



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

*Estudio para la implementación de
una instalación solar fotovoltaica
con conexión a la red eléctrica en
una vivienda unifamiliar*

**MEMORIA PRESENTADA POR:
VICENTE BLAS SEMPERE LÓPEZ**

GRADO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Convocatoria de defensa: Febrero 2019



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

RESUMEN

Este trabajo aborda el estudio para realizar una instalación solar fotovoltaica conectada a la red eléctrica para autoconsumo propio. Se realizará un análisis previo de la legislación vigente y del estado actual del sector eléctrico en referencia a las instalaciones fotovoltaicas. Previo al diseño de la instalación se analizarán los consumos eléctricos de la vivienda. Después se llevará a cabo el diseño de la instalación teniendo en cuenta varias alternativas y se realizarán los cálculos técnicos necesarios. Se elaborarán los presupuestos según las alternativas de diseño y se realizarán también para cada una de ellas un estudio económico de viabilidad.



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

RESUM

Aquest treball aborda l'estudi per a realitzar una instal·lació solar fotovoltaica connectada a la xarxa elèctrica per autoconsum propi. Es realitzarà una anàlisi prèvia de la legislació vigent i de l'estat actual del sector elèctric en referència a les instal·lacions fotovoltaïques. Abans de dur a terme el disseny de la instal·lació s'analitzaran els consums elèctrics de l'habitatge. Després es durà a terme el disseny de la instal·lació tenint en compte diverses alternatives i es realitzaran els càlculs tècnics necessaris. S'elaboraran els pressupostos segons les alternatives de disseny i es realitzaran també per a cadascuna d'elles un estudi econòmic de viabilitat.



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

ABSTRACT

This work deals with the study to make a solar photovoltaic installation connected to the electricity grid for self-consumption. A previous analysis will be made of the current legislation and the current state of the electricity sector in reference to photovoltaic installations. Prior to the design of the installation, the electrical consumption of the dwelling will be analysed. Afterwards, the design of the installation will be carried out taking into account various alternatives and the necessary technical calculations will be carried out. Budgets will be prepared according to the design alternatives and an economic feasibility study will also be carried out for each of them.



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

PALABRAS CLAVE

Consumo eléctrico, ahorro energético, energía renovable, fotovoltaica.

PARAULES CLAU

Consum elèctric, estalvi energètic, energia renovable, fotovoltaica.

KEYWORDS

Power consumption, energy saving, renewable energy, photovoltaics.



Contenido

1.	Índice de tablas, ilustraciones y gráficos	7
1.1.	Tablas	7
1.2.	Ilustraciones.....	8
1.3.	Gráficos	8
2.	Objetivos.....	9
3.	Situación actual de las instalaciones solares fotovoltaicas en España	9
4.	Análisis de la Normativa.	13
5.	Emplazamiento	20
6.	Ubicación de la instalación:	21
7.	Consumo eléctrico de la vivienda	23
8.	Criterios de diseño.....	27
8.1.	Alternativa 1: reglamentación actual	27
8.2.	Alternativa 2.1: futura reglamentación	28
9.	Dimensionado de las instalaciones:.....	28
9.1.	Energía producida:.....	28
9.2.	Alternativa 1.1: instalación con batería en el actual marco regulador.....	29
9.3.	Alternativa 1.2: instalación sin batería en el actual marco regulador	30
9.4.	Alternativa 2.1: instalación sin batería con balance neto	30
10.	Cálculos eléctricos.....	32
10.1.	Características de los paneles fotovoltaicos.....	32
10.2.	Elección del inversor.	33
10.3.	Dimensionado de los cables conductores.	34
10.3.1.	Conductores de corriente continua.....	34
10.3.2.	Conductores de corriente alterna.....	36
10.4.	Puesta a tierra y protección contra contactos indirectos.....	38
10.5.	Protección contra sobrecargas.	39
10.6.	Protección contra sobretensiones.....	39
11.	Estudio económico.....	40
11.1.	Presupuesto	40
11.2.	Estudio de rentabilidad.....	40
	Alternativa A1.1:	42



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

Alternativa A1.2:	43
Alternativa A2.1:	44
11.3. Tasa interna de rentabilidad	45
12. Pliego de condiciones técnicas	46
12.1. Antecedentes	46
12.2. Promotor	46
12.3. Objeto	46
12.4. Generalidades	46
12.4.1. Normativa de aplicación:	46
12.5. Características de la instalación fotovoltaica	47
12.5.1. Componentes y materiales	48
12.5.2. Recepción y pruebas	55
12.6. Consideraciones finales	56
Referencias	58
Anexo 1: esquemas	
Anexo 2: presupuestos	
Anexo 3: fichas de características técnicas	



1. Índice de tablas, ilustraciones y gráficos

1.1. Tablas

Tabla 1 producción energía solar UE	11
Tabla 2 consumos iluminación.....	23
Tabla 3 consumos medios diarios.....	24
Tabla 4 consumos medios diarios sin climatización	25
Tabla 5 consumo medio diario en horas solares sin climatización.....	26
Tabla 6 producción energética estimada.....	29
Tabla 7 balances netos.....	31
Tabla 8 datos técnicos panel fotovoltaico	32
Tabla 9 tensiones en las cadenas de paneles	33
Tabla 10 inversores	33
Tabla 11 tensión sin carga máxima.....	33
Tabla 12 tensiones mínimas y máximas	34
Tabla 13 intensidades máximas de cortocircuito	34
Tabla 14 secciones mínimas	35
Tabla 15 secciones normalizadas.....	35
Tabla 16 intensidades de servicio	36
Tabla 17 secciones normalizadas.....	37
Tabla 18 caídas de tensión.....	37
Tabla 19 sección tubos.....	38
Tabla 20 secciones mínimas puesta a tierra	38
Tabla 21 interruptores diferenciales	38
Tabla 22 interruptores magnetotérmicos	39
Tabla 23 Presupuestos.....	40
Tabla 24 Amortización VAN alternativa A1.1	42
Tabla 25 Amortización VAN alternativa A1.2	43
Tabla 26 Amortización VAN alternativa A2.1	44
Tabla 27 Tasas de Rentabilidad TIR	45



1.2. Ilustraciones

Ilustración 1 radiación mundial	20
Ilustración 2 zonas radiación solar España	20
Ilustración 3 emplazamiento geográfico	21
Ilustración 4 ubicación de la instalación	22

1.3. Gráficos

Gráfico 1 emisiones CO ₂	9
Gráfico 2 energía solar generada.....	10
Gráfico 3 potencia eléctrica PV instalada	10
Gráfico 4 electricidad generada vs. Electricidad autoproducida	11
Gráfico 5 producción energía solar UE	11
Gráfico 6 potencia pv instalada en España	12
Gráfico 7 tipo de instalación	12



2. Objetivos

El principal objetivo del presente estudio es conseguir un diseño de instalación fotovoltaica para una vivienda unifamiliar capaz de ser rentable dentro de su vida útil, es decir que una vez amortizada la inversión inicial con el ahorro en consumo eléctrico siga proporcionando beneficios hasta finalizar su explotación.

3. Situación actual de las instalaciones solares fotovoltaicas en España

El consumo energético hoy en día está ligado a la generación de diversos tipos de contaminación ambiental, debido al uso mayoritario de fuentes energéticas tradicionales que emplean combustibles fósiles. Parte de este consumo energético es generado por el sector residencial. Una de las más importantes fuentes de contaminación es la emisión de CO₂ a la atmósfera. A continuación podemos ver en el siguiente gráfico como han ido evolucionando las emisiones de este gas de efecto invernadero correspondientes al sector residencial en España.

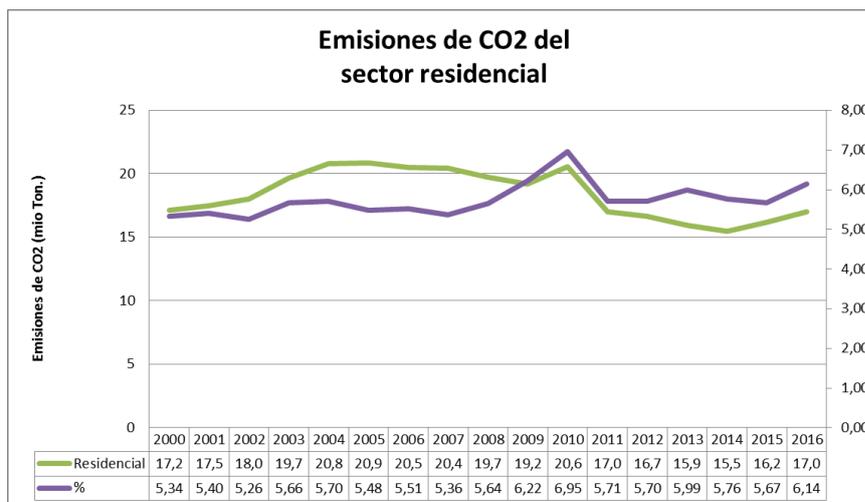


Gráfico 1 emisiones CO₂

Es posible apreciar en el gráfico los efectos de la crisis económica a partir del año 2010 y como ha vuelto a tener una tendencia al alza con la recuperación económica. También cabe destacar como el peso porcentual de las emisiones de CO₂ del sector residencial va aumentando respecto del total de emisiones, por lo que resulta de vital importancia si se quiere reducir el nivel de contaminación, actuar sobre este sector.



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

En el siguiente gráfico podemos observar cómo ha ido el desarrollo de las instalaciones fotovoltaicas mediante la observación de la evolución de la energía solar generada.

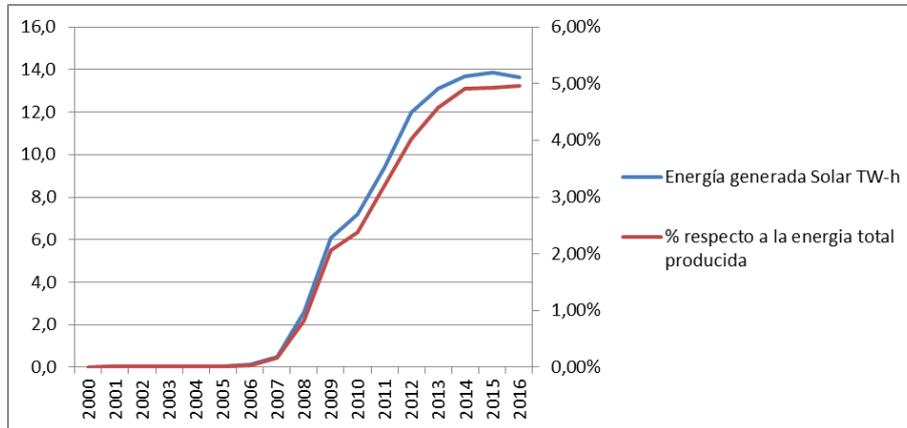


Gráfico 2 energía solar generada

Se puede observar un rápido incremento de la energía producida a partir del año 2007 hasta el año 2012, en el cual se produce un estancamiento. Este hecho se puede explicar por los cambios normativos sucedidos en esos años, tal como se explicará más adelante, en los cuales se pasó de una situación de fomento a las instalaciones fotovoltaicas, a una situación de desincentivación.

En el gráfico siguiente se puede comprobar como del año 2007 al 2008 se produjo un considerable aumento de la potencia instalada, implementándose más de la mitad de las instalaciones de energía solar existentes a día de hoy.

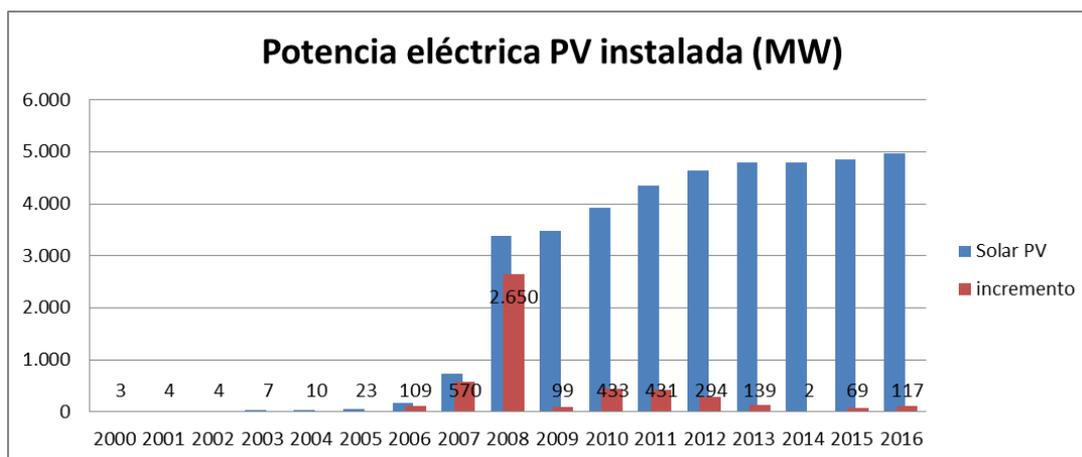


Gráfico 3 potencia eléctrica PV instalada



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

En el siguiente gráfico se puede apreciar hasta qué punto se produjo un efecto de desincentivación a la energía solar, si comparamos los datos de energía solar generada (incluye instalaciones no consideradas de autoproducción) y los datos de energía generada por autoproducción que incluye además de la solar otras fuentes de energía tales como la eólica.

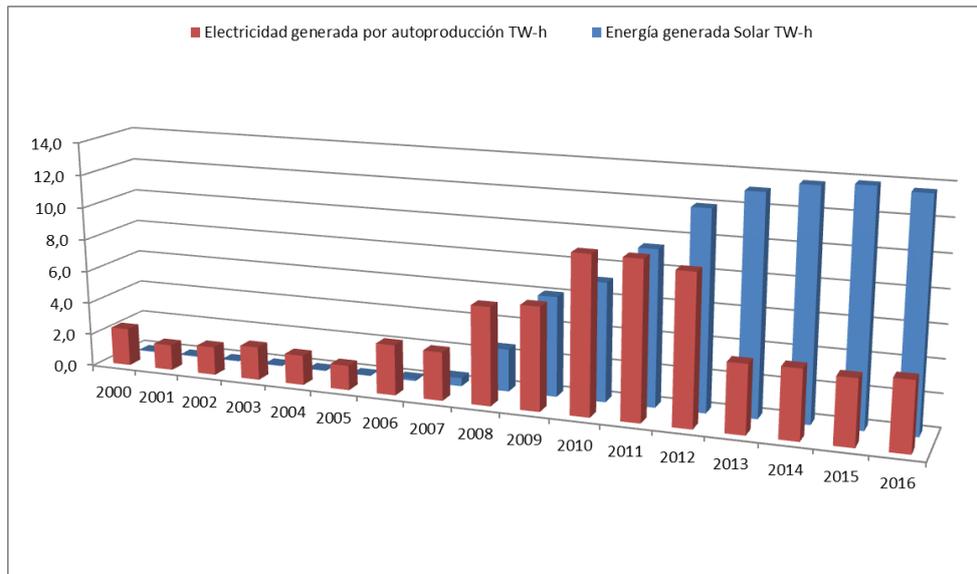


Gráfico 4 electricidad generada vs. Electricidad autoproducida

A partir del año 2012 se observa una disminución de la energía generada por autoproducción achacable al cambio normativo. Esta disminución puede ser causada por el cambio de régimen de algunas instalaciones, no siendo consideradas como autoproducción y a una posible desregularización de instalaciones existentes.

Comparativamente con el entorno de países comunitarios, España no se encuentra entre los tres primeros productores de energía solar como cabría esperar en función de la radiación solar recibida, encabezando este ranking Alemania, con una generación diez veces superior.

País	Solar PV (MW)	
DE	Alemania	40.714
IT	Italia	19.283
UK	Reino Unido	11.899
FR	Francia	7.320
ES	España	4.973
BE	Bélgica	3.300
EL	Grecia	2.604
CZ	Chequia	2.068
NL	Países Bajos	2.049
...

Tabla 1 producción energía solar UE

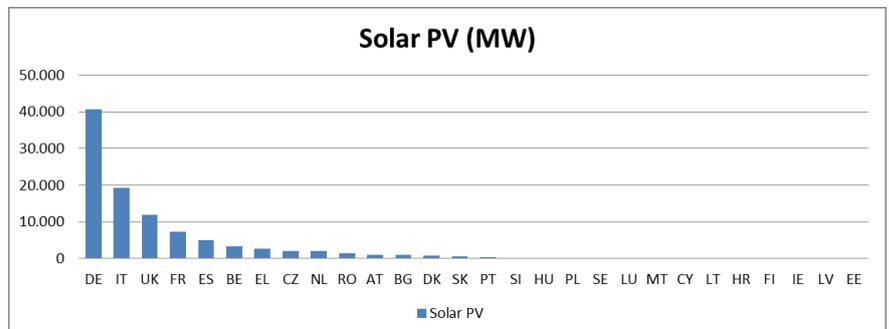


Gráfico 5 producción energía solar UE



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

Por último se analiza dentro de las instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo registradas en España, su ubicación geográfica y por otro lado su tipología en cuanto al almacenamiento de energía.

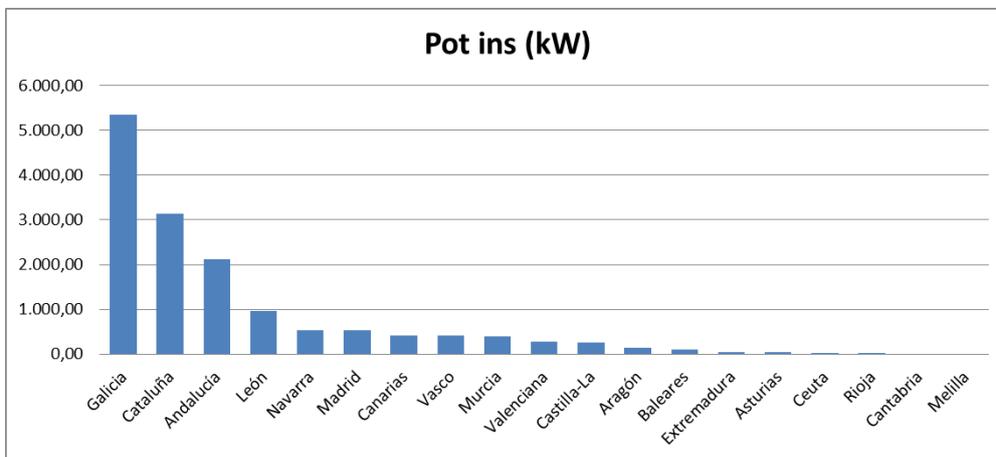


Gráfico 6 potencia pv instalada en España

Es en Galicia donde existen mayor número de instalaciones, siendo de las comunidades autónomas con menor radiación solar recibida. Debe hacerse notar que estos datos corresponden a instalaciones registradas, no siendo obligatorio el registro de aquellas con potencia inferior a 10 kW en la actualidad.

Respecto a la tipología en cuanto al almacenamiento de energía los datos arrojan un balance favorable a las instalaciones sin batería, representando un 85,4% del total.



Gráfico 7 tipo de instalación

De las instalaciones con batería, se concentran mayoritariamente en las comunidades de Galicia y Navarra, con un 77,6% del total, como cabría esperar dado los bajos niveles de radiación solar existentes en dichas zonas de España.

