



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**ESTUDIO TECNO-ECONÓMICO DE
UNA INSTALACIÓN SOLAR
FOTOVOLTAICA CONECTADA EN
MODO AUTOCONSUMO PARA
APLICACIONES DEL SECTOR
TERCIARIO**

Alumno: Fernando Sánchez López

Tutor: David Vera Candéas
Depto.: Ingeniería Eléctrica

Junio, 2020



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**ESTUDIO TECNO-ECONÓMICO DE
UNA INSTALACIÓN SOLAR
FOTOVOLTAICA CONECTADA EN
MODO AUTOCONSUMO PARA
APLICACIONES DEL SECTOR
TERCIARIO**

Alumno: Fernando Sánchez López

Tutor: David Vera Candéas
Depto.: Ingeniería Eléctrica

Junio, 2020

ÍNDICE.

ÍNDICE ILUSTRACIONES.	3
ÍNDICE TABLAS.	4
1. INTRODUCCIÓN.	5
1.1. Objetivo.	6
1.2. Generación distribuida (Autoconsumo).	6
1.3. Legislación fotovoltaica en España.	7
1.3.1. Real Decreto 244/2019 de 5 de abril de 2019.	9
1.4. Superficie.	10
1.5. Localización.	11
1.6. Potencia contratada.	11
1.7. Facturas.	11
1.8. Porcentaje de consumo.	13
1.9. Potencia fotovoltaica a instalar.	14
1.10. Instalaciones reales de autoconsumo con la nueva legislación.	15
1.11. Conceptos de la energía solar fotovoltaica.	16
1.11.1. Radiación solar.	16
1.11.2. Irradiancia.	17
1.11.3. Irradiación.	17
1.11.4. Efecto fotovoltaico.	17
1.12. Elementos de la instalación fotovoltaica de autoconsumo conectada a red.	20
1.12.1. Placas fotovoltaicas.	20
1.12.2. Inversores.	24
1.12.3. Contador bidireccional.	24
1.12.4. Estructuras de soporte.	25
1.12.5. Cableado.	25
1.12.6. Esquema de la instalación.	26
1.12.7. Protecciones.	26
1.12.8. Puesta a tierra.	28
2. METODOLOGÍA.	28
2.1. Teoría de conexión a red de FV.	28
2.2. Componentes utilizados.	29
2.3. Radiación solar PVGIS.	30
2.4. Cálculo de la producción.	32
2.4.1. Cálculo según la IDAE.	32

2.4.1. Calculo software PVsyst.	34
2.6. Decisión de la potencia pico (P_p) del inversor a instalar.	35
2.7. Cálculo de conductores de una instalación fotovoltaica.	35
2.7.1. Cálculo cableado Caso 1.	37
2.7.2 Cálculo cableado caso 2.	38
2.7.3. Cálculo cableado caso 3.	39
2.8. Esquema unifilar.....	40
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	42
3.1. Instalaciones a estudiar.....	42
3.2. Producción.....	43
3.2.1. Calculo según la IDAE.	43
3.2.2. Calculo software PVsyst.	49
3.3. Coste de la instalación.....	58
3.4. Amortización.	59
4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	62
5. BIBLIOGRAFIA.	63
ANEXO 1: FICHA TÉCNICA INVERSOR.....	66
ANEXO 2: FICHA TÉCNICA PANEL SOLAR BAUER ENERGY 280W BSP 280P....	70
ANEXO 3: TABLAS.	71
ANEXO 4: INFORMES SIMULACIONES PVSYST	78

ÍNDICE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1. 1: Superficie disponible para la instalación fotovoltaica.....	10
Ilustración 1. 2: Situación de la instalación objeto de estudio.....	11
Ilustración 1. 3: Gráfico de consumo eléctrico año 2019.	13
Ilustración 1. 4: Grafico de consumo de energía eléctrica diaria.....	13
Ilustración 1. 5: Instalación fotovoltaica en Eren (León).	15
Ilustración 1. 6: Consumo ahorrado por la instalación fotovoltaica.	16
Ilustración 1. 7: Ilustración descriptiva de las tres formas de incidencia de la radiación solar ^[8] . ..	16
Ilustración 1. 8: mapa de España con las diferentes zonas de irradiación ^[9]	17
Ilustración 1. 9: Efecto fotovoltaico ^[10]	18
Ilustración 1. 10: Átomo de silicio ^[11]	18
Ilustración 1. 11: Célula fotovoltaica monocristalina ^[12]	19
Ilustración 1. 12: Célula fotovoltaica policristalina ^[12]	19
Ilustración 1. 13: Panel solar monocristalino ^[12] . Ilustración 1. 14: Panel solar policristalino ^[12]	20
Ilustración 1. 15: Curva de características panel solar ^[13]	21
Ilustración 1. 16: Características de los modulo fotovoltaico a temperatura de 25°C ^[13]	21
Ilustración 1. 17: Características de un módulo fotovoltaico a temperatura variable ^[13]	22
Ilustración 1. 18: Conexión en serie (Elaboración propia).....	23
Ilustración 1. 19: Conexión en paralelo (Elaboración propia).....	23
Ilustración 1. 20: Conexión en mixta (Elaboración propia).	24
Ilustración 1. 21: Contador bidireccional ^[14]	25
Ilustración 1. 22: Estructura de soporte ^[15]	25
Ilustración 1. 23: Esquema básico de las conexiones entre los distintos componentes de la instalación.	26
 Ilustración 2. 1: Conexión en derivación individual ^[19]	28
Ilustración 2. 2: BAUER Energy del modelo BSP280P.....	29
Ilustración 2. 3: Inversor Fronius Primo.....	30
Ilustración 2. 4: Pestaña PVGIS para obtención de datos de irradiación	31
Ilustración 2. 5: Tabla 1 de la ITC-BT19, intensidades admisibles (A) al aire 40°C. N° de conductores con carga y naturaleza del aislamiento ^[3]	37
Ilustración 2. 6: Esquema unifilar para el caso de estudio 1	40
Ilustración 2. 7: Esquema unifilar para el caso de estudio 2	40
Ilustración 2. 8: Esquema unifilar para el caso de estudio 3	41
 Ilustración 3. 1: Factor de rendimiento de la instalación fotovoltaica caso de estudio 1.	49
Ilustración 3. 2: Energía generada caso de estudio 1.....	50
Ilustración 3. 3: Factor de rendimiento de la instalación fotovoltaica caso de estudio 2.	52
Ilustración 3. 4: Energía generada caso de estudio 2.....	53
Ilustración 3. 5: Factor de rendimiento de la instalación fotovoltaica caso de estudio 3.	55
Ilustración 3. 6: Energía generada caso de estudio 3.....	56

ÍNDICE TABLAS.

Tabla 1. 1: Energías renovables.	5
Tabla 1. 2: Factura eléctrica detalle mes de enero 2019.	12
Tabla 1. 3: Facturas eléctricas año 2019.	12
Tabla 1. 4: Porcentajes de consumo en cada hora y energía con posibilidad de autoconsumo.	14
Tabla 1. 5: Instalación fotovoltaica en 3 colegios de la provincia de Huelva.	15
Tabla 2. 1: Características placa fotovoltaica BAUER Energy del modelo BSP280P.	29
Tabla 2. 2: Características inversor Fronius Primo.	30
Tabla 2. 3: Irradiación media en el plano horizontal, optima y 30°.	31
Tabla 2. 4: Rendimiento panel fotovoltaico para cada mes del año.	33
Tabla 2. 5: Rendimiento de la instalación fotovoltaica.	34
Tabla 3. 1: Energía generada y energía inyectada Caso de estudio 1.	43
Tabla 3. 2: Factura detalle enero acogida a compensación.	44
Tabla 3. 3: Facturación eléctrica en un año acogida a compensación.	44
Tabla 3. 4: Energía generada y energía inyectada Caso de estudio 2.	45
Tabla 3. 5: Facturación eléctrica en un año acogida a compensación.	46
Tabla 3. 6: Energía generada y energía inyectada Caso de estudio 3.	47
Tabla 3. 7: Facturación eléctrica en un año acogida a compensación.	48
Tabla 3. 8: Balances y resultados principales Caso de estudio 1.	49
Tabla 3. 9: Energía generada, autoconsumida e inyectada a red caso de estudio 1.	50
Tabla 3. 10: Facturación eléctrica en un año acogida a compensación.	51
Tabla 3. 11: Balances y resultados principales Caso de estudio 2.	52
Tabla 3. 12: Energía generada, autoconsumida e inyectada a red caso de estudio 2.	53
Tabla 3. 13: Facturación eléctrica en un año acogida a compensación.	54
Tabla 3. 14: Balances y resultados principales Caso de estudio 3.	55
Tabla 3. 15: Energía generada, autoconsumida e inyectada a red Caso de estudio 3.	56
Tabla 3. 16: Facturación eléctrica en un año acogida a compensación.	57
Tabla 3. 17: Coste instalación Caso de estudio 1.	58
Tabla 3. 18: Coste instalación Caso de estudio 2.	58
Tabla 3. 19: Coste instalación Caso de estudio 3.	58
Tabla 4. 1: Amortización Caso de estudio 1 acogido a compensación.	59
Tabla 4. 2: Amortización Caso de estudio 2 acogido a compensación.	60
Tabla 4. 3: Amortización Caso de estudio 3 acogido a compensación.	61

1. INTRODUCCIÓN.

Las energías renovables son las energías obtenidas de fuentes inagotables que proporciona la naturaleza. Son energías limpias que pueden autogestionarse ya que por su carácter autónomo pueden aprovecharse en el mismo lugar donde se produce. El uso de este tipo de energías contribuye a luchar contra el cambio climático, logrando así una menor dependencia de los combustibles fósiles. Existen diferentes tipos de energías renovables, en la tabla 1.1, se indican cada una de ellas.

ENERGÍA FINAL	ENERGÍA RENOVABLE	RECURSO EMPLEADO
Electricidad	Solar fotovoltaica Solar termoeléctrica	Luz solar
	Eólica	Viento
	Combustión de biomasa	Biomasa
	Metanización	Residuos orgánicos
	Geotérmica	Calor geotérmico
	Marina de oleajes y mareas	Mares y océanos
	Minihidráulica	Ríos
Combustible sustituto del petróleo	Biodiesel y bioetanol	Biomasa
Térmica	Solar térmica	Luz solar
	Combustión de biomasa	Biomasa
	Geotérmica	Calor geotérmico

Tabla 1. 1: Energías renovables.

De acuerdo con la Agencia Internacional de la Energía ^[1], las energías renovables se encuentran en un crecimiento imparable, representando la mitad de la capacidad de generación eléctrica instalada.

El desarrollo de energías limpias contribuye contra la lucha del cambio climático. Han recibido un importante apoyo internacional con el Acuerdo de París, en el cual más de 200 países se comprometen a reducir sus emisiones y realizar una reconversión del sistema energético, utilizando tecnologías más limpias con el medio ambiente.

En nuestro estudio utilizaremos la energía solar fotovoltaica, la cual consiste en la transformación parcial de la energía luminosa procedente del sol en energía eléctrica en forma de corriente continua. Se realiza a través de unas células fotovoltaicas.

En la actualidad el sector fotovoltaico se encuentra en pleno crecimiento en España, esto es debido a la derogación del Real Decreto 900/2015^[2] conocido como “Impuesto al sol” y a una evolución de la sociedad la cual tiene una conciencia mayor por el consumo de energías renovables.

1.1. Objetivo.

El objetivo de este trabajo es estudiar la viabilidad tecno-económica de la instalación de una planta solar fotovoltaica en modo autoconsumo situada en la azotea de una nave de oficinas de dimensiones definidas situada en el municipio de Tobarra (Albacete).

- Realizar el estudio técnico de una instalación fotovoltaica (FV) de autoconsumo conectada a red para aplicaciones del sector terciario.
- Realización de los cálculos técnicos de la instalación solar fotovoltaica objeto.
- Estudio de la normativa vigente aplicable.
- Estudio económico de amortización de la instalación.

1.2. Generación distribuida (Autoconsumo).

La generación distribuida consiste en la generación de energía eléctrica a través de sistemas de pequeña potencia, situados cerca de las ubicaciones de consumo. Esta energía generada es enviada directamente a la red de distribución, no produciéndose pérdidas en la red de transporte.

El autoconsumo se define como el consumo de energía eléctrica proveniente de instalaciones de generación conectadas en el interior de una red de uno o varios consumidores provenientes de instalaciones de generación próximas a las de consumo y asociadas a las mismas.

El desarrollo del autoconsumo garantiza a los consumidores el acceso a una energía barata, limpia con el medio ambiente y genera mayor independencia energética. Además, es una actividad generadora de empleo vinculado a la transición ecológica.

Existen dos tipos de autoconsumo: autoconsumo sin excedentes en el cual no se vierte energía a la red y autoconsumo con excedentes en el cual se pueden realizar vertidos de energía a la red.

Las instalaciones con autoconsumo con excedentes podrán ser:

-Con excedentes acogidas a compensación: En esta modalidad la energía que no se consume de forma instantánea se vierte a la red de manera que al final del periodo de facturación el valor de esa energía excedentaria se compensará en la factura del consumidor.

-Con excedentes no acogidas a compensación: En esta modalidad la energía que no se autoconsume de forma instantánea se vuelca a la red y se vende obteniendo por ella el precio del mercado eléctrico.

En el presente estudio se analizará la instalación con un autoconsumo con excedentes acogidas a compensación, solo existiría un sujeto, el consumidor. La potencia máxima que se puede instalar son 100 kW.

1.3. Legislación fotovoltaica en España.

En España, la legislación competente a los sistemas de generación eléctrica renovable, más específicamente, a las instalaciones fotovoltaicas es bastante amplia y complicada.

La normativa vigente dicta distintos derechos y obligaciones en función de si la instalación está conectada a la red eléctrica o no. En el caso de un sistema fotovoltaico aislado de la red, tanto de bombeo aislado, como fotovoltaicos autónomos con baterías (SFA), la normativa se entiende como una instalación generadora aislada de baja tensión. Se considera baja tensión porque el límite está en 1,5 kV en corriente continua y en la actualidad no existen aparatos fotovoltaicos que trabajen a más de 1 kV.

Los sistemas fotovoltaicos aislados de la red deben cumplir con el RD 842/2002, donde aparece el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) ^[3]. La instrucción técnica donde se contemplan estos sistemas es la ITC-BT-40. En función de si la potencia supera los 10 kW o no, el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión marca unas pautas. Si es menor, un electricista acreditado realizará una memoria técnica de diseño. Si es mayor, es necesario que un técnico realice un proyecto cumpliendo las directrices de la ITC-BT-40.

En ambos casos se entregará junto al certificado de instalación en la administración competente.

En el caso de un sistema fotovoltaico conectado a la red (SFCR), la legislación existente es mucho más ardua. Hace distinción entre las instalaciones si tienen consumos eléctricos asociados (autoconsumo) o si simplemente inyectan energía a la red (centrales fotovoltaicas).

Los sistemas de autoconsumo se rigen por el RDL 15/2018 y RD 244/2019. Se diferencian dos tipos de instalaciones de autoconsumo, sin excedentes y con excedentes.

Las instalaciones de autoconsumo sin excedentes engloban las instalaciones cercanas tanto de red interior como a través de la red. Para evitar que la energía generada sobrante acabe en la red de distribución eléctrica, deben tener un sistema antivertido.

Las instalaciones de autoconsumo con excedentes se diferencian en si tienen o no derecho a compensación. Las instalaciones con derecho a compensación no deben superar los 100 kW de potencia nominal y cumplir con la condición de proximidad. Si cumple con la proximidad pero supera el límite, perderá el derecho a compensación y se le aplicará el RD 1955/2000.

La legalización de las instalaciones de menos de 15 kW de potencia con excedente y compensación se realiza por un procedimiento abreviado según refleja el RD 244/2019. Por otro lado, las instalaciones de media y baja tensión se rigen por el RD 1955/2000.

El RD 413/2014 contempla las condiciones de retribución de las centrales fotovoltaicas (SFCR) (“huertos solares”) instaladas antes de su publicación en el BOE y marca la de las nuevas. Por tanto, las instalaciones construidas antes del Real Decreto entran dentro del régimen retributivo específico, y las construidas después reciben una retribución según marque el pool eléctrico. Sin embargo, hay excepciones, como son las subastas eléctricas, por las que instalaciones nuevas pueden acogerse al régimen retributivo específico. Un ejemplo de ello es la subasta de 2017, RD 650/2017, para centrales fotovoltaicas con una potencia nominal total de 4 GW (prácticamente potencia actual instalada en España en la actualidad).

Además del RD 413/2014 hay que aplicar el RD 1955/2000 a la mayoría de las centrales fotovoltaicas actuales, puesto que poseen una potencia de más de 100 kW, ya que su principal función es aportar la máxima energía eléctrica a la red. Las instalaciones de

menos potencia se deben regir por el RD 1699/2011, no obstante en la actualidad se consideran sistemas de autoconsumo y se rigen por el RD 244/2019.

Las principales normas de aplicación de sistemas de generación eléctrica renovables son:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

- 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 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 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 (derogado), 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. Imponía el peaje de respaldo, también llamado impuesto al Sol.

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

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

- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

1.3.1. Real Decreto 244/2019 de 5 de abril de 2019.

Con la publicación del Real Decreto 244/2019 de 5 de abril de 2019^[3] por el cual se regulan las condiciones administrativas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica en España.

La normativa simplifica los trámites administrativos y permite el autoconsumo colectivo, permite la implantación de reparto dinámicos, esto quiere decir que la energía generada en una instalación compartida podrá ser consumida por los distintos usuarios en

función de quien este consumiendo en cada momento, con esto conseguimos un mayor aprovechamiento de la energía eléctrica generada.

En el caso de autoconsumo individual, podemos diferenciar dos modalidades sin excedentes y con excedentes de energía. En el caso de sin excedentes, tendremos que instalar un sistema de vertido cero. Y para instalaciones con excedentes podremos recibir un descuento en la factura eléctrica en función de la energía vertida siempre que la instalación sea de menos de 100kW, para instalaciones superiores a 100 kW tendremos que darnos de alta como productor.

Una vez registrada la instalación de autoconsumo no se pueden hacer modificaciones en los siguientes 12 meses.

Las instalaciones monofásicas de autoconsumo pueden llegar hasta 15 kW, incrementando en 10 kW la potencia que se podía instalar con la anterior normativa. La potencia de la instalación de autoconsumo vendrá determinada por la potencia del inversor o la suma de ellos.

La potencia máxima de una instalación con la nueva normativa viene dada por la potencia del inversor o la suma de estos. En una instalación solar fotovoltaica tienen instalada una potencia de 10 kW y su inversor es de 12 kW, la instalación se registra con una potencia de autoconsumo de 12 kW

1.4. Superficie.

Disponemos de una superficie en tejado de 520 m², pero solo 260 m² se encuentran en orientación sur, la inclinación del tejado es de 30°. En ilustración 1 se representa la superficie disponible. Tenemos que tener en cuenta que hay que respetar la zona de los lucernarios de la nave.

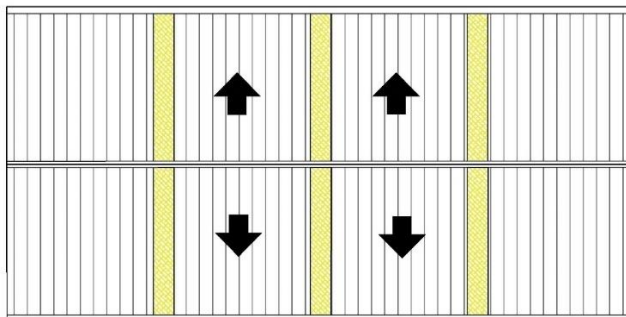


Ilustración 1. 1: Superficie disponible para la instalación fotovoltaica.

1.5. Localización.

La instalación objeto de estudio se trata de una pequeña oficina situada en Tobarra (Albacete), con latitud 38,598 y longitud -1.691, estos datos son necesarios para estimar el ángulo óptimo para la instalación fotovoltaica. La oficina se encuentra situada en una nave, la cual solo el 50% de esta se encuentra adaptado para el uso como oficina, el resto de la nave es usado como almacén y como aparcamiento por parte del propietario.



Ilustración 1. 2: Situación de la instalación objeto de estudio.

1.6. Potencia contratada.

La potencia contratada en la actualidad por el propietario de la oficina es de 6 kW, dicha potencia es suficiente para cubrir las necesidades de esta, ya que no han sufrido cortes por superar dicha potencia. Los aparatos electrónicos que podemos encontrarnos en la oficina son, los puestos de trabajo de cada trabajador, cuatro máquinas de aire acondicionado, una pequeña cocina y las luminarias. Con la potencia contratada actual es más que suficiente para cubrir las necesidades de la oficina, ya que por ejemplo las máquinas de aire acondicionado, nunca se encuentran las cuatro en funcionamiento.

1.7. Facturas.

Como se ha mencionado anteriormente solo se encuentra edificada la mitad de la superficie de la nave, dicha parte es utilizada como oficina y el resto de la nave es utilizado

como almacén y aparcamiento, el consumo de esta parte es ínfimo dentro de la factura eléctrica.

En la tabla 1.2 se adjunta una factura detalle correspondiente a enero de 2019.

Factura detalle Enero		
TÉRMINO DE POTENCIA		
Potencia facturada	6kW x 31días x 0,115187€/kW/día	21,42 €
TOTAL POTENCIA		21,42 €
ENERGÍA		
Energía facturada	648kWh x 0,139278 €/kWh	90,26 €
TOTAL ENERGÍA		90,26 €
Impuesto sobre electricidad	5,11269632% x s/111,68€	5,71 €
IVA	21% x s/117,39€	24,65 €
TOTAL IMPORTE FACTURA		142,04 €

Tabla 1. 2: Factura eléctrica detalle mes de enero 2019.

A continuación, se adjunta una tabla 1.3 resumen junto a la ilustración 1.3 con los consumos producidos en el año 2019. Como podemos observar, los meses con mayores consumos se corresponden a los meses de verano e invierno debido al uso de aparatos de climatización.

Mes	Coste termino de potencia	Coste energía consumida	Total Energía	IVA (21%)	TOTAL
Enero	21,42 €	90,26 €	117,39 €	24,65 €	142,04 €
Febrero	19,35 €	83,57 €	108,18 €	22,72 €	130,90 €
Marzo	21,42 €	78,67 €	105,21 €	22,09 €	127,30 €
Abril	20,73 €	81,57 €	107,53 €	22,58 €	130,11 €
Mayo	21,42 €	82,46 €	109,19 €	22,93 €	132,12 €
Junio	20,73 €	78,00 €	103,78 €	21,79 €	125,57 €
Julio	21,42 €	99,31 €	126,90 €	26,65 €	153,55 €
Agosto	21,42 €	111,43 €	139,64 €	29,33 €	168,97 €
Septiembre	20,73 €	91,37 €	117,84 €	24,75 €	142,58 €
Octubre	21,42 €	83,57 €	110,36 €	23,18 €	133,54 €
Noviembre	20,73 €	85,36 €	111,51 €	23,42 €	134,93 €
Diciembre	21,42 €	91,37 €	118,56 €	24,90 €	143,46 €
TOTAL	252,26 €	1.056,94 €	1.376,10 €	288,98 €	1.665,08 €

Tabla 1. 3: Facturas eléctricas año 2019.

