

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR D'ALCOI

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA
AUTOCONSUMO DE UNA VIVIENDA
UNIFAMILIAR

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Eléctrica

Autor: Andrés David Murcia Hernández

Tutor: Marcos Pascual Molto

Curso: 2018-19

Resumen

El proyecto por realizar consiste en el dimensionamiento de una instalación solar fotovoltaica para el abastecimiento del suministro eléctrico de una vivienda unifamiliar.

Para ello diseñaremos una instalación fotovoltaica conectada a la red aplicando la normativa vigente en el territorio español.

También se realizará un estudio previo del consumo eléctrico de la vivienda, identificando las medidas necesarias para reducir el consumo y poder así obtener una mejora en la eficiencia de la instalación.

Así mismo se realizarán los cálculos técnicos necesarios justificando la ejecución de la instalación que pretendemos realizar, valorizando los costes y efectuando el presupuesto que se necesitará para proyectar esta instalación.

Abstract

The project to be carried out consists of the sizing of a photovoltaic solar installation for the supply of the electricity supply of a single-family home.

To do this we will design a photovoltaic installation connected to the network applying the regulations in force in the Spanish territory.

A previous study of the electricity consumption of the home will also be carried out, identifying the measures necessary to reduce the consumption and thus achieve an improvement in the efficiency of the installation.

Likewise, the necessary technical calculations will be carried out justifying the execution of the installation that we intend to perform, valuing the costs and making the budget that will be needed to project this facility.

Palabras clave

Instalación fotovoltaica, energía renovable, vivienda unifamiliar, Mejora en el consumo eléctrico.

Keywords

Photovoltaic installation, renewable energy, single-family housing, Improvement in electricity consumption.

Tabla de Contenido

2. Aspectos generales de la instalación	6
2.1 Aspectos generales sobre el consumo de electricidad en España.....	6
2.2 Normativa vigente	7
2.2 Objeto del proyecto	8
3. Estudio de consumo eléctrico de la vivienda.....	10
4. Instalación solar fotovoltaica.....	13
4.1 Situación geográfica	13
4.2 Orientación paneles solares	14
4.3 Paneles solares fotovoltaicos	17
5. Inversor.....	21
6. Cableado	22
6.1 Cableado parte corriente continua	23
6.2 Cableado parte corriente alterna	25
6.3 Cableado toma a tierra.....	27
7. Protecciones.....	28
7.1 Protección parte corriente continua	28
7.1.1 Protección frente a sobrecargas	28
7.1.2 Protección frente a sobretensiones	29
7.2 Protección parte corriente alterna	29
7.2.1 Protección contra sobrecargas	29
7.2.2 Protección contra contactos indirectos	29
8. Planos	30
9. Estudio económico	33
9.1 Presupuesto.....	33
9.2 Rentabilidad.....	33
9.2.1 Valor Actual Neto (VAN)	33
9.2.2 Tasa interna de Rentabilidad (TIR)	36

10. Pliego de condiciones	37
10.1 Antecedentes.....	37
10.2 Promotor	37
10.3 Objeto	37
10.4 Generalidades	38
10.5 Definiciones.....	39
10.6 Emplazamiento	40
10.7 Características de la instalación fotovoltaica.....	40
10.7.1 Generador fotovoltaico	40
10.7.2 Estructura soporte	40
10.7.3 Inversor.....	40
10.8 Características eléctricas de la instalación.....	41
10.8.1 Cableado	41
10.8.2 Protecciones.....	41
10.8.3 Puesta a tierra.....	42
10.9 Conexión a la red.....	42
10.9.1 Producción energética.....	42
10.10 Consideraciones finales	43
 CONCLUSIONES.....	 44
 BIBLIOGRAFÍA	 45
 ANEXOS	 46

2. Aspectos generales de la instalación

Las características de la vivienda a estudiar son las siguientes: Se trata de un chalé unifamiliar aislado de una planta con jardín y piscina prefabricada.

Para hacer el estudio de este chalé diferenciaremos el consumo a lo largo del año en dos partes: uno en invierno con un consumo para el agua caliente sanitaria, y uno en verano en el cual tendremos en cuenta el consumo de la bomba de la piscina y el uso del aire acondicionado.

2.1 Aspectos generales sobre el consumo de electricidad en España

En España existe una gran cantidad de hogares los cuales representan el 20% del consumo de energía anual y 25% del consumo de energía eléctrica. Ante estas cifras, debemos preguntarnos ¿Cuál es el consumo medio de electricidad en un hogar español? Para responder esta pregunta, nos basaremos en un estudio realizado por IDEA (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la energía).

Un hogar en España tiene un consumo promedio de 9,92 kWh. Teniendo en cuenta que el consumo energético en España varía en función del tipo de vivienda, tanto si es unifamiliar o un piso, como su ubicación.

Otro punto que debemos tomar en cuenta es que el consumo medio de electricidad anual se basa en el consumo de los aparatos electrodomésticos, calefacciones, cocina entre otros. Cada hogar tiene unos parámetros de consumo diferentes, lo que puede diferenciar el consumo medio eléctrico de cada uno a final de año. Por ello es recomendable tomar estos valores como un promedio solamente.

Este consumo energético lo podemos observar en la siguiente tabla:

Tipo de vivienda	Zona Mediterránea	Zona Norte	Zona Atlántica	España
Unifamiliares	14598 kWh	21445 kWh	21670 kWh	17011kWh
Pisos	6386 kWh	10044 kWh	9981 kWh	7859 kWh

Tabla 1: Consumo promedio de energía eléctrica por tipo de vivienda en España.

Podemos notar que el mayor consumo medio eléctrico en hogares de España se ubica en los hogares con tipo de viviendas Unifamiliares, dato muy importante ya que este tipo de vivienda representa un tercio de las viviendas en España.

En base al estudio de IDEA, un hogar español gasta en promedio 990€/año en energía eléctrica. Además, que el uso de la calefacción representa la mitad de todo el consumo.

En la siguiente tabla observaremos el consumo eléctrico promedio anual en base a electrodomésticos y aparatos eléctricos en el hogar.

Aparatos eléctricos	Consumo medio de electricidad anual (kWh)
Calefacción	5.172
Electrodomésticos	1.924
Cocina	737
Iluminación	410
Aire acondicionado	170

Tabla 2: Consumo eléctrico promedio en el hogar distribuido por aparatos eléctricos.

El conocer el consumo promedio en los hogares de España nos da una visión amplia sobre en qué aparatos gastamos más dinero y en cuales debemos enfocarnos para ahorrar consumo energético en nuestra vivienda. Podemos observar en la tabla anterior, que el mayor consumo energético a nivel nacional se registra en lo referente a la calefacción.

2.2 Normativa vigente

El Real Decreto-ley (RDL) 15/2018 (de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores) supuso el pasado mes de octubre la anhelada defunción del impuesto al Sol y, en todo caso explican desde el Ministerio para la Transición Ecológica, "una modificación profunda en la regulación del autoconsumo en España". Según el Gobierno, el objetivo último de esa norma es que la ciudadanía pueda beneficiarse de las ventajas del autoconsumo.