Por tanto se observa que salvo en los casos de las dos comunidades autónomas mencionadas, la tendencia nacional en las instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo es omitir la batería. Esto puede ser debido en gran medida, como se verá en el apartado de estudio económico, a que el elevado coste de las baterías puede llevar a la no viabilidad del proyecto o al alargamiento del plazo de amortización, de manera que la instalación de paneles sin batería funcionando como apoyo al suministro de la red, se convierte en la opción mayoritariamente escogida.



4. Análisis de la Normativa.

Tal como se ha mencionado en apartados anteriores la normativa reguladora de las instalaciones de producción de energía fotovoltaica ha sufrido modificaciones en un espacio de tiempo inferior al periodo de amortización de las mismas, de manera en muchos casos ha afectado al retorno de la inversión y a su viabilidad, dado que fueron calculadas respecto a unas condiciones iniciales que fueron posteriormente empeoradas.

A continuación se va a realizar un recorrido cronológico por la reglamentación principal:

Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

Esta reglamentación incentivó fuertemente la instalación de sistemas de producción eléctrica renovable, incluida la fotovoltaica.

Estableció un sistema de remuneración que garantizaba unos ingresos, en el que el titular de la instalación puede optar por vender su energía a una tarifa regulada, única para todos los periodos de programación, o bien vender dicha energía directamente en el mercado diario, en el mercado a plazo o a través de un contrato bilateral, percibiendo en este caso el precio negociado en el mercado más una prima compensatoria.

Las instalaciones fotovoltaicas quedaban clasificadas en el subgrupo b.1.1. Instalaciones que únicamente utilicen la radiación solar como energía primaria mediante la tecnología fotovoltaica.

Las tarifas y primas correspondientes a las instalaciones de la categoría b) se contemplaban en la tabla 3 del Real Decreto, siendo:

Para $P \leq 100$ kW los primeros 25 años a 44,0381 c€/kWh.

Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.

En su artículo 3 definía con mayor detalle la tipología de las instalaciones. “A efectos de lo dispuesto en el presente real decreto las instalaciones del subgrupo b.1.1 del artículo 2 del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, se clasifican en dos tipos: a) Tipo I. Instalaciones que estén ubicadas en cubiertas o fachadas de construcciones fijas, cerradas, hechas de materiales resistentes, dedicadas a usos residencial, de servicios, comercial o industrial, incluidas las de carácter agropecuario. O bien, instalaciones que estén ubicadas sobre estructuras fijas de soporte que tengan por objeto un uso de cubierta de aparcamiento o de sombreamiento, en ambos casos de áreas dedicadas a alguno de los usos anteriores, y se encuentren ubicadas en una parcela con referencia catastral urbana.”



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

Las instalaciones de este tipo se consideran tipo I.1 con una potencia inferior o igual a 20 kW o tipo I.2 si la superan.

El Real Decreto estableció la necesidad de inscripción en un registro de preasignación de retribución (artículo 4) y se estableció la creación de unos cupos de potencia (artículo 5), necesarios para poder ser retribuido por la producción de energía.

En el artículo 11 se establecen las tarifas, quedando los valores de la tarifa regulada correspondientes a las instalaciones del subgrupo b.1.1 del artículo 2 del Real Decreto 661/2007 a 34,00 c€/kWh.

Además se exigieron una serie de trámites y requisitos técnicos que dificultaron que las pequeñas instalaciones de autoconsumo pudieran acogerse a la remuneración.

Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.

El citado Real Decreto Ley aprueba medidas de reforma energética eliminando las tarifas reguladas de las energías renovables, y crea el Registro de Autoconsumo de energía eléctrica. Deroga el Real Decreto 661/2007 y el Real Decreto 1578/2008.

Establece un nuevo marco jurídico y económico con efecto retroactivo, estableciendo como retribución aquella que permitirá a las instalaciones cubrir los costes necesarios para competir en el mercado en nivel de igualdad con el resto de tecnologías y obtener una "rentabilidad razonable", distinta completamente a la prometida en el BOE (anterior marco reglamentario) antes de efectuar la inversión. Es decir una retribución a precio de mercado.

Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo. Fue el causante que provocó que la prensa y la sociedad establecieran el término "impuesto al sol".

En el Artículo 5, sobre requisitos generales para acogerse a una modalidad de autoconsumo, se establecen:

- La potencia contratada por el consumidor será inferior a 100 kW
- La potencia instalada de generación será igual o inferior a la potencia contratada por el consumidor
- El titular del punto de suministro será el mismo que el de la instalación de autoconsumo
- Es necesario realizar una solicitud de punto de conexión a la Red de Distribución aun cuando no haya vertido a la red de los excedentes de generación



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

- La compañía distribuidora deberá realizar un estudio de conexión y acceso a la red que correrá a cargo del auto-consumidor (según lo establecido en el Real Decreto 1048/2013). Se exime del pago de este estudio a los autoconsumidores de Tipo 1 con vertido cero y una potencia contratada inferior a 10 kW
- La instalación deberá cumplir con los **requisitos técnicos establecidos en el Real Decreto 1699/11**, para instalaciones con una potencia inferior a 100 kW, incluido el procedimiento de conexión y acceso.
- Se firmará un contrato de acceso con la compañía comercializadora en el que se indicará la opción de autoconsumo elegido (autoconsumo con suministro), con un mantenimiento del contrato de al menos un año.
- Además se dispondrá como mínimo de dos equipos de medida tele-gestionados y tele-medidos
 - Uno que registre la energía neta generada por la instalación
 - Otro independiente en el punto frontera
- Opcionalmente se podrá instalar un equipo de medida que registre la energía consumida

En su artículo 7 establece los procedimientos de conexión y acceso en las modalidades de autoconsumo:

“1. Para acogerse a cualquiera de las modalidades de autoconsumo reguladas en el presente real decreto, los consumidores deberán solicitar una nueva conexión o modificar la existente a la empresa distribuidora de la zona o, en su caso, transportista aun cuando no fueran a verter energía a las redes de transporte y distribución en ningún instante procedente de la instalación de generación instalada en su red interior o con la que comparte infraestructura de conexión a la red.

2. 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, de 18 de noviembre.

No obstante lo anterior, para los consumidores acogidos a una modalidad de autoconsumo tipo 1 que tengan contratada una potencia inferior o igual a 10 kW y que acrediten que cuentan con un dispositivo que impida el vertido instantáneo de energía a la red de distribución, estarán exentos del pago de los estudios de acceso y conexión previstos en el artículo 30 del Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica y del pago de los derechos de acometida de generación previstos en el artículo 6 del Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre.”



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

Esto implica:

Las instalaciones de autoconsumo tienen asociados unos cargos vinculados a:

- **Cargo asociado a la potencia instalada (€/kW año):** sólo se aplica si la instalación cuenta con baterías que permitan reducir la potencia contratada con la compañía eléctrica o si el consumo pico supera la potencia contratada con la compañía eléctrica. Este cargo se pagará por la fracción de horas en las que haya autoconsumo.
- **Cargo por la energía auto-consumida (€/kWh):** que se regula según la Orden ETU/1976/2016, de 23 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso de energía eléctrica para 2017.

Estos sobrecostes para las instalaciones de autoconsumo son conocidos popularmente como “impuesto al sol” e implican un coste adicional en comparación con un consumidor tradicional, ya que estarán pagando más peajes para el mantenimiento del sistema eléctrico que el resto de consumidores, siendo además los que menos lo utilizan gracias a la energía producida y consumida localmente.

Se exige del pago de estos cargos transitorios a:

- Las instalaciones con una potencia contratada inferior a 10kW

Las instalaciones que no cumplan con las condiciones administrativas, técnicas y económicas que establece el Real Decreto 900/2015 se les aplicará el procedimiento sancionador, de acuerdo a la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, con tipificación de faltas graves y muy graves.

Estos resúmenes del Real Decreto 900/2015 son citados de La Unión Española Fotovoltaica (UNEF) es la asociación sectorial de la energía solar fotovoltaica en España.

Esta situación viene en parte a mitigarse con la publicación de la siguiente legislación:

Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.

Esta norma reconoce las “barreras regulatorias existentes, que dificultan, desincentivan o hacen inviable económicamente” las instalaciones y establece que “el autoconsumo permitirá disminuir la factura energética con carácter inmediato a los consumidores que lo instalen y, adicionalmente, detraerá demanda de energía en el mercado mayorista, contribuyendo de esta manera a una contención y disminución de precios en el mercado mayorista de energía eléctrica, a una mejora de las condiciones ambientales y a una reducción de la importación de hidrocarburos que redundará en una mejora de la balanza de pagos”.



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

Introduce tres principios fundamentales en su texto:

- Derecho a autoconsumir energía eléctrica sin cargos
- Derecho al autoconsumo compartido por parte de uno o varios consumidores para aprovechar las economías de escala
- Principio de simplificación administrativa y técnica, especialmente para las instalaciones de pequeña potencia.

A continuación se extrae el contenido de la norma que afecta a las instalaciones de autoconsumo:

“Artículo 18. Modificación de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

La Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, se modifica de la siguiente manera:

Uno. Se modifica el artículo 9, el cual queda redactado como sigue:

Artículo 9. Autoconsumo de energía eléctrica.

1. A los efectos de esta Ley, se entenderá por autoconsumo el consumo por parte de uno o varios consumidores de energía eléctrica proveniente de instalaciones de producción próximas a las de consumo y asociadas a los mismos.

Se distinguen las siguientes modalidades de autoconsumo:

a) Modalidades de suministro con autoconsumo sin excedentes. Cuando los dispositivos físicos instalados impidan la inyección alguna de energía excedentaria a la red de transporte o distribución. En este caso existirá un único tipo de sujeto de los previstos en el artículo 6, que será el sujeto consumidor.

b) Modalidades de suministro con autoconsumo con excedentes. Cuando las instalaciones de generación puedan, además de suministrar energía para autoconsumo, inyectar energía excedentaria en las redes de transporte y distribución. En estos casos existirán dos tipos de sujetos de los previstos en el artículo 6, el sujeto consumidor y el productor.

2. Reglamentariamente se desarrollará el concepto de instalaciones próximas a efectos de autoconsumo. En todo caso se entenderán como tales las que estén conectadas en la red interior de los consumidores asociados, estén unidas a estos a través de líneas directas o estén conectadas a la red de baja tensión derivada del mismo centro de transformación.

3. Las instalaciones de producción no superiores a 100 kW de potencia asociadas a modalidades de suministro con autoconsumo con excedentes estarán exentas de la obligación de inscripción en el registro administrativo de instalaciones de producción de



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

energía eléctrica. No obstante, las Comunidades Autónomas y las Ciudades Autónomas de Ceuta y Melilla podrán dar de alta, de oficio, dichas instalaciones en sus respectivos registros administrativos de autoconsumo. Reglamentariamente se establecerá el procedimiento por el Gobierno el procedimiento para la remisión de dicha información al Ministerio para la Transición Ecológica para su incorporación en el registro administrativo de instalaciones de producción de energía eléctrica.

5. La energía autoconsumida de origen renovable, cogeneración o residuos estará exenta de todo tipo de cargos y peajes. En el caso en que se produzca transferencia de energía a través de la red de distribución en instalaciones próximas a efectos de autoconsumo se podrán establecer las cantidades que resulten de aplicación por el uso de dicha red de distribución. Los excedentes de las instalaciones de generación asociadas al autoconsumo estarán sometidos al mismo tratamiento que la energía producida por el resto de las instalaciones de producción, al igual que los déficits de energía que los autoconsumidores adquieran a través de la red de transporte o distribución estarán sometidos al mismo tratamiento que los del resto de consumidores.

Sin perjuicio de lo anterior, reglamentariamente podrán desarrollarse mecanismos de compensación simplificada entre déficits de los autoconsumidores y excedentes de sus instalaciones de producción asociadas, que en todo caso estarán limitados a potencias de estas no superiores a 100 kW.

6. Reglamentariamente se establecerán las condiciones administrativas y técnicas para la conexión a la red de las instalaciones de producción asociadas al autoconsumo. Estos requisitos serán proporcionales al tamaño de la instalación y a la modalidad de autoconsumo.

Las instalaciones en modalidad de suministro con autoconsumo sin excedentes de hasta 100 kW se someterán exclusivamente a los reglamentos técnicos correspondientes. En particular, las instalaciones de suministro con autoconsumo conectadas en baja tensión se ejecutarán de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Las configuraciones de medida que sean de aplicación en las instalaciones de autoconsumo serán definidas reglamentariamente por el Gobierno. En todo caso, estas configuraciones deberán contener los equipos de medida estrictamente necesarios para la correcta facturación de los precios, tarifas, cargos o peajes que le resulten de aplicación.”

En resumen:

Libre de cargos. La energía producida y autoconsumida proveniente de fuentes renovables estará exenta de cargos y peajes.



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

Se abre la posibilidad de compensar la energía excedentaria de fuentes renovables con la consumida de la red, lo que se denomina “balance neto”, para instalaciones de hasta 100 kilovatios.

Simplificación administrativa y técnica.

La nueva regulación establece una exención de tramitaciones con la distribuidora para instalaciones sin excedentes (sin vertido o inyección a red) hasta 100 kilovatios.

No se necesitan obtener permisos de acceso y conexión las instalaciones de hasta 10 kilovatios de potencia ubicadas en suelo urbanizado aunque se trate de autoconsumo con excedentes.

Se elimina la obligación de darse de alta en el registro de autoconsumo para instalaciones de hasta 100 kilovatios.

5. Emplazamiento

El emplazamiento de la instalación fotovoltaica es uno de los factores más determinantes en la producción de electricidad. Nuestro país se encuentra dentro de las zonas del mundo con alta radiación solar, como se puede observar en la siguiente ilustración.

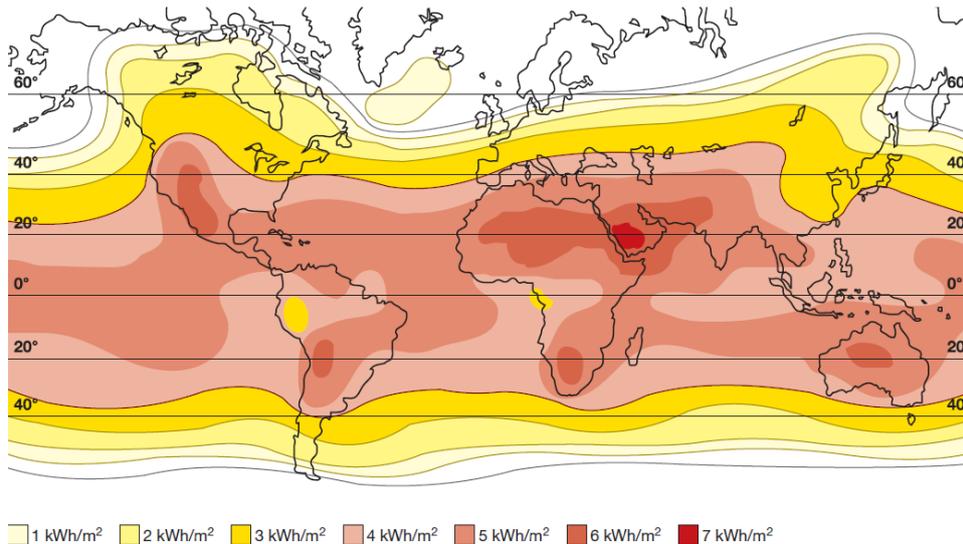


Ilustración 1 radiación mundial

En España existe una diversidad de zonas con distinta exposición a la radiación solar. El Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico HE5 las clasifica según la radiación media anual diaria sobre superficie horizontal.

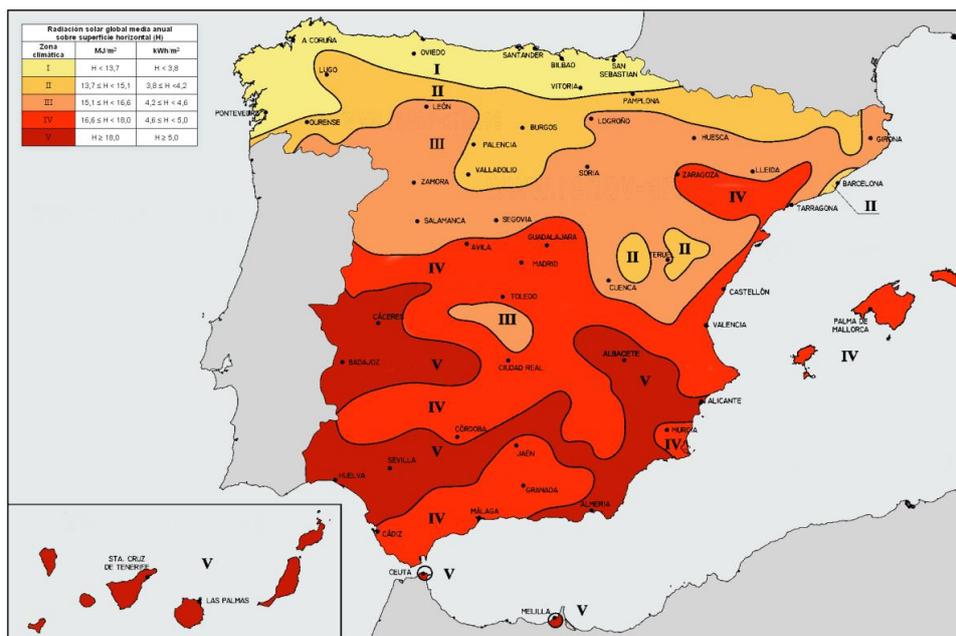


Ilustración 2 zonas radiación solar España



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

La vivienda unifamiliar se encuentra en España dentro de la zona 5, de mayor irradiación solar en nuestro país, con una radiación solar promedio diaria superior a 5 kWh/m^2 , ubicada en la provincia de Alicante, tal como se muestra en la ilustración.



Ilustración 3 emplazamiento geográfico

Las coordenadas geográficas del emplazamiento servirán para realizar la estimación de la producción energética de la instalación, como se verá más adelante, gracias a las bases de datos existentes.

6. Ubicación de la instalación:

La vivienda unifamiliar cuenta con 225 m^2 de tejado. Se va a escoger la vertiente inclinada hacia el sur con ángulo azimut de 20° , por ser la superficie que mejor orientación tiene para recoger la insolación en el medio día y también en el total diario. El tejado tiene una inclinación de 25° . Esto supone una pequeña desviación respecto al valor óptimo de inclinación.

En latitudes por encima del trópico, el ángulo de inclinación óptimo es aquel que consigue que en el solsticio de verano (en el cual el sol alcanza su punto más elevado sobre la superficie terrestre) los rayos de sol incidan perpendicularmente al mediodía sobre los paneles fotovoltaicos.



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

Para hallar el ángulo de inclinación óptimo primero se calcula el ángulo de la altura máxima del sol en el mediodía del solsticio de verano:

$$\alpha = 90^\circ - \text{latitud} + \delta \quad \text{siendo } \delta \text{ el ángulo de la declinación solar (23,45}^\circ\text{)}$$

$$\alpha = 90 - 38,42 + 23,45 = 75,03^\circ$$

El ángulo complementario corresponderá con el ángulo óptimo de inclinación de los paneles:

$$\beta = 90 - \alpha = 90^\circ - 75,03^\circ = 14,97^\circ$$

No obstante, este ángulo corresponde al óptimo en el día del solsticio, si se quiere obtener el ángulo de inclinación óptimo para conseguir la máxima irradiación posible durante todo el año habrá que recurrir a modelos numéricos complejos. Sin embargo el programa PVGIS de la Comisión Europea, a partir de bases de datos de radiación solar y de condiciones climatológicas, establece para unas coordenadas geográficas los valores de irradiación solar y realiza también el cálculo del ángulo de inclinación óptimo, resultando ser de 34° .