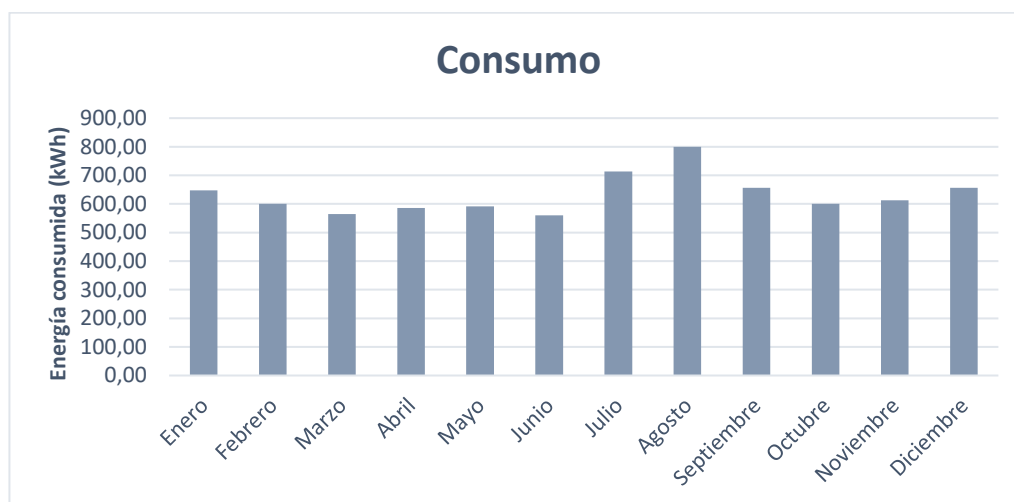


Ilustración 1. 3: Gráfico de consumo eléctrico año 2019.

1.8. Porcentaje de consumo.

La instalación fotovoltaica está destinada para cubrir parte de los consumos eléctricos que se producen en la oficina, de acuerdo con la información obtenida de la compañía suministradora de energía, el 79.35% de los consumos se producen en el horario de 8:00 a las 19:00, coincidiendo este horario en la mayoría del año con las horas disponibles de sol. Esa energía es la que podríamos autoconsumir. Para el cálculo consideraremos que tenemos posibilidad de autoconsumir el 50 % de esa energía. En la siguiente tabla 3.4 se puede observar los porcentajes de consumo horario, y la energía con posibilidad de ser autoconsumida.

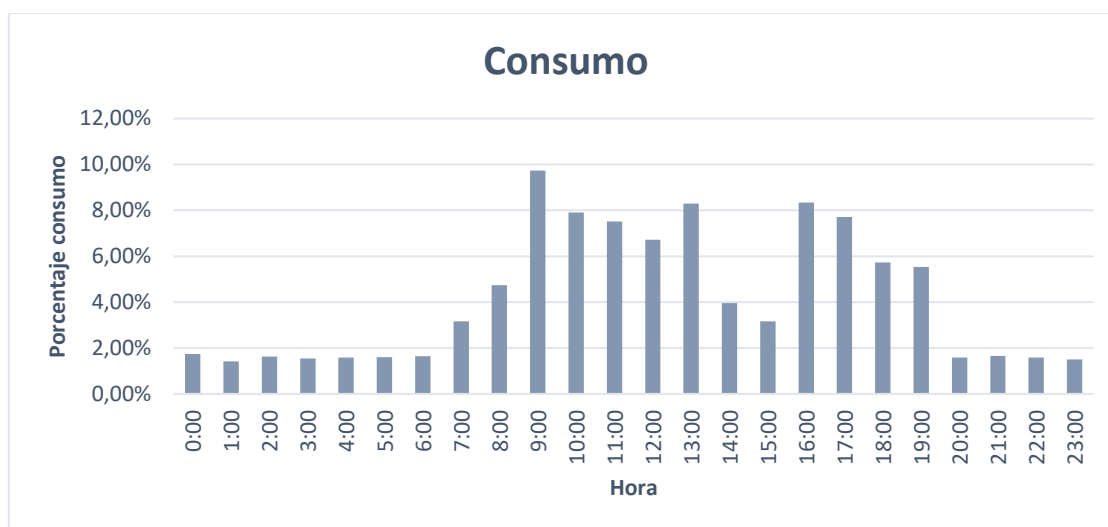


Ilustración 1. 4: Grafico de consumo de energía eléctrica diaria.

Mes	Energía posible autoconsumida (kWh)
Enero	257,13
Febrero	238,08
Marzo	224,11
Abril	232,37
Mayo	234,91
Junio	222,21
Julio	282,90
Agosto	317,44
Septiembre	260,30
Octubre	238,08
Noviembre	243,16
Diciembre	260,30
TOTAL	3010,98

Tabla 1. 4: Porcentajes de consumo en cada hora y energía con posibilidad de autoconsumo.

1.9. Potencia fotovoltaica a instalar.

En el presente estudio realizaremos los cálculos para tres potencias fotovoltaicas pico distintas, analizando cuál de ellas es más favorable para nuestra instalación. En primer lugar, para determinar que potencia instalar hay que tener en cuenta de la superficie que disponemos, en este caso disponemos de 520 m² de superficie en tejado, pero solo 260 m² se encuentran en orientación sur la más favorable. Sabiendo la superficie disponible, realizaremos los siguientes tres casos:

- Caso de estudio 1: Instalación de 3,08 kWp con paneles de 280W, siendo necesarios 11 paneles solares, ocupando una superficie de 18 m².
- Caso de estudio 2: Instalación de 6,16 kWp con paneles de 280W, siendo necesarios 22 paneles solares, ocupando una superficie de 36 m².
- Caso de estudio 3: Instalación de 8,40 kWp con paneles de 280W, siendo necesarios 30 paneles solares, ocupando una superficie de 49 m².

En ninguno de los tres casos utilizamos toda la superficie total disponible, por lo que, si en un futuro quisieran ampliar la instalación, sería posible.

1.10. Instalaciones reales de autoconsumo con la nueva legislación.

En este apartado se mostrarán diferentes instalaciones de autoconsumo que se encuentran en funcionamiento, pudiendo analizar los beneficios que tiene el autoconsumo fotovoltaico.

- Instalación solar fotovoltaica conectada a red para autoconsumo en el Edificio Eren (León)^[5]: El edificio es de uso administrativo, tiene instalada 4,2 kWp. La instalación se compone de 30 placas solares inclinadas 15° y orientadas desviadas 24° respecto al sur. Esta instalación tiene una producción media real de 6520 kWh/año.



Ilustración 1. 5: Instalación fotovoltaica en Eren (León).

- Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo en centros escolares de varios municipios de Huelva^[6]: se trata de una instalación en conjunto de 12,96 kWp, con la que se pretende tener un ahorro de 2200€ anuales. En la tabla 1.5 se encuentran desglosadas las tres instalaciones.

	Colegio Hinojales	Colegio Campofrío	Colegio Berrocal
Consumo eléctrico anual (kWh/año)	8363	54192	5156
Potencia fotovoltaica (kWp)	4,32	528	3,36
Inversión	9056	10900	6840
Producción (kWh/año)	4320	5250	3360
Ahorro (€/año)	740	850	630

Tabla 1. 5: Instalación fotovoltaica en 3 colegios de la provincia de Huelva.

- Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo en Colegio Padre Muriel (Cádiz)^[7]: se trata de una instalación de 10 kWp sin vertido en red, supone

un ahorro en el consumo energético anual de 16105 kWh. En la ilustración 1.4 se detalla el consumo ahorrado por la instalación de autoconsumo.

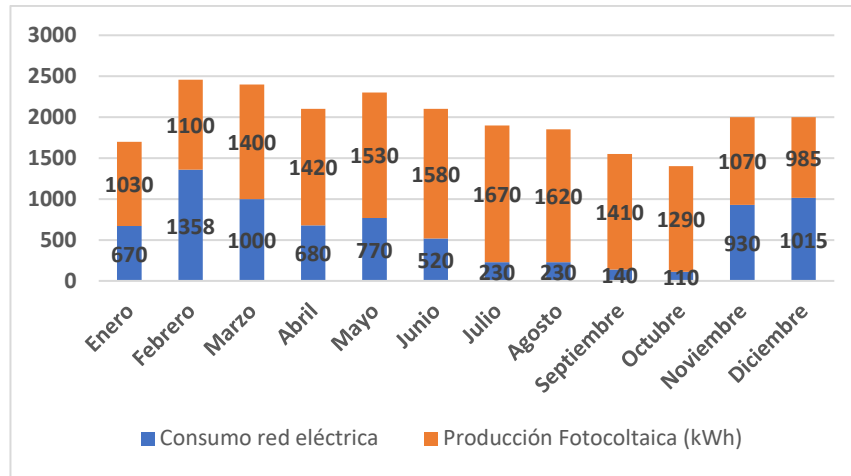


Ilustración 1. 6: Consumo ahorrado por la instalación fotovoltaica.

1.11. Conceptos de la energía solar fotovoltaica.

La energía solar que llega a la Tierra da lugar a diferentes fenómenos sobre la atmósfera, el agua y la tierra, todo esto deriva en diferentes tipos de energía que el ser humano podrá aprovechar.

1.11.1. Radiación solar.

Conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el sol. Podemos diferenciar tres tipos, la radiación directa, es aquella que incide sobre un objeto sin haber interactuado con nada; la radiación difusa, es aquella que incide sobre un objeto indirectamente y por último podemos diferenciar la radiación reflejada, es la procedente de la reflexión de la radiación directa, muy importante en zonas cerca del mar y de la nieve.

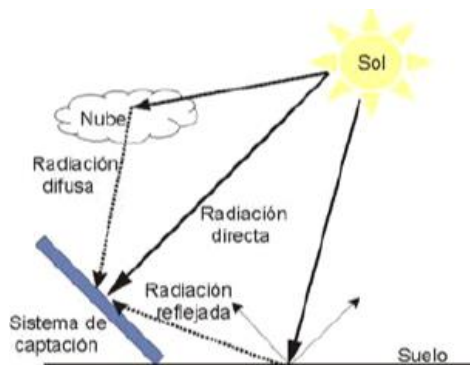


Ilustración 1. 7: Ilustración descriptiva de las tres formas de incidencia de la radiación solar ^[8].

1.11.2. Irradiancia.

De acuerdo con la IDAE, la irradiancia se define como la magnitud que describe la radiación solar que llega hasta nosotros. Es la potencia recibida por unidad de superficie, se mide en W/m^2 .

1.11.3. Irradiación.

Se define como la cantidad de irradiancia recibida en un lapso de tiempo determinado por unidad de superficie, se mide Wh/m^2 .

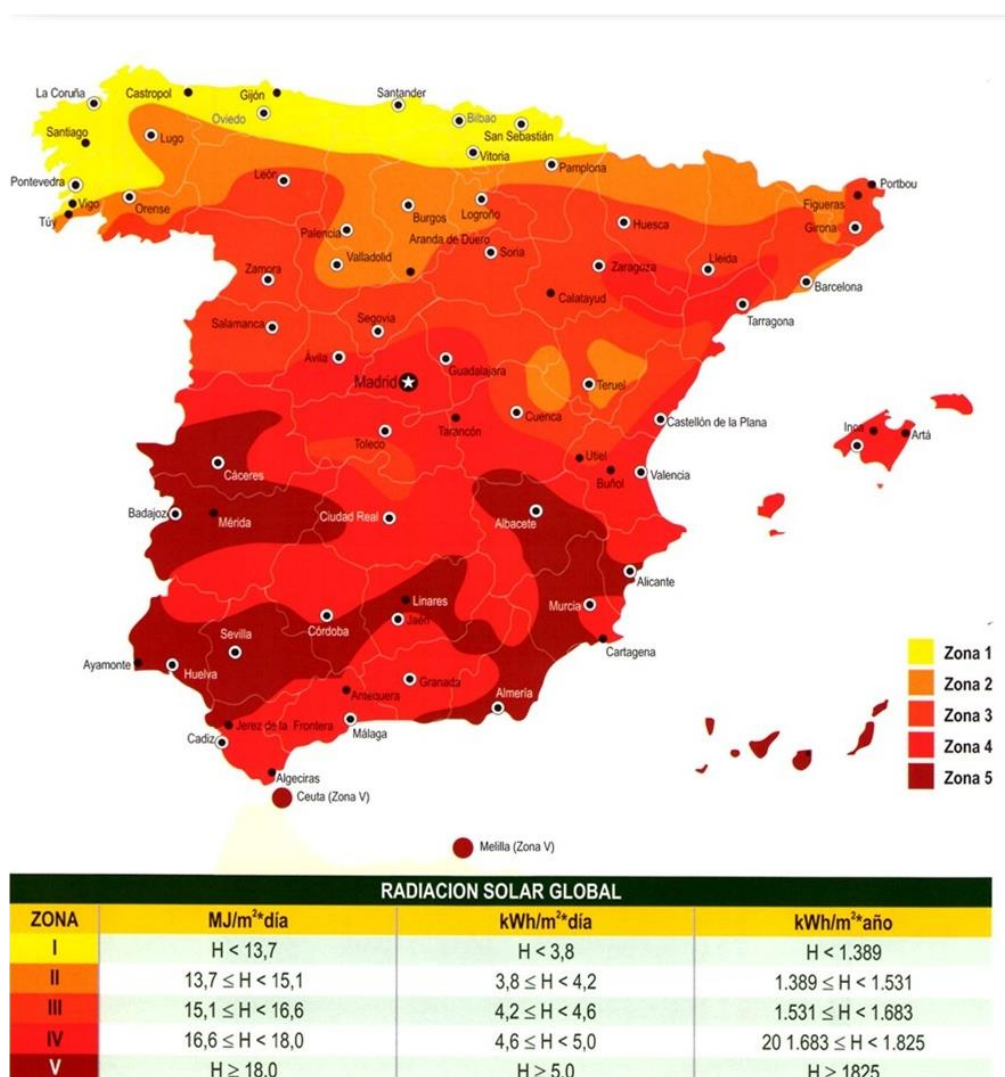


Ilustración 1. 8: mapa de España con las diferentes zonas de irradiación ^[9].

1.11.4. Efecto fotovoltaico.

Consiste en la transformación parcial de la energía luminosa procedente del sol en energía eléctrica en forma de corriente continua. Esto se realiza a través de unos dispositivos denominados células fotovoltaicas construidas de material semiconductor dopado.

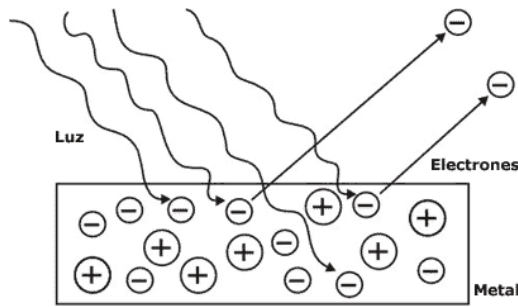


Ilustración 1. 9: Efecto fotovoltaico ^[10].

El principal componente de las células fotovoltaicas son los semiconductores, que están hechos de silicio. El motivo por el que se utiliza silicio es debido a que sus propiedades son más ventajosas respecto a otros materiales y además es un elemento muy abundante en la tierra. Los átomos de silicio cuentan con 14 electrones repartidos en tres niveles. El primer nivel cuenta con 2 electrones y está lleno, el segundo nivel cuenta con 8 electrones y está lleno y el ultimo nivel cuenta con 4 electrones y se encuentra semillena. Para que el silicio se convierta en un semiconductor es necesario doparlo para generar una inestabilidad eléctrica, ya que si tenemos el mismo número de protones que de electrones el silicio es estable eléctricamente. Los dopantes más comunes son el fosforo y el boro, estos generan que en la última capa siempre este buscando para llenarse.

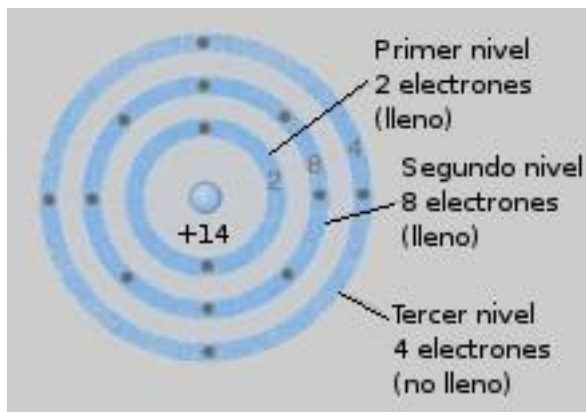


Ilustración 1. 10: Átomo de silicio ^[11]

En el mercado podemos encontrar diferentes tipos de células fotovoltaicas

- Células fotovoltaicas de silicio monocristalino: estas células tienen un coste económico muy elevado respecto a al siguiente tipo, pero su rendimiento es mayor y funciona mejor en condiciones baja luminosidad.

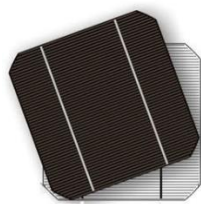


Ilustración 1. 11: Célula fotovoltaica monocristalina ^[12]

- Células fotovoltaicas de silicio policristalino: estas células tienen un menor rendimiento a las anteriores, pero la relación precio eficiencia de estas es muy buena.



Ilustración 1. 12: Célula fotovoltaica policristalina ^[12]

La construcción de una célula fotovoltaica se compone de los siguientes pasos:

- 1.-Purificar el silicio.
- 2.-Fundir el silicio purificado bien en forma de lingotes cilíndricos para las monocristalinas o lingotes cúbicos para la policristalina.
- 3.- Cortarlo, pulirlo y limpiarlo para dar paso a la construcción.
- 4.-Texturización de la superficie de la célula fotovoltaica, consiste en realizar un ataque químico sobre la superficie para que quede irregular, con esto se reduce la reflexión.
- 5.- Tras texturizar de la superficie de la célula fotovoltaica se debe formar el emisor, el cual se forma a través de la difusión de átomos de fósforo. Este proceso se realiza a través del dopado, se realiza mediante impurezas que suministran electrones gracias al fosforo. Este proceso se realiza en hornos a temperaturas de 800°C y los 900°C.
- 6.- Se colocan capas finas de SiO₂ o el SiNx con el objetivo de reducir la reflexión.
- 7.- Se monta el contacto frontal sobre el emisor ya construido. Este es el encargado de recoger los electrones que se generan por la radiación solar.
- 8.- Se forma el contacto trasero, muy similar al frontal.

9.- Por ultimo las células se agrupas electrónicamente en serie o paralelo y son encapsuladas, obteniendo un panel listo para la instalación.

1.12. Elementos de la instalación fotovoltaica de autoconsumo conectada a red.

1.12.1. Placas fotovoltaicas.

Las tecnologías fotovoltaicas más utilizadas actualmente para producción de energía eléctrica son los paneles solares fotovoltaicos monocristalinos y policristalinos. Los paneles se componen de células fotovoltaicas.

Los paneles monocristalinos tienen mayor rendimiento respecto a lo policristalinos, pero los paneles monocristalinos tienen un proceso de fabricación más caro y la diferencia de precio en muchas ocasiones no compensa la ganancia de rendimiento.

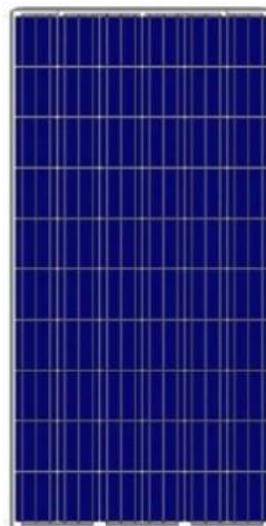
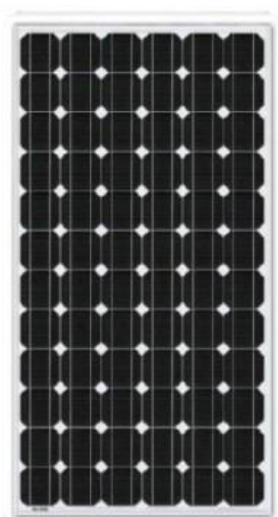


Ilustración 1. 13: Panel solar monocristalino ^[12]. **Ilustración 1. 14:** Panel solar policristalino ^[12].

1.12.1.1. Características de una placa fotovoltaica.

A la hora de dimensionar nuestra instalación es necesario conocer las características eléctricas de las placas fotovoltaicas.

- Corriente de cortocircuito (I_{sc}): es la corriente máxima teórica que puede proporcionar una célula o placa fotovoltaica.
- Tensión a circuito abierto (V_{oc}): es el valor máximo de tensión teórico que puede dar una célula o placa fotovoltaica.
- Curva de características: Curva de características de un módulo fotovoltaico se realiza conectando una resistencia variable al módulo fotovoltaico y

variarnos la resistencia desde 0 o cortocircuito hasta resistencia ∞ o circuito abierto. Representando las curvas obtenidas podemos obtener el Punto de Máxima Potencia del módulo.

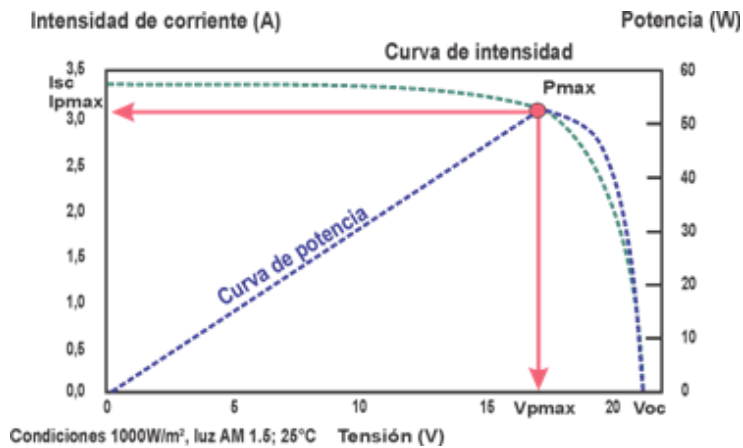
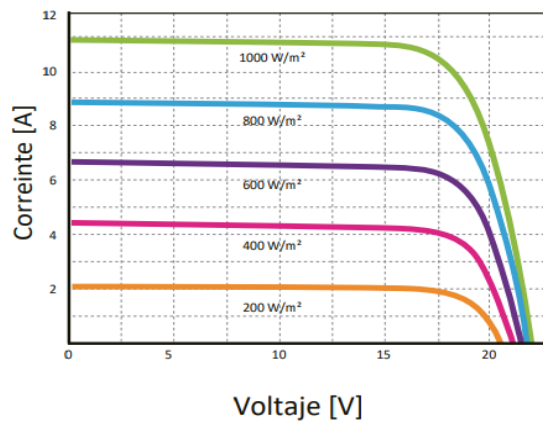


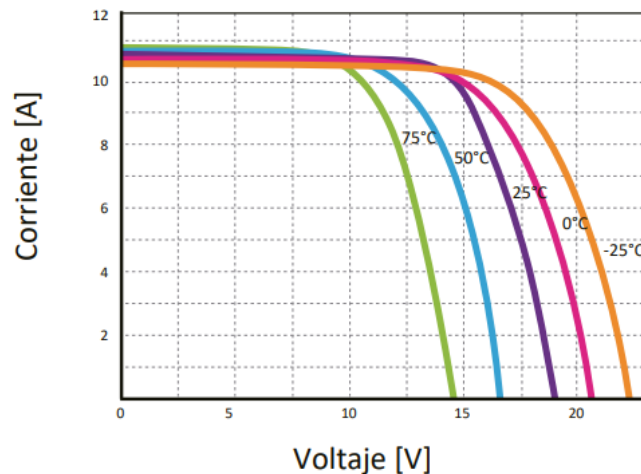
Ilustración 1. 15: Curva de características panel solar ^[13].

La curva de característica del módulo fotovoltaico no se mantiene constante, varía en función de la temperatura y de la irradiación recibida. Si disminuye la irradiancia, el punto de máxima potencia también disminuye y con la temperatura, conforme aumenta disminuye el punto de máxima potencia. Estos efectos reducen la eficiencia del módulo fotovoltaico.



Características de los módulos a temperaturas constantes de 25°C y niveles variables de irradiación

Ilustración 1. 16: Características de los modulo fotovoltaico a temperatura de 25°C ^[13].



Características de los módulos a temperaturas variables e irradiación constante de 1.000W/m^2

Ilustración 1. 17: Características de un módulo fotovoltaico a temperatura variable ^[13].