Esta norma reconoce la necesidad de aprobar un reglamento que regule, entre otros, los siguientes aspectos clave del autoconsumo:

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

Así, se verían los siguientes beneficios:

- Se eliminan los cargos por autoconsumir energía de origen renovable, cogeneración o residuos.
- Se establecen dos nuevas modalidades de autoconsumo.
- Se abre la posibilidad a la compensación del excedente (balance neto) para potencia de hasta 100kW.
- Simplificación en la tramitación en instalaciones sin excedentes de hasta 100 kW.
- Se exime a las instalaciones sin excedentes y las de menos de 15 kW de la obtención del permiso de acceso y conexión.
- Eliminación del contador de generación en instalaciones sin vertido hasta 100 kW.
- Se deroga la obligación de tener una potencia contratada mayor o igual a la instalada en paneles solares.
- Se suavizan las sanciones del autoconsumo.
- Se crea el Registro Administrativo de autoconsumo.

2.2 Objeto del proyecto

El objeto de este proyecto es el diseño de un sistema para el autoabastecimiento de una vivienda (chalé) unifamiliar, de modo que no haya una dependencia total de la red eléctrica pública y así poder beneficiarnos de la nueva normativa del Real Decreto Ley citado anteriormente sobre el autoconsumo de energías renovables.

Hace años la generación de energía estaba reservada a las compañías eléctricas y sólo podían recurrir al autoconsumo las viviendas y empresas sin conexión a la red (instalaciones aisladas de red). Luego, tras la liberalización del mercado eléctrico se permitió a cualquiera producir electricidad, pero solo para venderla a la red, no para autoabastecerse. Sin embargo, a finales de 2011, España aprobó un Real Decreto que autorizó y reguló el autoconsumo directo del consumidor en su propia instalación, pero que no permitía verter excedentes en la red eléctrica y por lo tanto tampoco aprovecharlos en horas de baja o nula producción solar.

Finalmente, a partir del pasado 05 de abril se aprobó el RD 244/2019 que introduce grandes novedades para el sector, mejorando la situación del autoconsumo y permitiendo generar toda la energía que el usuario necesitará de día y noche.

Por tanto, si bien hasta ahora el objetivo del autoconsumo solar ha sido producir la demanda diurna únicamente, este Real Decreto, ahora nos permite aumentarla de manera que también se pueda abastecer la demanda nocturna.

Esta tecnología nos permite:

- Mayor independencia energética. La creciente demanda de energía a nivel global hace que el precio de la energía siga subiendo más y más cada año. Esto con el sol evidentemente no ocurre, siempre ha sido, es y será gratuito.
- Ahorro económico. Al generar parte de la energía demandada ya no es necesario comprarla y por tanto su factura eléctrica se reduce entre un 20% hasta un 70%, en función de la cantidad de paneles solares instalados y de la forma que se consume la energía a lo largo del día y la noche.
- Fiabilidad. Producir energía con una instalación de autoconsumo solar nos permitirá tener un coste fijo en los próximos 25 años simplemente aprovechando la cubierta del edificio y poniendo en valor un espacio improductivo.
- Beneficio medioambiental. Una instalación solar evita que una gran cantidad de gases contaminantes sean enviados a la atmósfera, colaborando con el futuro del planeta y de nuestros hijos.

A todos estos motivos le podremos sumar el hecho de que en España existe una alta irradiación solar, ya que es uno de los países de Europa con mayor cantidad de horas de sol, esto hace que la energía solar sea en este país más rentable que en otros. Regiones como el norte de España, que generalmente se consideran poco adecuadas para la energía fotovoltaica, reciben más irradiación anual que la media en Alemania, país que mantiene desde hace años el liderazgo en la promoción de energía solar fotovoltaica.

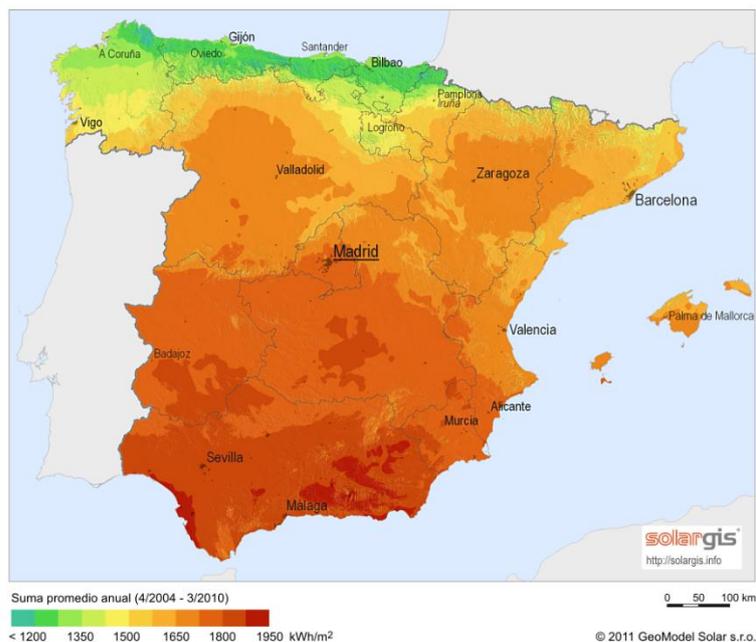


Ilustración 1: Radiación solar en España.

3. Estudio de consumo eléctrico de la vivienda

Para conocer el consumo eléctrico de una vivienda debemos prever un cálculo de potencias de los aparatos y luminarias que utilizamos diariamente en nuestra vivienda.

Para ello, esquematizaremos una tabla reflejando todos los aparatos eléctricos que disponemos en la vivienda con su respectiva potencia, y las horas de utilización que hacemos al día. Como todos los días no se consume la misma energía se va a hacer una estimación de las horas de consumo.

Así mismo, se tendrá en cuenta los meses en donde hay más consumo de energía para así hacer la instalación acorde con el consumo del mes más desfavorable. Tomaremos como más desfavorables los meses de invierno (diciembre, enero, febrero) ya que en estos las condiciones climatológicas son más perjudiciales, debido a la menor cantidad de luz solar obtenemos un rendimiento menor y un consumo más alto.

Aparatos Eléctricos	Potencia (W)	Uds.	Potencia Total (W)	Horas/Día	Wh/Día
SALÓN/COMEDOR					
Lámpara incandescente	70	6	420	6	2520
TV	85	1	85	4	340
Router	8	1	8	24	192
HABITACIÓN 1					
Lámpara incandescente	70	4	280	2	560
TV	60	1	60	2	120
Ordenador	150	1	150	2,5	375
Impresora	25	1	25	0,3	7,5
HABITACIÓN 2					
Lámpara incandescente	70	3	210	1,5	315
TV	48	1	48	1,5	72
Ordenador portátil	40	1	40	3	120
HABITACIÓN 3					
Lámpara incandescente	70	3	210	2	420
COCINA					
Plafón Led	24	2	48	4	192
Nevera	350	1	350	3	1050
Horno	1200	1	1200	2	2400

Extractor	70	1	70	1	70
Microondas	1000	1	1000	0,05	50
PASILLO					
Bombilla halógena	60	4	240	0,15	36
BAÑO 1					
Lámpara incandescente	55	3	165	1,5	247,5
Secador	2000	1	2000	0,1	200
BAÑO 2					
Lámpara incandescente	55	3	165	1,5	247,5
TERRAZA					
Lámpara incandescente	70	3	210	0,5	105
Lavadora	400	1	400	0,5	200
MARQUESINA/RECIBIDOR					
Pantalla fluorescente	72	1	72	0,3	21,6
PISCINA					
Foco halógeno	150	1	150	0,15	22,5
Bomba piscina	550	1	550	0,5	275
OTROS CONSUMOS					
Aire acondicionado	600	1	600	0,25	150
				TOTAL	10308,6

Tabla 3: Consumo eléctrico de la vivienda

Al final de la tabla se observa que se ha obtenido una estimación de un consumo total de 10,31 kW/día en el día más desfavorable que se puede tener. Esto quiere decir que mínimo hay que tener una instalación que genere esa potencia y así en el resto del año no se tendrá ningún problema.