Por tanto la desviación de la inclinación del tejado respecto de la inclinación óptima resulta ser de 9° . La inclinación de los paneles es en cualquier caso superior a la inclinación óptima en el solsticio de verano, por lo que no se considera necesario la instalación de soportes que modifiquen la inclinación.

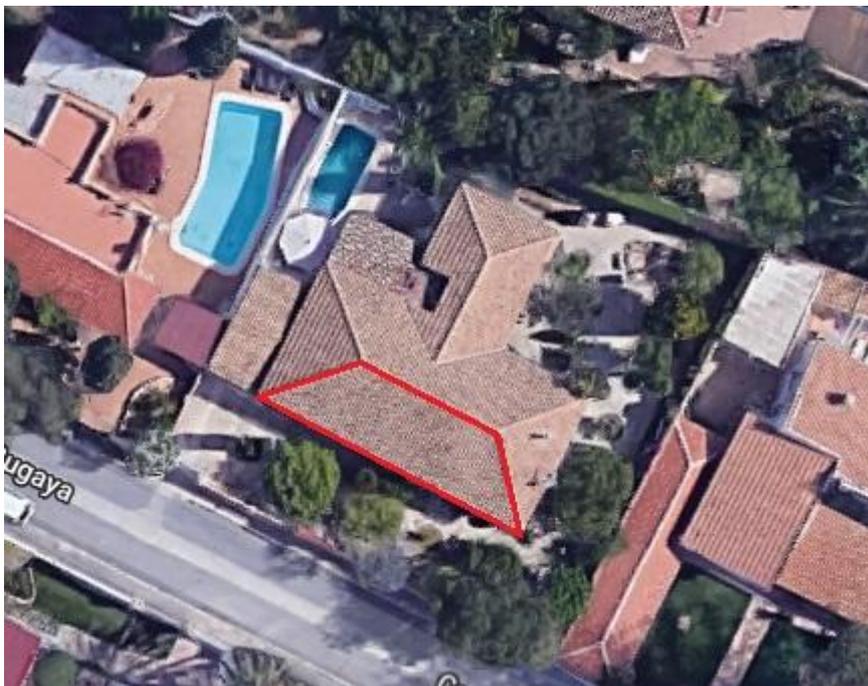


Ilustración 4 ubicación de la instalación



7. Consumo eléctrico de la vivienda

A continuación se va a exponer los resultados del estudio de consumos realizado en la vivienda, en el cual se ha tenido en cuenta los consumos anuales promedio y también el consumo promedio en los meses de Septiembre, Octubre, Abril y Mayo, por ser estas épocas del año en el emplazamiento de la instalación, de clima benigno en el que no se emplea ningún equipo de climatización ni calefacción. Este estudio ha tenido este enfoque para servir de estos datos en la fase de dimensionado de la instalación con los criterios de diseño que se verán más adelante.

Además se ha obtenido el consumo medio diario en los meses anteriormente reseñados durante las horas solares equivalentes en las que la instalación será capaz de producir energía, para el dimensionado de una instalación sin batería.

Para la realización del estudio se han obtenido las potencias de los receptores y se ha realizado la estimación de horas que se emplean al día. En el caso de receptores que se emplean estacionalmente se ha obtenido la estimación haciendo un promedio anual (p.e. los equipos de climatización y calefacción). En otros casos, se ha realizado una medición directa del consumo mediante un equipo de medida, tomando los valores de varios días y realizando el promedio (p.e. el termo eléctrico).

Primeramente se muestran los resultados del estudio de consumo eléctrico de la iluminación.

ubicación	tipo	uds.	Pot (W)	Pot. Total (W)	horas/día	Wh día
DORMITORIO 1	Bajo consumo	2	15	30	0,5	15
DORMITORIO 2	Plafón LED	1	60	60	2,5	150
DESPACHO	Bajo consumo	2	15	30	1	30
SALON	Plafón LED	1	50	50	3	150
	Bajo consumo	4	15	60	0,5	30
	LED	3	5	15	0,5	7,5
	halogenas	6	50	300	0,1	30
COCINA	LED	5	10	50	3	150
DESPENSA	Neon	2	30	60	0,1	6
RECIBIDOR	LED	1	14	14	0,1	1,4
ENTRADA	Bajo consumo	2	15	30	0,1	3
PASILLO 1	LED	1	10	10	0,01	0,1
PASILLO 2	Bajo consumo	1	15	15	0,01	0,15
PORCHE	halogenas	3	100	300	0,05	15
	LED	1	8	8	3	24
EXTERIOR	LED	2	15	30	1	30
GARAJE	Neon	2	30	60	0,01	0,6
BAÑO 1	LED	3	5	15	1,5	22,5
BAÑO 2	Neon	1	60	60	1	60
					total	725,25

Tabla 2 consumos iluminación



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

Como se puede apreciar en el estudio, todos los consumos principales están dotados de lámparas de tipo LED, quedando únicamente lámparas halógenas o convencionales en puntos de iluminación de uso muy esporádico, por lo que no se considera necesario realizar el cambio de lámparas, pues su influencia en el consumo es mínima.

La tabla siguiente muestra el estudio de consumo eléctrico total, en la que se ha estimado el consumo medio diario teniendo en cuenta los consumos estacionales, tales como los equipos de climatización y la depuradora de la piscina, en los cuales se ha obtenido el consumo medio diario en la época de uso y se ha prorrateado a 365 días.

consumo	Pot max (W)	Wh (1h)	horas/día	Wh/día
Lavavajillas	2300	980	2,5	2450
Nevera grande	800	65	24	1560
Nevera	800	28	24	672
Termo	2000	187,5	24	4500
Lavadora	2200	650	0,64 1,5 h 3 veces/sem	416
Micronondas	800	800	0,25	200
Horno	2500	2500	0,42 3 horas a la semana	1050
Estufa wc1	1000	1000	0,5	500
Estufa wc2	1000	1000	0,5	500
Ventilador		36	2 3 meses 8 h	72
Aire ac comedor b. calor	1000	1000	2,5 5 meses 6 h	2500
Verano		1000	0,41 1 m 5 h	410
Aire ac dorm.1 b.calor	750	750	2,46 5 m 6 h	1845
Verano		750	2,96 3 m 12 h	2220
Aire ac dorm.2 b.calor	1300	1300	0,82 5 m 2h	1066
Verano		1300	1,15 2 m 7 h	1495
Aire ac cocina b. calor	1310	1310	0,41 5 m 1h	537,1
Vitrocerámica	1200	1200	0,2	240
	1800	1800	0,2	360
	2100	2100	0,4	840
Robot de cocina	1600	1600	0,1	160
Tv 37	153	153	8	1224
Tv 32	108	108	1	108
PC	220	220	24	5280
pc monitor	100	40	2	80
Bomba piscina	373	373	3,3 8 horas 5 meses	1230,9
Aspiradora	800	700	0,64 4,5 horas semana	448
Videoconsola	194	194	1	194
Plancha	1000	1000	0,14 1 h semana	140
			<i>subtotal</i>	32.298
Iluminación				725,25
			<i>total</i>	33.023,25

Tabla 3 consumos medios diarios



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

El siguiente estudio corresponde con el consumo eléctrico medio diario en la época del año de menor consumo, en la cual no están los consumos de climatización y de la depuradora de la piscina, que corresponde a los meses de Abril, Mayo, Septiembre y Octubre.

consumo	Pot max (W)	Wh (1h)	horas/día		Wh/día
Lavavajillas	2300	980	2,5		2450
Nevera grande	800	65	24		1560
Nevera	800	28	24		672
Termo	2000	187,5	24		4500
Lavadora	2200	650	0,64	1,5 h 3 veces/sem	416
Micronondas	800	800	0,25		200
Horno	2500	2500	0,42	3 horas a la semana	1050
Estufa wc1	1000	1000	0		0
Estufa wc2	1000	1000	0		0
Ventilador		36	0		0
Aire ac comedor b. calor	1000	1000	0		0
Verano		1000	0		0
Aire ac dorm.1 b.calor	750	750	0		0
Verano		750	0		0
Aire ac dorm.2 b.calor	1300	1300	0		0
Verano		1300	0		0
Aire ac cocina b. calor	1310	1310	0		0
Vitrocerámica	1200	1200	0,2		240
	1800	1800	0,2		360
	2100	2100	0,4		840
Robot de cocina	1600	1600	0,1		160
Tv 37	153	153	8		1224
Tv 32	108	108	1		108
PC	220	220	24		5280
pc monitor	100	40	2		80
Bomba piscina	373	373	0		0
Aspiradora	800	700	0,64	4,5 horas semana	448
Videoconsola	194	194	1		194
Plancha	1000	1000	0,14	1 h semana	140
				<i>subtotal</i>	<i>21.232</i>
Iluminación					<i>725,25</i>
				<i>total</i>	<i>21.957,25</i>

Tabla 4 consumos medios diarios sin climatización

Por último se ha realizado para los meses anteriormente citados, el estudio de consumo medio diario durante las horas de producción de energía solar, con el objeto de dimensionar la instalación para abastecer esa demanda sin sobredimensionarla.

Las horas solares en las que se tendrá en cuenta el consumo son las horas totales equivalentes en que disponemos de una hipotética irradiancia solar constante de 1000 W/m² sobre los paneles que componen de la instalación fotovoltaica. Es decir, una hora



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

solar pico “HPS” equivale a 1Kwh. Este es el concepto de las “Horas de sol Pico”, que se obtienen dividiendo la irradiación solar de un día en Wh entre 1000.

Obteniendo la media de los valores para los meses indicados, las horas de sol pico son 5,79. A partir de este dato se ha realizado una estimación del consumo, que abarca las horas de uso de electrodomésticos alrededor del mediodía e incluye la comida.

Los resultados se muestran a continuación:

consumo	Pot max (W)	Wh (1h)	horas/día	Wh/día
Lavavajillas	2300	980	1,25	1225
Nevera grande	800	65	5,79	376,35
Nevera	800	28	5,79	162,12
Termo	2000	187,5	5,79	1085,63
Lavadora	2200	650	0,64	416
Micronondas	800	800	0,125	100
Horno	2500	2500	0,21	525
Estufa wc1	1000	1000	0	0
Estufa wc2	1000	1000	0	0
Ventilador		36	0	0
Aire ac comedor b. calor	1000	1000	0	0
Verano		1000	0	0
Aire ac dorm.1 b.calor	750	750	0	0
Verano		750	0	0
Aire ac dorm.2 b.calor	1300	1300	0	0
Verano		1300	0	0
Aire ac cocina b. calor	1310	1310	0	0
Vitrocerámica	1200	1200	0,1	120
	1800	1800	0,1	180
	2100	2100	0,2	420
Robot de cocina	1600	1600	0,05	80
Tv 37	153	153	4	612
Tv 32	108	108	0,5	54
PC	220	220	5,79	2640
pc monitor	100	40	1	40
Bomba piscina	373	373		0
Aspiradora	800	700	0,64	448
Videoconsola	194	194	0,5	97
Plancha	1000	1000	0,14	140
<i>total</i>				8.721

Tabla 5 consumo medio diario en horas solares sin climatización



8. Criterios de diseño

Para el presente trabajo se va estudiar las alternativas de diseño que mejor se ajusten a la normativa aplicable sobre instalaciones eléctricas solares fotovoltaicas en régimen de autoconsumo, de manera que se evite su sobredimensionamiento.

Dado el panorama cambiante actual y las incertidumbres generadas sobre el futuro en cuanto a la modificación de la normativa, se tendrán en cuenta varias alternativas.

En todos los casos deberá tenerse en cuenta que la potencia contratada con la empresa suministradora debe ser superior a la potencia de la instalación fotovoltaica.

8.1. Alternativa 1: reglamentación actual

En el actual marco regulador no es viable el vertido de sobrante energético producido por la instalación a la red, dado que no es remunerado o en caso contrario la instalación dejaría de ser de tipo 1 con las desventajas, trámites y sobrecostes que ello conllevaría, por lo que se tendrá en cuenta para el dimensionado de la instalación.

El otro gran factor influyente en las instalaciones es el precio de las baterías, por lo que se estudiará una instalación sin batería.

Alternativa 1.1: Instalación con batería

Como no es viable el vertido de energía sobrante a la red, el criterio de diseño será evitar la producción de excedentes. La energía no consumida durante las horas de luz solar debe servir para cargar las baterías sin que exista energía que se pierda.

Para evitar los excedentes se tiene en cuenta las dos épocas del año en los que el consumo energético es menor, en primavera y otoño, cuando no se utilizan los equipos de climatización.

Alternativa 1.2: Instalación sin batería

Al igual que la anterior alternativa, no es viable el vertido a red, por lo que se tratará de minimizar los excedentes energéticos. Sin embargo al no existir baterías en la instalación, la energía no consumida en las horas solares no se aprovecha, por lo que se dimensiona la instalación con el consumo medio diario durante las horas solares sin equipos de climatización.



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

En esta alternativa la instalación fotovoltaica es un apoyo que alimenta solo en parte los consumos. Como ventaja, cabe señalar que la ausencia de batería abarata considerablemente la instalación.

8.2.Alternativa 2.1: futura reglamentación

La publicación del Decreto-Ley 15/2018, de 5 de octubre ha modificado en parte el marco regulador. Actualmente se está a la espera del desarrollo reglamentario del nuevo Decreto-Ley que posibilite el balance neto en las instalaciones de autoconsumo, la cual cosa abriría la posibilidad a que la instalación inyecte energía a la red y le sea descontada del consumo que se produzca en horas sin producción.

En este caso la energía producida y no consumida durante las horas de sol sería vertida a la red. Por lo tanto, en este tipo de instalaciones no sería necesaria la instalación de baterías.

Para diseñar la instalación se tendrá en cuenta el consumo medio anual, de manera que el balance neto sea el mínimo posible durante todas las épocas del año.

9. Dimensionado de las instalaciones:

9.1.Energía producida:

A continuación se va a obtener la energía que producen los paneles fotovoltaicos por kW de potencia instalada. La producción energética va a depender de la radiación solar que reciban los paneles y la temperatura alcanzada. Esta producción se podrá ver mermada por las posibles sombras que pudiera recibir la instalación en función del lugar donde sea instalada. Esta estimación de la producción eléctrica se efectuada mediante el uso del programa PVGIS de la Comisión Europea, el cual a partir de bases de datos de radiación solar y de condiciones climatológicas, establece para unas coordenadas geográficas los valores de irradiación recibida y la estimación de producción eléctrica contando con un factor de pérdidas asumidas.

En dicho programa se tiene en cuenta además el ángulo de inclinación de los paneles solares y la orientación o ángulo azimut. Los valores obtenidos por el programa son:



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

Fixed system: inclination=25°, orientation=20°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	2.90	90.0	3.88	120
Feb	3.48	97.3	4.69	131
Mar	4.31	134	5.97	185
Apr	4.49	135	6.31	189
May	4.90	152	6.95	216
Jun	5.18	155	7.45	223
Jul	5.18	160	7.55	234
Aug	4.89	151	7.14	221
Sep	4.22	127	6.10	183
Oct	3.70	115	5.26	163
Nov	2.91	87.2	3.97	119
Dec	2.58	80.0	3.46	107
Yearly average	4.06	124	5.73	174
Total for year		1480		2090

Tabla 6 producción energética estimada

E_d : Producción de electricidad media diaria por el sistema dado (kWh)
 E_m : Producción de electricidad media mensual por el sistema dado (kWh)
 H_d : Media diaria de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado (kWh/m^2)
 H_m : Suma media de la irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema dado (kWh/m^2)

9.2. Alternativa 1.1: instalación con batería en el actual marco regulador

Se tendrá en cuenta los meses donde el consumo de la vivienda es menor para evitar producir excedentes, que se va a suponer que son abril, mayo, septiembre y octubre.

El consumo medio diario en ese periodo es de 22 kWh.

La producción de electricidad diaria media por kW instalado es de 4,3 kWh para el periodo tenido en cuenta, por lo que para cubrir el consumo medio diario será necesario instalar 5,12 kW de potencia.

Con los paneles fotovoltaicos sobre los que se va a realizar el cálculo de potencia nominal de 315 W, la potencia real instalada con 16 paneles será de 5,04 kW y la energía producida 21,7 kWh.

Para poder aprovechar toda la energía producida por los 16 paneles se requerirá una batería con una capacidad de carga igual a la diferencia entre el total de energía producida



y la energía consumida durante las horas solares. Durante este periodo del día, el consumo energético medio diario de las horas solares para los meses objeto es de 8,7 kWh, por lo que se requerirá una batería de 13 kWh para aprovechar el total de la energía solar disponible.

9.3.Alternativa 1.2: instalación sin batería en el actual marco regulador

Al igual que en el caso anterior, se diseña con los consumos de los meses abril, mayo, septiembre y octubre, por ser los de menor consumo. Sin embargo solo se tiene en cuenta el consumo producido en las horas solares.

Durante este periodo del día, el consumo energético medio diario de las horas solares para los meses objeto es de 8,7 kWh.

La producción de electricidad diaria media por kW instalado es igual que antes de 4,3 kWh, por lo que para cubrir el consumo medio diario en el periodo del día solar será necesario instalar 2,02 kW de potencia.

Con los paneles fotovoltaicos sobre los que se va a realizar el cálculo de potencia nominal de 315 W, la potencia real instalada con 6 paneles será de 1,89 kW y la energía producida 8,127 kWh.

9.4.Alternativa 2.1: instalación sin batería con balance neto

En este caso el objetivo del diseño es procurar un balance neto mínimo y por ello se utilizará el consumo medio anual diario para obtener el tamaño de la instalación.

El consumo anual medio diario resulta ser de 33,023 kWh.

La producción de electricidad diaria media por kW instalado es de 4,06 kWh, por lo que para cubrir el consumo medio diario será necesario instalar 8,13 kW de potencia.

Con los paneles fotovoltaicos sobre los que se va a realizar el cálculo de potencia nominal de 315 W, con 24 paneles instalados la potencia real será de 7,56 kW y la energía producida 30,69 kWh.

Con esta instalación los balances netos de energía según el periodo del año quedarían de la siguiente manera:



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

Mes	E_d (1 kW) (kWh)	E_d (7,56 kW) (kWh)	Consumo diario (kWh)	balance neto diario (kWh)	balance neto mensual (kWh)
Ene	2,90	21,92	36,00	14,08	436,36
Feb	3,48	26,31	36,00	9,69	271,35
Mar	4,31	32,58	36,00	3,42	105,91
Abr	4,49	33,94	22,00	-11,94	-358,33
May	4,90	37,04	22,00	-15,04	-466,36
Jun	5,18	39,16	34,00	-5,16	-154,82
Jul	5,18	39,16	34,00	-5,16	-159,98
Ago	4,89	36,97	34,00	-2,97	-92,02
Sep	4,22	31,90	22,00	-9,90	-297,10
Oct	3,70	27,97	22,00	-5,97	-185,13
Nov	2,91	22,00	36,00	14,00	420,01
Dic	2,58	19,50	36,00	16,50	511,35
balance neto anual					31,23

Tabla 7 balances netos

El balance neto positivo implica la necesidad de obtener energía de la red eléctrica y el abono del consumo a la compañía eléctrica, no obstante la reglamentación podría prever la compensación entre periodos amplios como podría ser un año natural.