- Punto de trabajo (P_c): se sitúa sobre una de las curvas de características, en ese punto la potencia eléctrica se corresponde con el producto de la tensión por la intensidad.
- Potencia máxima (P_{max}): se define por el producto de la tensión por la intensidad en el punto de máxima potencia.
- Factor de forma (FF): viene determinada por el cociente entre la potencia máxima y el producto entre la tensión en circuito abierto por la intensidad en circuito cerrado.
- Eficiencia y rendimiento (η): se define como el porcentaje de energía solar recibida que se convierte en energía eléctrica. Se determina por el cociente entre la potencia máxima y la irradiancia recibida en la superficie.

1.12.1.2. Asociación de módulos fotovoltaicos.

Disponemos de tres modalidades para la asociación de módulos fotovoltaicos.

- Conexión en serie: se conecta el polo positivo de un módulo al negativo del siguiente módulo, con esto aumentamos la tensión, pero mantenemos el mismo valor de corriente generada.

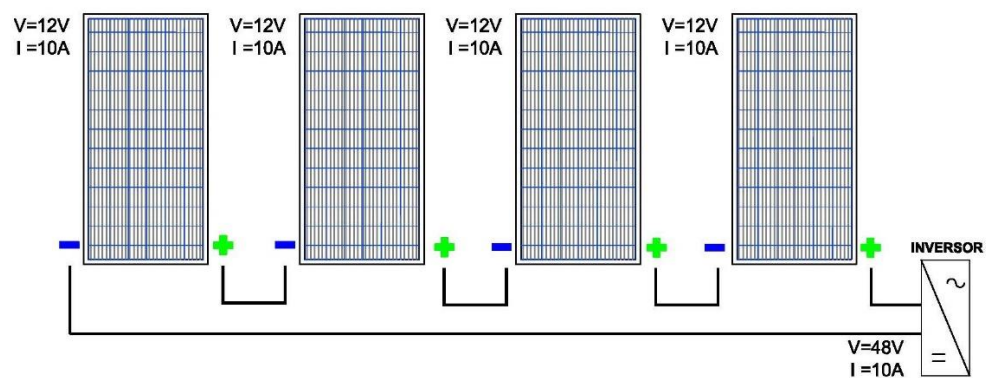


Ilustración 1. 18: Conexión en serie (Elaboración propia)

- Conexión en paralelo: se conectan todos los polos positivos y todos los polos negativos, con esto mantenemos el mismo valor de tensión y aumentamos la corriente generada.

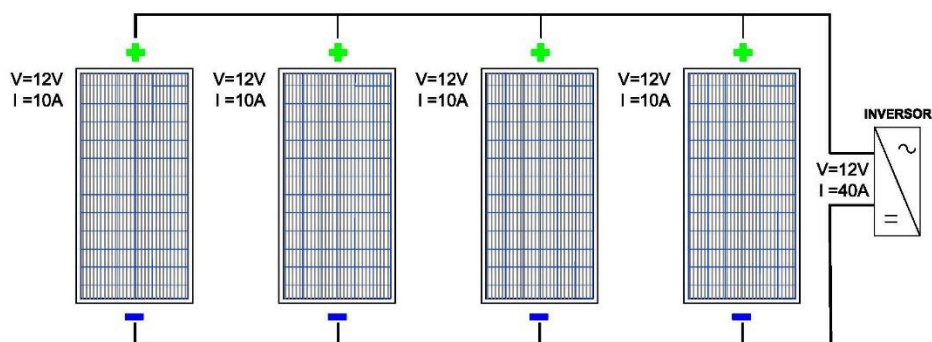


Ilustración 1. 19: Conexión en paralelo (Elaboración propia)

- Conexión mixta, en este tipo de conexión encontramos tanto serie como paralelo.

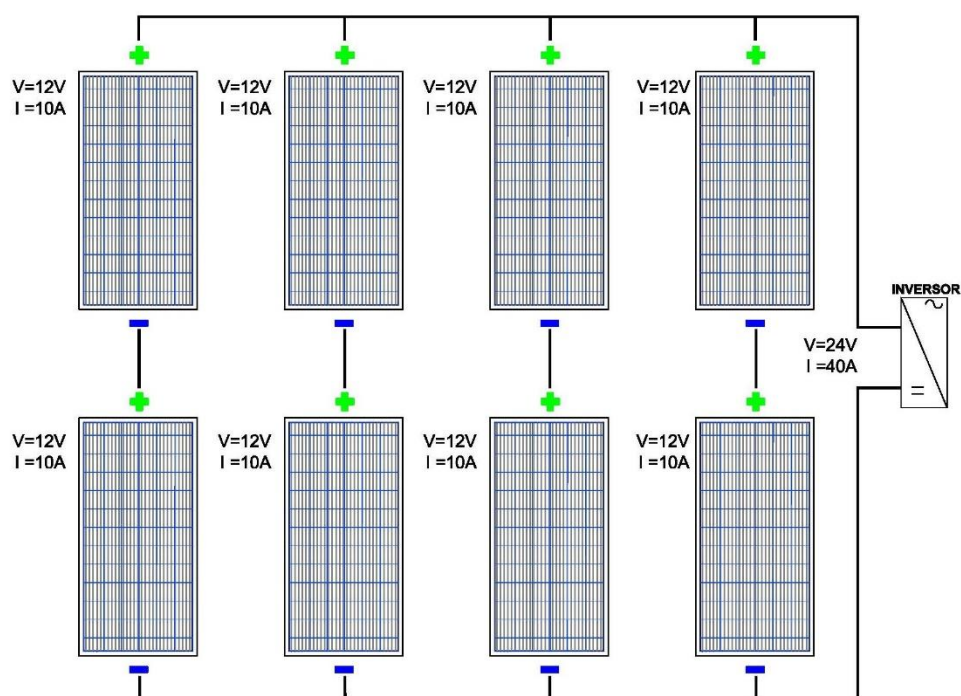


Ilustración 1. 20: Conexión en mixta (Elaboración propia).

1.12.2. Inversores.

El inversor es el encargado de transformar la corriente continua procedente de las placas fotovoltaicas en corriente alterna igual a la de la red eléctrica 230V Y 50Hz. Este aparato electrónico permite gestionar la producción de energía procedente de las placas fotovoltaicas, inyectando la energía no consumida a la red eléctrica.

El rendimiento de los inversores para autoconsumo conectado a red más utilizados se encuentra entre el 90 y 98 %, para evitar que este disminuya, los inversores incorporan un dispositivo electrónico capaz de hacer un seguimiento potencia que están ofreciendo los paneles fotovoltaicos.

1.12.3. Contador bidireccional.

El contador es el encargado de controlar la energía generada e inyectada a la red para que la compañía suministradora de energía eléctrica nos compense económicamente en la factura. De carácter opcional se puede instalar un contador para determinar el consumo total que se ha realizado.



Ilustración 1. 21: Contador bidireccional ^[14].

1.12.4. Estructuras de soporte.

De acuerdo al apartado 5.3 del “Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red” Los soportes tienen que cumplir con el Código Técnico de la Edificación respecto a la seguridad. Podemos encontrar soportes que permiten anclar las placas al tejado y para el caso de azoteas planas, soportes que permiten colocar las placas en el ángulo óptimo.

La estructura tendrá que resistir el peso de la instalación fotovoltaica y las posibles sobrecargas debidas a las inclemencias del tiempo.



Ilustración 1. 22: Estructura de soporte ^[15].

1.12.5. Cableado.

El cableado positivo y negativo de cada conjunto de módulos irán por separado con sus correspondientes protecciones de acuerdo con la norma UNE 21123^[16]. El cableado será de cobre con una sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos cumpliendo con la ITC-BT 19^[3]. La longitud del cableado será la suficiente para evitar esfuerzos en las conexiones.

1.12.6. Esquema de la instalación.

En la ilustración 1.20, se representa la conexión entre los distintos elementos de la instalación. El generador fotovoltaico envía la corriente al inversor que transforma la corriente continua en alterna y a su vez envía la corriente no consumida a través del contador para ser inyectada a la red.

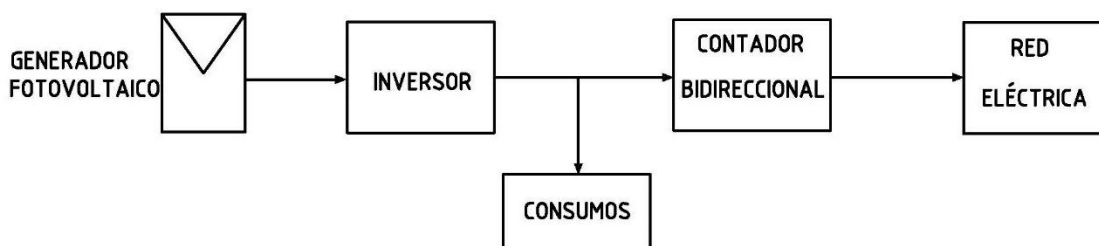


Ilustración 1. 23: Esquema básico de las conexiones entre los distintos componentes de la instalación.

1.12.7. Protecciones.

Como dicta el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red ^[17], todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000^[18] (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

- Interruptor general manual, que será un interruptor magnetotérmico con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión. Este interruptor será accesible a la empresa distribuidora en todo momento, con objeto de poder realizar la desconexión manual.
- Interruptor automático diferencial, con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento de la parte continua de la instalación.
- Interruptor automático de la interconexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento.
- Protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz, respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 y 0,85 Um, respectivamente).

- Estas protecciones podrán ser precintadas por la empresa distribuidora.
- El rearme del sistema de conmutación de la conexión con la red de baja tensión de la instalación fotovoltaica será automático, una vez restablecida la tensión de red por la empresa distribuidora.
- Podrán integrarse en el equipo inversor las funciones de protección de máxima y mínima tensión y de máxima y mínima frecuencia y en tal caso las maniobras automáticas de desconexión-conexión serán realizadas por éste. En este caso sólo se precisará disponer adicionalmente de las protecciones de interruptor general manual y de interruptor automático diferencial, si se cumplen las siguientes condiciones:
 - a) Las funciones serán realizadas mediante un contactor cuyo rearme será automático, una vez se restablezcan las condiciones normales de suministro de la red.
 - b) El contactor, gobernado normalmente por el inversor, podrá ser activado manualmente.
 - c) El estado del contactor («on/off»), deberá señalizarse con claridad en el frontal del equipo, en un lugar destacado.
 - d) En caso de que no se utilicen las protecciones precintables para la interconexión de máxima y mínima frecuencia y de máxima y mínima tensión mencionadas, el fabricante del inversor deberá certificar:
 1. Los valores de tara de tensión.
 2. Los valores de tara de frecuencia.
 3. El tipo y características de equipo utilizado internamente para la detección de fallos (modelo, marca, calibración, etc.).
 4. Que el inversor ha superado las pruebas correspondientes en cuanto a los límites de establecidos de tensión y frecuencia.
 - e) En caso de que las funciones de protección sean realizadas por un programa de «software» de control de operaciones, los precintos físicos serán sustituidos por certificaciones del fabricante del inversor,

en las que se mencione explícitamente que dicho programa no es accesible para el usuario de la instalación.

1.12.8. Puesta a tierra.

La puesta tierra, todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000^[18] (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto la sección continua como 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.

2. METODOLOGÍA.

2.1. Teoría de conexión a red de FV.

En el pliego de condiciones técnicas de instalaciones conectadas a red ^[17], nos dice que todas las instalaciones de menos de 100 kW deberán cumplir con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000^[17] en los artículos 8 y 9 en los cuales se desarrollan las condiciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

De acuerdo a las características de nuestro estudio la conexión se realizará en la derivación individual. La instalación fotovoltaica se encuentra conectada dentro de la instalación del propietario, entre el contador y los dispositivos generales de mando y protección. Con este modo de conexión la energía de generación fotovoltaica, es consumida por los equipos de consumo, y los excedentes son inyectados a la red recibiendo por ellos una reducción económica en nuestra factura eléctrica.

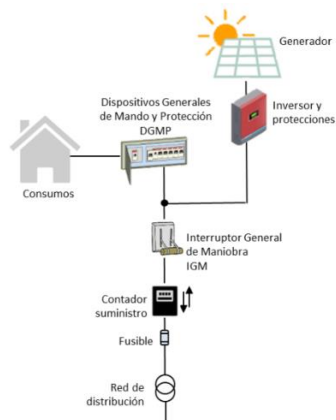


Ilustración 2. 1: Conexión en derivación individual ^[19].

2.2. Componentes utilizados.

Los componentes utilizados para la realización del estudio tecno económico de la instalación son los siguientes:

- Placa fotovoltaica: es de la marca BAUER Energy del modelo BSP280P^[20] con una potencia de 280W de tipo policristalino. Tiene un peso de 17,75Kg y unas dimensiones de 1650x990x35 mm. El fabricante nos indica que el módulo en unas condiciones de 1000w/m², 25°C tiene una eficiencia del 17,1%. La placa fotovoltaica tiene una garantía de potencia de 25 años.

Características a 1000W/m ² y 25°C	VALORES
Modelo comercial y fabricante	BAUER BSP200P Panel Solar Policristalino
Potencia Pico (W _p)	280
Intensidad de cortocircuito (I _{sc})	9,36A
Tensión a circuito abierto (V _{oc})	37,80V
Tensión a máxima potencia (V _{pmax})	32,20V
Intensidad a máxima potencia (I _{pmax})	8,70A
Dimensiones (mm)	1650x990x35
Eficiencia	17,10%
Peso (kg)	17,5
Temperatura normal de trabajo de la célula (°C)	45
Coeficiente de temperatura	-0,38%

Tabla 2. 1: Características placa fotovoltaica BAUER Energy del modelo BSP280P.



Ilustración 2. 2: BAUER Energy del modelo BSP280P.

- Inversor: para el análisis del estudio utilizaremos inversores de la marca Fronius de la gama FRONIUS PRIMO^[14] con potencias de 8,2 kW, 6,0 kW y 3,0 kW. Se trata de un inversor monofásico, dispone de doble MPPT y con un diseño SuperFlex, ideal para obtener el máximo rendimiento en instalaciones en tejado.

Características Inversor	VALORES	VALORES	VALORES
Fabricante y modelo	Fronius Primo 8.2-1	Fronius Primo 6.0-1	Fronius Primo 3.0-1
Potencia nominal de trabajo (VA)	8200	6000	3000
Máxima corriente de entrada (A)	18	18	12
Máxima corriente de cortocircuito por serie FV (A)	27	27	18
Mínima tensión de entrada (V)	80	80	80
Máxima tensión de entrada (V)	1000	1000	1000
Corriente de salida (A)	35,7	26,1	13
Tensión de salida AC (V)	230	230	230
Máximo rendimiento eléctrico (%)	98,00%	98,00%	98,00%
Dimensiones (altura x anchura x profundidad) (mm)	645x431x204	645x431x204	645x431x204
Peso (Kg)	21,5	21,5	21,5

Tabla 2. 2: Características inversor Fronius Primo.



Ilustración 2. 3: Inversor Fronius Primo.

2.3. Radiación solar PVGIS

Para la obtención de los datos de irradiación utilizamos el sistema PVGIS^[21], para ello ingresaremos los datos de ubicación de nuestra instalación fotovoltaica, seleccionamos la pestaña de datos mensuales de irradiación. En la siguiente ilustración 2.4 podemos ver dicha pestaña.

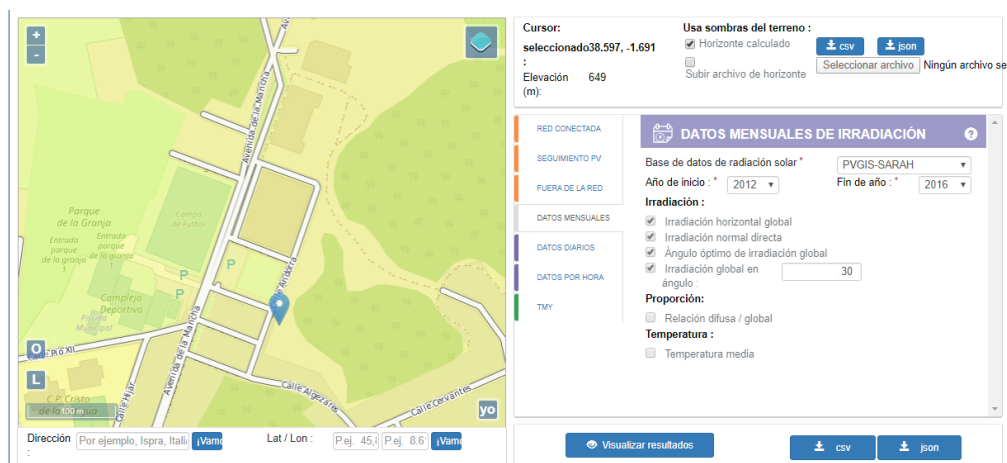


Ilustración 2. 4: Pestaña PVGIS para obtención de datos de irradiación

En esta pestaña seleccionamos los años de los cuales queremos obtener los datos, en nuestro caso de 2012 a 2016. Nos permite obtener los datos de irradiación horizontal, normal directa, para el ángulo de inclinación óptimo y para la inclinación que nosotros deseemos. En cuanto a la temperatura, nos proporciona la temperatura media para cada mes de los años seleccionados.

Una vez extraídos los datos y realizados los cálculos de media para los años seleccionados obtenemos los siguientes datos de irradiación, representados en la siguiente tabla 2.3.

Mes	Hh media (kWh/m ² /día)	Hopt media (kWh/m ² /día)	H(30°) media (kWh/m ² /día)	Temperatura media (°C)
Enero	2,66	4,73	4,50	6,56
Febrero	3,42	5,09	4,92	6,44
Marzo	4,71	5,91	5,84	9,84
Abril	5,82	6,21	6,26	13,22
Mayo	7,02	6,72	6,89	17,40
Junio	7,68	6,97	7,21	22,40
Julio	7,84	7,29	7,52	25,80
Agosto	6,86	7,06	7,17	25,18
Septiembre	5,39	6,35	6,32	20,68
Octubre	3,90	5,41	5,28	16,46
Noviembre	2,72	4,47	4,28	10,22
Diciembre	2,35	4,33	4,10	7,24

Tabla 2. 3: Irradiación media en el plano horizontal, optima y 30°.

Hh: Irradiación sobre el plano horizontal. (kWh/m²/día).

Hopt: Irradiación sobre el plano en la inclinación optima 35° (kWh/m²/día).

H (30°): Irradiación sobre el plano en la inclinación de 30° (kWh/m²/día).

Temperatura media: Temperatura media mensual.

2.4. Cálculo de la producción.

Se han realizado los cálculos de producción de energía generada para los distintos casos de estudio. Se han empleado dos métodos para el cálculo, un método de cálculo según la IDAE ^[16] introduciendo las ecuaciones de cálculo en una tabla Excel y en el segundo método se ha utilizado el software PVsyst ^[22].

2.4.1. Cálculo según la IDAE.

Para la obtención de la producción de la energía producida, necesitamos los valores de la irradiancia, los cuales son obtenidos a través de PVGIS, la potencia de la instalada y el rendimiento de la instalación.

Los datos de irradiancia y potencia instalada ya los hemos obtenido, a continuación, estimaremos el rendimiento energético de la instalación. Las pérdidas de rendimiento son producidas por la temperatura en la placa fotovoltaica, eficiencia del cableado, pérdidas por suciedad y pérdidas en el inversor.

❖ Pérdidas de rendimiento placa fotovoltaica.

Las pérdidas de rendimiento lo calcularemos con las siguientes ecuaciones.

$$T_c = T_a + G * \frac{T_{ONG} - 20}{\frac{800KW}{m^2}} =$$

Ecuación 1

Siendo:

- T_c: Temperatura de trabajo de la célula fotovoltaica (°C).
- T_a: Temperatura ambiente (°C).
- G: Irradiancia kW/m².
- T_{ONG}: Temperatura de operación normal de la célula fotovoltaica.

Una vez obtenida la temperatura de trabajo de la placa fotovoltaica, multiplicamos esta por el coeficiente de temperatura que viene en la tabla de características de la placa fotovoltaica.

$$\eta_{panel} = 1 + (T_c - 25^\circ) \cdot \text{Coeficiente de temperatura} =$$

Ecuación 2

En la siguiente tabla 3.5, tenemos los rendimientos de los paneles fotovoltaicos para cada mes del año.

	Temperatura media (°C)	Temperatura panel fotovoltaico (°C)	Rendimiento panel fotovoltaico
Enero	6,56	37,81	95,13%
Febrero	6,44	37,69	95,18%
Marzo	9,84	41,09	93,89%
Abril	13,22	44,47	92,60%
Mayo	17,40	48,65	91,01%
Junio	22,40	53,65	89,11%
Julio	25,80	57,05	87,82%
Agosto	25,18	56,43	88,06%
Septiembre	20,68	51,93	89,77%
Octubre	16,46	47,71	91,37%
Noviembre	10,22	41,47	93,74%
Diciembre	7,24	38,49	94,87%

Tabla 2. 4: Rendimiento panel fotovoltaico para cada mes del año.

❖ Pérdidas de rendimiento en el cableado.

Según nos menciona el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red, las pérdidas en el cableado deben ser inferiores al 1,5 %.

❖ Pérdidas de rendimiento en el inversor.

El fabricante del inversor nos proporciona el rendimiento del inversor en nuestro caso es del 98 %.

❖ Pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad.

Tomaremos que sufre unas pérdidas del 10 % debido a la dispersión de parámetros y posible suciedad que se puede acumular en la superficie de los paneles fotovoltaicos.

El rendimiento de la instalación es el siguiente.

	Temperatura media (°C)	Temperatura panel fotovoltaico (°C)	Rendimiento panel fotovoltaico
Enero	6,56	37,81	95,13%
Febrero	6,44	37,69	95,18%
Marzo	9,84	41,09	93,89%
Abril	13,22	44,47	92,60%
Mayo	17,40	48,65	91,01%
Junio	22,40	53,65	89,11%
Julio	25,80	57,05	87,82%
Agosto	25,18	56,43	88,06%
Septiembre	20,68	51,93	89,77%
Octubre	16,46	47,71	91,37%
Noviembre	10,22	41,47	93,74%
Diciembre	7,24	38,49	94,87%

Tabla 2. 5: Rendimiento de la instalación fotovoltaica.

Una vez obtenidos los rendimientos de la instalación fotovoltaica correspondientes a cada mes del año, procedemos a la estimación de la energía producida.

$$Ep = \frac{H(30^\circ) * PFVp * \eta_{INS}}{G_{CEM}} = \text{kWh/día}$$

Ecuación 3

Donde:

H (30°) = valor medio mensual y anual de la irradiación mensual.

PFV_p = Potencia pico del generador.

η_{INS} = Rendimiento de la instalación.

G_{CEM} = 1 kW/m²

2.4.1. Calculo software PVsyst.

PVsyst^[21] es un software creado por el Grupo de Energía del Instituto de Ciencias del Medioambiente de la universidad de Génova, que permite realizar el estudio simulación ya análisis de instalaciones fotovoltaicas. Permite dimensionar las instalaciones fotovoltaicas teniendo en cuenta la radiación solar en ese lugar debido a su amplia base de datos meteorológicos y este software es capaz de analizar la proyección de sombras producidas por el sol a lo largo del día.

El software PVsyst realiza un informe detallado de la instalación fotovoltaica, en dicho informe nos detalla las características de los componentes utilizados, la localización, inclinación y orientación de los paneles fotovoltaicos, superficie necesaria, detalle de las pérdidas en cada mes del año, detalle del factor de rendimiento para cada mes, tabla con los datos de radiación utilizados para el cálculo de la energía generada y por último un diagrama de pérdida de energía a lo largo del año.

2.6. Decisión de la potencia pico (P_p) del inversor a instalar.

En el momento de elegir la potencia del inversor a instalar, tenemos que tener en cuenta su eficiencia y la potencia fotovoltaica a instalar, siempre debe ser superior a esta.