Para realizar esta tabla hemos hecho una estimación de la frecuencia de cada uno de los espacios iluminados. De esta forma hay espacios que se utilizan únicamente en una época del año como pueden ser las zonas de la piscina, hemos obtenido las horas por día que se utilizan durante los dos meses de verano y hemos realizado la estimación por día anual.

También podemos observar que el consumo de iluminación es bastante alto, por lo que antes de pasar a realizar el cálculo de la instalación fotovoltaica procederemos a realizar un pequeño estudio en cuanto a mayor ahorro energético con respecto a la iluminación de la vivienda cambiando el sistema de iluminación por luminarias led en el menor coste posible.

Aparatos Eléctricos	Potencia (W)	Uds.	Potencia Total (W)	Horas/Día	Wh/Día
SALÓN/COMEDOR					
Led	5,5	6	33	6	198
TV	85	1	85	4	340
Router	8	1	8	24	192
HABITACIÓN 1					
Led	5,5	4	22	2	44
TV	60	1	60	2	120
Ordenador	150	1	150	2,5	375
Impresora	25	1	25	0,3	7,5
HABITACIÓN 2					
Led	5,5	3	16,5	1,5	24,75
TV	48	1	48	1,5	72
Ordenador portátil	40	1	40	3	120
HABITACIÓN 3					
Led	5,5	3	16,5	2	33
COCINA					
Plafón Led	24	2	48	4	192
Nevera	350	1	350	3	1050
Horno	1200	1	1200	2	2400
Extractor	70	1	70	1	70
Microondas	1000	1	1000	0,05	50
PASILLO					
Bombilla halógena	60	4	240	0,15	36
BAÑO 1					
Lámpara incandescente	55	3	165	1,5	247,5
Secador	2000	1	2000	0,1	200
BAÑO 2					
Lámpara incandescente	55	3	165	1,5	247,5
TERRAZA					
Lámpara incandescente	70	3	210	0,5	105
Lavadora	400	1	400	0,5	200
MARQUESINA/RECIBIDOR					
Pantalla fluorescente	72	1	72	0,3	21,6

PISCINA					
Foco halógeno	150	1	150	0,15	22,5
Bomba piscina	550	1	550	0,5	275
OTROS CONSUMOS					
Aire acondicionado	600	1	600	0,25	150
				TOTAL	6793,35

Tabla 4: Consumo eléctrico de la vivienda con mejora luminarias Led.

Como podemos observar la bajada de consumo diario es considerable con el cambio de luminarias a Led.

Tomaremos una estimación de un consumo total de 6,80 kW/día para realizar nuestro cálculo en función de la instalación fotovoltaica.

4. Instalación solar fotovoltaica

Una vez teniendo la previsión del consumo de la vivienda por día, pasaremos a realizar el cálculo de nuestra instalación solar, que irá en función tanto del consumo (calculado anteriormente) como de la situación geográfica en donde se encuentra la vivienda.

4.1 Situación geográfica

La vivienda se sitúa al este de la península ibérica, en la provincia de Valencia.



Ilustración 2: Localización de la vivienda en vistas a la península ibérica

Concretamente el chalé se encuentra ubicado en la pedanía o caserío de Genovés (Alboy) al sur de la provincia de Valencia, un lugar que podríamos considerar óptimo debido a la radiación solar que podemos contar en esta región de España.

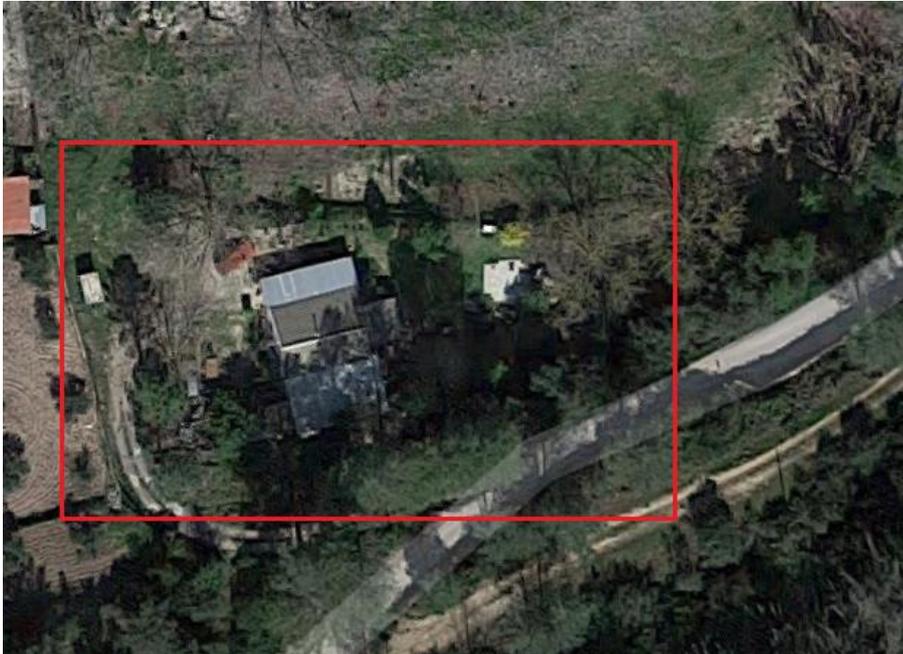


Ilustración 3: Localización vivienda unifamiliar

El chalé donde deseamos hacer la instalación solar tiene una orientación al sur, es por esto por lo que dispondremos de las placas solares en el tejado de la vivienda para aprovechar el espacio y la luz solar.

4.2 Orientación paneles solares

A la hora de realizar una instalación solar fotovoltaica, se debe tener en cuenta la orientación de los paneles solares para que se pueda conseguir un máximo aprovechamiento de la radiación solar.

Es por ello por lo que orientaremos los paneles solares hacia el sur, ya que es la mejor opción para así conseguir un aprovechamiento de la luz solar que disponemos en la vivienda.

Ahora que sabemos que la orientación óptima es hacia el sur, tenemos que encontrar la inclinación óptima. En primer lugar, es bueno decir que al elegir la inclinación de los paneles fotovoltaicos en el tejado de una vivienda estamos obligados a satisfacer dos necesidades básicas: la necesidad de producción de energía y la necesidad de un resultado final estéticamente agradable y duradero.