10. Cálculos eléctricos

10.1. Características de los paneles fotovoltaicos.

A continuación con los datos técnicos suministrados por el fabricante se calculan los datos eléctricos de las cadenas de paneles formadas:

PANEL ATERSA A-315P	
Potencia nominal P_{MPP}	315 W
Eficiencia	16,19 %
Tensión V_{MPP}	37,37 A
Intensidad I_{MPP}	8,43 A
Tensión sin carga V_{OC} (25°C)	46,31 V
Corriente de cortocircuito I_{SC}	8,88 A
Coefficiente de temperatura V_{OC} (β)	-0,32 %/°C

Tabla 8 datos técnicos panel fotovoltaico

Para el cálculo de la tensión máxima en vacío, se tendrá en cuenta la temperatura más baja que puede darse en el emplazamiento, que por estar cercano al mar se considera que no bajará de 0 °C. Se emplea la ecuación de variación de la tensión de los paneles con la temperatura:

$$V_{OC}(T) = V_{OC}(25\text{ }^{\circ}\text{C}) - \beta \times (25 - T_{CEL})$$

$$\text{resultando } V_{OC}(0\text{ }^{\circ}\text{C}) = 54,31\text{ V}$$

Sin embargo, por seguridad se considerará el mayor valor entre el anteriormente calculado y el 120 % del valor V_{OC} (25 °C), el cual es de 55,57 V.

$$\text{Por tanto el valor } V_{OCmax} = 55,57\text{ V.}$$

Ahora se procede al cálculo de la tensión máxima a 0 °C y la tensión mínima a 70 °C empleando la misma ecuación.

$$V_{MPPmax} = 45,37\text{ V}$$

$$V_{MPPmin} = 22,97\text{ V}$$

La corriente nominal máxima suministrada por los paneles se puede considerar cercana a la de cortocircuito, aumentada en un 25% para tener en consideración los momentos en que la radiación solar está por encima de 1 kW/m².

$$I_{nmax} = 1,25 \times I_{sc} = 1,25 \times 8,88 = 11,1\text{ A}$$



Por último se obtienen los datos eléctricos de tensión para las cadenas de paneles:

Alternativa	Paneles por cadena	V_{MPPmin} (V)	V_{MPP} (V)	V_{MPPmax} (V)	V_{OCmax} (V)
A1.1	16	367,52	597,92	725,92	889,12
A1.2	6	137,82	224,22	272,22	333,42
A2.1	12*	275,64	448,44	544,44	666,84

Tabla 9 tensiones en las cadenas de paneles

*En esta alternativa los 24 paneles se agrupan en dos cadenas

10.2. Elección del inversor.

El inversor es el equipo que va a convertir la energía producida en forma de corriente continua, en corriente alterna que pueda ser usada en la red doméstica.

Para seleccionar el inversor adecuado se debe tener en cuenta en sus características técnicas la potencia nominal que debe gestionar, la tensión nominal así como la tensión máxima admisible y la intensidad de cortocircuito máxima de la cadena de paneles.

Alternativa	$P_{instalada}$ (W)	$P_{entrada\ max}$ (W)	$P_{salida\ nominal}$ (W)	modelo
A1.1	5040	8000	5000	FRONIUS SYMO 5.0-3-S
A1.2	1890	4500	3000	FRONIUS PRIMO 3.0-1
A2.1	7560	12300	8200	FRONIUS PRIMO 8.2-1

Tabla 10 inversores

Los inversores están dotados con limitadores de potencia debido a las situaciones de variación de potencia generada que pueden sucederse debido a picos de radiación y condiciones climatológicas.

Se comprueba que la tensión sin carga máxima por cadena es menor que la tensión de entrada máxima soportada por el inversor:

Alternativa	V_{OCmax} (V)	$V_{OCmax\ inv}$ (V)
A1.1	889,12	1000
A1.2	333,42	1000
A2.1	666,84	1000

Tabla 11 tensión sin carga máxima



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

Además el rango de tensiones MPP de la cadena debe encontrarse dentro del rango de mínimo y máximo del inversor:

Alternativa	$V_{MPPmin\ inv} (V)$	$V_{MPPmin} (V)$	$V_{MPPmax} (V)$	$V_{MPPmax\ inv} (V)$
A1.1	320	367,52	725,92	800
A1.2	200	137,82	272,22	800
A2.1	270	275,64	544,44	800

Tabla 12 tensiones mínimas y máximas

Por último se comprueba que no se supera la intensidad máxima a la entrada del inversor:

Alternativa	$I_{nmax} (A)$	$I_{max\ inv} (A)$
A1.1	11,1	24
A1.2	11,1	18
A2.1*	22,2	27

Tabla 13 intensidades máximas de cortocircuito

*En esta alternativa los 24 paneles se agrupan en dos cadenas

10.3. Dimensionado de los cables conductores.

La instalación fotovoltaica está conexas por dos tramos diferenciados por el tipo de corriente. Los paneles fotovoltaicos se conectan entre si formando una cadena y ésta a su vez se conecta al inversor. Estos conductores transportan corriente continua y su dimensionado se realizará teniendo en cuenta las características técnicas de la cadena de paneles fotovoltaicos y del propio inversor. Desde la salida del inversor hasta la conexión a red los conductores transportan corriente alterna y para su dimensionado se tendrá en cuenta la potencia máxima que puede entregar el inversor. Para el dimensionado de todos los conductores se estará a lo establecido en Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

10.3.1. Conductores de corriente continua.

Para dimensionar la sección del cable se tendrá en primer lugar en cuenta no sobrepasar la caída de tensión recomendada Tanto el IDAE (Instituto para la diversificación y ahorro de la Energía) como el AVEN (Agencia Valenciana de la Energía), siendo 1,5%.

Se emplea la ecuación:

$$S = \frac{2 \times l \times Inmax}{C \times u \times V_{MPP}}$$



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

Siendo:

s : sección mínima del conductor en mm^2

l : longitud en metros del conductor desde el panel más alejado hasta la entrada del inversor.

I_{max} : corriente nominal máxima suministrada por los paneles se puede considerar cercana a la de cortocircuito, aumentada en un 25%

$$I_{\text{max}} = 1,25 \times I_{\text{sc}} = 1,25 \times 8,88 = 11,1 \text{ A}$$

En la alternativa A2.1 se tendrá en cuenta también el cable desde la unión de las dos cadenas de paneles al inversor, en el que esta corriente se duplica.

C : conductividad del cable, se tendrá en cuenta a temperatura 70°C , pues el conductor estará ubicado expuesto al sol o bajo los paneles solares, siendo este valor $48 \text{ m}/\Omega\text{m}^2$.

u : caída de tensión en tanto por uno recomendada (0,015)

V_{MPP} : Tensión máxima de la cadena de paneles (V)

Alternativa	l (m)	I_{max} (A)	V_{maxMPP} (V)	s (mm^2)
A1.1	28	11,1	725,92	1,19
A1.2	18	11,1	272,22	2,04
A2.1	14	11,1	544,44	0,79
A2.1 _{union}	12	22,2	544,44	1,36

Tabla 14 secciones mínimas

Estas son las secciones mínimas que han de tener los conductores según la alternativa de diseño escogido. A continuación se muestran las secciones normalizadas inmediatamente superiores y se comprueba que es capaz de soportar la intensidad de cortocircuito de los paneles fotovoltaicos aumentada en un 25%.

De acuerdo con la tabla A 52-1 bis de la norma UNE 20460-5-523:2004 referenciada por la ITC-BT-19, las secciones e intensidades admisibles son:

Alternativa	s (mm^2)	I_{ad} (A)
A1.1	1,5	16,5
A1.2	2,5	23
A2.1	1,5	16,5
A2.1 _{union}	1,5	16,5

Tabla 15 secciones normalizadas

En todos los casos se comprueba que $I_{\text{ad}} > I_{\text{max}}$.



Sin embargo actualmente en el mercado solo se ha podido encontrar cable de 2,5 mm² de sección, de referencia PV ZZ-F.

10.3.2. Conductores de corriente alterna.

La línea que va desde la salida del inversor hasta la red transporta corriente alterna. Se dimensionan los conductores para soportar la potencia máxima capaz de suministrar el inversor. Para ello se emplea la ecuación que relaciona la potencia con la intensidad y el voltaje:

$$I_B = \frac{P}{V \times \cos \varphi}$$

Donde:

I_B : intensidad de servicio

P: potencia máxima del inversor (W)

V: voltaje de la línea de corriente alterna monofásica (230 V)

$\cos \varphi$: factor de potencia del inversor

Alternativa	$P(W)$	$I_B (A)$
A1.1	5000	25,57
A1.2	3000	15,35
A2.1	8200	41,94

Tabla 16 intensidades de servicio

Estas son las intensidades que deberán soportar los conductores de corriente alterna en cada alternativa de diseño. Ahora se procede a obtener las secciones de los conductores capaces de soportar intensidades de corriente por encima de las obtenidas, o lo que es lo mismo, que no se superará la temperatura máxima admisible asignada a los materiales de recubrimiento del cable, empleando para ello la tabla A 52-1 bis de la norma UNE 20460-5-523:2004 referenciada por la ITC-BT-19. Se considerará que los conductores serán unipolares y van a instalarse en tubo empotrado en las paredes, correspondiendo a la configuración A1 de la tabla A 52-1-bis, siendo estas las secciones obtenidas:



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

Alternativa	I_B (A)	s (mm ²)	I_{ad} (A)
A1.1	25,57	10*	40*
A1.2	15,35	2,5	17,5
A2.1	41,94	16	54

Tabla 17 secciones normalizadas

*La sección inmediatamente superior es 6 mm², sin embargo dado que no existen interruptores magnetotérmicos normalizados en el rango de intensidades entre 25,57 y 30 A, se ha tenido que escoger el siguiente calibre.

A continuación se verifica que la caída de tensión en las líneas sea inferior al 2%.

Para el cálculo de la caída de tensión se emplea la ecuación:

$$\%V_{Lac} = \frac{200 \times P_{Lac} \times l}{C \times s \times V^2}$$

En la que:

% V_{Lac} : caída de tensión porcentual

P_{Lac} : potencia máxima soportada por la línea (W)

l : longitud de la línea en metros

C : conductividad del cable, se tendrá en cuenta a temperatura 20 °C, siendo este valor 56 m/Ωm².

s : sección del conductor en mm²

V : voltaje de la línea de corriente alterna monofásica (230 V)

Alternativa	s (mm ²)	l (m)	P_{Lac} (W)	% V_{Lac}
A1.1	10	5	5000	0,17
A1.2	2,5	5	3000	0,41
A2.1	16	5	8200	0,17

Tabla 18 caídas de tensión

Como se aprecia, el requisito de caída de tensión se cumple sobradamente para las secciones y longitudes de línea utilizados.



Por último se obtiene el diámetro de los tubos a emplear para alojar los conductores de corriente alterna. Para ello se emplea la tabla 5 de la ITC BT-21 del REBT, obteniendo los siguientes valores normalizados:

Alternativa	$s \text{ (mm}^2\text{)}$
A1.1	25
A1.2	20
A2.1	32

Tabla 19 sección tubos

10.4. Puesta a tierra y protección contra contactos indirectos

La instalación fotovoltaica debe protegerse frente a una puesta en tensión accidental de las masas y para ello se empleará un esquema TT (tierra-tierra) de acuerdo con la ITC-BT-8 del REBT.

La sección del cable de puesta a tierra se obtiene de la tabla 2 de la ITC-BT-18 del REBT:

<i>Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm²)</i>	<i>Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm²)</i>
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Tabla 20 secciones mínimas puesta a tierra

Dado que los conductores de la instalación son de sección menor o igual a 16 mm², los conductores de puesta a tierra tendrán la misma sección.

Además, de acuerdo con esta ITC, se tendrá en cuenta que la tierra será independiente de la tierra del neutro de la red de la compañía eléctrica.

Se instalará un interruptor diferencial de clase AC de 30 mA aguas abajo del inversor en el circuito de corriente alterna, siendo los calibres seleccionados para cada alternativa, el normalizado inmediatamente superior a la intensidad de diseño:

Alternativa	$I_B \text{ (A)}$	$I_N \text{ (A)}$
A1.1	25,57	40
A1.2	15,35	25
A2.1	41,94	63

Tabla 21 interruptores diferenciales



10.5. Protección contra sobreintensidades.

En la instalación de corriente continua no será necesario colocar ningún dispositivo de protección contra sobreintensidades debido a que la sección de los conductores se ha diseñado para soportar $1,25 I_{cc}$, no siendo previsible la existencia de corrientes mayores. Esto es así debido a que en las dos primeras alternativas de diseño los paneles se conectan formando una única cadena y en la alternativa A2.1 la corriente de cortocircuito en el conductor que une las dos cadenas sería la de diseño:

$$I_{nmax} = 1,25 \times I_{cc} = 1,25 \times 8,88 = 11,1 \text{ A}$$

$$I_{nmax \text{ A2.1union}} = 2 \times 1,25 \times 8,88 = 22,2 \text{ A}$$

Para la instalación de corriente alterna se colocará un interruptor magnetotérmico de intensidad nominal entre la intensidad de servicio y la intensidad máxima admisible del conductor, $I_B < I_N < I_{ad}$

Alternativa	I_B (A)	s (mm ²)	I_{ad} (A)	I_N (A)
A1.1	25,57	10	40	32
A1.2	15,35	2,5	17,5	16
A2.1	41,94	16	54	50

Tabla 22 interruptores magnetotérmicos

10.6. Protección contra sobretensiones.

Para proteger a la instalación de paneles fotovoltaicos de las posibles sobretensiones originadas por la caída de un rayo, se procederá a colocar un dispositivo de protección frente a sobretensiones con las siguientes características, tensión de corte 1000 V., dado que es la tensión máxima soportada por el inversor en todas las alternativas, tensión nominal de servicio máxima superior un 25% a la tensión máxima suministrada por la cadena de paneles y una intensidad nominal de descarga ≥ 5 kA.



11. Estudio económico

Una vez diseñada y dimensionada la instalación, se va a proceder al estudio de su viabilidad desde el punto de vista económico. Primero se elaborarán los presupuestos correspondientes a las tres alternativas y se realizará con cada uno de ellos el estudio de amortización, teniendo en cuenta la producción eléctrica que se obtiene de la instalación al precio de la energía actual y restando los costes de mantenimiento, incluido un aumento en la póliza de seguro.

11.1. Presupuesto

En los anexos se incluyen los presupuestos desglosados por partidas de las tres alternativas, siendo el importe global:

Alternativa	Presupuesto (€)
A1.1	20.504
A1.2	3.471
A2.1	8.716

Tabla 23 Presupuestos

Se puede apreciar que la alternativa A1.1 es sensiblemente más cara que el resto, incluso respecto de la alternativa A2.1 que posee casi el doble de placas. Esto es así debido al coste de la batería de Litio como puede apreciarse en el presupuesto desglosado por partidas, que además incrementa el coste del inversor al ser también controlador de carga.

11.2. Estudio de rentabilidad

Para este estudio se empleará el método VAN (Valor Actual Neto) y el método TIR (Tasa Interna de Rentabilidad).

El método VAN consiste en el cálculo de la rentabilidad obtenida a medida que pasan los años de la instalación hasta llegar al final de su vida útil, restando la inversión inicial y teniendo en cuenta un tipo de interés al que se hubiera podido invertir el capital inicial.

La ecuación para su cálculo es:

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



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

Siendo:

F_n : rentabilidad anual

i : tasa de interés

n : número de año

D_0 : capital invertido

Los cálculos se realizan hasta los 25 años, que es cuando termina la vida útil de los materiales que forman parte de la instalación. Por otra parte la tasa de interés que se va a emplear para el estudio es de un 1% anual, que aunque actualmente difícilmente sería conseguible en las entidades financieras, se empleará en previsión del alza de los tipos de interés.

La rentabilidad anual proporcionada por la instalación consiste en la energía producida y autoconsumida, lo que supone un ahorro contabilizable según tarifa eléctrica. En el caso del supuesto de instalación con balance neto, la energía no autoconsumida se compensa con la energía consumida de la red en las horas no solares, por lo que puede considerarse que la energía producida por la instalación se contabiliza para el cálculo de rentabilidad.

La tarifa eléctrica considerada se ha obtenido de las facturas de la vivienda objeto del estudio, siendo el precio del kWh de 0,1482 € (iva incluido).

A los beneficios obtenidos por la instalación deben restarse los gastos por el mantenimiento anual de la misma (limpieza y comprobaciones) y por el incremento en la póliza del seguro. El mantenimiento se estima en una visita anual con un coste de 50 € para cualquiera de las 3 alternativas. La cuota del seguro se incrementa en 100, 25 y 50 €, según la alternativa de diseño.

A continuación se pasa a calcular las tablas de amortización:



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

Alternativa A1.1:

año	Producción (€)	Costes mantenimiento (€)	Flujo de caja no actualizado (€)	VAN
1	1107	150	956,87	-19.363,25 €
2	1107	150	956,87	-18.434,52 €
3	1107	150	956,87	-17.514,99 €
4	1107	150	956,87	-16.604,56 €
5	1107	150	956,87	-15.703,14 €
6	1107	150	956,87	-14.810,65 €
7	1107	150	956,87	-13.926,99 €
8	1107	150	956,87	-13.052,08 €
9	1107	150	956,87	-12.185,84 €
10	1107	150	956,87	-11.328,17 €
11	1107	150	956,87	-10.479,00 €
12	1107	150	956,87	-9.638,23 €
13	1107	150	956,87	-8.805,78 €
14	1107	150	956,87	-7.981,58 €
15	1107	150	956,87	-7.165,54 €
16	1107	150	956,87	-6.357,58 €
17	1107	150	956,87	-5.557,62 €
18	1107	150	956,87	-4.765,58 €
19	1107	150	956,87	-3.981,38 €
20	1107	150	956,87	-3.204,94 €
21	1107	150	956,87	-2.436,19 €
22	1107	150	956,87	-1.675,06 €
23	1107	150	956,87	-921,46 €
24	1107	150	956,87	-175,32 €
25	1107	150	956,87	563,44 €

Tabla 24 Amortización VAN alternativa A1.1

Como se puede apreciar, solo al final de la vida útil de la instalación con batería se llegaría a amortizar. Con el avance tecnológico, la incertidumbre en la variación de las condiciones del mercado eléctrico y las posibles averías no contempladas en el mantenimiento o el seguro, no resulta aconsejable una amortización a tan largo plazo.