Hemos contemplado tres casos con diferentes potencias fotovoltaicas pico a instalar, para cada uno de los casos se instalará una potencia pico del inversor distinta.

- Caso de estudio 1: se instalará una potencia fotovoltaica de 3.08 kWp con un inversor Fronius Primo 3.0-1 de 3 kWp. La instalación se realizará a 30° de inclinación siguiendo la pendiente del tejado. Se compone de 11 paneles fotovoltaicos, los cuales irán conectados en serie en una única cadena en paralelo.
- Caso de estudio 2: se instalará una potencia fotovoltaica de 6,16 kWp con un inversor Fronius Primo 6.0-1 de 6 kWp. La instalación se realizará a 30° de inclinación siguiendo la pendiente del tejado. Se compone de 22 paneles fotovoltaicos, los cuales irán conectados en serie en una única cadena en paralelo.
- Caso de estudio 3 se instalará una potencia fotovoltaica de 8,40 kWp con un inversor Fronius Primo 8.2-1 de 8,2 kWp. La instalación se realizará a 30° de inclinación siguiendo la pendiente del tejado. Se compone de 30 paneles fotovoltaicos, los cuales irán conectados 15 en serie en 2 cadenas en paralelo.

2.7. Cálculo de conductores de una instalación fotovoltaica.

Para determinar las secciones de los conductores de una instalación fotovoltaica tenemos que tener en cuenta las expresiones para el cálculo en la parte de la instalación de corriente continua y corriente alterna.

- Cálculo líneas corriente continua (DC): esta línea se corresponde al tramo desde el generador fotovoltaica al inversor. El cálculo se puede realizar de dos criterios, ambos apoyados en la ITC-BT 19^[3] Instalaciones Interiores.

- Criterio 1: Intensidad.

$$I_{max} = I_{SC} * 1,1 \rightarrow S_{min}(\text{Tabla 1 ITC} - \text{BT 19}) \quad \text{Ecuación 4}$$

- Criterio 2: Caída de tensión.

$$S_{min} = \frac{2 * L * I_{max}}{\sigma * \Delta U_{max}} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

-Smin: Sección mínima del conductor (mm²)

-L: Longitud del conductor.

-Imax: Intensidad máxima del montaje.

-σ: Conductividad del cobre (m/Ωmm²).

ΔUmax: Caída de tensión máxima admisible (V) 1,5% de la tensión nominal del montaje.

- Cálculo líneas corriente alterna (AC): corresponde a la línea desde el inversor hasta el cuadro general. El cálculo se puede realizar de dos criterios, ambos apoyados en la ITC-BT 19^[3] Instalaciones Interiores.

- Criterio 1: Intensidad.

$$I_{max} = I_{INV} * 1,25 \rightarrow S_{min}(\text{Tabla 1 ITC} - \text{BT 19})$$

- Criterio 2: Caída de tensión

$$S_{min} = \frac{2 * L * I_{max}}{\sigma * \Delta U_{max}}$$

Donde:

-Iinv= Intensidad del inversor en el lado de alterna.

-Smin: Sección mínima del conductor (mm²)

-L: Longitud del conductor.

-Imax: Intensidad máxima del montaje.

-σ: Conductividad del cobre (m/Ωmm²).

ΔUmax: Caída de tensión máxima admisible (V) 1,5% de la tensión nominal.

A		Condutores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR							
B		Condutores aislados en tubos ²⁾ en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
B2		Cables multiconductores en tubos ²⁾ en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ³⁾					3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
E		Cables multiconductores al aire libre ⁴⁾ Distancia a la pared no inferior a 0.3D ⁵⁾						3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁴⁾ Distancia a la pared no inferior a D ⁵⁾						3x PVC			3x XLPE o EPR ¹⁾			
G		Cables unipolares separados mínimo D ⁵⁾								3x PVC ¹⁾		3x XLPE o EPR		
Cobre			mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
			1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
			2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
			4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
			6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
			10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
			16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
			25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
			35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
			50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
			70				149	160	171	188	202	224	244	321
			95				180	194	207	230	245	271	296	391
			120				208	225	240	267	284	314	348	455
			150				236	260	278	310	338	363	404	525
			185				268	297	317	354	386	415	464	601
			240				315	350	374	419	455	490	552	711
			300				360	404	423	484	524	565	640	821

Ilustración 2. 5: Tabla 1 de la ITC-BT19, intensidades admisibles (A) al aire 40°C. N° de conductores con carga y naturaleza del aislamiento^[3]

2.7.1. Cálculo cableado Caso 1.

-Corriente continua: Los conductores serán de cobre, con aislante XLPE, con una longitud de 20m y montaje B9 (conductores aislados en tubos en montaje superficial).

Criterio1:

$$I_{max} = 9.36 * 1,1 = 10,296 A \rightarrow S_{min} = 1,5mm^2$$

Criterio2:

$$S_{min} = \frac{2 * 20 * 10,296}{48 * 5.31} = 1,61mm^2 \rightarrow S_{min} = 2,5mm^2$$

Teniendo en cuenta que el conductor que viene incorporado con la placa fotovoltaica es de 4 mm², seleccionamos el conductor de 4 mm².

-Corriente alterna: Los conductores serán de cobre, con aislante XLPE, con una longitud de 10m y montaje A6 (conductores aislados en tubos empotrados en paredes aisladas).

Criterio1:

$$I_{max} = 13 * 1,25 = 16,25 A \rightarrow S_{min} = 2,5mm^2$$

Criterio2:

$$S_{min} = \frac{2 * 100 * 16,25}{48 * 3,45} = 1,96mm^2 \rightarrow S_{min} = 2,5mm^2$$

La sección escogida para el conductor de la línea de alterna es de 2,5 mm².

2.7.2 Cálculo cableado caso 2.

-Corriente continua: Los conductores serán de cobre, con aislante XLPE, con una longitud de 20m y montaje B9 (conductores aislados en tubos en montaje superficial).

Criterio1:

$$I_{max} = 9.36 * 1,1 = 10,296 A \rightarrow S_{min} = 1,5mm^2$$

Criterio2:

$$S_{min} = \frac{2 * 20 * 10,296}{48 * 10,626} = 0,8 mm^2 \rightarrow S_{min} = 1,5mm^2$$

Teniendo en cuenta que el conductor que viene incorporado con la placa fotovoltaica es de 4 mm², seleccionamos el conductor de 4 mm².

-Corriente alterna: Los conductores serán de cobre, con aislante XLPE, con una longitud de 10m y montaje A6 (conductores aislados en tubos empotrados en paredes aisladas).

Criterio1:

$$I_{max} = 26,1 * 1,25 = 32,625 A \rightarrow S_{min} = 6mm^2$$

Criterio2:

$$S_{min} = \frac{2 * 100 * 32,625}{48 * 3,45} = 3,94mm^2 \rightarrow S_{min} = 4mm^2$$

La sección escogida para el conductor de la línea de alterna es de 4 mm².

2.7.3. Cálculo cableado caso 3.

-Corriente continua: Los conductores serán de cobre, con aislante XLPE, con una longitud de 20m y montaje B9 (conductores aislados en tubos en montaje superficial). En este caso tenemos 2 cadenas en paralelo, ambas líneas deben cumplir con este calculo

Criterio1:

$$I_{max} = 9.36 * 1,1 = 10,296 A \rightarrow S_{min} = 1,5mm^2$$

Criterio2:

$$S_{min} = \frac{2 * 20 * 10,296}{48 * 7,245} = 1,18 mm^2 \rightarrow S_{min} = 1,5mm^2$$

Teniendo en cuenta que el conductor que viene incorporado con la placa fotovoltaica es de 4 mm², seleccionamos el conductor de 4 mm².

-Corriente alterna: Los conductores serán de cobre, con aislante XLPE, con una longitud de 10m y montaje A6 (conductores aislados en tubos empotrados en paredes aisladas).

Criterio1:

$$I_{max} = 35,7 * 1,25 = 44,625 A \rightarrow S_{min} = 10mm^2$$

Criterio2:

$$S_{min} = \frac{2 * 100 * 44,625}{48 * 3,45} = 5,38mm^2 \rightarrow S_{min} = 6mm^2$$

La sección escogida para el conductor de la línea de alterna es de 6 mm².

2.8. Esquema unifilar.

A continuación, se representa los distintos esquemas unifilares para cada uno de los casos de estudio que vamos a analizar.

- Caso de estudio 1.

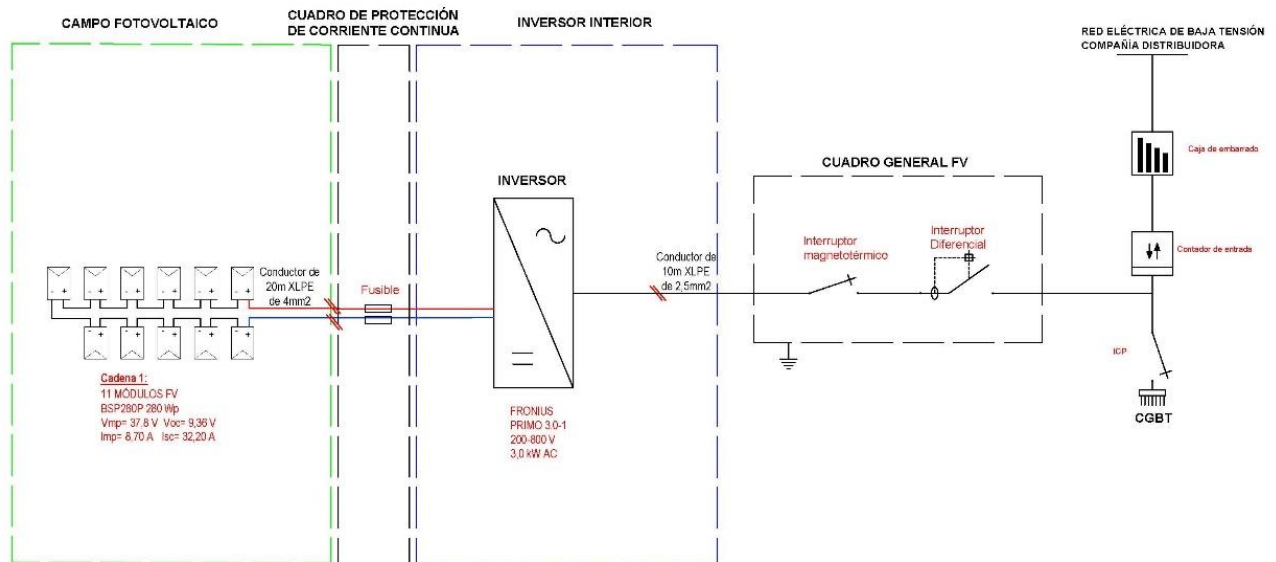


Ilustración 2. 6: Esquema unifilar para el caso de estudio 1

- Caso de estudio 2.

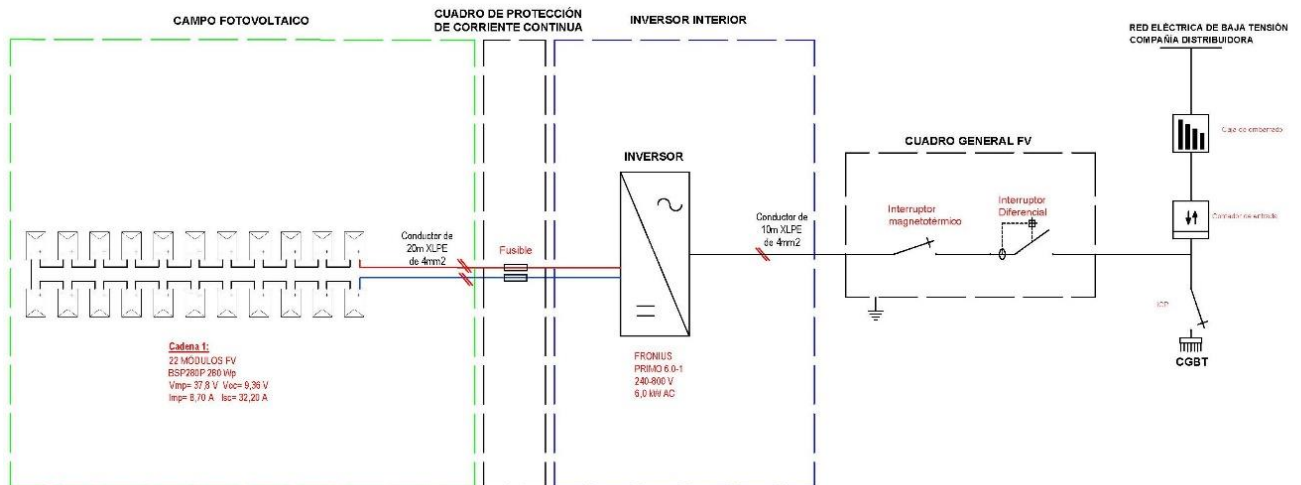


Ilustración 2. 7: Esquema unifilar para el caso de estudio 2

- Caso de estudio 3.

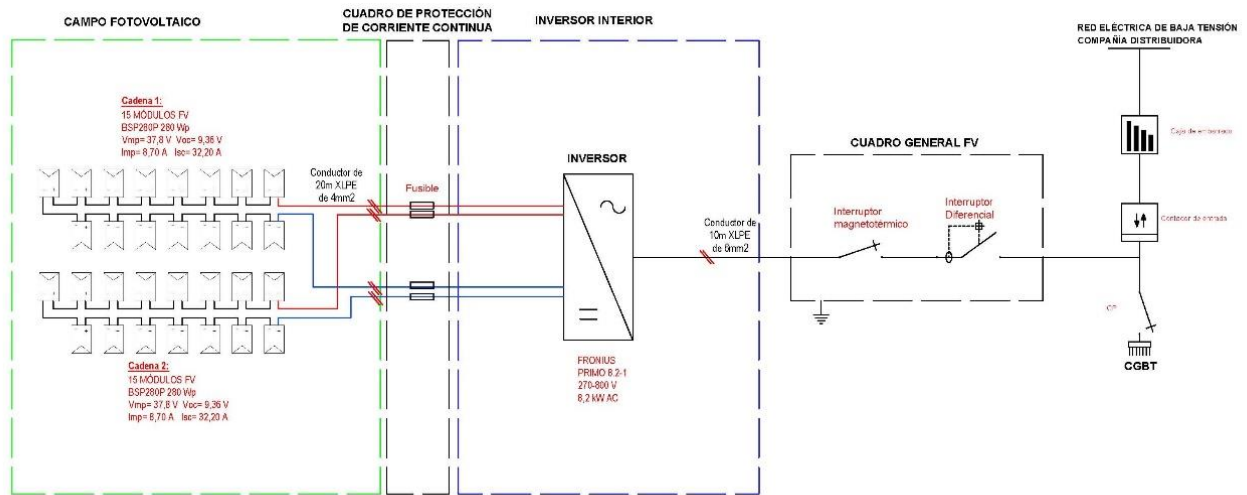


Ilustración 2. 8: Esquema unifilar para el caso de estudio 3

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.1. Instalaciones a estudiar.

Realizaremos tres casos de estudio con diferentes potencias pico instaladas, a continuación, se detalla las características de cada uno.

- Caso de estudio 1: se instalará una potencia fotovoltaica de 3,08 kWp con un inversor Fronius Primo 3.0-1 de 3 kWp. La instalación se realizará a 30° de inclinación siguiendo la pendiente del tejado. Se compone de 11 paneles fotovoltaicos, los cuales irán conectados en serie en una única cadena en paralelo. La instalación será de autoconsumo con inyección en red y se encontrará conectada en la derivación individual de la línea. Para el cálculo rentabilidad contemplaremos la modalidad de autoconsumo acogida a compensación de excedentes.
- Caso de estudio 2: se instalará una potencia fotovoltaica de 6,16 kWp con un inversor Fronius Primo 6.0-1 de 6 kWp. La instalación se realizará a 30° de inclinación siguiendo la pendiente del tejado. Se compone de 22 paneles fotovoltaicos, los cuales irán conectados en serie en una única cadena en paralelo. La instalación será de autoconsumo con inyección en red y se encontrará conectada en la derivación individual de la línea. Para el cálculo rentabilidad contemplaremos la modalidad de autoconsumo acogida a compensación de excedentes.
- Caso de estudio 3: se instalará una potencia fotovoltaica de 8,40 kWp con un inversor Fronius Primo 8.2-1 de 8,2 kWp. La instalación se realizará a 30° de inclinación siguiendo la pendiente del tejado. Se compone de 30 paneles fotovoltaicos, los cuales irán conectados 15 en serie en 2 cadenas en paralelo. La instalación será de autoconsumo con inyección en red y se encontrará conectada en la derivación individual de la línea. Para el cálculo rentabilidad contemplaremos la modalidad de autoconsumo acogida a compensación de excedentes.

3.2. Producción.

3.2.1. Cálculo según la IDAE.

- Caso de estudio 1.

Mes	DÍAS	Rendimiento instalación	H(30º) media (kWh/m²/día)	Energía generada (kWh)	Energía generada (kWh mes)	Energía autoconsumida (kWh)	Energía inyectada (kWh)
Enero	31	95,41%	4,50	13,24	410,31	257,13	153,18
Febrero	28	95,42%	4,92	14,47	405,23	238,08	167,15
Marzo	31	95,10%	5,84	17,09	529,89	224,11	305,78
Abril	30	94,78%	6,26	18,28	548,33	232,37	315,97
Mayo	31	94,38%	6,89	20,02	620,73	234,91	385,83
Junio	30	93,90%	7,21	20,85	625,47	222,21	403,26
Julio	31	93,58%	7,52	21,66	671,58	282,90	388,68
Agosto	31	93,64%	7,17	20,67	640,69	317,44	323,25
Septiembre	30	94,07%	6,32	18,31	549,30	260,30	289,00
Octubre	31	94,47%	5,28	15,36	476,03	238,08	237,95
Noviembre	30	95,06%	4,28	12,54	376,11	243,16	132,95
Diciembre	31	95,34%	4,10	12,05	373,62	260,30	113,32
Total					6227,30	3010,98	3216,32

Tabla 3. 1: Energía generada y energía inyectada Caso de estudio 1.

Como podemos comprobarla generación anual en este caso de estudio es de 6227,30 kWh/año, de la cual 3010,98 kWh/año es autoconsumida. Teniendo en cuenta que el precio del kWh es de 0,139 €, supone un ahorro de 418,53 € al año por la energía autoconsumida. Para el cálculo de los beneficios por la energía inyectada a red, lo realizaremos mediante la modalidad de autoconsumo con excedentes acogida a compensación.

Autoconsumo con inyección en red acogida a compensación.

En la tabla 3.2 siguiente se detalla una factura tipo de una instalación de autoconsumo con inyección a red acogida a compensación.

Factura detalle Enero con FV		
TÉRMINO DE POTENCIA		
Potencia facturada	6kW x 31días x 0,115187€/kW/día	21,42 €
TOTAL POTENCIA		21,42 €
ENERGÍA		
Energía facturada	390,87kWh x 0,139278 €/kWh	54,44 €
Excedentes FV	153,18kWh x 0,05 €/kWh	7,66 €
TOTAL ENERGÍA		46,78 €
Impuesto sobre electricidad	5,11269632% x s/68,02€	3,49 €
IVA	21% x s/71,70€	15,07 €
TOTAL IMPORTE FACTURA		86,75 €

Tabla 3. 2: Factura detalle enero acogida a compensación.

La siguiente tabla 3.3 detalla toda la facturación de la instalación en un año.

Mes	Coste término de potencia	Coste Energía	Total Energía	IVA (21%)	TOTAL
Enero	21,42 €	46,79 €	71,70 €	15,06 €	86,75 €
Febrero	19,35 €	42,05 €	64,54 €	13,55 €	78,10 €
Marzo	21,42 €	32,16 €	56,33 €	11,83 €	68,16 €
Abril	20,73 €	33,40 €	56,90 €	11,95 €	68,85 €
Mayo	21,42 €	30,45 €	54,52 €	11,45 €	65,97 €
Junio	20,73 €	26,89 €	50,05 €	10,51 €	60,57 €
Julio	21,42 €	40,47 €	65,06 €	13,66 €	78,72 €
Agosto	21,42 €	51,05 €	76,18 €	16,00 €	92,18 €
Septiembre	20,73 €	40,67 €	64,54 €	13,55 €	78,09 €
Octubre	21,42 €	38,51 €	63,00 €	13,23 €	76,23 €
Noviembre	20,73 €	44,84 €	68,92 €	14,47 €	83,40 €
Diciembre	21,42 €	52,81 €	78,03 €	16,39 €	94,41 €
TOTAL	252,26 €	480,09 €	769,77 €	161,65 €	931,42 €

Tabla 3. 3: Facturación eléctrica en un año acogida a compensación.

Podemos observar que con esta instalación fotovoltaica supone un ahorro de 733,66€ anuales en la factura eléctrica.

- Caso de estudio 2.

Mes	DÍAS	Rendimiento instalación	H(30º) media (kWh/m²/día)	Energía generada (kWh)	Energía generada (kWh mes)	Energía autoconsumida (kWh)	Energía inyectada (kWh)
Enero	31	94,38%	4,50	26,19	811,75	257,13	554,62
Febrero	28	94,39%	4,92	28,63	801,74	238,08	563,66
Marzo	31	93,96%	5,84	33,78	1047,14	224,11	823,03
Abril	30	93,53%	6,26	36,08	1082,30	232,37	849,93
Mayo	31	93,00%	6,89	39,46	1223,40	234,91	988,49
Junio	30	92,37%	7,21	41,02	1230,52	222,21	1008,31
Julio	31	91,94%	7,52	42,57	1319,62	282,90	1036,72
Agosto	31	92,02%	7,17	40,62	1259,22	317,44	941,78
Septiembre	30	92,59%	6,32	36,04	1081,34	260,30	821,04
Octubre	31	93,12%	5,28	30,27	938,52	238,08	700,44
Noviembre	30	93,91%	4,28	24,77	743,14	243,16	499,98
Diciembre	31	94,29%	4,10	23,84	739,00	260,30	478,69
Total					12277,68	3010,98	9266,70

Tabla 3. 4: Energía generada y energía inyectada Caso de estudio 2.

Como podemos comprobarla generación anual en este caso de estudio es de 12277,68 kWh/año, de la cual 3010,98 kWh/año es autoconsumida. Teniendo en cuenta que el precio del kWh es de 0,139 €, supone un ahorro de 458,853 € al año por la energía autoconsumida. Para el cálculo de los beneficios por la energía inyectada a red, lo realizaremos mediante la modalidad de autoconsumo con excedentes acogida a compensación.

Autoconsumo con inyección en red acogida a compensación.

Mes	Coste término de potencia	Coste Energía	Total Energía	IVA (21%)	TOTAL
Enero	21,42 €	26,71 €	50,60 €	10,63 €	61,22 €
Febrero	19,35 €	22,23 €	43,70 €	9,18 €	52,88 €
Marzo	21,42 €	6,30 €	29,14 €	6,12 €	35,26 €
Abril	20,73 €	6,70 €	28,84 €	6,06 €	34,90 €
Mayo	21,42 €	0,31 €	22,85 €	4,80 €	27,65 €
Junio	20,73 €	0,00 €	21,79 €	4,58 €	26,37 €
Julio	21,42 €	8,07 €	31,00 €	6,51 €	37,51 €
Agosto	21,42 €	20,13 €	43,67 €	9,17 €	52,85 €
Septiembre	20,73 €	14,06 €	36,58 €	7,68 €	44,26 €
Octubre	21,42 €	15,39 €	38,70 €	8,13 €	46,82 €
Noviembre	20,73 €	26,49 €	49,63 €	10,42 €	60,06 €
Diciembre	21,42 €	31,18 €	55,29 €	11,61 €	66,91 €
TOTAL	252,26 €	177,58 €	451,80 €	94,88 €	546,68 €

Tabla 3. 5: Facturación eléctrica en un año acogida a compensación.