El techo de la vivienda ya tiene su propia inclinación y pendiente, así que tenemos que encontrar un compromiso entre estas dos necesidades. Conocer el ángulo óptimo de producción nos permitirá elegir el mejor compromiso para la instalación.

La inclinación óptima de los paneles fotovoltaicos se ve influenciada esencialmente por dos factores:

- La latitud del lugar geográfico donde queremos instalarlos
- La época del año en que necesitamos tener más energía

Optaremos por poner los paneles solares en un ángulo que oscila entre 25 y 35 grados aprovechando la misma inclinación que el tejado de la vivienda.

Para conocer la irradiación solar de la zona donde se encuentra la vivienda, utilizaremos una plataforma online que nos muestra los resultados de la radiación solar que obtendremos aproximadamente en nuestra instalación.

Obteniendo los siguientes resultados:

Estimaciones PVGIS de generación eléctrica solar.

Ubicación: 38 ° 58'9 "Norte, 0 ° 29'13" Oeste, Elevación: 133 m snm,

Base de datos de radiación solar utilizada: PVGIS-CMSAF

Potencia nominal del sistema fotovoltaico: 1,0 kW (silicio cristalino)

Pérdidas estimadas debido a la temperatura y baja irradiancia: 12,2% (utilizando la temperatura ambiente local)

Pérdida estimada debido a los efectos de reflectancia angular: 2,5%

Otras pérdidas (cables, inversor, etc.): 14.0%

Pérdidas del sistema fotovoltaico combinadas: 26.4%

Ilustración 4: Estimación PVGIS de generación eléctrica solar

**Sistema fijo: inclinación = 31 °, orientación = 0 °
(Óptimo en la orientación dada)**

Mes	E_d	E_m	H_d	H_m
ene	2.18	67.5	2,85	88.5
feb	3.16	88.4	4.13	116
mar	4.16	129	5.52	171
abr	4.45	134	5.97	179
Mayo	4.75	147	6.48	201
jun	5.00	150	6.93	208
jul	5.14	159	7.23	224
ago	4.81	149	6.76	210
sep	4.13	124	5.72	171
oct	3,41	106	4.67	145
nov	2,45	73.6	3,27	98.1
dic	1.87	57.9	2,46	76.3
Promedio anual	3.79	115	5,17	157
Total por año		1390		1890

Ta

E_d	: Producción diaria promedio de electricidad a partir del sistema dado (kWh)
E_m	: Producción mensual promedio de electricidad a partir del sistema dado (kWh)
H_d	: Suma diaria promedio de radiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema dado (kWh / m ²)
H_m	: Suma promedio de la irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema dado (kWh / m ²)

Tabla 5: Irradiación solar proporcionada por PVGIS

En la tabla anterior, podemos observar en la primera columna la producción eléctrica media por día con respecto a una potencia nominal de instalación de 1kW y con una inclinación de ángulo óptima de 31 grados en los paneles solares a instalar.

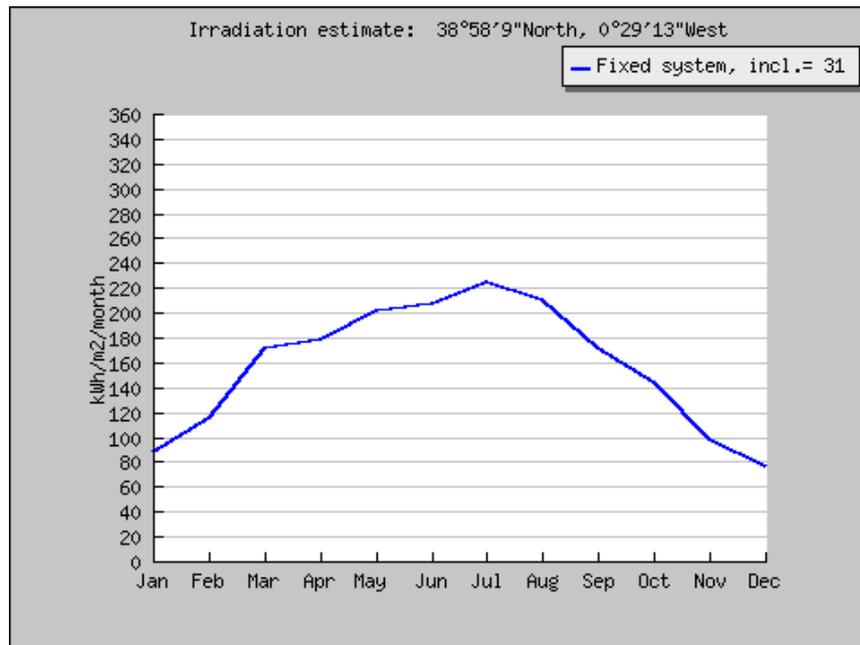


Ilustración 5: Estimación anual de irradiación solar

También en la Ilustración 5, podemos ver mediante un gráfico los kWh, irradiación solar que tendremos en la vivienda a lo largo del año. Los meses de invierno son los más afectados en cuanto a rendimiento y producción.

4.3 Paneles solares fotovoltaicos

Una vez previstos los cálculos y estudios anteriores de la vivienda, procedemos a la elección de los paneles solares fotovoltaicos para la instalación.

Vamos a optar por unos paneles fotovoltaicos policristalinos, debido a su coste más económico y rendimiento ligeramente menos eficiente que el monocristalino, es el más adecuado para este tipo de instalación ya que para temperaturas más elevadas, la pérdida de eficiencia en módulos policristalinos en general es menor que en paneles de celdas monocristalinas. Este tiene el efecto que paneles policristalinos producen más energía en condiciones de temperatura elevadas.

Además, la pérdida por degradación provocado por la luz (LID – Light induced degradation) es menor en paneles policristalinos. Podemos decir, que en el transcurso de los años este tipo de paneles pierden ligeramente menos eficiencia.

Dicho esto, y comparando distintas marcas de fabricantes de placas solares con respecto a calidad/precio, las placas solares que pretendemos instalar en la vivienda serán de tipo policristalino con las siguientes características:

- Potencia nominal (P_{MPP}): 285 W
- Tensión nominal (V_{MPP}): 31,5 V
- Corriente nominal (I_{MPP}): 9,07 A
- Tensión en circuito abierto (V_{OC}): 38,9 V
- Corriente en cortocircuito (I_{SC}): 9,41 A
- Módulo de eficiencia (η): 17,52 %
- Temperatura de funcionamiento: - 40°C a + 85°C
- Dimensiones: 1640x992x40

Conociendo las características del tipo de panel que instalaremos en la vivienda, procedemos a hacer el cálculo del número de módulos necesarios para nuestra instalación para hacer frente a la potencia de la vivienda, estimaremos una potencia de 6,80 kWh al día.

$$N^{\circ} \text{ de módulos} = \frac{\text{Energía necesaria}}{HSP \cdot \text{Rendimiento de trabajo} \cdot \text{Potencia pico del módulo}}$$

Tomaremos el mes más desfavorable en el que la irradiación solar es menor, en la tabla 5 podemos observar que la irradiación solar es más baja en el mes de diciembre ya que alcanzamos $1,87 \text{ kWh/m}^2$

El rendimiento de trabajo suele estar en un rango entre 0,7 y 0,9 debido al posible deterioro de los paneles.

$$N^{\circ} \text{ de módulos} = \frac{6793,35}{1,87 \cdot 0,85 \cdot 285} = 14,99 \text{ módulos} \rightarrow 15 \text{ módulos}$$

Con los datos anteriores hemos obtenido un total de 15 paneles solares de 285 W de potencia a instalar, teniendo en cuenta el mes más desfavorable. Pero ahora bien aplicando el beneficio que podemos encontrar en el nuevo RD con respecto al balance neto en la instalación, podemos conseguir un balance ligeramente positivo a final de año en cuanto a la electricidad que se ha inyectado en los meses más favorables (verano) y la que se ha consumido en los meses más desfavorables (invierno).