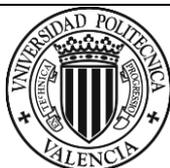
Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

Alternativa A1.2:

año	Producción (€)	Costes mantenimiento (€)	Flujo de caja no actualizado (€)	VAN
1	415	75	340,08	-3.103,40 €
2	415	75	340,08	-2.773,32 €
3	415	75	340,08	-2.446,51 €
4	415	75	340,08	-2.122,94 €
5	415	75	340,08	-1.802,57 €
6	415	75	340,08	-1.485,38 €
7	415	75	340,08	-1.171,32 €
8	415	75	340,08	-860,37 €
9	415	75	340,08	-552,51 €
10	415	75	340,08	-247,69 €
11	415	75	340,08	54,11 €
12	415	75	340,08	352,93 €
13	415	75	340,08	648,78 €
14	415	75	340,08	941,71 €
15	415	75	340,08	1.231,73 €
16	415	75	340,08	1.518,89 €
17	415	75	340,08	1.803,20 €
18	415	75	340,08	2.084,69 €
19	415	75	340,08	2.363,40 €
20	415	75	340,08	2.639,35 €
21	415	75	340,08	2.912,57 €
22	415	75	340,08	3.183,08 €
23	415	75	340,08	3.450,91 €
24	415	75	340,08	3.716,09 €
25	415	75	340,08	3.978,65 €

Tabla 25 Amortización VAN alternativa A1.2

En la alternativa de paneles sin batería para abastecimiento en horas solares se obtiene rentabilidad desde el onceavo año, por lo que resulta aconsejable su implantación.



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

Alternativa A2.1:

año	Producción (€)	Costes mantenimiento (€)	Flujo de caja no actualizado (€)	VAN
1	1660	100	1560,31	-7.100,25 €
2	1660	100	1560,31	-5.585,83 €
3	1660	100	1560,31	-4.086,40 €
4	1660	100	1560,31	-2.601,82 €
5	1660	100	1560,31	-1.131,94 €
6	1660	100	1560,31	323,39 €
7	1660	100	1560,31	1.764,30 €
8	1660	100	1560,31	3.190,96 €
9	1660	100	1560,31	4.603,48 €
10	1660	100	1560,31	6.002,03 €
11	1660	100	1560,31	7.386,72 €
12	1660	100	1560,31	8.757,71 €
13	1660	100	1560,31	10.115,12 €
14	1660	100	1560,31	11.459,09 €
15	1660	100	1560,31	12.789,75 €
16	1660	100	1560,31	14.107,24 €
17	1660	100	1560,31	15.411,69 €
18	1660	100	1560,31	16.703,22 €
19	1660	100	1560,31	17.981,96 €
20	1660	100	1560,31	19.248,04 €
21	1660	100	1560,31	20.501,59 €
22	1660	100	1560,31	21.742,72 €
23	1660	100	1560,31	22.971,57 €
24	1660	100	1560,31	24.188,25 €
25	1660	100	1560,31	25.392,88 €

Tabla 26 Amortización VAN alternativa A2.1

Esta alternativa obtiene rentabilidad positiva a partir del sexto año, llegando a beneficios considerables al final de su vida útil. Cabe recordar que con la actual legislación esta alternativa es todavía utópica.



11.3. Tasa interna de rentabilidad

A continuación se calcula el TIR, que se define como la tasa de interés equivalente de la inversión para obtener un VAN equilibrado de valor cero.

año	Alternativa A1.1	Alternativa A1.2	Alternativa A2.1
1	-95,33%	-90,20%	-82,10%
2	-75,94%	-63,42%	-47,80%
3	-57,91%	-42,94%	-25,64%
4	-44,49%	-29,20%	-12,14%
5	-34,73%	-19,88%	-3,58%
6	-27,52%	-13,35%	2,08%
7	-22,07%	-8,63%	5,98%
8	-17,87%	-5,12%	8,75%
9	-14,55%	-2,45%	10,77%
10	-11,90%	-0,37%	12,28%
11	-9,74%	1,27%	13,42%
12	-7,96%	2,58%	14,30%
13	-6,48%	3,65%	14,99%
14	-5,22%	4,52%	15,53%
15	-4,16%	5,25%	15,96%
16	-3,25%	5,86%	16,30%
17	-2,46%	6,37%	16,58%
18	-1,77%	6,80%	16,81%
19	-1,17%	7,17%	16,99%
20	-0,65%	7,48%	17,15%
21	-0,18%	7,76%	17,27%
22	0,23%	7,99%	17,37%
23	0,60%	8,20%	17,46%
24	0,93%	8,38%	17,53%
25	1,22%	8,53%	17,59%

Tabla 27 Tasas de Rentabilidad TIR

En la alternativa A1.1 se puede ver que hasta el año 25 no se obtiene una tasa superior al 1% de interés con el que se había calculado el VAN. En las otras alternativas se obtiene tasas de rentabilidad muy interesantes, por lo que se aconseja la inversión.



12. Pliego de condiciones técnicas

12.1. Antecedentes

La presente memoria ha sido redacta con el objeto de establecer los aspectos generales y requerimientos mínimos que deben ser observados en la realización del proyecto (instalación fotovoltaica en la vivienda unifamiliar con conexión a la red). Dicha instalación, según lo dispuesto en el Real Decreto 900/2015, es una instalación fotovoltaica de tipo 1. Así pues, se deberán tener en cuenta todos los requerimientos establecidos en la reglamentación vigente.

El ámbito de aplicación de dicha instalación queda definido por los artículos 6 y 9 de la Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. Además deberá darse el debido cumplimiento de los requisitos técnicos contenidos en la normativa del sector eléctrico y del reglamento que dicho sector aplica a todas las instalaciones de este tipo.

12.2. Promotor

El promotor de la instalación fotovoltaica, será el propietario de la vivienda con NIF 00000001W y con su domicilio fiscal en la misma vivienda tratándose del cabeza de familia.

12.3. Objeto

El objeto del documento, es aclarar y describir lo más exhaustivamente posible los aspectos técnicos y requerimientos materiales que afectan a dicha instalación. Esto será la base para la realización del presupuesto y para la ejecución de la instalación conforme con lo que se establezca en el presente pliego de prescripciones técnicas y administrativas.

12.4. Generalidades

La instalación solar fotovoltaica sobre techado en esta vivienda unifamiliar situada en la provincia de Alicante, tiene por finalidad el autoconsumo. Se clasifica como de tipo 1, inferior a 10 kW, sin remuneración de excedentes de electricidad producida y de este modo se acoge a la exención del pago de los estudios pertinentes requeridos para la conexión y acceso que están previstos en el artículo 30 del Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre.

12.4.1. Normativa de aplicación:

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:



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores

Normativa de prevención de Riesgos Laborales

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico

12.5. Características de la instalación fotovoltaica

Conforme al documento PCT-C-REV - julio 2011 Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red,



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

elaborado por el Departamento de Energía Solar del IDAE y CENSOLAR, se recogen los requisitos técnicos que deben garantizarse.

12.5.1. Componentes y materiales

A) Generalidades

A.1 Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento de clase 2 y un grado de protección mínimo de IP65.

A.2 La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

A.3 El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

A.4 Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

A.5 Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

A.6 Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

A.7 En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

A.8 Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en castellano y además, si procede, en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

B) Sistemas generadores fotovoltaicos

B.1 Los módulos 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.



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. Adicionalmente, en función de la tecnología del módulo, éste deberá satisfacer las siguientes normas:

- UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre.

Cualificación del diseño y homologación.

- UNE-EN 61646: Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicaciones terrestres.

Cualificación del diseño y aprobación de tipo.

- UNE-EN 62108. Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV).
Cualificación del diseño y homologación.

Los módulos que se encuentren integrados en la edificación, aparte de que deben cumplir la normativa indicada anteriormente, además deberán cumplir con lo previsto en la Directiva 89/106/CEE del Consejo de 21 de diciembre de 1988 relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción.

Aquellos módulos que no puedan ser ensayados según estas normas citadas, deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en las mismas por otros medios, y con carácter previo a su inscripción definitiva en el registro de régimen especial dependiente del órgano competente.

Será necesario justificar la imposibilidad de ser ensayados, así como la acreditación del cumplimiento de dichos requisitos, lo que deberá ser comunicado por escrito a la Dirección General de Política Energética y Minas, quien resolverá sobre la conformidad o no de la justificación y acreditación presentadas.

B.2 El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

B.3 Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación.

B.3.1 Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

B.3.2 Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

B.3.3 Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 3 \%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.

B.3.4 Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

B.4 Será deseable una alta eficiencia de las células.

B.5 La estructura del generador se conectará a tierra.

B.6 Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

B.7 Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años.

C) Estructura soporte

C.1 Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.

C.2 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.

C.3 El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

C.4 Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

C.5 El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

C.6 La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

C.7 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.

C.8 Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

C.9 En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustará a las exigencias vigentes en materia de edificación.

C.10 Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terracea) como integrados sobre tejado, cumpliendo lo especificado en el punto 4.1.2 sobre sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

C.11 La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

C.12 Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirán las normas UNE-EN 10219-1 y UNE-EN 10219-2 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

C.13 Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE-EN ISO 14713 (partes 1, 2 y 3) y UNE-EN ISO 10684 y los espesores cumplirán con los mínimos exigibles en la norma UNE-EN ISO 1461.

C.14 En el caso de utilizarse seguidores solares, estos incorporarán el marcado CE y cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.

D Inversores

D.1 Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

D.2 Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

- Autoconmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionarán en isla o modo aislado.

La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas siguientes:

- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.

D.3 Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

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

Adicionalmente, han de cumplir con la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.

D.4 Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

D.5 Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.

D.6 Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

D.6.1 El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superiores a las CEM. Además soportará picos de un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

D.6.2 El rendimiento de potencia del inversor (cociente entre la potencia activa de salida y la potencia activa de entrada), para una potencia de salida en corriente alterna igual al 50 % y al 100% de la potencia nominal, será como mínimo del 92% y del 94% respectivamente. El cálculo del rendimiento se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 6168: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.

D.6.3 El autoconsumo de los equipos (pérdidas en “vacío”) en “stand-by” o modo nocturno deberá ser inferior al 2 % de su potencia nominal de salida.

D.6.4 El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,85, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.

D.6.5 A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

D.7 Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

D.8 Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales:

entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

D.9 Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 3 años.

E) Cableado

E.1 Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.

E.2 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 2 %.

E.3 El cable deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de engancho por el tránsito normal de personas.

E.4 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.

F) Conexión a red



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

F.1 Todas las instalaciones de hasta 100 kW cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

G Medidas

G.1 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.

H) Protecciones

H.1 Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

H.2 En conexiones a la red trifásicas 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.

I) Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas

I.1 Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

I.2 Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la Memoria de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.

I.3 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.

J) Armónicos y compatibilidad electromagnética

J.1 Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

K) Medidas de seguridad

K.1 Las centrales fotovoltaicas, independientemente de la tensión a la que estén conectadas a la red, estarán equipadas con un sistema de protecciones que garantice su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia



central, de manera que no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

K.2 La central fotovoltaica debe evitar el funcionamiento no intencionado en isla con parte de la red de distribución, en el caso de desconexión de la red general. La protección anti-isla deberá detectar la desconexión de red en un tiempo acorde con los criterios de protección de la red de distribución a la que se conecta, o en el tiempo máximo fijado por la normativa o especificaciones técnicas correspondientes. El sistema utilizado debe funcionar correctamente en paralelo con otras centrales eléctricas con la misma o distinta tecnología, y alimentando las cargas habituales en la red, tales como motores.

K.3 Todas las centrales fotovoltaicas con una potencia mayor de 1 MW estarán dotadas de un sistema de teledesconexión y un sistema de teled medida.

La función del sistema de teledesconexión es actuar sobre el elemento de conexión de la central eléctrica con la red de distribución para permitir la desconexión remota de la planta en los casos en que los requisitos de seguridad así lo recomienden. Los sistemas de teledesconexión y teled medida serán compatibles con la red de distribución a la que se conecta la central fotovoltaica, pudiendo utilizarse en baja tensión los sistemas de telegestión incluidos en los equipos de medida previstos por la legislación vigente.

K.4 Las centrales fotovoltaicas deberán estar dotadas de los medios necesarios para admitir un reenganche de la red de distribución sin que se produzcan daños. Asimismo, no producirán sobretensiones que puedan causar daños en otros equipos, incluso en el transitorio de paso a isla, con cargas bajas o sin carga. Igualmente, los equipos instalados deberán cumplir los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética.

12.5.2. Recepción y pruebas

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán como mínimo las siguientes:

a) Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

- b) Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- c) Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- d) Determinación de la potencia instalada, de acuerdo con el procedimiento descrito en el anexo I.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- Entrega de toda la documentación requerida en este PCT, y como mínimo la recogida en la norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.
- Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.
- Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía mínima será de 10 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.
- No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se aprecia que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

12.6. Consideraciones finales

Los materiales proporcionados por cada uno de los suministradores deberán cumplir todos los aspectos técnicos y físicos señalados tanto en la ley vigente como en el anteproyecto presentado. Se debe garantizar la integridad de cada uno de los componentes tanto en el transporte, manipulación y montaje de cada uno de ellos.

La instalación deberá ser dada de alta en los organismos correspondientes, así como la distribuidora correspondiente. Siendo responsabilidad del promotor de dicha instalación.



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

Se deberá presentar toda la documentación necesaria pertinente que asegure todo lo anteriormente citado.

Para aquellos sujetos consumidores conectados a baja tensión, en los que la instalación generadora sea de baja tensión y la potencia instalada de generación sea menor de 100 kW que realicen autoconsumo, la inscripción se llevará a cabo de oficio por las Comunidades Autónomas y Ciudades de Ceuta y Melilla en sus respectivos registros a partir de la información remitida a las mismas en virtud del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Art 9 Ley 24/2013.



Referencias

Energy datasheets: EU-28 countries (August 2018 update). **europa.eu**

Informe anual 2017 Unión Española Fotovoltaica. **UNEF**

Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red. **IDAE**

Cuaderno de aplicaciones técnicas nº10. Plantas fotovoltaicas. **ABB**

Sistema de Información geográfica fotovoltaica PVGIS. **JRC Comisión Europea**

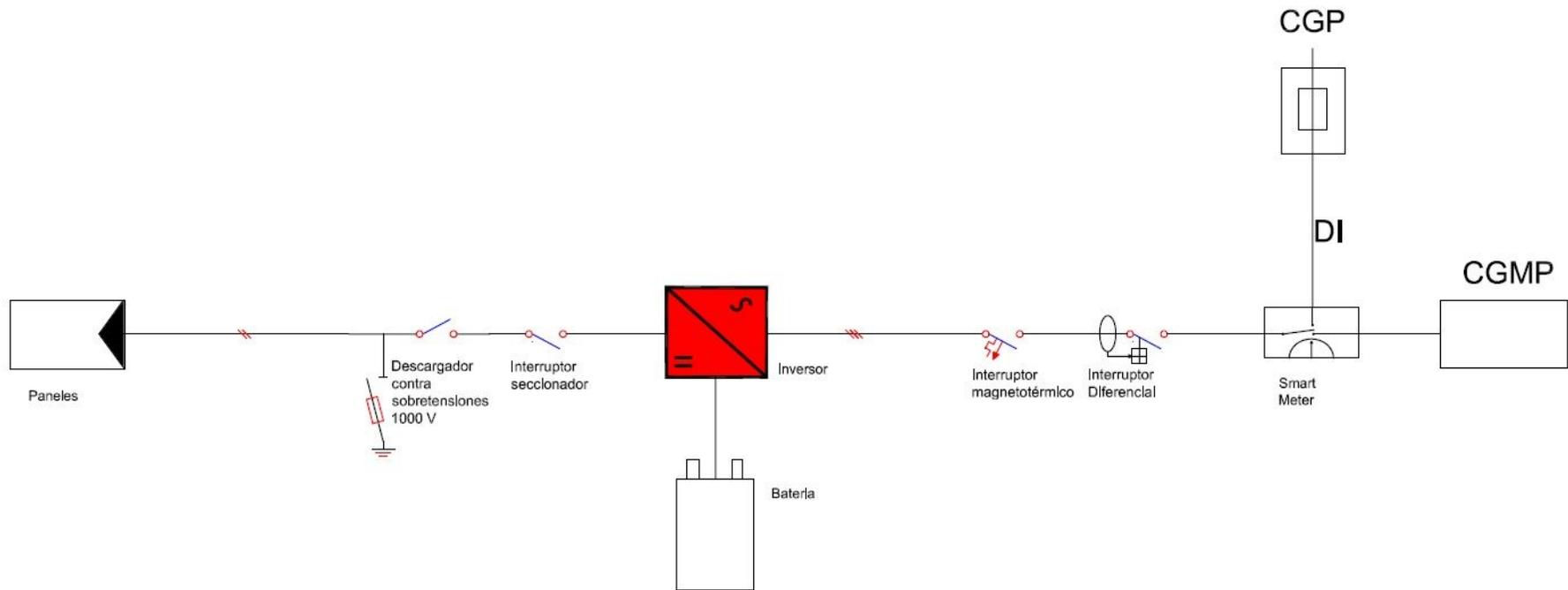
Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico HE5

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias

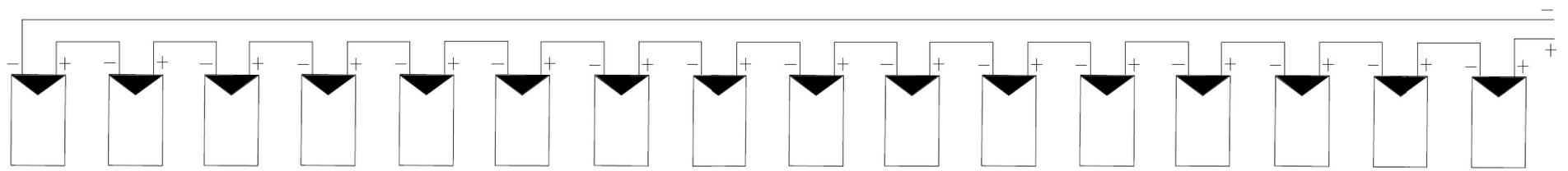


Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

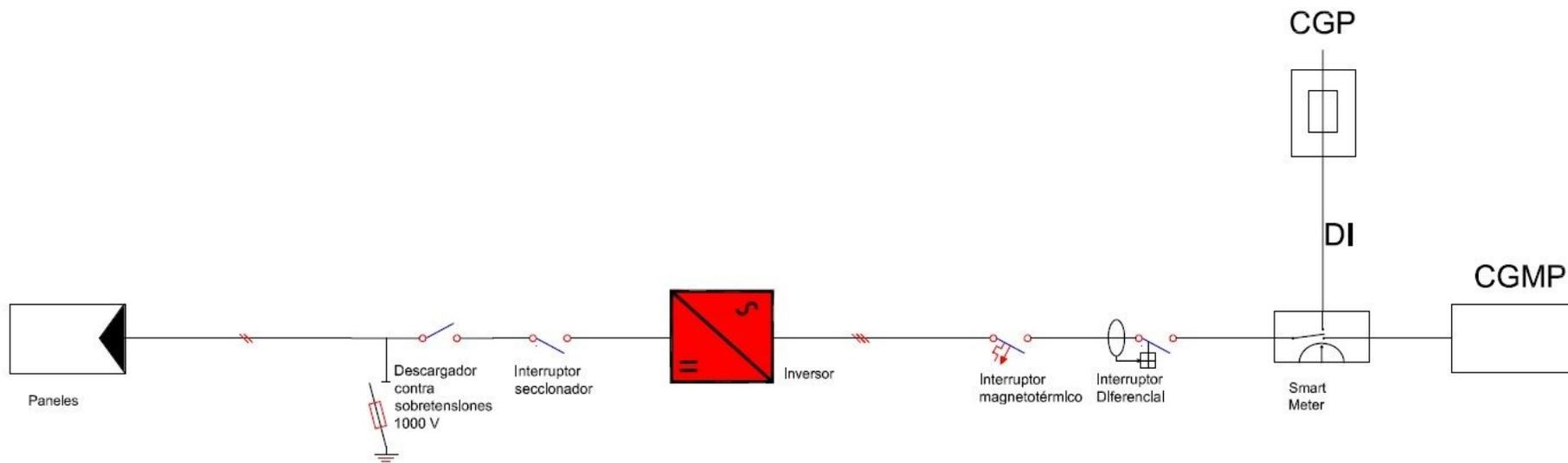
Anexo 1: esquemas



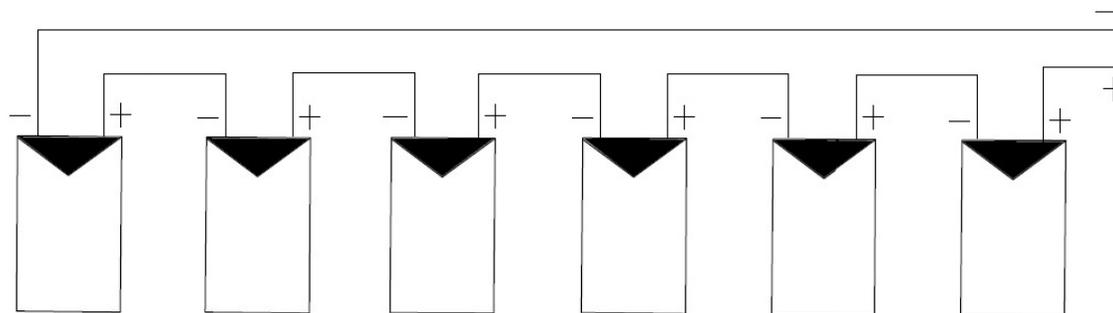
	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA ESCUELA SUPERIOR DE ALCOY	TFG ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR
	Autor: Vicente Blas Sempere López	
Nº1	ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA A1.1	14/02/2019
		E S/E