Mediante esta modalidad y con esta instalación supone un ahorro en la factura eléctrica de 1118,40 € anuales. En este caso durante los meses de mayo y junio cubrimos todos los gastos producidos por el consumo de energía.

- Caso de estudio 3.

Mes	DÍAS	Rendimiento instalación	H(30º) media (kWh/m²/día)	Energía generada (kWh)	Energía generada (kWh mes)	Energía autoconsumida (kWh)	Energía inyectada (kWh)
Enero	31	94,38%	4,50	35,71	1106,93	257,13	849,80
Febrero	28	94,39%	4,92	39,05	1093,28	238,08	855,20
Marzo	31	93,96%	5,84	46,06	1427,92	224,11	1203,81
Abril	30	93,53%	6,26	49,20	1475,86	232,37	1243,49
Mayo	31	93,00%	6,89	53,82	1668,27	234,91	1433,36
Junio	30	92,37%	7,21	55,93	1677,98	222,21	1455,77
Julio	31	91,94%	7,52	58,05	1799,49	282,90	1516,58
Agosto	31	92,02%	7,17	55,39	1717,11	317,44	1399,67
Septiembre	30	92,59%	6,32	49,15	1474,56	260,30	1214,26
Octubre	31	93,12%	5,28	41,28	1279,80	238,08	1041,72
Noviembre	30	93,91%	4,28	33,78	1013,37	243,16	770,22
Diciembre	31	94,29%	4,10	32,51	1007,72	260,30	747,42
Total					16742,29	3010,98	13731,31

Tabla 3. 6: Energía generada y energía inyectada Caso de estudio 3.

Como podemos comprobar la generación anual en este caso de estudio es de 16742,29 kWh/año, de la cual 3010,98 kWh/año es autoconsumida. Teniendo en cuenta que el precio del kWh es de 0,139 €, supone un ahorro de 418,53 € al año por la energía autoconsumida. Para el cálculo de los beneficios por la energía inyectada a red, lo realizaremos mediante la modalidad de autoconsumo con excedentes acogida a compensación.

Autoconsumo con inyección en red acogida a compensación.

Mes	Coste término de potencia	Coste Energía	Total Energía	IVA (21%)	TOTAL
Enero	21,42 €	11,95 €	35,08 €	7,37 €	42,45 €
Febrero	19,35 €	7,65 €	28,38 €	5,96 €	34,34 €
Marzo	21,42 €	0,00 €	22,52 €	4,73 €	27,25 €
Abril	20,73 €	0,00 €	21,79 €	4,58 €	26,37 €
Mayo	21,42 €	0,00 €	22,52 €	4,73 €	27,25 €
Junio	20,73 €	0,00 €	21,79 €	4,58 €	26,37 €
Julio	21,42 €	0,00 €	22,52 €	4,73 €	27,25 €
Agosto	21,42 €	0,00 €	22,52 €	4,73 €	27,25 €
Septiembre	20,73 €	0,00 €	21,79 €	4,58 €	26,37 €
Octubre	21,42 €	0,00 €	22,52 €	4,73 €	27,25 €
Noviembre	20,73 €	12,98 €	35,43 €	7,44 €	42,87 €
Diciembre	21,42 €	17,75 €	41,17 €	8,65 €	49,82 €
TOTAL	252,26 €	50,33 €	318,05 €	66,79 €	384,84 €

Tabla 3. 7: Facturación eléctrica en un año acogida a compensación.

Mediante esta modalidad y con esta instalación supone un ahorro en la factura eléctrica de 1280,24 €. En este caso de estudio, con la producción que tenemos cubrimos casi en toda su totalidad el coste de energía.

3.2.2. Calculo software PVsyst.

- Caso de estudio 1.

En la tabla 3.8 muestra el resumen de los resultados obtenidos en la simulación energética realizada para este caso de estudio:

	GlobHor KWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc Kw/m ²	GlobEff kWh	Earray kWh	E_Grid kWh	PR
Enero	67,90	25,61	5,01	109,60	106,70	300,00	286,30	0,849
Febrero	87,30	35,07	6,79	122,30	119,20	331,10	316,50	0,840
Marzo	136,30	53,86	10,13	167,30	162,70	442,30	423,00	0,821
Abril	164,40	71,21	12,25	176,10	170,70	461,20	440,80	0,813
Mayo	197,40	78,36	16,80	193,20	187,20	492,80	469,80	0,789
Junio	221,00	73,31	22,42	207,20	200,60	511,00	487,40	0,764
Julio	238,20	63,64	25,88	229,20	222,40	552,40	527,00	0,746
Agosto	208,40	56,53	24,92	218,90	212,80	530,60	506,60	0,751
Septiembre	149,40	60,68	19,77	175,40	170,20	443,00	423,10	0,783
Octubre	108,80	41,48	15,26	147,60	143,80	383,30	365,80	0,805
Noviembre	71,70	31,73	8,50	109,20	106,20	296,00	282,10	0,839
Diciembre	57,40	27,73	5,55	91,50	88,90	251,60	239,60	0,850
Año	1708,10	619,22	14,49	1947,50	1891,40	4995,40	4767,90	0,795

Tabla 3. 8: Balances y resultados principales Caso de estudio 1.

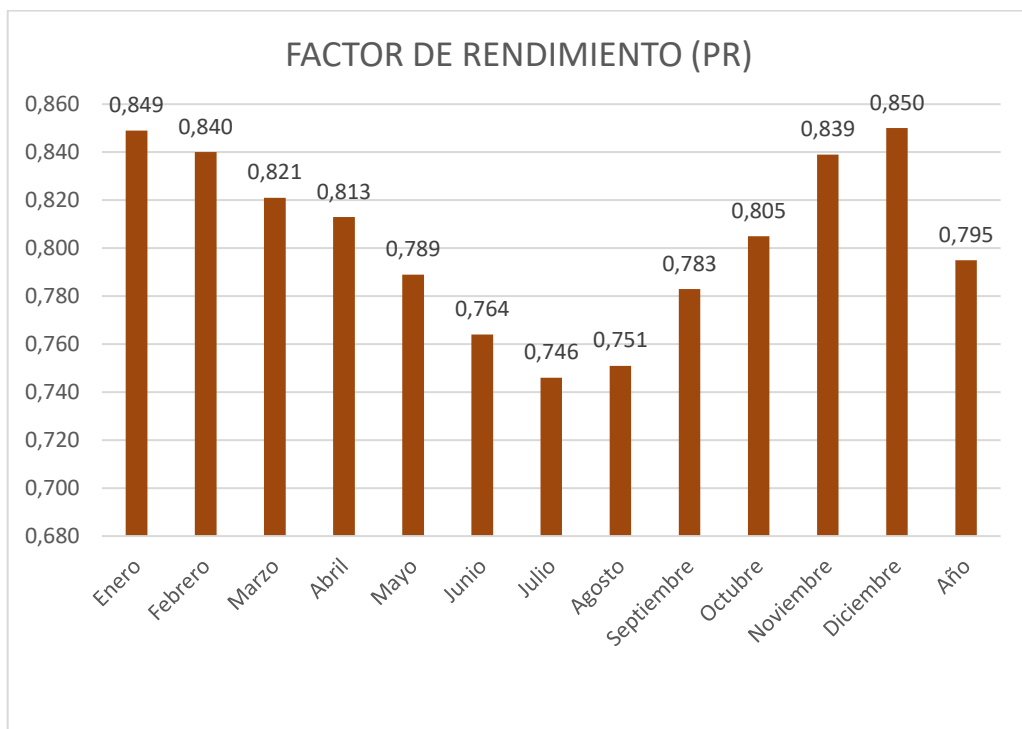


Ilustración 3. 1: Factor de rendimiento de la instalación fotovoltaica caso de estudio 1.

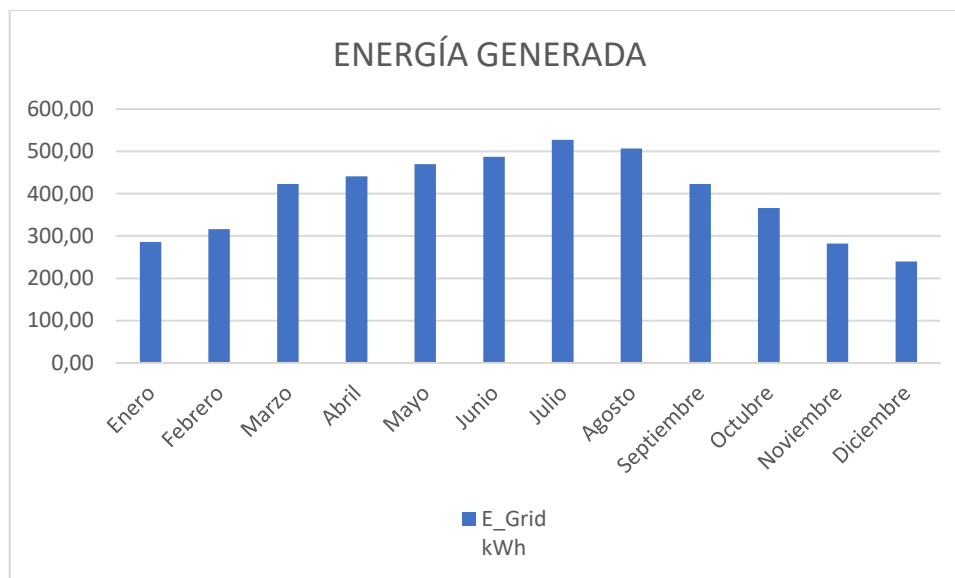


Ilustración 3. 2: Energía generada caso de estudio 1.

Mes	Energía generada (kWh mes)	Energía autoconsumida (kWh)	Energía inyectada (kWh)
Enero	286,30	257,13	29,17
Febrero	316,50	238,08	78,42
Marzo	423,00	224,11	198,89
Abril	440,80	232,37	208,43
Mayo	469,80	234,91	234,89
Junio	487,40	222,21	265,19
Julio	527,00	282,90	244,10
Agosto	506,60	317,44	189,16
Septiembre	423,10	260,30	162,80
Octubre	365,80	238,08	127,72
Noviembre	282,10	243,16	38,94
Diciembre	239,60	239,60	0,00
Total	4768,00	2990,28	1777,72

Tabla 3. 9: Energía generada, autoconsumida e inyectada a red caso de estudio 1.

Como podemos comprobar la generación anual en este caso de estudio es de 4768 kWh/año con un rendimiento del 79,49 %, de la cual 2990,28 kWh/año es autoconsumida. Teniendo en cuenta que el precio del kWh es de 0,139 €, supone un ahorro de 415,64 € al año por energía autoconsumida. Para el cálculo de los beneficios por la energía inyectada a red, lo realizaremos mediante la modalidad de autoconsumo con inyección en red acogida a compensación.

Autoconsumo con inyección en red acogido a compensación.

Mes	Coste término de potencia	Coste Energía	Total Energía	IVA (21%)	TOTAL
Enero	21,42 €	48,92 €	73,94 €	15,53 €	89,47 €
Febrero	19,35 €	35,57 €	57,72 €	12,12 €	69,85 €
Marzo	21,42 €	37,51 €	61,95 €	13,01 €	74,95 €
Abril	20,73 €	38,78 €	62,55 €	13,14 €	75,69 €
Mayo	21,42 €	37,99 €	62,46 €	13,12 €	75,57 €
Junio	20,73 €	33,79 €	57,31 €	12,04 €	69,35 €
Julio	21,42 €	47,70 €	72,65 €	15,26 €	87,91 €
Agosto	21,42 €	57,76 €	83,23 €	17,48 €	100,71 €
Septiembre	20,73 €	46,98 €	71,17 €	14,95 €	86,12 €
Octubre	21,42 €	44,03 €	68,79 €	14,45 €	83,24 €
Noviembre	20,73 €	44,12 €	68,16 €	14,31 €	82,48 €
Diciembre	21,42 €	58,00 €	83,48 €	17,53 €	101,01 €
TOTAL	252,26 €	531,13 €	823,42 €	172,92 €	996,34 €

Tabla 3. 10: Facturación eléctrica en un año acogida a compensación.

Mediante esta modalidad y con esta instalación supone un ahorro en la factura eléctrica de 668,74 € anuales, teniendo un coste anual de 996,34 €.

- Caso de estudio 2.

En la tabla 3.11 muestra el resumen de los resultados obtenidos en la simulación energética realizada para este caso de estudio:

	GlobHor KWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc Kw/m ²	GlobEff kWh	Earray kWh	E_Grid kWh	PR
Enero	67,90	25,61	5,01	109,60	106,70	600,00	585,00	0,867
Febrero	87,30	35,07	6,79	122,30	119,20	662,00	646,00	0,858
Marzo	136,30	53,86	10,13	167,30	162,70	885,00	864,00	0,838
Abril	164,40	71,21	12,25	176,10	170,70	922,00	901,00	0,830
Mayo	197,40	78,36	16,80	193,20	187,20	986,00	961,00	0,808
Junio	221,00	73,31	22,42	207,20	200,60	1022,00	997,00	0,781
Julio	238,20	63,64	25,88	229,20	222,40	1105,00	1078,00	0,763
Agosto	208,40	56,53	24,92	218,90	212,80	1061,00	1036,00	0,768
Septiembre	149,40	60,68	19,77	175,40	170,20	886,00	865,00	0,800
Octubre	108,80	41,48	15,26	147,60	143,80	767,00	748,00	0,823
Noviembre	71,70	31,73	8,50	109,20	106,20	592,00	577,00	0,858
Diciembre	57,40	27,73	5,55	91,50	88,90	503,00	490,00	0,870
Año	1708,10	619,22	14,49	1947,50	1891,40	9990,00	9748,00	0,813

Tabla 3. 11: Balances y resultados principales Caso de estudio 2.

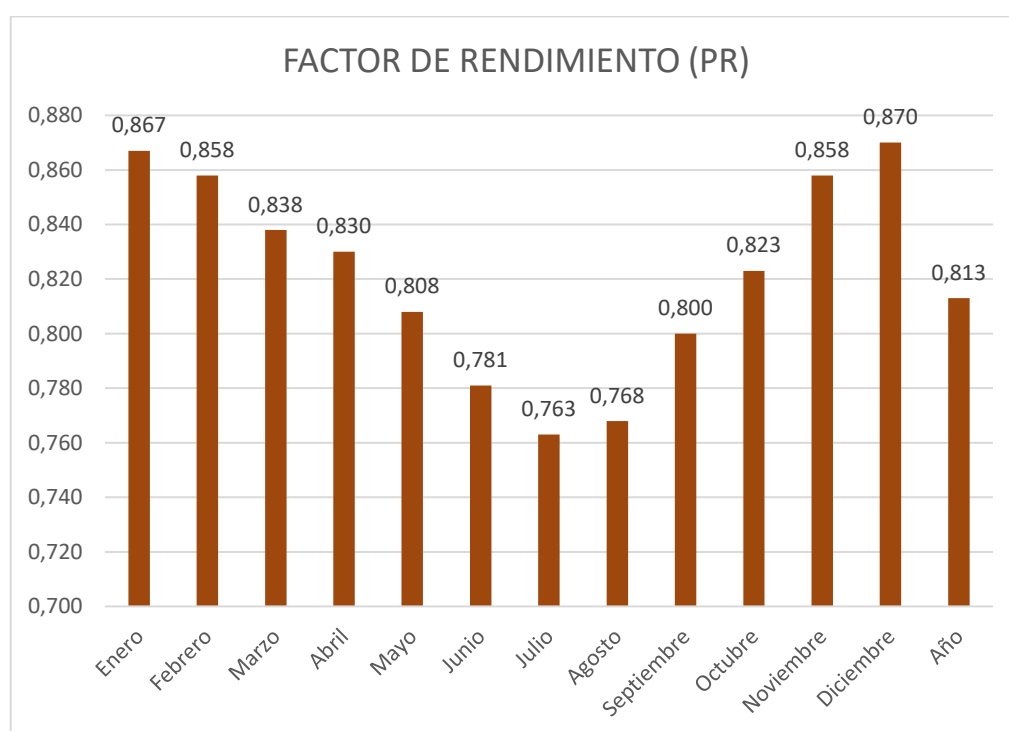


Ilustración 3. 3: Factor de rendimiento de la instalación fotovoltaica caso de estudio 2.

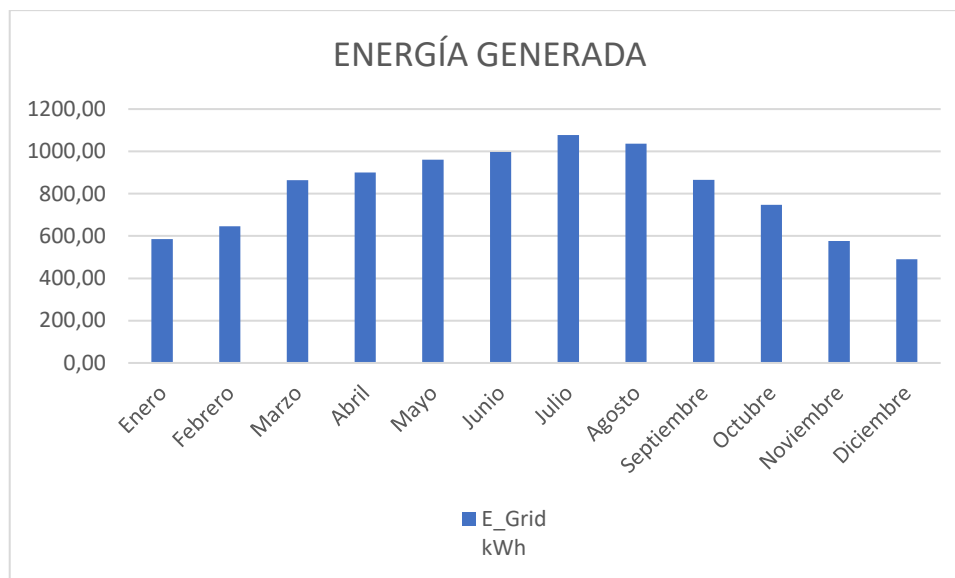


Ilustración 3. 4: Energía generada caso de estudio 2.

Mes	Energía generada (kWh mes)	Energía autoconsumida (kWh)	Energía inyectada (kWh)
Enero	585,00	257,13	327,87
Febrero	646,00	238,08	407,92
Marzo	864,00	224,11	639,89
Abril	901,00	232,37	668,63
Mayo	961,00	234,91	726,09
Junio	997,00	222,21	774,79
Julio	1078,00	282,90	795,10
Agosto	1036,00	317,44	718,56
Septiembre	865,00	260,30	604,70
Octubre	748,00	238,08	509,92
Noviembre	577,00	243,16	333,84
Diciembre	490,00	260,30	229,70
Total	9748,00	3010,98	6737,02

Tabla 3. 12: Energía generada, autoconsumida e inyectada a red caso de estudio 2.

Como podemos comprobar la generación anual en este caso de estudio es de 9748,00 kWh/año con un rendimiento del 81,26 %, de la cual 3010,98 kWh/año es autoconsumida. Teniendo en cuenta que el precio del kWh es de 0,139 €, supone un ahorro de 418,53 € al año por energía autoconsumida. Para el cálculo de los beneficios por la energía inyectada a red, lo realizaremos mediante la modalidad de autoconsumo con inyección en red acogida a compensación.

Autoconsumo con inyección en red acogido a compensación.

Mes	Coste término de potencia	Coste Energía	Total Energía	IVA (21%)	TOTAL
Enero	21,42 €	38,05 €	62,51 €	13,13 €	75,64 €
Febrero	19,35 €	30,02 €	51,89 €	10,90 €	62,79 €
Marzo	21,42 €	15,46 €	38,77 €	8,14 €	46,91 €
Abril	20,73 €	15,77 €	38,37 €	8,06 €	46,43 €
Mayo	21,42 €	13,43 €	36,64 €	7,69 €	44,33 €
Junio	20,73 €	8,31 €	30,53 €	6,41 €	36,94 €
Julio	21,42 €	20,15 €	43,70 €	9,18 €	52,87 €
Agosto	21,42 €	31,29 €	55,41 €	11,64 €	67,04 €
Septiembre	20,73 €	24,88 €	47,95 €	10,07 €	58,01 €
Octubre	21,42 €	24,92 €	48,71 €	10,23 €	58,94 €
Noviembre	20,73 €	34,79 €	58,37 €	12,26 €	70,62 €
Diciembre	21,42 €	43,63 €	68,38 €	14,36 €	82,74 €
TOTAL	252,26 €	300,70 €	581,21 €	122,05 €	703,26 €

Tabla 3. 13: Facturación eléctrica en un año acogida a compensación.

Mediante esta modalidad y con esta instalación supone un ahorro en la factura eléctrica del 961,82 €, teniendo un coste anual de 703,26 €.

- Caso de estudio 3.

En la tabla 3.14 muestra el resumen de los resultados obtenidos en la simulación energética realizada para este caso de estudio:

	GlobHor KWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc Kw/m ²	GlobEff kWh	Earray kWh	E_Grid kWh	PR
Enero	67,90	25,61	5,01	109,60	106,70	818,00	795,00	0,864
Febrero	87,30	35,07	6,79	122,30	119,20	903,00	878,00	0,855
Marzo	136,30	53,86	10,13	167,30	162,70	1206,00	1173,00	0,834
Abril	164,40	71,21	12,25	176,10	170,70	1258,00	1222,00	0,826
Mayo	197,40	78,36	16,80	193,20	187,20	1344,00	1305,00	0,804
Junio	221,00	73,31	22,42	207,20	200,60	1394,00	1352,00	0,777
Julio	238,20	63,64	25,88	229,20	222,40	1507,00	1462,00	0,759
Agosto	208,40	56,53	24,92	218,90	212,80	1447,00	1404,00	0,764
Septiembre	149,40	60,68	19,77	175,40	170,20	1208,00	1173,00	0,796
Octubre	108,80	41,48	15,26	147,60	143,80	1045,00	1015,00	0,819
Noviembre	71,70	31,73	8,50	109,20	106,20	807,00	784,00	0,855
Diciembre	57,40	27,73	5,55	91,50	88,90	686,00	667,00	0,867
Año	1708,10	619,22	14,49	1947,50	1891,40	13624,00	13232,00	0,809

Tabla 3. 14: Balances y resultados principales Caso de estudio 3.

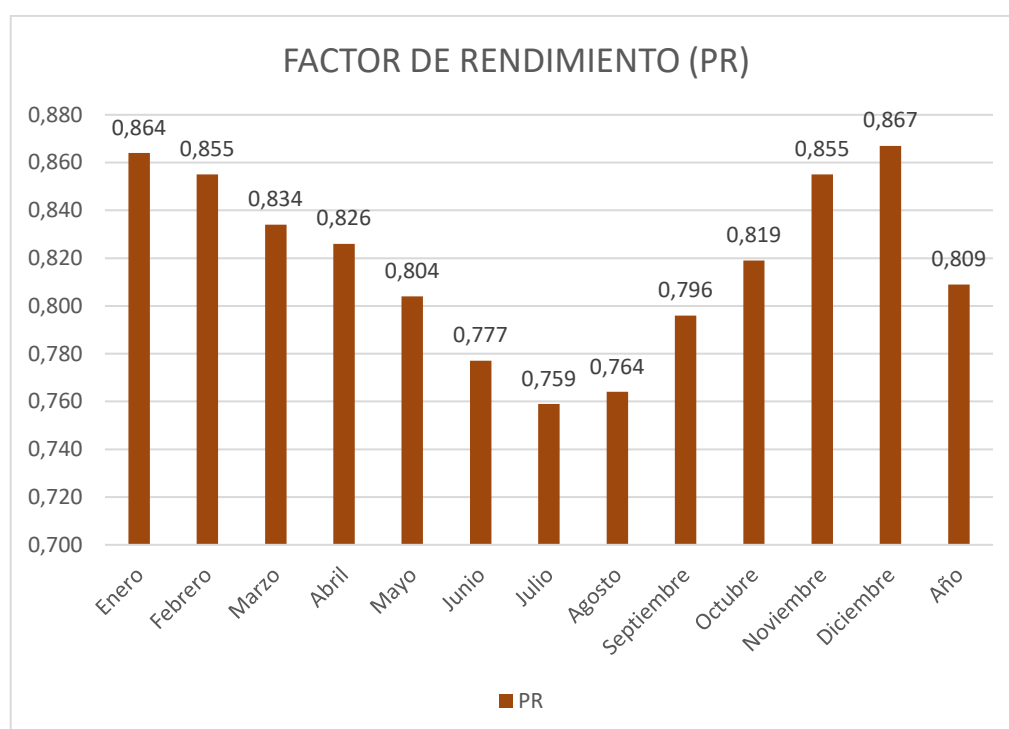


Ilustración 3. 5: Factor de rendimiento de la instalación fotovoltaica caso de estudio 3.