Con un total de 15 paneles de 285 W obtenemos una potencia nominal de 4275 W en el sistema fotovoltaico. Realizaremos nuevamente la producción del sistema fotovoltaico teniendo en cuenta esta potencia nominal.

Estimaciones PVGIS de generación eléctrica solar.

Ubicación: 38 ° 58'9 "Norte, 0 ° 29'13" Oeste, Elevación: 133 m snm,

Base de datos de radiación solar utilizada: PVGIS-CMSAF

Potencia nominal del sistema fotovoltaico: 4,3 kW (silicio cristalino)

Pérdidas estimadas debido a la temperatura y baja irradiancia: 12,2% (utilizando la temperatura ambiente local)

Pérdida estimada debido a los efectos de reflectancia angular: 2,5%

Otras pérdidas (cables, inversor, etc.): 14.0%

Pérdidas del sistema fotovoltaico combinadas: 26.4%

Ilustración 6: Estimación PVGIS de generación eléctrica solar 2

Sistema fijo: inclinación = 31 °, orientación = 0 °				
Mes	E_d	E_m	H_d	H_m
ene	9.31	289	2,85	88.5
feb	13.50	378	4.13	116
mar	17.80	551	5.52	171
abr	19.00	571	5.97	179
Mayo	20.30	629	6.48	201
jun	21.40	641	6.93	208
jul	22.00	681	7.23	224
ago	20.60	638	6.76	210
sep	17.70	530	5.72	171
oct	14.60	452	4.67	145
nov	10.50	315	3,27	98.1
dic	7.98	247	2,46	76.3
Promedio anual	16.2	493	5,17	157
Total por año		5920		1890

E_d : Producción diaria promedio de electricidad a partir del sistema dado (kWh)

E_m : Producción mensual promedio de electricidad a partir del sistema dado (kWh)

H_d : Suma diaria promedio de radiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema dado (kWh / m²)

H_m : Suma promedio de la irradianción global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema dado (kWh / m²)

Tabla 6: Irradiación solar proporcionada PVGIS 2

Según los resultados anteriores podemos deducir que al año se obtiene un total de 5920 kWh, si el consumo que hemos previsto por día es de 6,80kWh al año tendríamos un consumo aproximado de:

$$6,79335 \times 365 = 2479,57 \text{ kWh}$$

A lo largo del año la vivienda consumiría en el peor de los casos 2479,57 kWh. Lo cuál con una cantidad de 15 paneles nos estaríamos excediendo en la instalación.

Estimaremos una instalación más adecuada en cuanto a la electricidad que se puede producir.

Sí con 4,3 kW de potencia obtenemos una media anual de 16,2 kWh, la potencia que nos hará falta para obtener una media anual que pueda cubrir el consumo previsto al año de 6,79335 kWh sería:

$$\frac{4,3 \times 6,79335}{16,2} = 1,8 \text{ kW}$$

Quedando un número de módulos total de:

$$\frac{1803,17}{285} = 6,3 \rightarrow 7 \text{ paneles solares}$$

Con 7 paneles solares de 285 W cada uno obtenemos una potencia total de 1995 W. Así que con una potencia nominal de 1,995 kW del sistema fotovoltaico se obtiene un promedio anual de 7,57 kWh de producción diaria cubriendo el consumo diario estimado en la vivienda (6,79 kWh).

Estimaciones PVGIS de generación eléctrica solar.

Ubicación: 38 ° 58'9 "Norte, 0 ° 29'13" Oeste, Elevación: 133 m snm,

Base de datos de radiación solar utilizada: PVGIS-CMSAF

Potencia nominal del sistema fotovoltaico: 2,0 kW (silicio cristalino)

Pérdidas estimadas debido a la temperatura y baja irradiancia: 12,2% (utilizando la temperatura ambiente local)

Pérdida estimada debido a los efectos de reflectancia angular: 2,5%

Otras pérdidas (cables, inversor, etc.): 14,0%

Pérdidas del sistema fotovoltaico combinadas: 26,4%

Ilustración 7: Estimación PVGIS de generación eléctrica solar 3

Sistema fijo: inclinación = 31 °, orientación = 0 °				
Mes	E_d	E_m	H_d	H_m
ene	4.35	135	2,85	88.5
feb	6.30	176	4.13	116
mar	8.30	257	5.52	171
abr	8.88	267	5.97	179
Mayo	9.47	294	6.48	201
jun	9.97	299	6.93	208
jul	10.20	318	7.23	224
ago	9.60	298	6.76	210
sep	8.24	247	5.72	171
oct	6.80	211	4.67	145
nov	4.90	147	3,27	98.1
dic	3.72	115	2,46	76.3
Promedio anual	7.57	230	5,17	157
Total por año		2760		1890

E_d : Producción diaria promedio de electricidad a partir del sistema dado (kWh)

E_m : Producción mensual promedio de electricidad a partir del sistema dado (kWh)

H_d : Suma diaria promedio de radiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema dado (kWh / m²)

H_m : Suma promedio de la irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema dado (kWh / m²)

Tabla 7: Irradiación solar proporcionada PVGIS 3

5. Inversor

Uno de los pasos más importantes cuando realizamos una instalación solar es la elección del inversor de corriente adecuado.

Conociendo todos los datos y características de los paneles solares que dispondremos en la instalación, procederemos a la elección del inversor, teniendo en cuenta la relación entre calidad/precio para que se ajuste más a las necesidades de la vivienda.

Sabiendo que la instalación contará con 7 módulos de 285 W cada uno, es decir una potencia máxima de 1995 W, escogeremos un inversor que tenga como mínimo esta potencia.

Como resultado, optamos por un inversor Huawei SUN2000L-3KTL red 3000 W que se caracteriza por estar preparado para trabajar en instalaciones de conexión a red de necesidades energéticas considerables, pues se trata de uno de los modelos de inversor más pequeños de la gama.

Además, ofrece una gran eficiencia de funcionamiento de más del 98% y dispone de las mejores capacidades de ampliación al mejor precio. Aun siendo un inversor de conexión a red, se le podría considerar prácticamente un inversor híbrido gracias a sus posibilidades en el autoconsumo con baterías. Gracias a ello podríamos iniciarnos en una instalación de autoconsumo directo sin acumulación, mucho más económica para en un futuro poder ampliar con la inclusión de una batería para reducir nuestra dependencia de la red eléctrica.