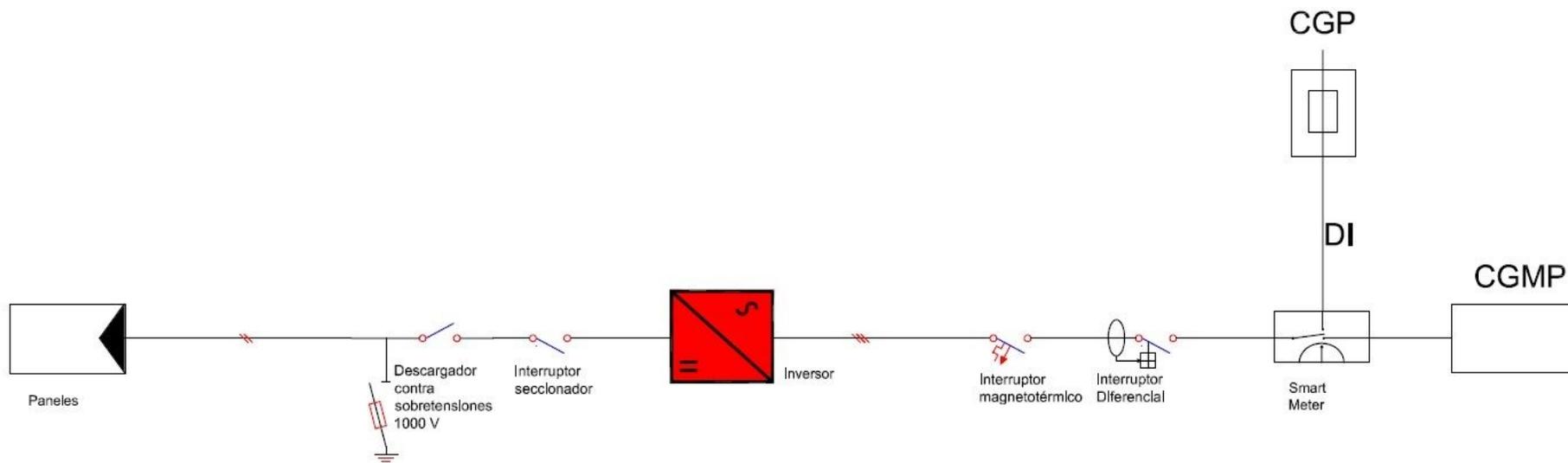
	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA ESCUELA SUPERIOR DE ALCOY	TFG ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR
	Autor: Vicente Blas Sempere López	
N°2	ESQUEMA INSTALACIÓN PANELES SOLARES A1.1	14/02/2019
		E S/E



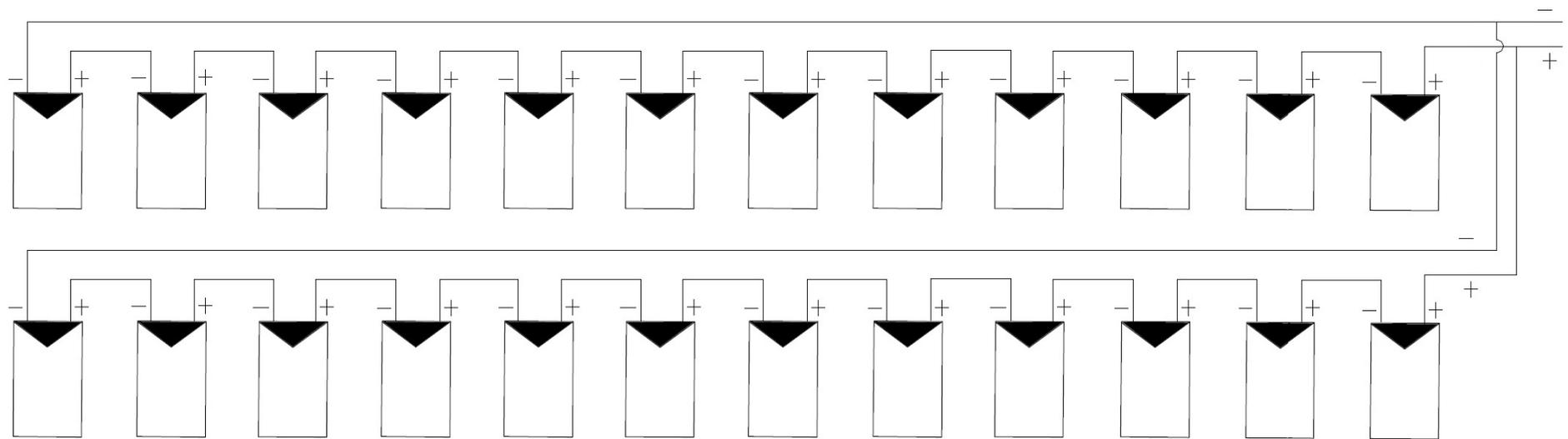
	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA ESCUELA SUPERIOR DE ALCOY	TFG ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR
	Autor: Vicente Blas Sempere López	
Nº3	ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA A1.2	14/02/2019
		E S/E



	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA ESCUELA SUPERIOR DE ALCOY	TFG ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR
	Autor: Vicente Blas Sempere López	
Nº4	ESQUEMA INSTALACIÓN PANELES SOLARES A1.2	14/02/2019
		E S/E



	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA ESCUELA SUPERIOR DE ALCOY	TFG ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR
	Autor: Vicente Blas Sempere López	
N°5	ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA A2.1	14/02/2019
		E S/E



	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA ESCUELA SUPERIOR DE ALCOY	TFG ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR
	Autor: Vicente Blas Sempere López	
N°6	ESQUEMA INSTALACIÓN PANELES SOLARES A2.1	14/02/2019
		E S/E



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

Anexo 2: presupuestos



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI

PRESUPUESTO

TFG ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACION DE UNA INSTALACION
SOLAR FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA EN
UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR
Autor: Vicente Blas Sempere López

Nº: 000001

Fecha: 15/01/2019

A1.1

Nº	Descripción	medición	Precio ud.	Importe (€)
Instalación de paneles fotovoltaicos				
1.01	Placa fotovoltaica Atersa	16	165,18	2.642,88
1.02	Cable corriente continua	56	1,38	77,28
1.03	Interruptor Seccionador 16A 1000V	1	18,95	18,95
1.04	Limitador de tensión 1000V	1	159,95	159,95
Sistema de almacenamiento de energía				
2.01	Batería Mercedes-Benz Energy Storage Home	1	9.995	9.995
Instalación de conexión a red				
3.01	Inversor Fronius Symo 5.0-3-s	1	2.975,44	2.975,44
3.02	Smart Meter Fronius 63A 1000V	1	121,25	121,25
3.03	Cable 10 mm2	25	1,43	35,75
3.04	Tubo PVC corrugado 25 mm2	1	16	16
3.05	Interruptor diferencial clase AC 6 kA 30 mA 40 A In	1	12,95	12,95
3.06	Interruptor magnetotérmico 6 kA 32 A In	1	3,95	3,95
Instalación de elementos estructurales				
4.01	Estructura metálica 16 ud KH915 60mm	1	406,29	406,29
5.01	Mano de obra	16	30	480
			total	16.945,69
			Iva 21%	3.558,59
			total	20.504,28



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI

PRESUPUESTO

TFG ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACION DE UNA INSTALACION
SOLAR FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA EN
UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR
Autor: Vicente Blas Sempere López

Nº: 000002

Fecha: 15/01/2019

A1.2

Nº	Descripción	medición	Precio ud.	Importe (€)
Instalación de paneles fotovoltaicos				
1.01	Placa fotovoltaica Atersa	6	165,18	991,08
1.02	Cable corriente continua	36	1,38	49,68
1.03	Interruptor Seccionador 16A 1000V	1	18,95	18,95
1.04	Limitador de tensión 1000V	1	159,95	159,95
Sistema de almacenamiento de energía				
2.01	Sin Batería			
Instalación de conexión a red				
3.01	Inversor Fronius Primo 3,0-1	1	956,76	956,76
3.02	Smart Meter Fronius 63A 1000V	1	121,25	121,25
3.03	Cable 2,5 mm2	25	0,36	9
3.04	Tubo PVC corrugado 20 mm2	1	16	16
3.05	Interruptor diferencial clase AC 6 kA 30 mA 25 A In	1	12,95	12,95
3.06	Interruptor magnetotérmico 6 kA 16 A In	1	3,95	3,95
Instalación de elementos estructurales				
4.01	Estructura metalica 6 ud KH915 60mm	1	169,14	169,14
5.01	Mano de obra	12	30	360
			total	2.868,71
			Iva 21%	602,43
			total	3.471,14



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI

PRESUPUESTO

TFG ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACION DE UNA INSTALACION
SOLAR FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA EN
UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR
Autor: Vicente Blas Sempere López

Nº: 000003

Fecha: 15/01/2019

A2.1

Nº	Descripción	medición	Precio ud.	Importe (€)
Instalación de paneles fotovoltaicos				
1.01	Placa fotovoltaica Atersa	24	165,18	3.964,32
1.02	Cable corriente continua	40	1,38	55,20
1.03	Interruptor Seccionador 16A 1000V	1	18,95	18,95
1.04	Limitador de tensión 1000V	1	159,95	159,95
Sistema de almacenamiento de energía				
2.01	Sin Batería			
Instalación de conexión a red				
3.01	Inversor Fronius Primo 8.2.0-1	1	1703,44	1.703,44
3.02	Smart Meter Fronius 63A 1000V	1	121,25	121,25
3.03	Cable 16 mm2	25	1,69	42,25
3.04	Tubo PVC corrugado 32 mm2	1	16	16,00
3.05	Interruptor diferencial clase AC 6 kA 30 mA 63 A In	1	12,95	12,95
3.06	Interruptor magnetotérmico 6 kA 50 A In	1	3,95	3,95
Instalación de elementos estructurales				
4.01	Estructura metalica 12 ud KH915 60mm	2	312,57	625,14
5.01	Mano de obra	16	30	480,00
			total	2.868,71
			Iva 21%	602,43
			total	3.471,14



Estudio para la implementación de una instalación solar fotovoltaica con conexión a la red eléctrica en una vivienda unifamiliar

Anexo 3: fichas de características técnicas

+Ultra *nueva gama*

➔ Módulo fotovoltaico
A-305P / A-310P / A-315P (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-305P	A-310P	A-315P
Potencia Nominal (0/+5 W)	305 W	310 W	315 W
Eficiencia del módulo	15,68%	15,94%	16,19%
Corriente Punto de Máxima Potencia (Imp)	8,27 A	8,35 A	8,43 A
Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmp)	36,88 V	37,14 V	37,37 V
Corriente en Cortocircuito (Isc)	8,78 A	8,83 A	8,88 A
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	45,97 V	46,14 V	46,31 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

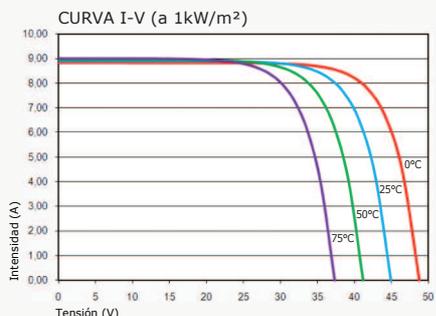
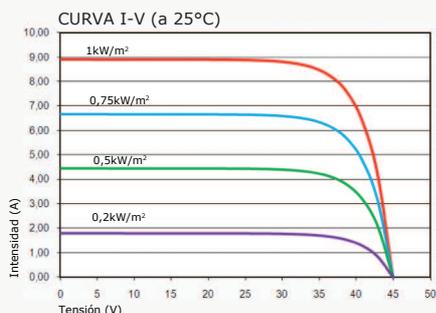
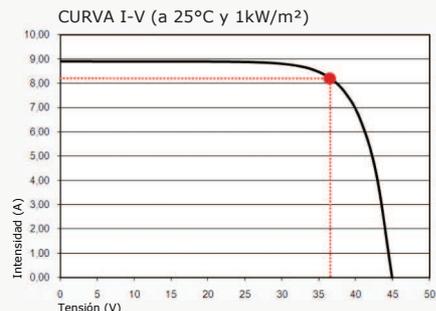
Dimensiones (mm ± 2 mm)	1965x990x40
Peso (± 0,5 kg)	22,5
Área (m ²)	1,95
Tipo de célula (± 1 mm)	Policristalina 156x156 mm (6 pulgadas)
Células en serie	72 (6x12)
Cristal delantero	Cristal templado ultra claro de 3.2 mm
Marco	Aleación de aluminio anodizado o pintado en poliéster
Caja de conexiones	TYCO IP67
Cables	Cable Solar 4 mm ² 1200 mm
Conectores	TYCO PV4

Rango de funcionamiento

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

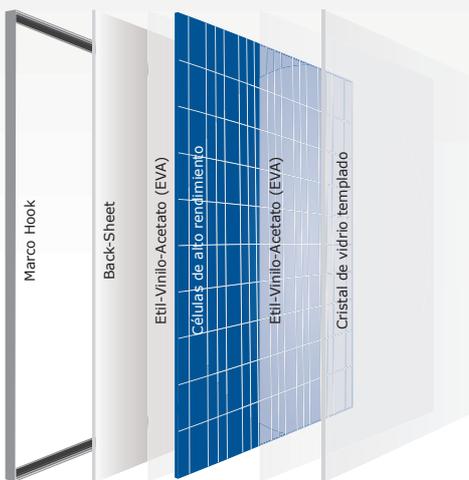
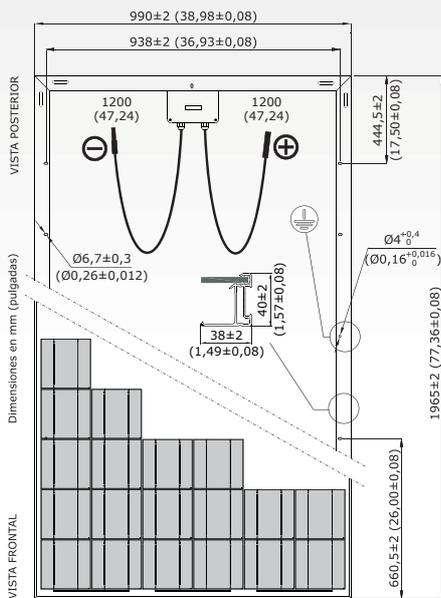
*Especificaciones eléctricas medidas en STC. NOCT: 47±2°C. Tolerancias medida STC: ±3% (Pmp); ±10% (Isc, Voc, Imp, Vmp).

Curvas modelo A-305P

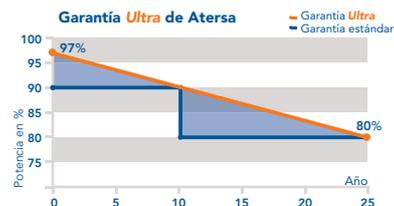


* Max. Reverse Current (IR): 15,1A.
* Max. Series Fuses: 15A.

Vista genérica de la construcción de un módulo fotovoltaico



- Módulos por caja: **25 uds**
- Peso por palé: **595 kg**
- En un contenedor de 40 pies entran 21 cajas: **525 paneles**
- En un contenedor de 40 pies HC entran 22 cajas: **550 paneles**
- En un contenedor de 20 pies entran 9 cajas: **225 paneles**
- En un camión TAUTLINER entran 26 cajas: **650 paneles**



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

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

Revisado: 27/04/17
Ref.: MU-6P (5) 6x12-D (TY 3.2)
© Atera SL, 2016



FRONIUS SYMO HYBRID

/ La solución de almacenamiento “24 horas de sol” personalizada



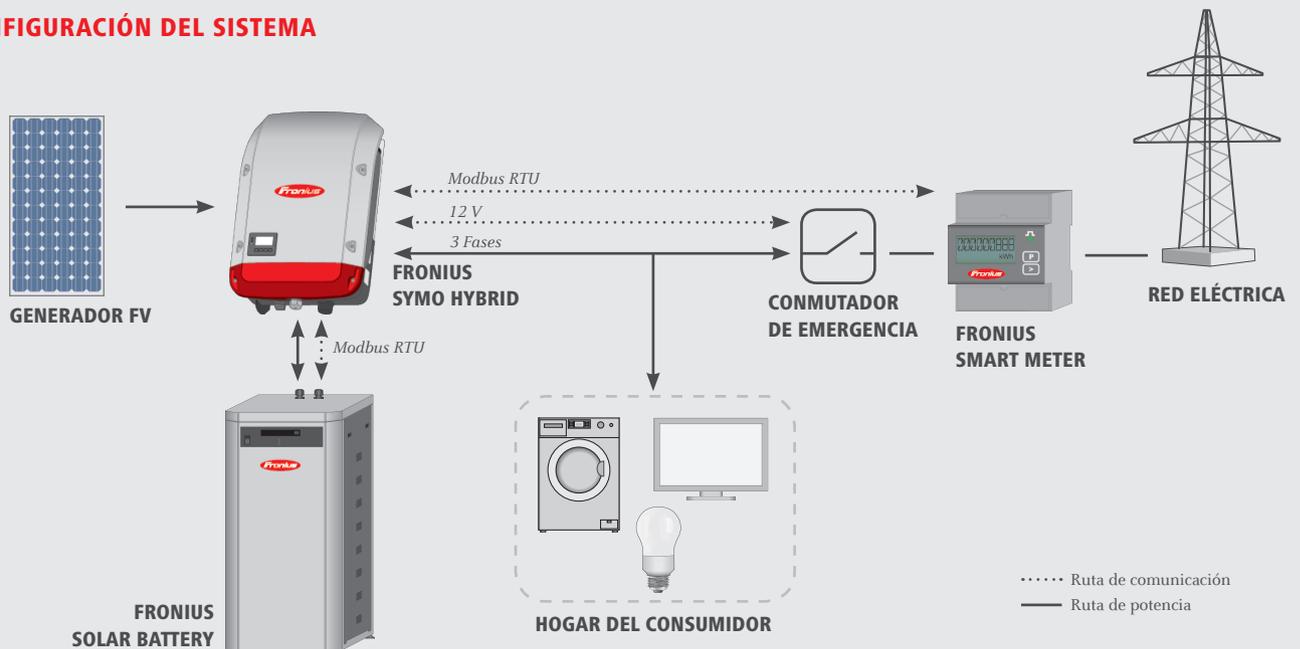
/ Independiente: El Fronius Symo Hybrid es la pieza central para la solución de almacenamiento “24 horas de sol”. Pasa de ser un inversor FV convencional, al sistema híbrido más sofisticado donde se puede almacenar el excedente de energía en una batería. El resultado: sol durante el día, por la noche y en caso de fallo de suministro.