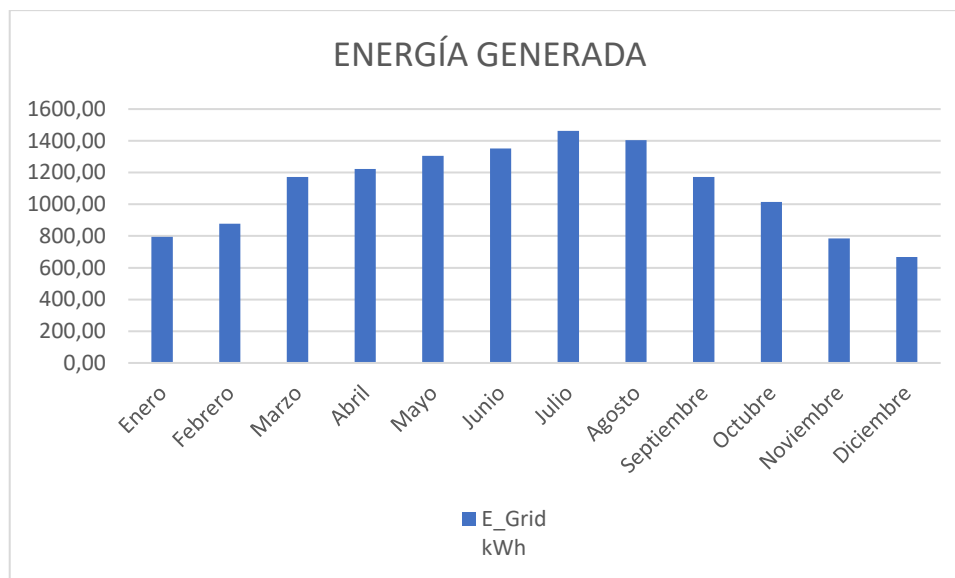


Ilustración 3. 6: Energía generada caso de estudio 3.

Mes	Energía generada (kWh mes)	Energía autoconsumida (kWh)	Energía inyectada (kWh)
Enero	795,00	257,13	537,87
Febrero	878,00	238,08	639,92
Marzo	1173,00	224,11	948,89
Abril	1222,00	232,37	989,63
Mayo	1305,00	234,91	1070,09
Junio	1352,00	222,21	1129,79
Julio	1462,00	282,90	1179,10
Agosto	1404,00	317,44	1086,56
Septiembre	1173,00	260,30	912,70
Octubre	1015,00	238,08	776,92
Noviembre	784,00	243,16	540,84
Diciembre	667,00	260,30	406,70
Total	13230,00	3010,98	10219,02

Tabla 3. 15: Energía generada, autoconsumida e inyectada a red Caso de estudio 3.

Como podemos comprobar la generación anual en este caso de estudio es de 13230 kWh/año con un rendimiento del 81,07 %, de la cual 3010,98 kWh/año es autoconsumida. Teniendo en cuenta que el precio del kWh es de 0,139 €, supone un ahorro de 418,56 € al año por energía autoconsumida. Para el cálculo de los beneficios por la energía inyectada a red, lo realizaremos mediante la modalidad de autoconsumo con inyección en red acogida a compensación.

Autoconsumo con inyección en red acogida a compensación.

Mes	Coste término de potencia	Coste Energía	Total Energía	IVA (21%)	TOTAL
Enero	21,42 €	27,55 €	51,48 €	10,81 €	62,29 €
Febrero	19,35 €	18,42 €	39,70 €	8,34 €	48,03 €
Marzo	21,42 €	0,01 €	22,53 €	4,73 €	27,26 €
Abril	20,73 €	0,00 €	21,79 €	4,58 €	26,37 €
Mayo	21,42 €	0,00 €	22,52 €	4,73 €	27,25 €
Junio	20,73 €	0,00 €	21,79 €	4,58 €	26,37 €
Julio	21,42 €	0,95 €	23,51 €	4,94 €	28,45 €
Agosto	21,42 €	12,89 €	36,06 €	7,57 €	43,64 €
Septiembre	20,73 €	9,48 €	31,76 €	6,67 €	38,43 €
Octubre	21,42 €	11,57 €	34,68 €	7,28 €	41,96 €
Noviembre	20,73 €	24,44 €	47,49 €	9,97 €	57,46 €
Diciembre	21,42 €	34,78 €	59,08 €	12,41 €	71,48 €
TOTAL	252,26 €	140,08 €	412,39 €	86,60 €	498,99 €

Tabla 3. 16: Facturación eléctrica en un año acogida a compensación.

Mediante esta modalidad y con esta instalación supone un ahorro en la factura eléctrica del 1166,09 €, con un coste anual de 498,99 €. En este caso de estudio, con la producción que tenemos cubrimos casi en toda su totalidad el coste de energía a lo largo de todo el año.

3.3. Coste de la instalación.

- Caso de estudio 1.

Elemento	Unidades	Coste Unitario (IVA incluido, 21%)	Coste (IVA incluido, 21%)
Módulos solares FV Modelo Bauer Energy 280W	11	120,43 €	1.324,73 €
Inversor Fronius Primo 8.2-1	1	1.221,42 €	1.221,42 €
Cuadros de protecciones (AC y DC), estructura metálica y cableado	1	600,00 €	600,00 €
Mano de obra, instalación, boletín, etc.	1	800,00 €	800,00 €
TOTAL INSTALACIÓN			3.946,15 €

Tabla 3. 17: Coste instalación Caso de estudio 1.

- Caso de estudio 2.

Elemento	Unidades	Coste Unitario (IVA incluido, 21%)	Coste (IVA incluido, 21%)
Módulos solares FV Modelo Bauer Energy 280W	22	120,43 €	2.649,46 €
Inversor Fronius Primo 6.0-1	1	1.700,00 €	1.700,00 €
Cuadros de protecciones (AC y DC), estructura metálica y cableado	1	600,00 €	600,00 €
Mano de obra, instalación, boletín, etc.	1	900,00 €	900,00 €
TOTAL INSTALACIÓN			5.849,46 €

Tabla 3. 18: Coste instalación Caso de estudio 2.

- Caso de estudio 3.

Elemento	Unidades	Coste Unitario (IVA incluido, 21%)	Coste (IVA incluido, 21%)
Módulos solares FV Modelo Bauer Energy 280W	30	120,43 €	3.612,90 €
Inversor Fronius Primo 8.2-1	1	2.029,02 €	2.029,02 €
Cuadros de protecciones (AC y DC), estructura metálica y cableado	1	600,00 €	600,00 €
Mano de obra, instalación, boletín, etc.	1	1.000,00 €	1.000,00 €
TOTAL INSTALACIÓN			7.241,92 €

Tabla 3. 19: Coste instalación Caso de estudio 3.

3.4. Amortización.

Para la realización del periodo de amortización para cada uno de los casos de estudio a analizar, utilizaremos los resultados obtenidos con los datos del software PVsyst. En la realización del cálculo de la amortización se ha estimado un incremento del 5% anual en el precio de la energía consumida, una pérdida del 1% anual por rendimiento de la instalación y por último hay que sumarle un coste de mantenimiento anual a la instalación fotovoltaica. El periodo de amortización realizado se ha realizado a 20 años.

- Caso de estudio 1

AÑO	Energía generada consumida kWh	Precio energía	Ahorro Factura	Mantenimiento	Ahorro acumulado
0	0	0,139 €		0,00 €	-3.946,15 €
1	3010,98	0,146 €	88,89 €	100,00 €	-3.517,81 €
2	3010,98	0,153 €	88,80 €	100,00 €	-3.067,59 €
3	3010,98	0,161 €	88,71 €	100,00 €	-2.594,38 €
4	3010,98	0,169 €	88,62 €	100,00 €	-2.097,04 €
5	3010,98	0,177 €	88,53 €	100,00 €	-1.574,35 €
6	3010,98	0,186 €	88,44 €	100,00 €	-1.025,05 €
7	3010,98	0,196 €	88,35 €	100,00 €	-447,78 €
8	3010,98	0,205 €	88,27 €	100,00 €	158,84 €
9	3010,98	0,216 €	88,18 €	100,00 €	796,29 €
10	3010,98	0,226 €	88,09 €	100,00 €	1.466,11 €
11	3010,98	0,238 €	88,00 €	100,00 €	2.169,93 €
12	3010,98	0,250 €	87,91 €	100,00 €	2.909,46 €
13	3010,98	0,262 €	87,83 €	100,00 €	3.686,48 €
14	3010,98	0,275 €	87,74 €	100,00 €	4.502,87 €
15	3010,98	0,289 €	87,65 €	100,00 €	5.360,61 €
16	3010,98	0,303 €	87,56 €	100,00 €	6.261,76 €
17	3010,98	0,319 €	87,47 €	100,00 €	7.208,50 €
18	3010,98	0,335 €	87,39 €	100,00 €	8.203,13 €
19	3010,98	0,351 €	87,30 €	100,00 €	9.248,02 €
20	3010,98	0,369 €	87,21 €	100,00 €	10.345,71 €

Tabla 4. 1: Amortización Caso de estudio 1 acogido a compensación.

El periodo de amortización de la instalación es de 7 años y medio, a partir de este periodo hemos recuperado el dinero invertido en la instalación de la planta fotovoltaica.

- Caso de estudio 2.

AÑO	Energía generada consumida kWh	Precio energía	Ingresos	Mantenimiento	Ahorro acumulado
0	0	0,139 €		0,00 €	-5.849,46 €
1	3010,98	0,146 €	336,85 €	150,00 €	-5.223,16 €
2	3010,98	0,153 €	336,51 €	150,00 €	-4.575,22 €
3	3010,98	0,161 €	336,18 €	150,00 €	-3.904,54 €
4	3010,98	0,169 €	335,84 €	150,00 €	-3.209,98 €
5	3010,98	0,177 €	335,51 €	150,00 €	-2.490,32 €
6	3010,98	0,186 €	335,17 €	150,00 €	-1.744,28 €
7	3010,98	0,196 €	334,83 €	150,00 €	-970,54 €
8	3010,98	0,205 €	334,50 €	150,00 €	-167,68 €
9	3010,98	0,216 €	334,17 €	150,00 €	665,75 €
10	3010,98	0,226 €	333,83 €	150,00 €	1.531,32 €
11	3010,98	0,238 €	333,50 €	150,00 €	2.430,64 €
12	3010,98	0,250 €	333,16 €	150,00 €	3.365,42 €
13	3010,98	0,262 €	332,83 €	150,00 €	4.337,44 €
14	3010,98	0,275 €	332,50 €	150,00 €	5.348,60 €
15	3010,98	0,289 €	332,17 €	150,00 €	6.400,85 €
16	3010,98	0,303 €	331,83 €	150,00 €	7.496,27 €
17	3010,98	0,319 €	331,50 €	150,00 €	8.637,04 €
18	3010,98	0,335 €	331,17 €	150,00 €	9.825,45 €
19	3010,98	0,351 €	330,84 €	150,00 €	11.063,88 €
20	3010,98	0,369 €	330,51 €	150,00 €	12.354,87 €

Tabla 4. 2: Amortización Caso de estudio 2 acogido a compensación.

El periodo de amortización de la instalación es de casi 9 años, este periodo de amortización es 2 años superior que al caso de estudio 1, pero la generación de energía eléctrica es superior a este.

- Caso de estudio 3.

AÑO	Energía generada consumida kWh	Precio energía	Ingresos	Mantenimiento	Ahorro acumulado
0	0	0,139 €		0,00 €	-7.241,92 €
1	3010,98	0,146 €	497,47 €	200,00 €	-6.505,00 €
2	3010,98	0,153 €	496,97 €	200,00 €	-5.746,61 €
3	3010,98	0,161 €	496,47 €	200,00 €	-4.965,64 €
4	3010,98	0,169 €	495,97 €	200,00 €	-4.160,94 €
5	3010,98	0,177 €	495,48 €	200,00 €	-3.331,31 €
6	3010,98	0,186 €	494,98 €	200,00 €	-2.475,46 €
7	3010,98	0,196 €	494,49 €	200,00 €	-1.592,06 €
8	3010,98	0,205 €	493,99 €	200,00 €	-679,71 €
9	3010,98	0,216 €	493,50 €	200,00 €	263,06 €
10	3010,98	0,226 €	493,01 €	200,00 €	1.237,80 €
11	3010,98	0,238 €	492,51 €	200,00 €	2.246,13 €
12	3010,98	0,250 €	492,02 €	200,00 €	3.289,77 €
13	3010,98	0,262 €	491,53 €	200,00 €	4.370,49 €
14	3010,98	0,275 €	491,04 €	200,00 €	5.490,18 €
15	3010,98	0,289 €	490,55 €	200,00 €	6.650,81 €
16	3010,98	0,303 €	490,06 €	200,00 €	7.854,46 €
17	3010,98	0,319 €	489,57 €	200,00 €	9.103,30 €
18	3010,98	0,335 €	489,08 €	200,00 €	10.399,61 €
19	3010,98	0,351 €	488,59 €	200,00 €	11.745,79 €
20	3010,98	0,369 €	488,10 €	200,00 €	13.144,36 €

Tabla 4. 3: Amortización Caso de estudio 3 acogido a compensación.

El periodo de amortización de la instalación es de casi 9 años, este periodo de amortización es muy similar al caso de estudio 2, pero la generación de energía eléctrica es superior compensando así la diferencia de coste de la instalación.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Analizando los resultados obtenidos para las tres propuestas de instalación fotovoltaica a instalar, podemos decir que la instalación del caso de estudio 1 queda descartada su instalación ya que con su producción y su periodo de amortización muy cercano al de los casos de estudio 2 y 3, no merecería la pena el desembolso del coste de esta instalación, para los beneficios que vamos a obtener por tenerla instalada. Respecto al caso de estudio 2, nos encontramos en un punto que nos puede ser muy buena opción respecto al caso de estudio 3, por un menor desembolso en el coste de la instalación, pero a pesar de esto por un poco mas de inversión en la instalación podríamos tener cubiertos el coste de la energía de la factura eléctrica. Por lo tanto, la instalación que mejor se adaptaría a nuestra instalación seria la correspondiente al caso de estudio 3, instalación fotovoltaica de 8,4 kWp con una producción anual estimada de 13230 kWh. Suponiendo esta producción un ahorro en la factura eléctrica de 1166 € anuales, siendo la factura anual de aproximadamente 500€ siendo en su gran mayoría pago por termino de potencia. Tiene un periodo de amortización de casi 9 años es la mayor de lo casos analizados pero los beneficios a largo plazo de tener esta instalación son mayores respecto a los otros casos de estudio, de acuerdo al consumo que tiene la oficina objeto de estudio.

5. BIBLIOGRAFIA.

- [1] Agencia Internacional de la Energía, mayo de 2020. Disponible en: <https://www.iea.org/programmes/clean-energy-ministerial>
- [2] España. 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. Consultado mayo de 2020. Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2015-10927
- [3] España, Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. ITC-BT 19 Y ITC-BT 40. Consultado mayo de 2020. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2002-18099>
- [4] España, Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. Consultado mayo de 2020. Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2019-5089
- [5] Autoconsumo al detalle. Consultado mayo de 2020. Disponible en: <http://www.autoconsumoaldetalle.es/wp-content/uploads/2017/03/Ejemplo-FOTVOLTAICA-LEON.pdf>
- [6] Autoconsumo al detalle. Consultado mayo de 2020. Disponible en: <http://www.autoconsumoaldetalle.es/wp-content/uploads/2017/03/Ejemplo-FOTOVOLTAICA-HUELVA.pdf>
- [7] Autoconsumo al detalle. Consultado mayo de 2020. Disponible en: <http://www.autoconsumoaldetalle.es/wp-content/uploads/2017/03/Ejemplo-FOTVOLTAICA-CADIZ.pdf>
- [8] Aplicación de energía solar fotovoltaica para vivienda unifamiliar de bajo consumo energético. Consultado mayo de 2020. Disponible en: <https://www.monografias.com/trabajos-pdf5/aplicacion-energia-solar-fotovoltaica-vivienda-unifamiliar/aplicacion-energia-solar-fotovoltaica-vivienda-unifamiliar.shtml>
- [9] Radiación solar en España. Consultado mayo de 2020. Disponible en: <https://plasol.com/radiacion-solar-en-espana/>

- [10] Efecto fotovoltaico. Consultado mayo de 2020. Disponible en: <https://cumbrepuebloscop20.org/energias/solar/efecto-fotovoltaico/>
- [11] Electrones de valencia silicio. Consultado mayo de 2020. Disponible en: <http://benjamin-quimuca.blogspot.com/2011/11/electrones-de-valencia.html>
- [12] <https://www.certificadosenergeticos.com/tipo-paneles-fotovoltaicos-son-mas-eficientes-rentables>
- [13] Curva características placa fotovoltaica Consultado mayo de 2020. Disponible en: <http://www.energetika.com.ar/Curva%20I-V.html>
- [14] Productos Fronius Consultado mayo de 2020. Disponible en: <https://www.fronius.com/es-es/spain/energia-solar/productos>
- [15] TeknoSolar. Consultado mayo de 2020. Disponible en: <https://www.teknosolar.com/estructura-soporte-placas-solares-72-celulas-para-suelo-regulable-fv915xl/>
- [16] Norma UNE 21123, Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 1: Cables con aislamiento y cubierta de policloruro de vinilo. Consultado mayo de 2020. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0057801>
- [17] Instalaciones de energía solar fotovoltaica. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red. Consultado mayo de 2020. Disponible en: <https://www.idae.es/publicaciones/instalaciones-de-energia-solar-fotovoltaica-pliego-de-condiciones-tecnicas-de-instalaciones>
- [18] España. Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión. Consultado mayo de 2020. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2000-17599>
- [19] Guía profesional de tramitación de autoconsumo según la IDEA. Consultado mayo de 2020. Disponible en: <https://www.idae.es/publicaciones/guia-profesional-de-tramitacion-del-autoconsumo>
- [20] Bauer Energy, mayo de 2020. Disponible en: <https://autosolar.es/paneles-de-conexion-a-red/panel-solar-280w-policristalino-bauer>
- [21] PVGIS, mayo de 2020. Disponible en: <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>

[22] Software PVsyst, mayo de 2020. Disponible en: <https://www.pvsyst.com/>

ANEXO 1: FICHA TÉCNICA INVERSOR.

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging


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 a red

/ 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 [$I_{a, max}$] ($I_{a, max, 2}$)			12 A / 12 A		
Máxima corriente de cortocircuito por serie FV (MPPT, MPPT)			18 A / 18 A		
Mínima tensión de entrada [$U_{a, min}$]			80 V		
Tensión CC mínima de puesta en servicio [$U_{ab, arranque}$]			80 V		
Tensión de entrada nominal [$U_{a, n}$]			710 V		
Máxima tensión de entrada [$U_{a, max}$]			1.000 V		
Rango de tensión MPPT ($U_{a, mppt, min}$ - $U_{a, mppt, max}$)		200 - 800 V		210 - 800 V	240 - 800 V
Número de seguidores MPPT			2		
Número de entradas CC			2 + 2		
Máxima salida del generador FV [$P_{a, max}$]	4,5 kW _{nom}	5,3 kW _{nom}	5,5 kW _{nom}	6,0 kW _{nom}	6,9 kW _{nom}

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 [$P_{a, n}$]	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 [$I_{a, max}$]	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 $\phi_{a, n}$)			0,85 - 1 ind. / exp.		

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 CG+ y 4x CG- bornes rosados 2,5 - 16 mm ²				
Tecnología de conexión principal	Conexión de 3 polos CA bornes rosados 2,5 - 16 mm ²				
Certificados y cumplimiento de normas	DIN V VDE 0126-1/A1, IEC 62109-1/2, IEC 62116, IEC 61727, AS 4777-2, AS 4777-3, GB 3/2, 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 _{acL} 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 _{acL} 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 _{acL} 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 _{acL} 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 50 % P _{acL} 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 _{acL} 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 _{acL} 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 _{acL} 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 Solarweb, 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				

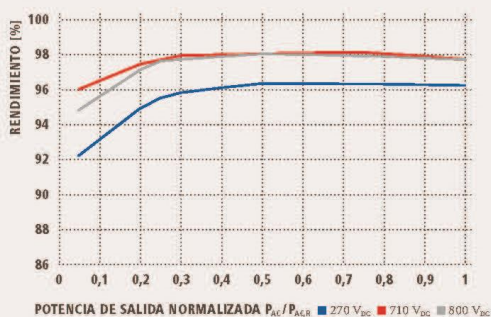
¹⁾ De acuerdo con IEC 62109-1.

²⁾ Y con Umpp mín. / Udcx / Umpp máx.

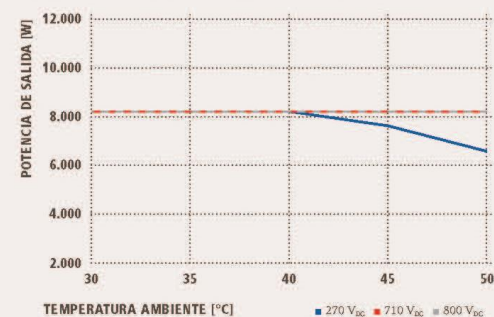
³⁾ También disponible en la versión light.

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 ($I_{d\,máx.1} / I_{d\,máx.2}$)	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 ($U_{d\,mín.1}$)	80 V		
Tensión CC mínima de puesta en servicio ($U_{d0\,arranque}$)	80 V		
Tensión de entrada nominal ($U_{d\,enf.}$)	710 V		
Máxima tensión de entrada ($U_{d\,c\,máx.}$)	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 ($P_{d\,máx.}$)	7,5 kW _{pro}	9,0 kW _{pro}	12,3 kW _{pro}
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	55,7 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 rosados 2,5 - 16 mm²		
Tecnología de conexión principal	Conexión de 3 polos CA bornes rosados 2,5 - 16 mm²		
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, GB 312, G59/3, CEI 0-21, VDE AR N 4105		

¹⁾ De acuerdo con IEC 62109-1.