A continuación, se muestra la curva de eficiencia del inversor Huawei SUN2000L-3KTL

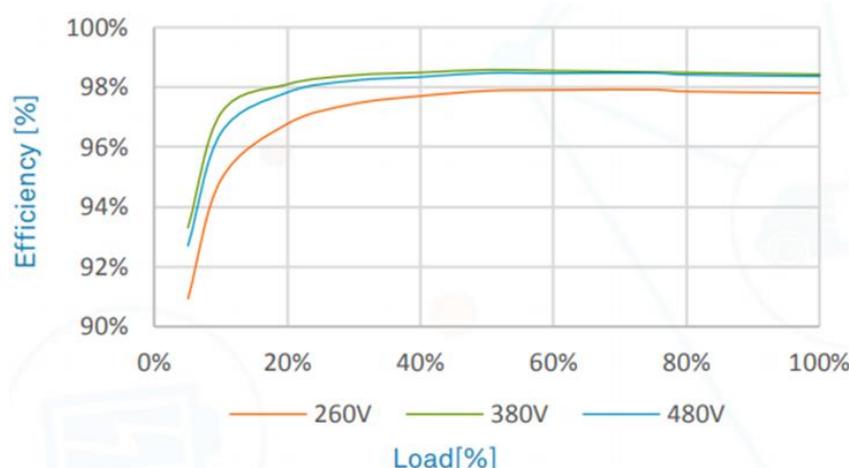


Ilustración 8: Curva de eficiencia inversor SUN2000L-3KTL

6. Cableado

Los conductores que se van a emplear en la instalación han de cumplir con el Reglamento de Baja Tensión, teniendo en cuenta la sección, longitud y tipo de aislamiento.

En la instalación fotovoltaica de una vivienda unifamiliar conectada a la red eléctrica de distribución, se puede diferenciar dos tramos de cableado. El primer tramo, es el de corriente continua, que vendría dado desde los paneles solares hasta el inversor. El segundo tramo es el de corriente alterna, abarcando desde la salida del inversor hasta llegar a la caja de derivación en el armario de medida. En esta caja se dispondrá la conexión con la red eléctrica.

6.1 Cableado parte corriente continua

Los conductores utilizados en la instalación serán de tipo cobre ya que tienen mejores características que los de aluminio, tanto eléctricas como mecánicas.

Además, según la IDAE, los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos.

Para calcular correctamente la sección de los conductores se debe tener en cuenta:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I_{CC}}{C \cdot \Delta U \cdot V_{MP}}$$

- L : Longitud del conductor
- C : Conductividad del conductor
- I_{CC} : Corriente de cortocircuito
- V_{MP} : Tensión máxima de los paneles fotovoltaicos
- ΔU = Caída de tensión de los conductores

La longitud que se tomará para este cálculo irá desde la entrada del inversor hasta el panel más desfavorable, es decir, el panel que esté más alejado del inversor. Dicho esto, la longitud total desde el panel más desfavorable hasta el inversor es de 10 m.

De acuerdo con la siguiente tabla, la conductividad del conductor a utilizar se escogerá en función del material y la temperatura de trabajo de este mismo.

Material	γ_{20}	γ_{70}	γ_{90}
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura	20°C	70°C	90°C

Tabla 8: Conductividad eléctrica

Ya que conocemos el tipo de material que utilizaremos en la instalación, escogeremos una conductividad de $44 \text{ m}/\Omega \cdot \text{m}^2$ con un aislamiento en el conductor de tipo XLPE (polietileno reticulado).

La corriente de cortocircuito como observamos en las características técnicas de los paneles solares es de 9,41 A. Se multiplicará por un coeficiente de seguridad, aumentando un 25% para tener en cuenta cualquier pico de potencia.

$$I_{CC} = 1,25 \cdot I_{SCP} = 1,25 \cdot 9,41 = 11,7625 \text{ A}$$

La tensión máxima de los paneles fotovoltaicos V_{MP} también aparece en las especificaciones técnicas y el valor es de 31,5 V.

En cuanto a la caída de tensión, según IDEA, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5%.

Una vez dicho esto, procedemos a realizar el cálculo:

$$S = \frac{2 \cdot 10 \cdot 11,7625}{44 \cdot 0,015 \cdot 220,5} = 1,62 \text{ mm}^2 \rightarrow 2,5 \text{ mm}^2$$

El conductor a elegir será el cable TOPSOLAR PV H01Z2Z2-K 1,5/1,5 (1,8) kV DC ha sido específicamente diseñado para soportar las condiciones más exigentes entre los paneles y la red de BT en corriente continua de una instalación solar, siendo el más adecuado para una instalación fotovoltaica domestica:

- Por sus excelentes prestaciones eléctricas fotovoltaicas y su flexibilidad interna
- Porque es un cable solar libre de halógenos que cumple con la Norma Europea Construction Products Regulation (CPR) con la clase Dca (-s2a, d2, a2)
- Porque tiene la certificación TÜV y EN.
- Porque tiene una vida útil de 30 años a 90°C.

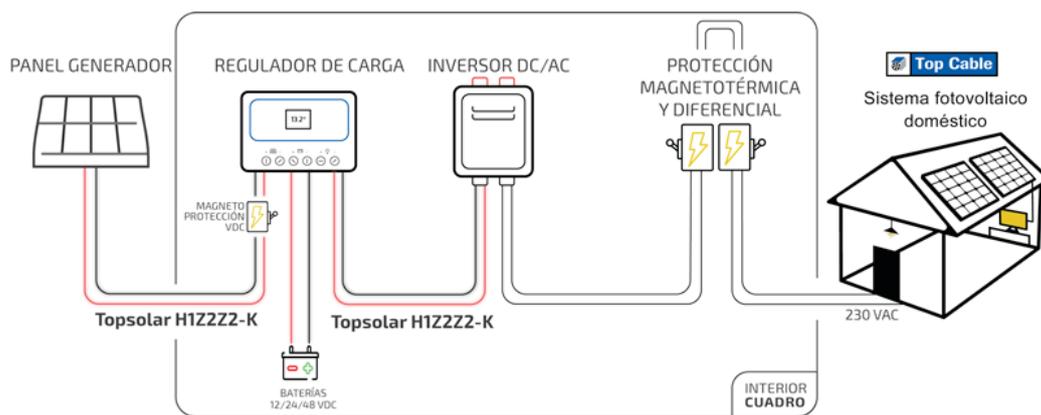


Ilustración 9: Conexión aprox. Cable TOPSOLAR H1Z2Z2-K

6.2 Cableado parte corriente alterna

En este tramo, el cableado se realizará por el interior de la vivienda, desde la salida del inversor hasta llegar a la caja de derivación en el armario de medida.