MÁXIMA INDEPENDENCIA: DISEÑO MODULAR Y FUNCIONAMIENTO REVOLUCIONARIO

/ La visión de Fronius “24 horas de sol” representa el suministro de energía de las próximas décadas. El Fronius Symo Hybrid con potencias entre 3,0 y 5,0 kW permite que la energía fotovoltaica producida y no utilizada sea almacenada en una batería. El resultado es la maximización del autoconsumo de energía disponible y la más alta independencia del suministro energético, permitiendo utilizar el exceso de electricidad en los momentos de baja

o nula generación de energía. La función de emergencia permite que en caso de fallos de la red, apagones...etc se pueda utilizar la energía almacenada. Este inversor presenta una profesional configuración y visualización del sistema gracias al servidor web integrado con una interfaz fácil de utilizar, WLAN y Ethernet. El acoplamiento por corriente continua de la batería asegura la máxima eficiencia de todo el sistema.

CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA



DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO HYBRID¹⁾

DATOS DE ENTRADA	SYMO HYBRID 3.0-3-S	SYMO HYBRID 4.0-3-S	SYMO HYBRID 5.0-3-S
Máxima potencia CC	3.060 W	4.080 W	5.100 W
Rango de tensión MPP ($U_{mpp.min} - U_{mpp.max}$) ¹⁾	200 - 800 V	255 - 800 V	320 - 800 V
DATOS DE SALIDA	SYMO HYBRID 3.0-3-S	SYMO HYBRID 4.0-3-S	SYMO HYBRID 5.0-3-S
Potencia nominal CA ($P_{ac,r}$)	3.000 W	4.000 W	5.000 W
Acoplamiento a la red ($U_{ac,r}$)	3-NPE 400/230 V o 3- NPE 380/220 V		
DATOS GENERALES	SYMO HYBRID 3.0-3-S	SYMO HYBRID 4.0-3-S	SYMO HYBRID 5.0-3-S
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	645 x 431 x 204 mm		
Tipo de protección	IP 65		
Concepto de inversor	Sin Transformador		
Instalación	Instalación interior y exterior		
Funcionamiento en isla	Sí		
Tiempo de transición a la función de emergencia	5 segundos		
RENDIMIENTO	SYMO HYBRID 3.0-3-S	SYMO HYBRID 4.0-3-S	SYMO HYBRID 5.0-3-S
Rendimiento europeo (FV- red)	95,2 %	95,7 %	96,0 %
Rendimiento máximo del sistema (FV – Batería – red)	> 85,0 %		
INTERFACES	SYMO HYBRID 3.0-3-S	SYMO HYBRID 4.0-3-S	SYMO HYBRID 5.0-3-S
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web / Fronius Solar.web App		
Datalogger y Servidor web	Incluido		
Interface de la batería	Modbus RTU (RS485)		

DATOS TÉCNICOS FRONIUS SOLAR BATTERY¹⁾

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	SOLAR BATTERY 4.5	SOLAR BATTERY 7.5	SOLAR BATTERY 12.0
Capacidad nominal	4,5 kWh	7,5 kWh	12,0 kWh
Capacidad útil	3,6 kWh	6,0 kWh	9,6 kWh
Estabilidad del ciclo	6.000		
Rango de tensión	120 – 170 V	200 – 290 V	320 – 460 V
DATOS GENERALES	SOLAR BATTERY 4.5	SOLAR BATTERY 7.5	SOLAR BATTERY 12.0
Tecnología de la batería	LiFePO4		
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	955 x 570 x 611 mm		
Instalación	Instalación interior		
Margen de temperatura ambiente	5°C - 35°C		

¹⁾ Información preliminar

/ 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 850 patentes activas 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

v02 Feb 2014 ES

Fronius España S.L.U.
Parque Industrial La Laguna
Calle Arroyo del Soto 17
28914 Leganés (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 241-3940
pv-sales@fronius.com
www.fronius.com

FRONIUS PRIMO

/ El inversor comunicativo para la optimización de la gestión de energía



/ Tecnología SnapINverter



/ Comunicación de datos integrada



/ Diseño SuperFlex



/ Seguimiento inteligente GMPP



/ Smart Grid Ready



/ Inyección cero



/ Dentro de la gama SnapINverter y con un rango de potencia entre 3,0 y 8,2 kW, el inversor monofásico Fronius Primo es el equipo perfecto para cubrir las necesidades de cualquier hogar. Gracias a su doble MPPT y su innovador diseño SuperFlex, es capaz de sacar el máximo rendimiento de las instalaciones en tejado. Con el sistema de montaje SnapInverter, la instalación y mantenimiento son más fáciles que nunca. El inversor Fronius Primo 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 inyecte energía a la red eléctrica.

DATOS TÉCNICOS FRONIUS PRIMO (3.0-1, 3.5-1, 3.6-1, 4.0-1, 4.6-1)

DATOS DE ENTRADA	PRIMO 3.0-1	PRIMO 3.5-1	PRIMO 3.6-1	PRIMO 4.0-1	PRIMO 4.6-1
Máxima corriente de entrada ($I_{dc\ máx.1} / I_{dc\ máx.2}$)			12 A / 12 A		
Máxima corriente de cortocircuito por serie FV (MPP ₁ /MPP ₂)			18 A / 18 A		
Mínima tensión de entrada ($U_{dc\ mín.}$)			80 V		
Tensión CC mínima de puesta en servicio ($U_{dc\ arranque}$)			80 V		
Tensión de entrada nominal ($U_{dc,r}$)			710 V		
Máxima tensión de entrada ($U_{dc\ máx.}$)			1.000 V		
Rango de tensión MPP ($U_{mpp\ mín.} - U_{mpp\ máx.}$)		200 - 800 V		210 - 800 V	240 - 800 V
Número de seguidores MPP			2		
Número de entradas CC			2 + 2		
Máxima salida del generador FV ($P_{dc\ máx.}$)	4,5 kW _{pico}	5,3 kW _{pico}	5,5 kW _{pico}	6,0 kW _{pico}	6,9 kW _{pico}

DATOS DE SALIDA	PRIMO 3.0-1	PRIMO 3.5-1	PRIMO 3.6-1	PRIMO 4.0-1	PRIMO 4.6-1
Potencia nominal CA ($P_{ac,r}$)	3.000 W	3.500 W	3.680 W	4.000 W	4.600 W
Máxima potencia de salida	3.000 VA	3.500 VA	3.680 VA	4.000 VA	4.600 VA
Corriente de salida CA ($I_{ac\ nom.}$)	13,0 A	15,2 A	16,0 A	17,4 A	20,0 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)	1 - NPE 220 V / 230 V (180 V - 270 V)				
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)				
Coefficiente de distorsión no lineal	< 5 %				
Factor de potencia ($\cos \varphi_{ac,r}$)	0,85 - 1 ind. / cap.				

DATOS TÉCNICOS FRONIUS PRIMO (3.0-1, 3.5-1, 3.6-1, 4.0-1, 4.6-1)

DATOS GENERALES	PRIMO 3.0-1	PRIMO 3.5-1	PRIMO 3.6-1	PRIMO 4.0-1	PRIMO 4.6-1
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	645 x 431 x 204 mm				
Peso	21,5 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	-40 - +55 °C				
Humedad de aire admisible	0 - 100 %				
Máxima altitud	4.000 m				
Tecnología de conexión CC	Conexión de 4x CC+ y 4x CC- bornes roscados 2,5 - 16 mm ²				
Tecnología de conexión principal	Conexión de 3 polos CA bornes roscados 2.5 - 16 mm ²				
Certificados y cumplimiento de normas	DIN V VDE 0126-1-1/A1, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 4777-2, AS 4777-3, G83/2, G59/3, CEI 0-21, VDE AR N 4105				

RENDIMIENTO	PRIMO 3.0-1	PRIMO 3.5-1	PRIMO 3.6-1	PRIMO 4.0-1	PRIMO 4.6-1
Máximo rendimiento	97,9 %	98,0 %	98,0 %	98,0 %	98,0 %
Rendimiento europeo (η _{EU})	96,1 %	96,8 %	96,8 %	97,0 %	97,0 %
η con 5 % P _{ac,r} ²⁾	80,8 / 82,5 / 82,5 %	80,8 / 82,5 / 82,5 %	80,8 / 82,5 / 82,5 %	80,8 / 82,5 / 82,5 %	80,8 / 82,5 / 82,5 %
η con 10 % P _{ac,r} ²⁾	84,1 / 86,5 / 86,1 %	86,3 / 93,6 / 91,8 %	86,3 / 93,6 / 91,8 %	86,6 / 93,9 / 92,2 %	88,9 / 94,4 / 92,9 %
η con 20 % P _{ac,r} ²⁾	90,3 / 95,5 / 94,8 %	91,6 / 96,2 / 95,2 %	91,6 / 96,2 / 95,2 %	92,2 / 96,7 / 95,6 %	93,0 / 97,0 / 95,9 %
η con 25 % P _{ac,r} ²⁾	91,8 / 96,4 / 95,1 %	92,7 / 96,9 / 95,8 %	92,7 / 96,9 / 95,8 %	93,2 / 97,2 / 96,1 %	93,9 / 97,2 / 96,6 %
η con 30 % P _{ac,r} ²⁾	92,7 / 96,9 / 96,0 %	93,5 / 97,2 / 96,3 %	93,5 / 97,2 / 96,3 %	94,0 / 97,2 / 96,8 %	94,5 / 97,3 / 96,9 %
η con 50 % P _{ac,r} ²⁾	94,5 / 97,4 / 97,0 %	95,0 / 97,7 / 97,3 %	95,0 / 97,7 / 97,3 %	95,2 / 97,8 / 97,4 %	95,6 / 97,9 / 97,6 %
η con 75 % P _{ac,r} ²⁾	95,4 / 97,9 / 97,7 %	95,6 / 97,8 / 97,8 %	95,6 / 97,8 / 97,8 %	95,8 / 97,9 / 97,8 %	96,0 / 97,9 / 97,8 %
η con 100 % P _{ac,r} ²⁾	95,7 / 97,9 / 97,8 %	95,8 / 98,0 / 97,8 %	95,8 / 98,0 / 97,8 %	95,9 / 98,0 / 97,9 %	96,2 / 97,9 / 98,0 %
Rendimiento de adaptación MPP	> 99,9 %				

EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD	PRIMO 3.0-1	PRIMO 3.5-1	PRIMO 3.6-1	PRIMO 4.0-1	PRIMO 4.6-1
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	PRIMO 3.0-1	PRIMO 3.5-1	PRIMO 3.6-1	PRIMO 4.0-1	PRIMO 4.6-1
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)				
6 inputs y 4 inputs/outputs digitales	Interface receptor del control de onda				
USB (Conector A) ³⁾	Datalogging, actualización de inversores vía USB				
2 conectores RJ 45 (RS422) ³⁾	Fronius Solar Net				
Salida de aviso ³⁾	Gestión de la energía (salida de relé libre de potencial)				
Datalogger y Servidor web	Incluido				
Input externo ³⁾	Interface SO-Meter / Input para la protección contra sobretensión				
RS485	Modbus RTU SunSpec o conexión del contador				

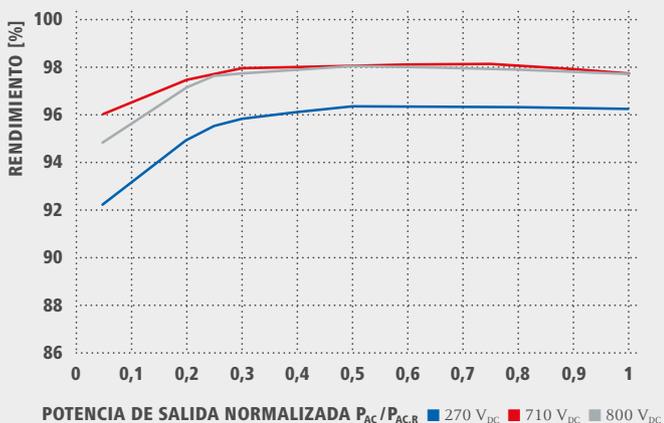
¹⁾ De acuerdo con IEC 62109-1.

²⁾ Y con Umpp mín. / Udc,r / Umpp máx.

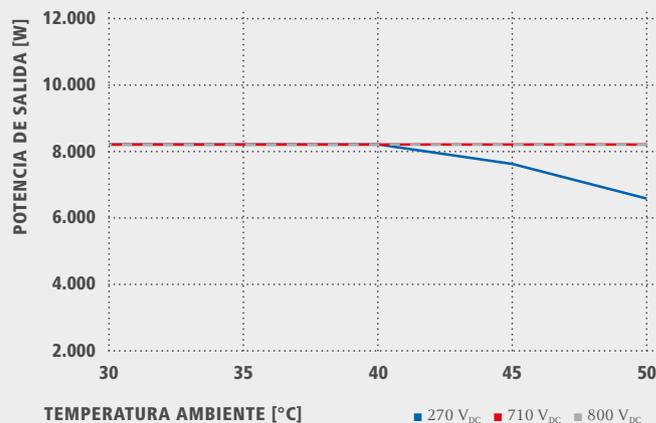
³⁾ También disponible en la versión light.

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

CURVA DE RENDIMIENTO FRONIUS PRIMO 8.2-1



REDUCCIÓN DE TEMPERATURA FRONIUS PRIMO 8.2-1



DATOS TÉCNICOS FRONIUS PRIMO (5.0-1, 6.0-1, 8.2-1)

DATOS DE ENTRADA	PRIMO 5.0-1	PRIMO 6.0-1	PRIMO 8.2-1
Máxima corriente de entrada ($I_{dc\ máx.1}/I_{dc\ máx.2}$)	12 A / 12 A		18 A / 18 A
Máxima corriente de cortocircuito por serie FV (MPP_1/MPP_2)	18 A / 18 A		27 A / 27 A
Mínima tensión de entrada ($U_{dc\ mín.}$)		80 V	
Tensión CC mínima de puesta en servicio (U_{dc} arranque)		80 V	
Tensión de entrada nominal ($U_{dc,r}$)		710 V	
Máxima tensión de entrada ($U_{dc\ máx.}$)		1.000 V	
Rango de tensión MPP ($U_{mpp\ mín.} - U_{mpp\ máx.}$)		240 - 800 V	270 - 800 V
Número de seguidores MPP		2	
Número de entradas CC		2 + 2	
Máxima salida del generador FV ($P_{de\ máx.}$)	7,5 kW _{pico}	9,0 kW _{pico}	12,3 kW _{pico}

DATOS DE SALIDA	PRIMO 5.0-1	PRIMO 6.0-1	PRIMO 8.2-1
Potencia nominal CA ($P_{ac,r}$)	5.000 W	6.000 W	8.200 W
Máxima potencia de salida	5.000 VA	6.000 VA	8.200 VA
Corriente de salida CA ($I_{ac\ nom.}$)	21,7 A	26,1 A	35,7 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)		1 - NPE 220 V / 230 V (180 V - 270 V)	
Frecuencia (rango de frecuencia)		50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)	
Coefficiente de distorsión no lineal		< 5 %	
Factor de potencia ($\cos \varphi_{ac,r}$)		0,85 - 1 ind. / cap.	

DATOS GENERALES	PRIMO 5.0-1	PRIMO 6.0-1	PRIMO 8.2-1
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)		645 x 431 x 204 mm	
Peso		21,5 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		-40 - +55 °C	
Humedad de aire admisible		0 - 100 %	
Máxima altitud		4.000 m	
Tecnología de conexión CC		Conexión de 4x CC+ y 4x CC- bornes roscados 2,5 - 16 mm ²	
Tecnología de conexión principal		Conexión de 3 polos CA bornes roscados 2.5 - 16 mm ²	
Certificados y cumplimiento de normas	DIN V VDE 0126-1-1/A1, IEC 62109-1/2, IEC 62116, IEC 61727, AS 4777-2, AS 4777-3, G83/2, G59/3, CEI 0-21, VDE AR N 4105		

¹⁾ De acuerdo con IEC 62109-1.

RENDIMIENTO	PRIMO 5.0-1	PRIMO 6.0-1	PRIMO 8.2-1
Máximo rendimiento	98,0 %	98,0 %	98,1 %
Rendimiento europeo (η_{EU})	97,1 %	97,3 %	97,5 %
η con 5 % $P_{ac,r}$ ¹⁾	80,8 / 82,5 / 82,5 %	84,6 / 86,5 / 86,0 %	85,5 / 89,6 / 88,5 %
η con 10 % $P_{ac,r}$ ¹⁾	89,6 / 94,8 / 93,1 %	90,5 / 95,5 / 94,6 %	92,2 / 96,0 / 94,8 %
η con 20 % $P_{ac,r}$ ¹⁾	93,4 / 97,2 / 96,2 %	94,0 / 97,2 / 96,8 %	94,9 / 97,4 / 97,2 %
η con 25 % $P_{ac,r}$ ¹⁾	94,1 / 97,3 / 96,8 %	94,7 / 97,4 / 97,0 %	95,5 / 97,7 / 97,6 %
η con 30 % $P_{ac,r}$ ¹⁾	94,7 / 97,4 / 97,0 %	95,1 / 97,6 / 97,3 %	95,8 / 97,9 / 97,7 %
η con 50 % $P_{ac,r}$ ¹⁾	95,8 / 97,9 / 97,7 %	96,0 / 97,9 / 97,8 %	96,3 / 98,0 / 98,0 %
η con 75 % $P_{ac,r}$ ¹⁾	96,1 / 98,0 / 97,9 %	96,2 / 98,0 / 98,0 %	96,3 / 98,1 / 97,9 %
η con 100 % $P_{ac,r}$ ¹⁾	96,2 / 97,9 / 97,9 %	96,2 / 98,0 / 97,9 %	96,2 / 97,7 / 97,7 %
Rendimiento de adaptación MPP		> 99,9 %	

EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD	PRIMO 5.0-1	PRIMO 6.0-1	PRIMO 8.2-1
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	PRIMO 5.0-1	PRIMO 6.0-1	PRIMO 8.2-1
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)		
6 inputs 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⁾ Y con U_{mpp} mín. / $U_{dc,r}$ / U_{mpp} máx.