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

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 %	97,5 %	97,5 %
η con 5 % P_{ACI} ¹⁾	80,8 / 82,5 / 82,5 %	84,6 / 86,5 / 86,0 %	85,5 / 89,0 / 88,5 %
η con 10 % P_{ACI} ¹⁾	89,6 / 94,8 / 93,1 %	90,5 / 95,5 / 94,6 %	92,2 / 96,0 / 94,8 %
η con 20 % P_{ACI} ¹⁾	93,4 / 97,2 / 96,2 %	94,0 / 97,2 / 96,8 %	94,9 / 97,4 / 97,2 %
η con 25 % P_{ACI} ¹⁾	94,1 / 97,3 / 96,8 %	94,7 / 97,4 / 97,0 %	95,5 / 97,7 / 97,6 %
η con 30 % P_{ACI} ¹⁾	94,7 / 97,4 / 97,0 %	95,1 / 97,6 / 97,3 %	95,8 / 97,9 / 97,7 %
η con 50 % P_{ACI} ¹⁾	95,8 / 97,9 / 97,7 %	96,0 / 97,9 / 97,8 %	96,3 / 98,0 / 98,0 %
η con 75 % P_{ACI} ¹⁾	96,1 / 98,0 / 97,9 %	96,2 / 98,0 / 98,0 %	96,3 / 98,1 / 97,9 %
η con 100 % P_{ACI} 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 Solarweb, 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 Umpp min. / Udcx / Umpp 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 BS

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

BS v01 Oct 2016

Título e imágenes según el estado técnico en el momento de la impresión. Sujeto a modificaciones.
No podemos garantizar la exactitud de todos los datos a pesar de su cuidadosa edición, declinamos por ello cualquier responsabilidad. Copyright © 2011 Fronius™. Todos los derechos reservados.

ANEXO 2: FICHA TÉCNICA PANEL SOLAR BAUER ENERGY 280W BSP 280P.



PANEL SOLAR 280W 60 CÉLULAS POLICRISTALINO

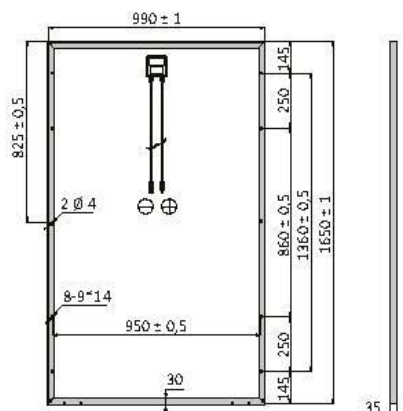
BSP280P

Características

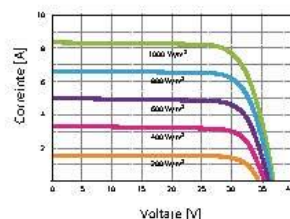
Tamaño del módulo	1650 x 990 x 35 mm
Células	60 piezas policristalinas (156 x 156 mm)
Cristal	Bajo contenido en hierro y templado (3,2 mm)
Potencia máxima (Wp)	280W
Cable	90cm, 4mm ²
Voltaje en circuito abierto (Voc)	37.8V
Intensidad en cortocircuito (Isc)	9.36A
Voltaje a máxima potencia (Vm)	32.2V
Intensidad a máxima potencia (Im)	8.7A
Condiciones del test	1000W/m ² , 25°C, AM 1.5
Voltaje máximo sistema	1000Vdc
Coefficiente temperatura – Isc	+0.08558%
Coefficiente temperatura – Voc	-0.29506%
Coefficiente temperatura – Pmpp	-0.38001%
Temperatura normal trabajo célula	45°C
Eficiencia del módulo	17.1%
Certificados de producto	TUV(IEC 61215, IEC 61730), CE
Certificados de la empresa	ISO9001, ISO14001, ISO18001
Peso	17.75Kg
Garantía del producto	10 años
Garantía de potencia	25 años



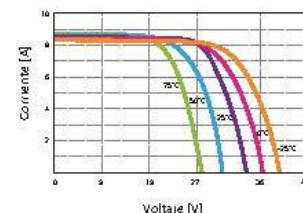
Esquemas



Curvas



Características de los módulos a temperaturas constantes de 25°C y niveles variables de irradiación



Características de los módulos a temperaturas variables e irradiación constante de 1.000W/m²

Bauer Energy
info@bauer-energy.com
www.bauer-energy.com



Fabricado por CRA SOLAR

ANEXO 3: TABLAS.

Mes	Días	Termino de potencia (kW)	Precio potencia	Coste termino de potencia	Energía consumida (kWh)	Precio energía (€/KWh)	Coste energia consumida	Subtotal	Impuesto electrico (5,11%)	Total Energía	IVA (21%)	TOTAL
Enero	31	6	0,12 €	21,42 €	648,00	0,139 €	90,26 €	111,68 €	5,71 €	117,39 €	24,65 €	142,04 €
Febrero	28	6	0,12 €	19,35 €	600,00	0,139 €	83,57 €	102,92 €	5,26 €	108,18 €	22,72 €	130,90 €
Marzo	31	6	0,12 €	21,42 €	564,80	0,139 €	78,67 €	100,09 €	5,11 €	105,21 €	22,09 €	127,30 €
Abril	30	6	0,12 €	20,73 €	585,60	0,139 €	81,57 €	102,30 €	5,23 €	107,53 €	22,58 €	130,11 €
Mayo	31	6	0,12 €	21,42 €	592,00	0,139 €	82,46 €	103,88 €	5,31 €	109,19 €	22,93 €	132,12 €
Junio	30	6	0,12 €	20,73 €	560,00	0,139 €	78,00 €	98,73 €	5,05 €	103,78 €	21,79 €	125,57 €
Julio	31	6	0,12 €	21,42 €	712,96	0,139 €	99,31 €	120,73 €	6,17 €	126,90 €	26,65 €	153,55 €
Agosto	31	6	0,12 €	21,42 €	800,00	0,139 €	111,43 €	132,86 €	6,79 €	139,64 €	29,33 €	168,97 €
Septiembre	30	6	0,12 €	20,73 €	656,00	0,139 €	91,37 €	112,11 €	5,73 €	117,84 €	24,75 €	142,58 €
Octubre	31	6	0,12 €	21,42 €	600,00	0,139 €	83,57 €	105,00 €	5,37 €	110,36 €	23,18 €	133,54 €
Noviembre	30	6	0,12 €	20,73 €	612,80	0,139 €	85,36 €	106,09 €	5,42 €	111,51 €	23,42 €	134,93 €
Diciembre	31	6	0,12 €	21,42 €	656,00	0,139 €	91,37 €	112,80 €	5,76 €	118,56 €	24,90 €	143,46 €
TOTAL	365	72		252,26 €	7588,16		1.056,94 €	1.309,20 €	66,90 €	1.376,10 €	288,98 €	1.665,08 €

Anexo 3. Tabla 1: Factura eléctrica detalle año 2019. (Tabla 1.3).

Mes	Días	Término de potencia (kW)	Precio potencia (€/kW/día)	Coste término de potencia	Energía consumida (kWh)	Precio energía (€/kWh)	Coste energía consumida	Energía inyectada a red (kWh)	Precio venta energía (0,05€/kWh)	Coste Energía	Subtotal	Impuesto eléctrico (5,11%)	Total Energía	IVA (21%)	TOTAL
Enero	31	6	0,12 €	21,42 €	390,87	0,139 €	54,44 €	153,18	7,66 €	46,79 €	68,21 €	3,49 €	71,70 €	15,06 €	86,75 €
Febrero	28	6	0,12 €	19,35 €	361,92	0,139 €	50,41 €	167,15	8,36 €	42,05 €	61,41 €	3,14 €	64,54 €	13,55 €	78,10 €
Marzo	31	6	0,12 €	21,42 €	340,69	0,139 €	47,45 €	305,78	15,29 €	32,16 €	53,59 €	2,74 €	56,33 €	11,83 €	68,16 €
Abril	30	6	0,12 €	20,73 €	353,23	0,139 €	49,20 €	315,97	15,80 €	33,40 €	54,14 €	2,77 €	56,90 €	11,95 €	68,85 €
Mayo	31	6	0,12 €	21,42 €	357,09	0,139 €	49,74 €	385,83	19,29 €	30,45 €	51,87 €	2,65 €	54,52 €	11,45 €	65,97 €
Junio	30	6	0,12 €	20,73 €	337,79	0,139 €	47,05 €	403,26	20,16 €	26,89 €	47,62 €	2,43 €	50,05 €	10,51 €	60,57 €
Julio	31	6	0,12 €	21,42 €	430,06	0,139 €	59,90 €	388,68	19,43 €	40,47 €	61,89 €	3,16 €	65,06 €	13,66 €	78,72 €
Agosto	31	6	0,12 €	21,42 €	482,56	0,139 €	67,21 €	323,25	16,16 €	51,05 €	72,48 €	3,70 €	76,18 €	16,00 €	92,18 €
Septiembre	30	6	0,12 €	20,73 €	395,70	0,139 €	55,12 €	289,00	14,45 €	40,67 €	61,40 €	3,14 €	64,54 €	13,55 €	78,09 €
Octubre	31	6	0,12 €	21,42 €	361,92	0,139 €	50,41 €	237,95	11,90 €	38,51 €	59,94 €	3,06 €	63,00 €	13,23 €	76,23 €
Noviembre	30	6	0,12 €	20,73 €	369,64	0,139 €	51,49 €	132,95	6,65 €	44,84 €	65,57 €	3,35 €	68,92 €	14,47 €	83,40 €
Diciembre	31	6	0,12 €	21,42 €	419,80	0,139 €	58,47 €	113,32	5,67 €	52,81 €	74,23 €	3,79 €	78,03 €	16,39 €	94,41 €
TOTAL				252,26 €	4601,28		640,90 €	3216,32	160,82 €	480,09 €	732,35 €	37,42 €	769,77 €	161,65 €	931,42 €

Anexo 3. **Tabla 2:** Factura eléctrica detalle caso de estudio 1 acogida a compensación IDAE. (Tabla 3.3).

Mes	Días	Término de potencia (kW)	Precio potencia (€/kW/día)	Coste término de potencia	Energía consumida (kWh)	Precio energía (€/kWh)	Coste energía consumida	Energía inyectada a red (kWh)	Precio venta energía (0,05€/kWh)	Coste Energía	Subtotal	Impuesto eléctrico (5,11%)	Total Energía	IVA (21%)	TOTAL
Enero	31	6	0,12 €	21,42 €	390,87	0,139 €	54,44 €	554,62	27,73 €	26,71 €	48,14 €	2,46 €	50,60 €	10,63 €	61,22 €
Febrero	28	6	0,12 €	19,35 €	361,92	0,139 €	50,41 €	563,66	28,18 €	22,23 €	41,58 €	2,12 €	43,70 €	9,18 €	52,88 €
Marzo	31	6	0,12 €	21,42 €	340,69	0,139 €	47,45 €	823,03	41,15 €	6,30 €	27,73 €	1,42 €	29,14 €	6,12 €	35,26 €
Abril	30	6	0,12 €	20,73 €	353,23	0,139 €	49,20 €	849,93	42,50 €	6,70 €	27,44 €	1,40 €	28,84 €	6,06 €	34,90 €
Mayo	31	6	0,12 €	21,42 €	357,09	0,139 €	49,74 €	988,49	49,42 €	0,31 €	21,74 €	1,11 €	22,85 €	4,80 €	27,65 €
Junio	30	6	0,12 €	20,73 €	337,79	0,139 €	47,05 €	1008,31	50,42 €	0,00 €	20,73 €	1,06 €	21,79 €	4,58 €	26,37 €
Julio	31	6	0,12 €	21,42 €	430,06	0,139 €	59,90 €	1036,72	51,84 €	8,07 €	29,49 €	1,51 €	31,00 €	6,51 €	37,51 €
Agosto	31	6	0,12 €	21,42 €	482,56	0,139 €	67,21 €	941,78	47,09 €	20,13 €	41,55 €	2,12 €	43,67 €	9,17 €	52,85 €
Septiembre	30	6	0,12 €	20,73 €	395,70	0,139 €	55,12 €	821,04	41,05 €	14,06 €	34,80 €	1,78 €	36,58 €	7,68 €	44,26 €
Octubre	31	6	0,12 €	21,42 €	361,92	0,139 €	50,41 €	700,44	35,02 €	15,39 €	36,81 €	1,88 €	38,70 €	8,13 €	46,82 €
Noviembre	30	6	0,12 €	20,73 €	369,64	0,139 €	51,49 €	499,98	25,00 €	26,49 €	47,22 €	2,41 €	49,63 €	10,42 €	60,06 €
Diciembre	31	6	0,12 €	21,42 €	395,70	0,139 €	55,12 €	478,69	23,93 €	31,18 €	52,61 €	2,69 €	55,29 €	11,61 €	66,91 €
TOTAL	365	72		252,26 €	4577,18		637,55 €	9266,70	463,33 €	177,58 €	429,84 €	21,96 €	451,80 €	94,88 €	546,68 €

Anexo 3. Tabla 3: Factura eléctrica detalle caso de estudio 2 acogida a compensación IDAE. (Tabla 3.5)

Mes	Días	Término de potencia (kW)	Precio potencia (€/kW/día)	Coste término de potencia	Energía consumida (kWh)	Precio energía (€/kWh)	Coste energía consumida	Energía inyectada a red (kWh)	Precio venta energía (0,05€/kWh)	Coste Energía	Subtotal	Impuesto eléctrico (5,11%)	Total Energía	IVA (21%)	TOTAL
Enero	31	6	0,12 €	21,42 €	390,87	0,139 €	54,44 €	849,80	42,49 €	11,95 €	33,38 €	1,71 €	35,08 €	7,37 €	42,45 €
Febrero	28	6	0,12 €	19,35 €	361,92	0,139 €	50,41 €	855,20	42,76 €	7,65 €	27,00 €	1,38 €	28,38 €	5,96 €	34,34 €
Marzo	31	6	0,12 €	21,42 €	340,69	0,139 €	47,45 €	1203,81	60,19 €	0,00 €	21,42 €	1,09 €	22,52 €	4,73 €	27,25 €
Abril	30	6	0,12 €	20,73 €	353,23	0,139 €	49,20 €	1243,49	62,17 €	0,00 €	20,73 €	1,06 €	21,79 €	4,58 €	26,37 €
Mayo	31	6	0,12 €	21,42 €	357,09	0,139 €	49,74 €	1433,36	71,67 €	0,00 €	21,42 €	1,09 €	22,52 €	4,73 €	27,25 €
Junio	30	6	0,12 €	20,73 €	337,79	0,139 €	47,05 €	1455,77	72,79 €	0,00 €	20,73 €	1,06 €	21,79 €	4,58 €	26,37 €
Julio	31	6	0,12 €	21,42 €	430,06	0,139 €	59,90 €	1516,58	75,83 €	0,00 €	21,42 €	1,09 €	22,52 €	4,73 €	27,25 €
Agosto	31	6	0,12 €	21,42 €	482,56	0,139 €	67,21 €	1399,67	69,98 €	0,00 €	21,42 €	1,09 €	22,52 €	4,73 €	27,25 €
Septiembre	30	6	0,12 €	20,73 €	395,70	0,139 €	55,12 €	1214,26	60,71 €	0,00 €	20,73 €	1,06 €	21,79 €	4,58 €	26,37 €
Octubre	31	6	0,12 €	21,42 €	361,92	0,139 €	50,41 €	1041,72	52,09 €	0,00 €	21,42 €	1,09 €	22,52 €	4,73 €	27,25 €
Noviembre	30	6	0,12 €	20,73 €	369,64	0,139 €	51,49 €	770,22	38,51 €	12,98 €	33,71 €	1,72 €	35,43 €	7,44 €	42,87 €
Diciembre	31	6	0,12 €	21,42 €	395,70	0,139 €	55,12 €	747,42	37,37 €	17,75 €	39,17 €	2,00 €	41,17 €	8,65 €	49,82 €
TOTAL	365	72		252,26 €	4577,18		637,55 €	13731,31	686,57 €	50,33 €	302,59 €	15,46 €	318,05 €	66,79 €	384,84 €

Anexo 3. Tabla 4: Factura eléctrica detalle caso de estudio 3 acogida a compensación IDAE. (Tabla 3.7).

Mes	Días	Término de potencia (kW)	Precio potencia (€/kW/día)	Coste término de potencia	Energía consumida (kWh)	Precio energía (€/kWh)	Coste energía consumida	Energía inyectada a red (kWh)	Precio venta energía (0,05€/kWh)	Coste Energía	Subtotal	Impuesto eléctrico (5,11%)	Total Energía	IVA (21%)	TOTAL
Enero	31	6	0,12 €	21,42 €	361,70	0,139 €	50,38 €	29,17	1,46	48,92	70,35 €	3,59 €	73,94 €	15,53 €	89,47 €
Febrero	28	6	0,12 €	19,35 €	283,50	0,139 €	39,49 €	78,42	3,92	35,57	54,92 €	2,81 €	57,72 €	12,12 €	69,85 €
Marzo	31	6	0,12 €	21,42 €	340,69	0,139 €	47,45 €	198,89	9,94	37,51	58,93 €	3,01 €	61,95 €	13,01 €	74,95 €
Abril	30	6	0,12 €	20,73 €	353,23	0,139 €	49,20 €	208,43	10,42	38,78	59,51 €	3,04 €	62,55 €	13,14 €	75,69 €
Mayo	31	6	0,12 €	21,42 €	357,09	0,139 €	49,74 €	234,89	11,74	37,99	59,42 €	3,04 €	62,46 €	13,12 €	75,57 €
Junio	30	6	0,12 €	20,73 €	337,79	0,139 €	47,05 €	265,19	13,26	33,79	54,52 €	2,79 €	57,31 €	12,04 €	69,35 €
Julio	31	6	0,12 €	21,42 €	430,06	0,139 €	59,90 €	244,10	12,20	47,70	69,12 €	3,53 €	72,65 €	15,26 €	87,91 €
Agosto	31	6	0,12 €	21,42 €	482,56	0,139 €	67,21 €	189,16	9,46	57,76	79,18 €	4,05 €	83,23 €	17,48 €	100,71 €
Septiembre	30	6	0,12 €	20,73 €	395,70	0,139 €	55,12 €	162,80	8,14	46,98	67,71 €	3,46 €	71,17 €	14,95 €	86,12 €
Octubre	31	6	0,12 €	21,42 €	361,92	0,139 €	50,41 €	127,72	6,39	44,03	65,45 €	3,34 €	68,79 €	14,45 €	83,24 €
Noviembre	30	6	0,12 €	20,73 €	330,70	0,139 €	46,06 €	38,94	1,95	44,12	64,85 €	3,31 €	68,16 €	14,31 €	82,48 €
Diciembre	31	6	0,12 €	21,42 €	395,70	0,139 €	55,12 €	0,00	0,00	55,12	76,54 €	3,91 €	80,45 €	16,89 €	97,35 €
TOTAL	365			252,26 €	4430,64		617,14 €	1777,72	88,89	528,25	780,51 €	39,88 €	820,39 €	172,28 €	992,68 €

Anexo 3. Tabla 5: Factura eléctrica detalle caso de estudio 1 acogida a compensación PVsyst. (Tabla 3.10).

Mes	Días	Término de potencia (kW)	Precio potencia (€/kW/día)	Coste término de potencia	Energía consumida (kWh)	Precio energía (€/kWh)	Coste energía consumida	Energía inyectada a red (kWh)	Precio venta energía (0,05€/kWh)	Coste Energía	Subtotal	Impuesto eléctrico (5,11%)	Total Energía	IVA (21%)	TOTAL
Enero	31	6	0,12 €	21,42 €	390,87	0,139 €	54,44 €	327,87	16,39	38,05	59,48 €	3,04 €	62,51 €	13,13 €	75,64 €
Febrero	28	6	0,12 €	19,35 €	361,92	0,139 €	50,41 €	407,92	20,40	30,02	49,37 €	2,52 €	51,89 €	10,90 €	62,79 €
Marzo	31	6	0,12 €	21,42 €	340,69	0,139 €	47,45 €	639,89	31,99	15,46	36,88 €	1,88 €	38,77 €	8,14 €	46,91 €
Abril	30	6	0,12 €	20,73 €	353,23	0,139 €	49,20 €	668,63	33,43	15,77	36,50 €	1,87 €	38,37 €	8,06 €	46,43 €
Mayo	31	6	0,12 €	21,42 €	357,09	0,139 €	49,74 €	726,09	36,30	13,43	34,86 €	1,78 €	36,64 €	7,69 €	44,33 €
Junio	30	6	0,12 €	20,73 €	337,79	0,139 €	47,05 €	774,79	38,74	8,31	29,04 €	1,48 €	30,53 €	6,41 €	36,94 €
Julio	31	6	0,12 €	21,42 €	430,06	0,139 €	59,90 €	795,10	39,75	20,15	41,57 €	2,12 €	43,70 €	9,18 €	52,87 €
Agosto	31	6	0,12 €	21,42 €	482,56	0,139 €	67,21 €	718,56	35,93	31,29	52,71 €	2,69 €	55,41 €	11,64 €	67,04 €
Septiembre	30	6	0,12 €	20,73 €	395,70	0,139 €	55,12 €	604,70	30,23	24,88	45,61 €	2,33 €	47,95 €	10,07 €	58,01 €
Octubre	31	6	0,12 €	21,42 €	361,92	0,139 €	50,41 €	509,92	25,50	24,92	46,34 €	2,37 €	48,71 €	10,23 €	58,94 €
Noviembre	30	6	0,12 €	20,73 €	369,64	0,139 €	51,49 €	333,84	16,69	34,79	55,53 €	2,84 €	58,37 €	12,26 €	70,62 €
Diciembre	31	6	0,12 €	21,42 €	395,70	0,139 €	55,12 €	229,70	11,48	43,63	65,06 €	3,32 €	68,38 €	14,36 €	82,74 €
TOTAL	365			252,26 €	4577,18		637,55 €	6737,02	336,85	300,70	552,95 €	28,26 €	581,21 €	122,05 €	703,26 €

Anexo 3. Tabla 6: Factura eléctrica detalle caso de estudio 2 acogida a compensación PVsyst. (Tabla 3.13).