Primero que todo procederemos a realizar el cálculo de la corriente de servicio que soportará el conductor:

$$I_B = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi}$$

- I_B : Intensidad de servicio
- P : Potencia que soporta la línea
- U : Tensión de la línea, monofásica 230 V

La potencia máxima que suministra el inversor según especificado en sus características técnicas (ver en anexos adjuntos) es de 3000 W con un $\cos\varphi = 0,8$.

$$I_B = \frac{3000}{230 \cdot 0,8} = 16,31 \text{ A}$$

Ahora bien, deberemos contrastar estos resultados según la ITC-BT-19 en donde podremos comprobar que la sección que vayamos a escoger tenga la capacidad de soportar una corriente máxima admisible. Para aplicar lo siguiente $I_Z > I_B$. Esto vendrá en función del tipo de instalación que vayamos a hacer, es decir, empotrado, al aire libre, etc. Así como el tipo de aislamiento y número de conductores del cable.

Tabla B - Tipos de instalación de cables no enterrados

A1	<ul style="list-style-type: none"> - Conductores unipolares aislados en tubos empotrados en paredes térmicamente aislantes - Cables multiconductores empotrados directamente en paredes térmicamente aislantes. - Conductores unipolares aislados en molduras. - Conductores unipolares aislados en conductos o cables uni o multiconductores dentro de los marcos de las puertas. - Conductores unipolares aislados en tubos o cables uni o multiconductores dentro de los marcos de las ventanas.
A2	<ul style="list-style-type: none"> - Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes térmicamente aislantes.
B1	<ul style="list-style-type: none"> - Conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra - Conductores aislados o cable unipolar en tubo sobre pared de madera o mampostería separados a una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo. - Conductores unipolares aislados en canales o conductos cerrados de sección no circular sobre pared de madera - Cables unipolares o multiconductores en huecos de obra de fábrica ^{*)} - Conductores unipolares aislados en tubos dentro de huecos de obra de fábrica ^{*)} - Conductores unipolares aislados en conductos cerrados de sección no circular en huecos de obra de fábrica ^{*)} - Conductores aislados en conductos cerrados de sección no circular empotrados en obra de fábrica con una resistividad térmica no superior a 2K·m/W ^{*)} - Conductores unipolares aislados o cables unipolares en canal protectora empotrada en el suelo - Conductores aislados o cables unipolares en conductos perfilados empotrados - Cables uni o multiconductores en falsos techos o suelos técnicos ^{*)} - Conductores unipolares aislados o cables unipolares en canal protectora suspendida - Conductores aislados o cables unipolares en tubos en canalizaciones no ventiladas ^{*)} - Conductores unipolares aislados en tubos en canales de obra ventilados - Cables uni o multiconductores en canales de obra ventilados - Conductores unipolares aislados o cables unipolares dentro de zócalos acanalados (rodapiés ranurado)

Tabla 9: Tipo de instalación de cables

Tabla A - Intensidades admisibles para cables con conductores de cobre, no enterrados
Temperatura ambiente 40°C en el aire

Método de instalación*	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
		3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE						
A1												
A2	3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE							
B1				3x PVC	2x PVC		3x XLPE		2x XLPE			
B2			3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE					
C					3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE		
E						3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE	
F							3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE
Sección mm ² COBRE	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	--
2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	--
4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	--
6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	--
10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	--
16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	--
25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
35	--	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
50	--	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
70	--	--	--	149	160	171	185	199	214	224	244	269
95	--	--	--	180	194	207	224	241	259	271	296	327
120	--	--	--	208	225	240	260	280	301	314	348	380
150	--	--	--	236	260	278	299	322	343	363	404	438
185	--	--	--	268	297	317	341	368	391	415	464	500
240	--	--	--	315	350	374	401	435	468	490	552	590
300	--	--	--	361	401	430	461	500	538	563	638	678
400	--	--	--	431	480	515	552	600	645	674	770	812
500	--	--	--	493	551	592	633	687	741	774	889	931
630	--	--	--	565	632	681	728	790	853	890	1028	1071

Se indican como 3x los circuitos trifásicos y como 2x los monofásicos.
A efecto de las intensidades admisibles los cables con aislamiento termoplástico a base de poliolefina (Z1) son equivalentes a los cables con aislamiento de policloruro de vinilo (V).

Esta tabla presenta de manera simplificada, varias tablas de la norma, de forma que en determinados casos se han agrupado en la misma columna diferentes tipos de cable y diferentes tipos de instalación cuyos valores de intensidad admisibles son prácticamente iguales. Por lo tanto, la columna de la izquierda que corresponde al "tipo de instalación" (de A hasta F) abarca los sistemas indicados en la tabla B.

Tabla 10: Intensidades máximas admisibles para conductores de cobre

El tipo de instalación en el que dispondremos el cable será tipo B1, conductores aislado en tubo en montaje superficial o empotrado en obra.

Según los datos de la tabla 10, con una sección de 2,5 mm², la intensidad máxima admisible para un conductor tipo B1, con aislamiento PVC es de $I_Z = 21 A$.

Podemos comprobar que, con esta sección se cumple $I_Z > I_B$

Ahora verificaremos que al mismo tiempo con esta sección podamos cumplir que la caída de tensión en este tramo de la instalación sea inferior al 1,5%.

Lo determinaremos a partir de la siguiente ecuación:

$$\Delta U\% = \frac{200 \cdot P \cdot L}{C \cdot s \cdot U^2} = \frac{200 \cdot 3000 \cdot 30}{56 \cdot 2,5 \cdot 230^2} = 2,43\% > 1,5\%$$

Como podemos observar por caída de tensión esta sección no cumple. Aumentamos la sección a 6 mm^2 , en donde la intensidad admisible es $I_z = 36 \text{ A}$. Y por caída de tensión obtenemos:

$$\Delta U\% = \frac{200 \cdot 3000 \cdot 30}{56 \cdot 6 \cdot 230^2} = 1,01\% > 1,5\%$$

Comprobamos que con una sección de 6 mm^2 , cumplimos la normativa por caída de tensión y a sí mismo por intensidad máxima admisible.

6.3 Cableado toma a tierra

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

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

Esta conexión se establece con el objetivo de limitar la tensión que en un momento dado puedan presentar las masas metálicas que se encuentran en la instalación, así mismo para el correcto funcionamiento de las protecciones y para eliminar o minimizar en lo más posible el riesgo de alguna avería en los materiales eléctricos.

7. Protecciones

En este apartado escogeremos las protecciones necesarias para asegurar la protección de la instalación y al mismo tiempo la seguridad de las personas que realizarán el mantenimiento regular necesario. Se utilizarán fusibles, magnetotérmicos, diferenciales y seccionadores cuando sea necesario, ya que para el cálculo se debe diferenciar cada tramo como en el cálculo de la sección de los conductores, es decir parte corriente continua y parte corriente alterna.

Para el cálculo de las protecciones tomaremos en cuenta la ITC-BT-22 del RBT, donde según la norma UNE 20/460 establece que un dispositivo de protección protege de modo efectivo un conductor si se verifica las siguientes condiciones:

1ª condición para protección frente a sobrecargas:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

2ª condición para protección frente a sobrecargas:

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$$

Donde:

- I_n : *Intensidad de ajuste de actuación de la protección*
- I_B : *Intensidad que circula por el conductor*
- I_Z : *Intensidad máxima admisible que soporta el conductor*
- I_2 : *Intensidad que asegura el funcionamiento de la protección*

7.1 Protección parte corriente continua

En este tramo de la instalación (paneles solares – inversor) se establecerá una protección contra sobretensiones de 600 V, ya que es la máxima tensión admitida por el inversor, y un interruptor seccionador para desconectar la instalación de continua y realizar labores de mantenimiento.

