones CO ₂ Kg TOTAL (AEROTERMIA-PV)	0	kg CO ₂	(*)

(*) Resultado negativo implica que el resultado se vierte a la red eléctrica o se utiliza en otros usos

ción se hace efectiva con un porcentaje del 40%.

•Bonificaciones en el impuesto de bienes inmuebles (IBI) y en el impuesto sobre construcciones, instalaciones y obras (ICIO): en este último caso, estas ayudas dependen directamente

de cada ayuntamiento, siendo muy variadas las posibilidades y porcentajes que se ofrecen. Sin embargo, estos pueden llegar en municipios de la mayoría de comunidades autónomas hasta el 50% en la bonificación en el IBI y hasta el 95% en el ICIO. •

Enlaces útiles

Boletín electrónico de Saunier Duval: re-magazine.saunierduval.es

Proyectos de referencia de Vaillant:

vaillant.es/arquitectos-prescriptores/proyectos-de-referencia