Mes	Días	Término de potencia (kW)	Precio potencia (€/kW/día)	Coste término de potencia	Energía consumida (kWh)	Precio energía (€/kWh)	Coste energía consumida	Energía inyectada a red (kWh)	Precio venta energía (0,05€/kWh)	Coste Energía	Subtotal	Impuesto eléctrico (5,11%)	Total Energía	IVA (21%)	TOTAL
Enero	31	6	0,12 €	21,42 €	390,87	0,139 €	54,44 €	537,87	26,89	27,55	48,98 €	2,50 €	51,48 €	10,81 €	62,29 €
Febrero	28	6	0,12 €	19,35 €	361,92	0,139 €	50,41 €	639,92	32,00	18,42	37,77 €	1,93 €	39,70 €	8,34 €	48,03 €
Marzo	31	6	0,12 €	21,42 €	340,69	0,139 €	47,45 €	948,89	47,44	0,01	21,43 €	1,10 €	22,53 €	4,73 €	27,26 €
Abril	30	6	0,12 €	20,73 €	353,23	0,139 €	49,20 €	989,63	49,48	0,00	20,73 €	1,06 €	21,79 €	4,58 €	26,37 €
Mayo	31	6	0,12 €	21,42 €	357,09	0,139 €	49,74 €	1070,09	53,50	0,00	21,42 €	1,09 €	22,52 €	4,73 €	27,25 €
Junio	30	6	0,12 €	20,73 €	337,79	0,139 €	47,05 €	1129,79	56,49	0,00	20,73 €	1,06 €	21,79 €	4,58 €	26,37 €
Julio	31	6	0,12 €	21,42 €	430,06	0,139 €	59,90 €	1179,10	58,95	0,95	22,37 €	1,14 €	23,51 €	4,94 €	28,45 €
Agosto	31	6	0,12 €	21,42 €	482,56	0,139 €	67,21 €	1086,56	54,33	12,89	34,31 €	1,75 €	36,06 €	7,57 €	43,64 €
Septiembre	30	6	0,12 €	20,73 €	395,70	0,139 €	55,12 €	912,70	45,63	9,48	30,21 €	1,54 €	31,76 €	6,67 €	38,43 €
Octubre	31	6	0,12 €	21,42 €	361,92	0,139 €	50,41 €	776,92	38,85	11,57	32,99 €	1,69 €	34,68 €	7,28 €	41,96 €
Noviembre	30	6	0,12 €	20,73 €	369,64	0,139 €	51,49 €	540,84	27,04	24,44	45,18 €	2,31 €	47,49 €	9,97 €	57,46 €
Diciembre	31	6	0,12 €	21,42 €	395,70	0,139 €	55,12 €	406,70	20,33	34,78	56,21 €	2,87 €	59,08 €	12,41 €	71,48 €
TOTAL	365			252,26 €	4577,18		637,55 €	10219,02	510,95	140,08	392,34 €	20,05 €	412,39 €	86,60 €	498,99 €

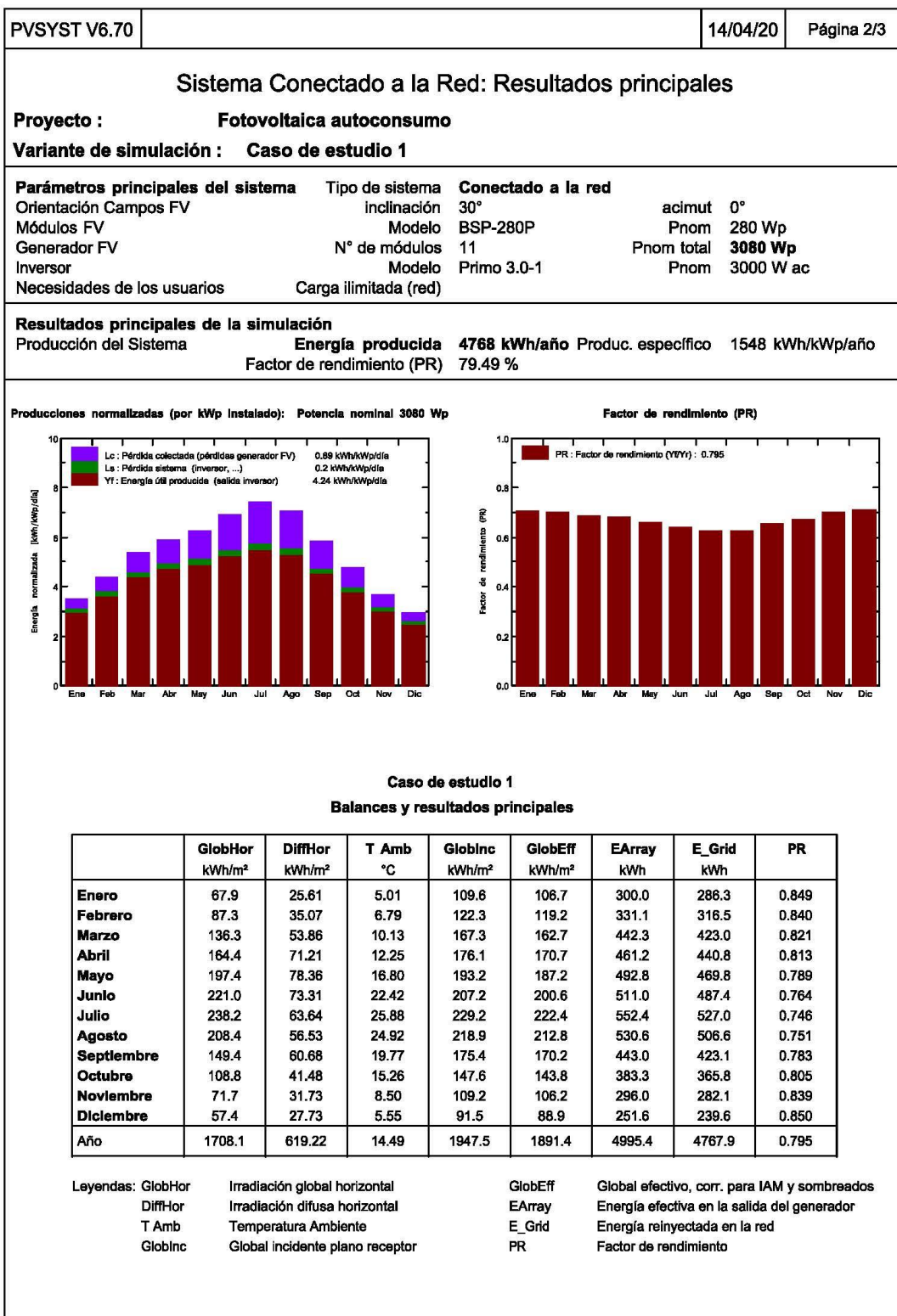
Anexo 3. Tabla 7: Factura eléctrica detalle caso de estudio 3 acogida a compensación PVsyst. (Tabla 3.16).

ANEXO 4: INFORMES SIMULACIONES PVSYS

Informe PVsyst caso de estudio 1

PVSYS V6.70			14/04/20	Página 1/3
Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación				
Proyecto : Fotovoltaica autoconsumo				
Lugar geográfico	Albacete	País	Espana	
Ubicación	Latitud	38.95° N	Longitud	-1.85° W
Hora definido como	Hora Legal	Huso hor. UT+1	Altitud	699 m
	Albedo	0.20		
Datos climatológicos:	Albacete	Meteonorm 7.1		
Variante de simulación : Caso de estudio 1				
	Fecha de simulación	14/04/20 16h17		
Parámetros de la simulación	Tipo de sistema	No 3D scene defined		
Orientación Plano Receptor	Inclinación	30°	Acimut	0°
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm
Perfil obstáculos	Sin perfil de obstáculos			
Sombras cercanas	Sin sombreado			
Características generador FV				
Módulo FV	Si-poly	Modelo	BSP-280P	
Custom parameters definition		Fabricante	Bauer Solartechnik	
Número de módulos FV		En serie	11 módulos	En paralelo 1 cadenas
N° total de módulos FV		N° módulos	11	Pnom unitaria 280 Wp
Potencia global generador		Nominal (STC)	3080 Wp	En cond. funciona. 2763 Wp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	312 V	I mpp 8.9 A
Superficie total		Superficie módulos	18.0 m²	Superf. célula 16.1 m²
Inversor				
Original PVsyst database		Modelo	Primo 3.0-1	
Características		Fabricante	Fronius International	
		Tensión Funciona.	80-800 V	Pnom unitaria 3.00 kWac
Banco de inversores		N° de inversores	1 unidades	Potencia total 3.0 kWac
				Relación Pnom 1.03
Factores de pérdida Generador FV				
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado	Res. global generador	592 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de Pérdidas	3.0 %
Pérdidas Mismatch Módulos			Fracción de Pérdidas	1.0 % en MPP
Strings Mismatch loss			Fracción de Pérdidas	0.10 %
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo	0.05
Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)				

Traducción sin garantía. Sólo el texto inglés está garantizado.



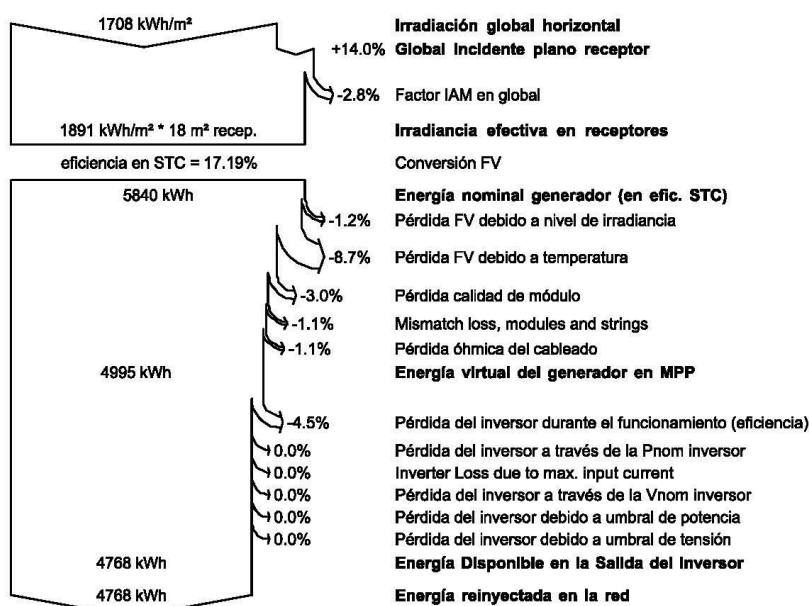
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Fotovoltaica autoconsumo

Variante de simulación : Caso de estudio 1

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	BSP-280P	Pnom	280 Wp
Generador FV	N° de módulos	11	Pnom total	3080 Wp
Inversor	Modelo	Primo 3.0-1	Pnom	3000 W ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

Diagrama de pérdida durante todo el año

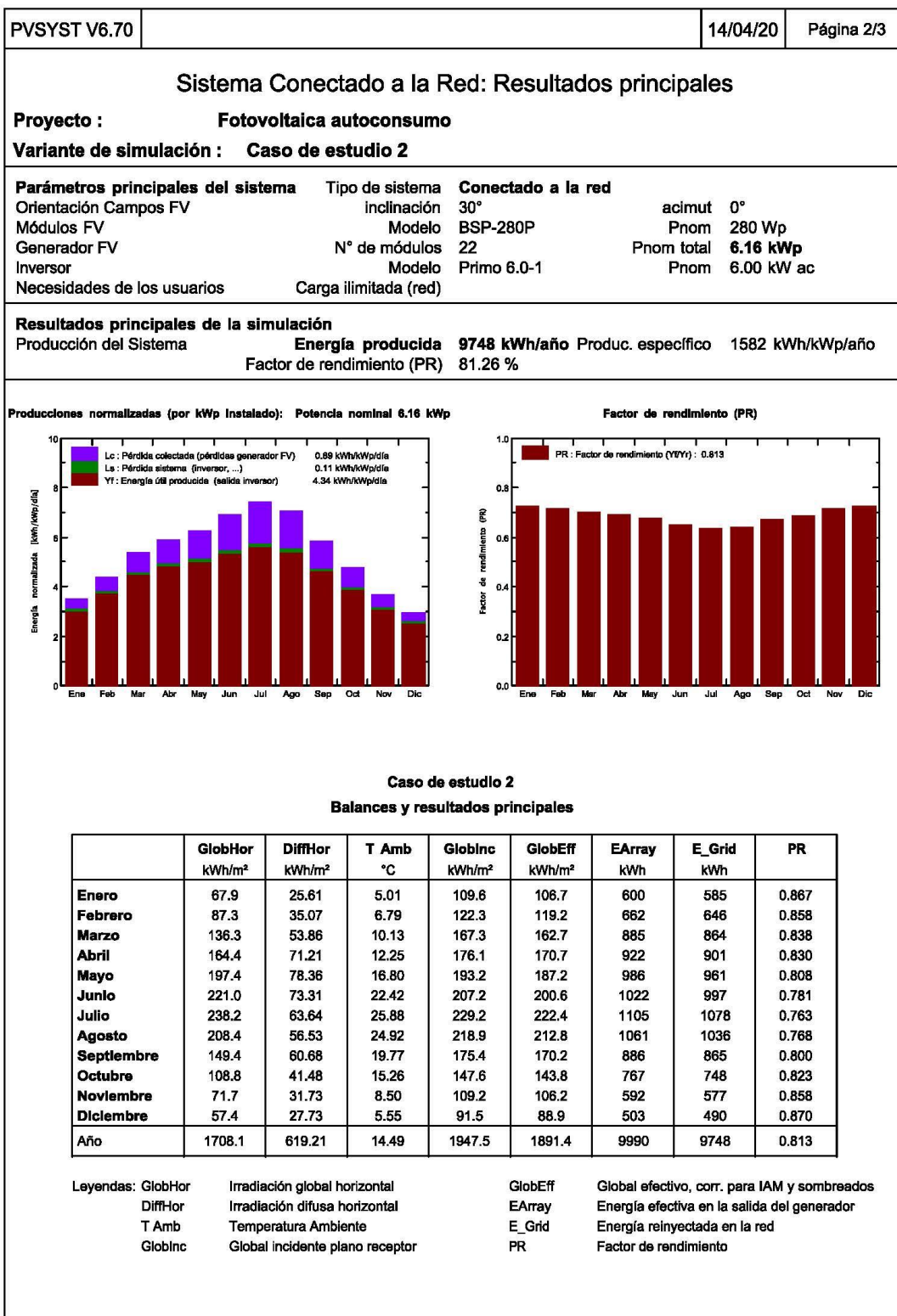


Traducción sin garantía. Sólo el texto inglés está garantizado.

Informe PVsyst caso de estudio 2

PVSYST V6.70			14/04/20	Página 1/3
Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación				
Proyecto : Fotovoltaica autoconsumo				
Lugar geográfico	Albacete		País	España
Ubicación	Latitud	38.95° N	Longitud	-1.85° W
Hora definido como	Hora Legal	Huso hor. UT+1	Altitud	699 m
Datos climatológicos:	Albedo	0.20		
	Meteorología	Meteonorm 7.1		
Variante de simulación : Caso de estudio 2				
	Fecha de simulación	14/04/20 16h20		
Parámetros de la simulación	Tipo de sistema	No 3D scene defined		
Orientación Plano Receptor	Inclinación	30°	Acimut	0°
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm
Perfil obstáculos	Sin perfil de obstáculos			
Sombras cercanas	Sin sombreado			
Características generador FV				
Módulo FV	Si-poly	Modelo	BSP-280P	
Custom parameters definition		Fabricante	Bauer Solartechnik	
Número de módulos FV	En serie	22 módulos	En paralelo	1 cadenas
Nº total de módulos FV	Nº módulos	22	Pnom unitaria	280 Wp
Potencia global generador	Nominal (STC)	6.16 kWp	En cond. funciona.	5.53 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)	V mpp	623 V	I mpp	8.9 A
Superficie total	Superficie módulos	35.9 m²	Superf. célula	32.1 m²
Inversor				
Original PVsyst database	Modelo	Primo 6.0-1		
Características	Fabricante	Fronius International		
	Tensión Funciona.	80-800 V	Pnom unitaria	6.00 kWac
Banco de inversores	Nº de inversores	1 unidades	Potencia total	6.0 kWac
			Relación Pnom	1.03
Factores de pérdida Generador FV				
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado	Res. global generador	1184 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de Pérdidas	3.0 %
Pérdidas Mismatch Módulos			Fracción de Pérdidas	1.0 % en MPP
Strings Mismatch loss			Fracción de Pérdidas	0.10 %
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo	0.05
Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)				

Traducción sin garantía. Sólo el texto inglés está garantizado.



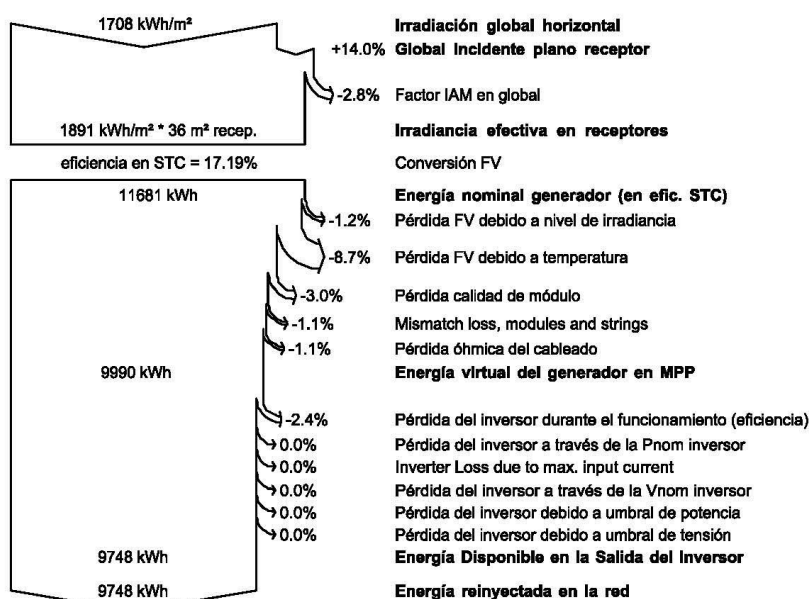
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Fotovoltaica autoconsumo

Variante de simulación : Caso de estudio 2

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	BSP-280P	Pnom	280 Wp
Generador FV	N° de módulos	22	Pnom total	6.16 kWp
Inversor	Modelo	Primo 6.0-1	Pnom	6.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

Diagrama de pérdida durante todo el año



Traducción sin garantía. Sólo el texto inglés está garantizado.

Informe PVsyst caso de estudio 3

PVSYST V6.70		12/05/20	Página 1/3
--------------	--	----------	------------

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : **Fotovoltaica autoconsumo**

Lugar geográfico **Albacete** **País** **Espana**

Ubicación Latitud 38.95° N Longitud -1.85° W
 Hora definido como Hora Legal Huso hor. UT+1 Altitud 699 m
 Albedo 0.20

Datos climatológicos: **Albacete** Meteonorm 7.1

Variante de simulación : **Caso de estudio 3**
 Fecha de simulación 12/05/20 19h48

Parámetros de la simulación Tipo de sistema **No 3D scene defined**

Orientación Plano Receptor Inclclinación 30° Acimut 0°

Modelos empleados Transposición Perez Difuso Perez, Meteonorm

Perfil obstáculos Sin perfil de obstáculos

Sombras cercanas Sin sombreado

Características generador FV

Módulo FV	Si-poly	Modelo	BSP-280P	
Custom parameters definition		Fabricante	Bauer Solartechnik	
Número de módulos FV		En serie	15 módulos	En paralelo 2 cadenas
N° total de módulos FV		N° módulos	30	Pnom unitaria 280 Wp
Potencia global generador		Nominal (STC)	8.40 kWp	En cond. funciona. 7.54 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	425 V	1 mpp 18 A
Superficie total		Superficie módulos	49.0 m²	Superf. célula 43.8 m²

Inversor Modelo **Primo 8.2-1**

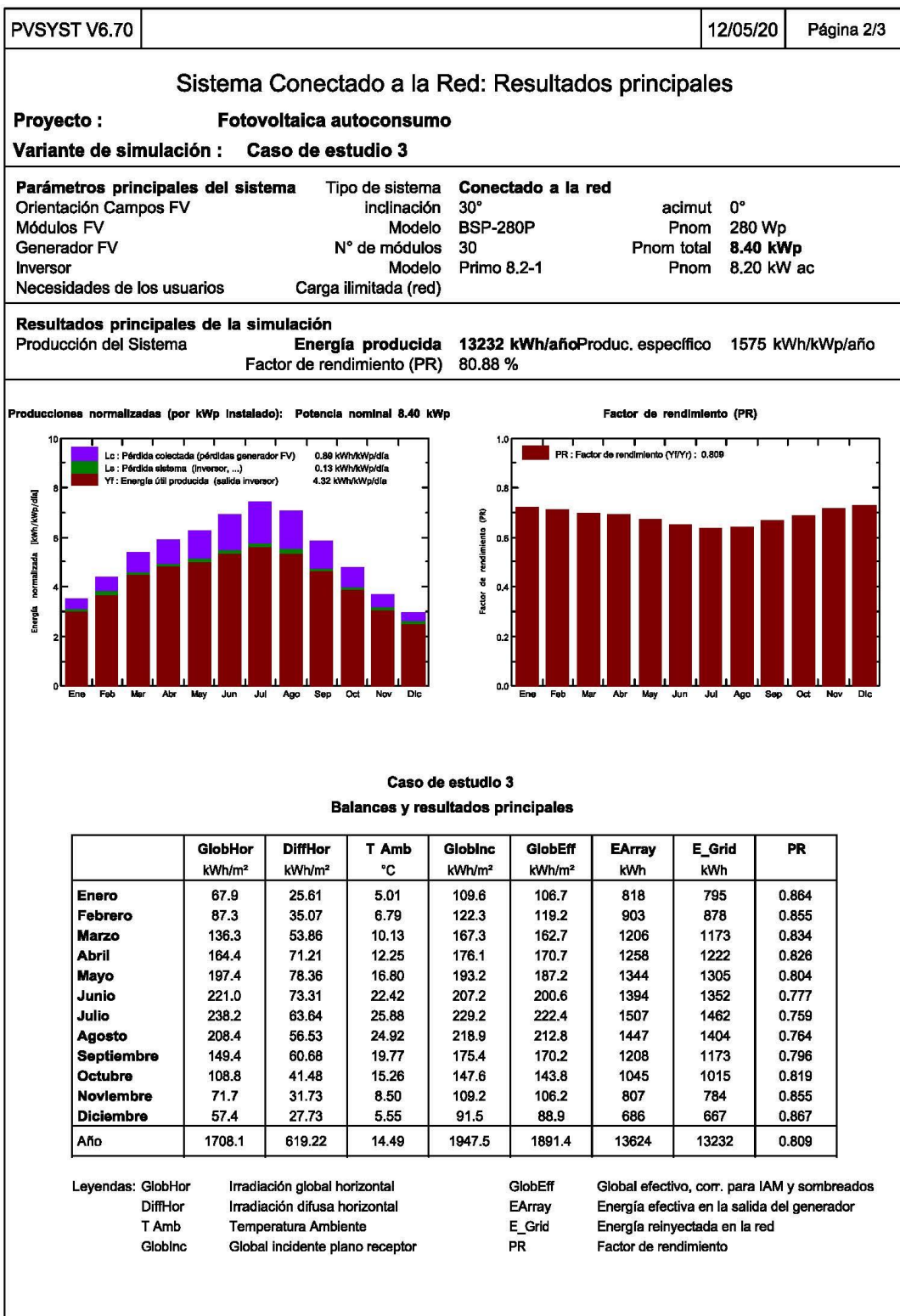
Original PVsyst database	Fabricante	Fronius International		
Características	Tensión Funciona.	80-800 V	Pnom unitaria	8.20 kWac
Banco de inversores	N° de inversores	2 * MPPT 50 %	Potencia total	8.2 kWac
			Relación Pnom	1.02

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado	Res. global generador	404 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de Pérdidas	3.0 %
Pérdidas Mismatch Módulos			Fracción de Pérdidas	1.0 % en MPP
Strings Mismatch loss			Fracción de Pérdidas	0.10 %
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo	0.05

Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)

Traducción sin garantía. Sólo el texto inglés está garantizado.



Traducción sin garantía. Sólo el texto inglés está garantizado.

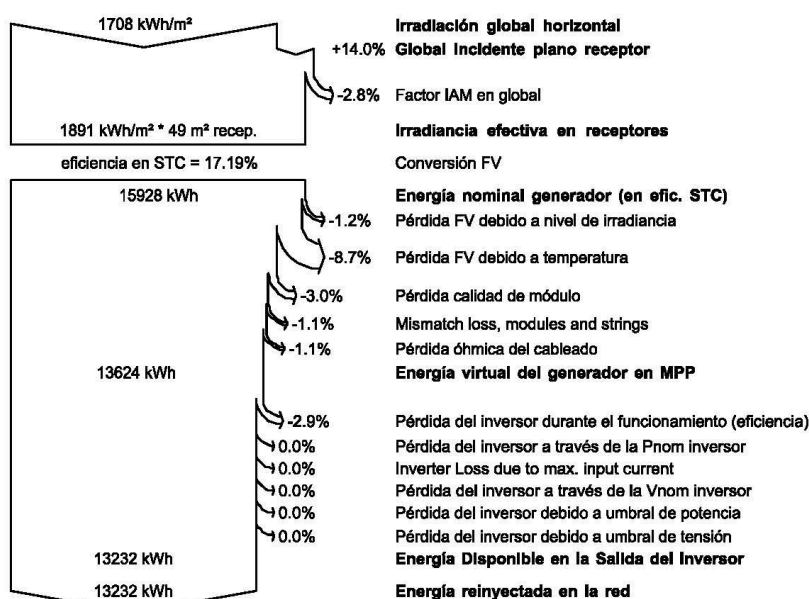
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Fotovoltaica autoconsumo

Variante de simulación : Caso de estudio 3

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	BSP-280P	Pnom	280 Wp
Generador FV	N° de módulos	30	Pnom total	8.40 kWp
Inversor	Modelo	Primo 8.2-1	Pnom	8.20 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

Diagrama de pérdida durante todo el año



Traducción sin garantía. Sólo el texto inglés está garantizado.