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

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

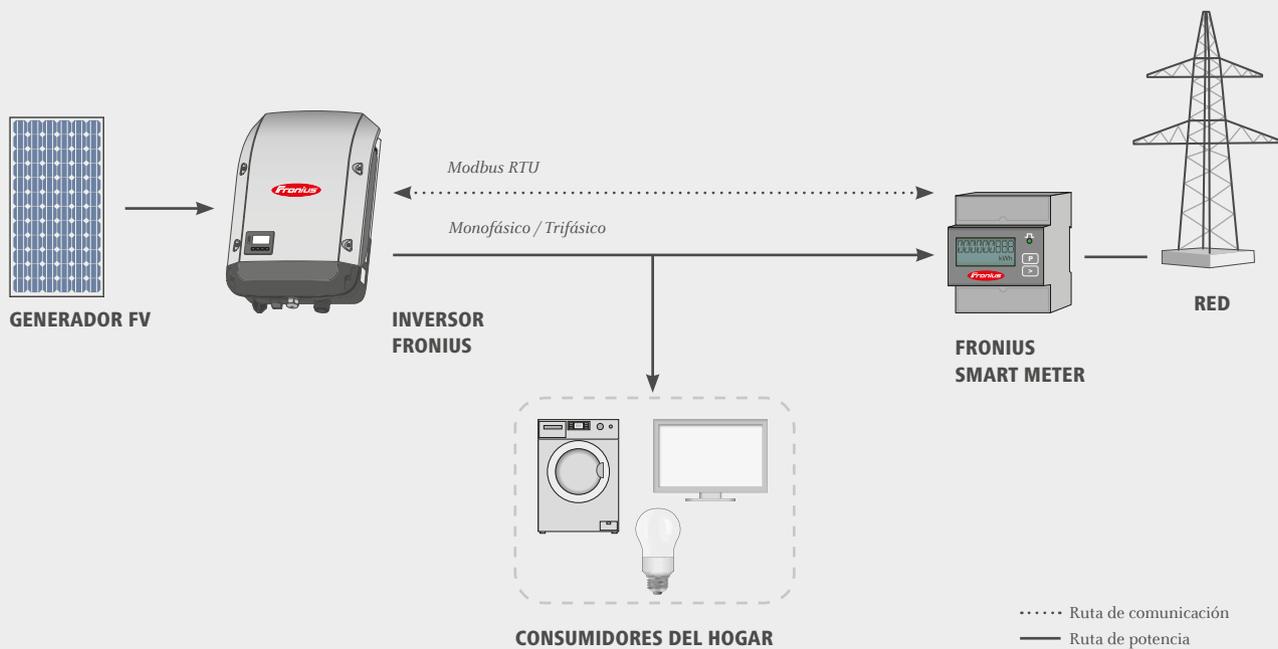
/ Limitación de potencia remota rápida y precisa

/ 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

Cable fotovoltaico Topsolar PV ZZ 2,5 mm² 50 Metros



Cable flexible adecuado para la conexión entre paneles fotovoltaicos y desde los paneles al inversor de corriente continua a alterna. Con conductor de cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible) según EN 60228 y cubierta de goma ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Este cable es de alta seguridad (AS): no propagadores del incendio, con baja emisión de humos y libres de halógenos. Apto para instalaciones interiores y exteriores.

Cumple las normativas nacionales y europeas: UNE-EN 60332-1 / UNE-EN 50266 / UNE-EN 50267-1 / UNE-EN 50267-2 / UNE-EN 61034. Y las normas internacionales: IEC 60332-1 / IEC 60332-3 / IEC 60754-1 / IEC 60754-2 / IEC 61034. DISPONIBILIDAD EN 2 DÍAS.

Envío gratuito

69.00 €

IVA incluido

Características del producto

Cable fotovoltaico Topsolar PV ZZ 2,5 mm² 50 Metros

Cable especial para instalaciones fotovoltaicas. Para conexión entre paneles y hasta el regulador.

Código del producto: da1056

Características:

Conductor flexible, clase 5.

Temperatura mínima de servicio móvil: -40°C.

Temperatura máxima del conductor: 120°C.

Radio de curvatura: 5 x diámetro exterior.

No propagación del incendio.

Libre de halógenos.

Instalación al aire libre: permanente.

Respetuoso con el medio ambiente.

Resistencia al agua: AD7 inmersión

Resistencia a las temperaturas ambientales extremas: excelente.

Vida útil: 30 años.

Resistente a los rayos ultravioletas.



Mercedes-Benz Energiespeicher Home. Mercedes-Benz Energy Storage Home.

Die neue Generation der Stromspeicherlösung für Ihr Zuhause.
The new generation of energy storage for your home.

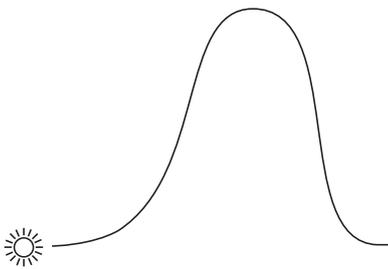
Mercedes-Benz



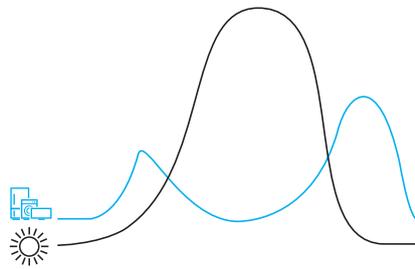
Performance in neuer Dimension. A new dimension of performance.

Setzen Sie mit dem Mercedes-Benz Energiespeicher Home der neuen Generation auf noch mehr Unabhängigkeit bei Ihrer Energieversorgung zu Hause. Und das in einzigartiger Mercedes-Benz-Qualität Made in Germany. Die neue Speicherlösung überzeugt mit einem signifikanten Leistungssprung gegenüber der Vorgängergeneration. Speichern Sie damit die am Tag gewonnene Energie und rufen Sie diese ab, wenn Sie Strom benötigen.

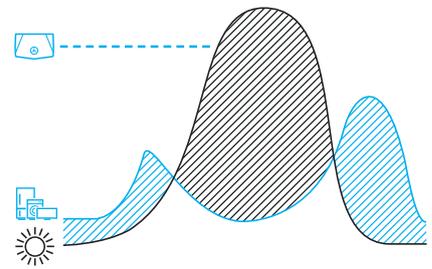
Achieve even greater independence with your home energy supply with the new generation of Mercedes-Benz Energy Storage Home. And enjoy one-of-a-kind Mercedes-Benz quality, made in Germany. The new storage solution will win you over with its significant leap in performance compared to the previous generation. Use it to store the energy gained during the day and draw on it when you need it.



Sonnenenergie im Tagesverlauf.
Solar energy over the course of a day.



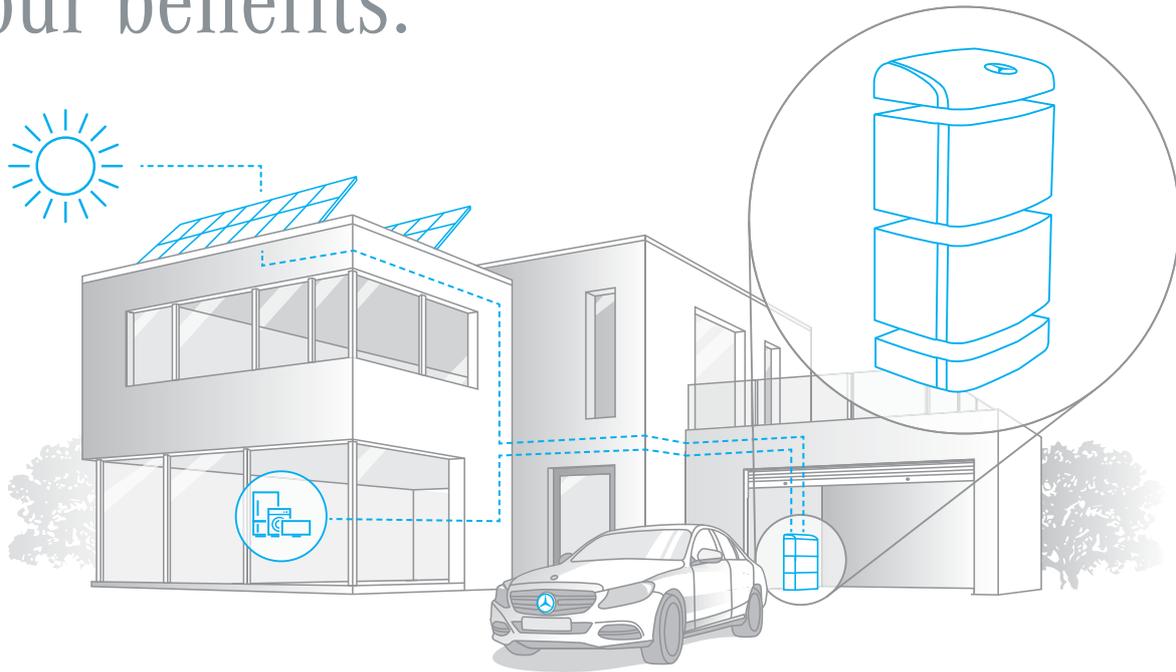
Strombedarf im Tagesverlauf.
Need for electricity over the course of a day.



Ausgleich durch den Energiespeicher.
Balanced by an energy storage system.



Ihre Vorteile. Your benefits.



Unabhängig

Nutzen Sie Ihren selbst produzierten Strom auch in den späten Abendstunden.

Independent

Use your self-produced electricity, even late in the evening.



Innovativ

Profitieren Sie von sicheren Batterien mit modernster Lithium-Ionen-Technologie.

Innovative

Benefit from safe batteries with state-of-the-art lithium-ion technology.



Effizient

Mit einem Systemwirkungsgrad von 97% nutzen Sie maximale Power.

Efficient

System efficiency of 97% means you can use maximum power.



Leistungsstark

Sichern Sie sich bis zu dreifache Batterieleistung und 120% Systemkapazität im Vergleich zu unserer ersten Energiespeichergeneration.

Powerful

Enjoy up to triple-strength battery power and 120% of system capacity compared to the first generation of our energy storage system.



Langlebig

Verlassen Sie sich darauf: Mindestens 80% Restkapazität nach zehn Jahren bei bis zu 8.000 Vollzyklen.

Long-lasting

You can rely on it: At least 80% of residual capacity after ten years with up to 8,000 complete cycles.



Modular

Der Energiespeicher ist von 6 bis 24 kWh mit 3 kWh-Modulen skalierbar. Das System kann hängend oder stehend installiert werden.

Modular

The energy storage is a stackable unit with 3.0 kWh per stack and can be customized from 6 to 24 kWh. The system can be installed hanging or standing.



Umweltfreundlich

Nutzen Sie zu Hause Ihren eigenen aus regenerativen Quellen gewonnenen Strom.

Eco-friendly

Use electricity from renewable sources at your own home.



Zukunftssicher

Setzen Sie auf einzigartige Qualität mit 10 Jahren Garantie.

Future-proof

Rely on one-of-a-kind quality with a 10 year guarantee.



Temperaturbeständig

Der Speicher arbeitet innerhalb einer Umgebungstemperatur von +12 bis +40 °C hervorragend! (maximal +1 bis +55 °C)

Temperature-resistant

The storage system works exceptionally well within a temperature range of +12 to +40°C (maximum +1 to +55°C)

Pure Energie. In jeder Größe. Pure energy. In all sizes.

Mercedes-Benz Energiespeicher Home.

Die Technologie des Mercedes-Benz Energiespeicher Home wurde für den anspruchsvollen Einsatz im Automobil entwickelt und erfüllt höchste Sicherheits- und Qualitätsstandards.

Die Batteriemodule mit einem Energiegehalt von jeweils 3 kWh werden von Mercedes-Benz Energy entwickelt und vertrieben. Für den Einsatz im privaten Bereich lassen sich bis zu acht Batteriemodule zu einem Energiespeicher mit 24 kWh kombinieren.

Mercedes-Benz Energy Storage Home.

The technology used in Mercedes-Benz Energy Storage Home has been developed for demanding use in automobiles and fulfills the highest safety and quality standards.

The battery modules have an energy capacity of 3 kWh each, and are developed and sold by Mercedes-Benz Energy. Up to eight battery modules can be combined for private use, giving a total energy storage capacity of 24 kWh.



Der Mercedes-Benz Energiespeicher Home ermöglicht Ihnen flexible Lösungen – für den Bedarf eines Singlehaushalts genauso wie für den einer Großfamilie.

Mercedes-Benz Energy Storage Home allows for flexible solutions – meeting the needs of a single-person household as easily as those of a large family.

Gut aufgestellt für Ihre Energiewende.

Mit dem neuen Mercedes-Benz Energiespeicher Home nutzen Sie den von Ihrer Solaranlage produzierten Strom noch effizienter. Durch seine deutlich höhere Speicherkapazität profitieren Sie nachhaltig von einem Maximum an Eigenverbrauch Ihres selbstproduzierten Stroms und einer spürbaren Senkung Ihrer Energiekosten.

Well positioned for your personal energy revolution.

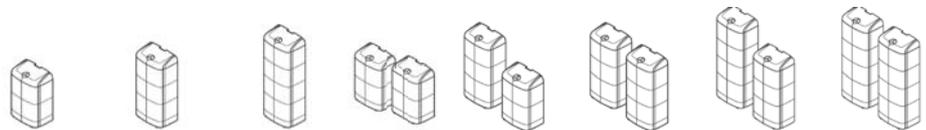
With the new Mercedes-Benz Energy Storage Home you will use the energy from your solar system even more efficiently. Thanks to its significantly larger storage capacity, you will benefit in the long term from maximum private consumption of your self-produced electricity and a noticeable reduction in your energy costs.

Technische Daten/Technical specifications

Bis zu acht Batteriemodule mit je 3 kWh Nennkapazität

Up to eight battery modules, each with 3 kWh rated capacity

Einzelmodul		Single Module	
Maße (B/H/T) in cm	47/42/29	Dimensions (W/H/D) in inches	18.5/16.5/11.4
Nutzbarer Energiegehalt	2,8 kWh	Usable energy content	2.8 kWh
Gewicht	ca. 32 kg	Weight	app. 70.5 lbs



Nennkapazität in kWh/Rated capacity in kWh	6,0	9,0	12,0	12,0	15,0	18,0	21,0	24,0
--------------------------------------------	-----	-----	------	------	------	------	------	------

Allgemeine Daten/General information

Maße Standmontage (B/H/T) in cm Stand-mounted dimensions (W/H/D) in inches	47/67/29 18.5/26.4/11.4	47/92/29 18.5/36.2/11.4	47/117/29 18.5/46.1/11.4	144/67/29 56.7/46.1/11.4	144/92/29 56.7/36.2/11.4	144/92/29 56.7/36.2/11.4	144/117/29 56.7/46.1/11.4	144/117/29 56.7/46.1/11.4
Maße Wandmontage (B/H/T) in cm Wall-mounted dimensions (W/H/D) in inches	47/68/29 18.5/26.8/11.4	47/93/29 18.5/36.6/11.4	47/118/29 18.5/46.5/11.4	144/68/29 56.7/46.5/11.4	144/93/29 56.7/36.6/11.4	144/93/29 56.7/36.6/11.4	144/118/29 56.7/46.5/11.4	144/118/29 56.7/46.5/11.4
Gewicht Standmontage, inkl. Zubehör (32 kg schwerste Handlingsgruppe) Stand-mounted weight, incl. accessories (32 kg/70.5 lbs heaviest component)	ca. 69 kg app. 152.1 lbs	ca. 101 kg app. 222.7 lbs	ca. 133 kg app. 293.2 lbs	ca. 138 kg app. 293.2 lbs	ca. 170 kg app. 374.8 lbs	ca. 202 kg app. 445.3 lbs	ca. 234 kg app. 515.9 lbs	ca. 266 kg app. 586.4 lbs
Gewicht Wandmontage, inkl. Zubehör (32 kg schwerste Handlingsgruppe) Wall-mounted weight, incl. accessories (32 kg/70.5 lbs heaviest component)	ca. 67 kg app. 147.7 lbs	ca. 99 kg app. 218.2 lbs	ca. 131 kg app. 288.8 lbs	ca. 134 kg app. 288.8 lbs	ca. 166 kg app. 365.9 lbs	ca. 198 kg app. 436.5 lbs	ca. 230 kg app. 507.1 lbs	ca. 262 kg app. 577.6 lbs

Batteriedaten/Battery data

Anzahl der Energiespeichermodule Number of energy storage modules	2	3	4	4	5	6	7	8
Nutzbarer Energiegehalt Usable energy content	5,6 kWh	8,4 kWh	11,2 kWh	11,2 kWh	14,0 kWh	16,8 kWh	19,6 kWh	22,4 kWh
Dauerstrom Batterie in A [25 °C] Continuous battery current in A [25 °C]	75,0	112,5	125,0	150,0	187,5	225,0	218,7	250,0
Spitzenstrom Batterie in A (für max. 10 s) [25 °C] Peak battery current in A (for max. 10 s) [25 °C]	80,0	120,0	160,0	160,0	200,0	240,0	280,0	320,0
Nennleistung Batterie in kW [25 °C, 50 V] Rated battery output in kW [25 °C, 50 V]	3,7	5,6	6,2	7,5	9,3	11,2	10,9	12,5
Nennspitzenleistung Batterie in kW (für max. 10 s) [25 °C, 50 V] Peak battery output in kW (for max. 10 s) [25 °C, 50 V]	4,0	6,0	8,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0

Freigegebene Systemkonfiguration - SMA Sunny Island * / Approved System Configuration - SMA Sunny Island *

1-ph Eigenverbrauchsoptimierung 1-ph self consumption	SI 4.4M	SI 4.4M SI 6.0H SI 8.0H	SI 4.4M SI 6.0H SI 8.0H	SI 4.4M SI 6.0H SI 8.0H				
----------------------------------------------------------	---------	---------	---------	---------	---------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

Normen/Standards

2006/66/EG (BattG), 2011/65/EU (RoHS), EMV-Richtlinie (EMC) 2014/30/EU, Sicherheitsleitfaden; 2014 - Li-Ionen-Hausspeicher (von BSW, BVES, DGS, StoREgio und ZVEH), ProdHaftG, ProdSG, harmonisierte Normen sowie gültige Transport- und Verpackungsvorschriften.

2006/66/EG (BattG), 2011/65/EU (RoHS), EMC Directive 2014/30/EU, Security Guide 2014 - Li-ion domestic storage (from BSW, BVES, DGS, StoREgio and ZVEH), ProdHaftG, ProdSG, harmonised standards and valid transport and packaging regulations.

* Weitere Konfigurationen sind möglich. Leistungsbegrenzung des Wechselrichter-Batteriesystems je nach Belastung und PV-Leistung.
* Other configurations are also possible. Power limitation of the inverter-battery-system depending on load and PV output.

Mercedes-Benz Energy GmbH
Prof.-Gottfried-Bombach-Str. 1
01917 Kamenz, Germany

+49 (0) 3578 3737-196
energy-sales@daimler.com
www.mercedes-benz-energy.com

Ein Unternehmen der Daimler AG
A Daimler Company