7.1.1 Protección frente a sobrecargas

El propio inversor seleccionado, ya dispone de este tipo de protecciones, tanto en la parte de continua como en la alterna.

7.1.2 Protección frente a sobretensiones

Ya que la tensión máxima admitida por el inversor es de 600 V se establecerá una protección contra sobretensiones cuya tensión de funcionamiento sea mayor a la máxima de servicio.

El interruptor seccionador tendrá la función de aislar la instalación fotovoltaica para realizar las labores de mantenimiento necesarias en la instalación. Este mismo deberá ser capaz de seccionar la instalación a 600 V y 11 A.

7.2 Protección parte corriente alterna

Para la protección en este tramo, se protegerá la parte interna de la instalación, una protección que aportará la seguridad tanto para personas como para los equipos, y así mismo deberá proteger la red de distribución eléctrica.

7.2.1 Protección contra sobrecargas

La corriente nominal que circula por el conductor vendrá en función de la corriente máxima que puede proporcionar nuestro inversor.

Aplicando las ecuaciones que condicionan la protección contra sobrecargas, tendremos:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

Siendo:

$$16 A \leq I_n \leq 36 A$$

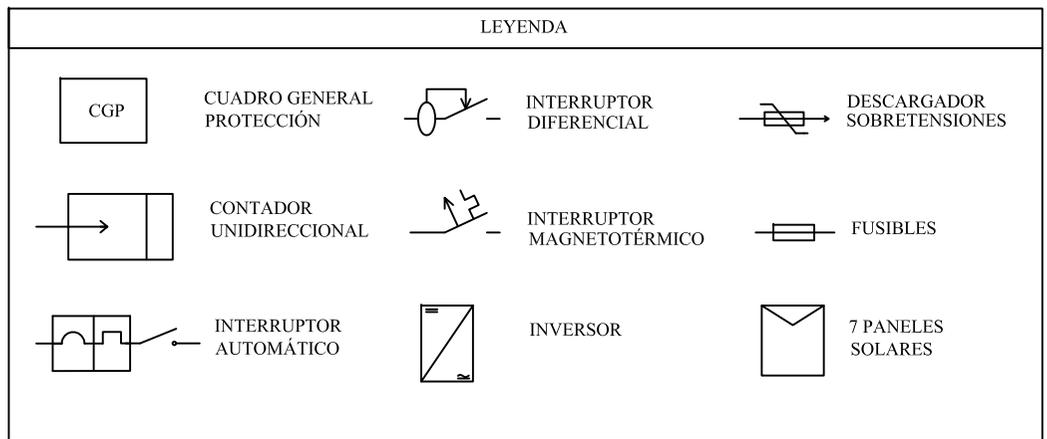
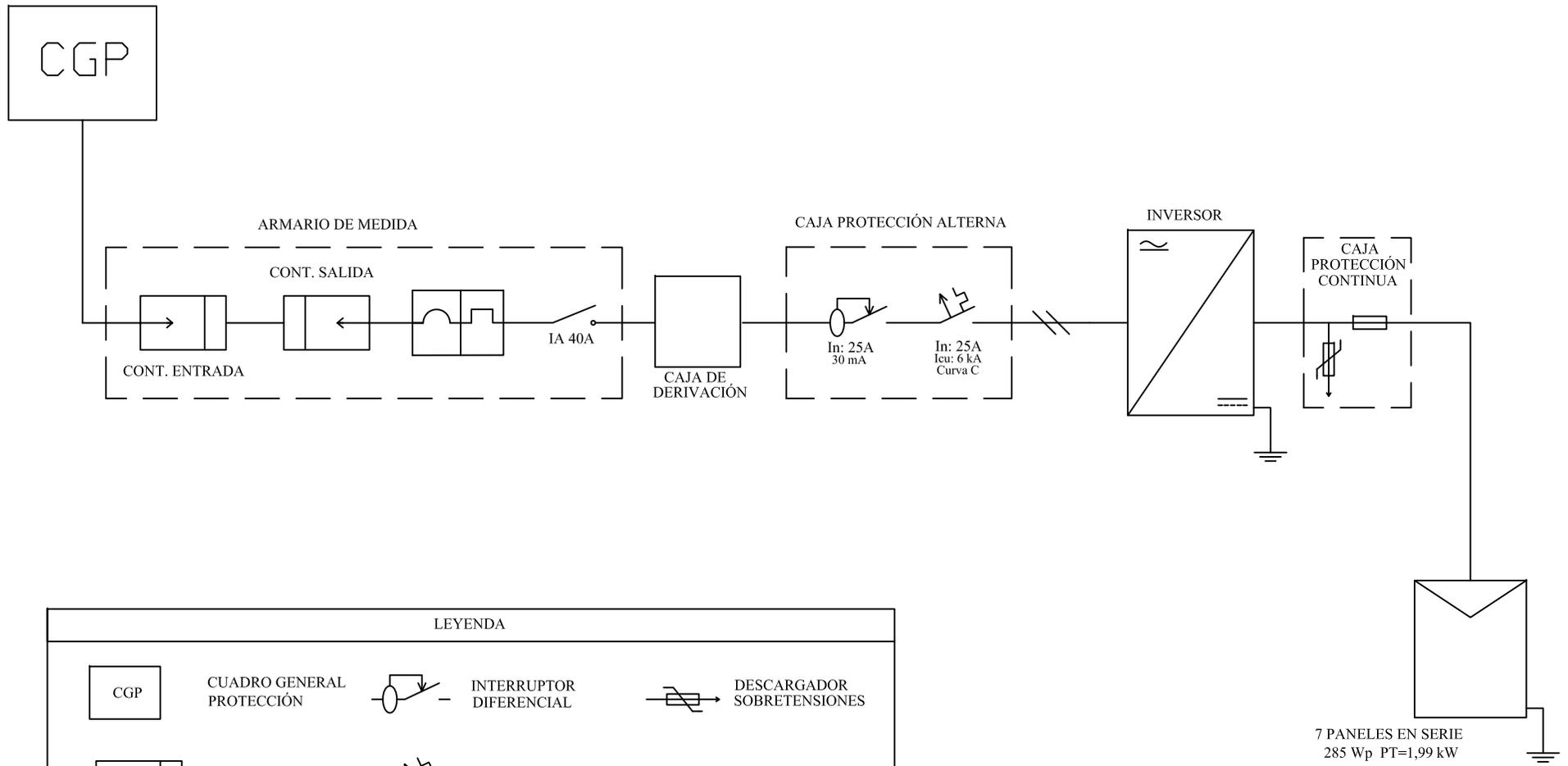
Conociendo estos datos y para cumplir la condición anterior escogeremos un Interruptor magnetotérmico con una $I_n = 25 A$ con una curva de disparo tipo C, siendo esta la más adecuada en este tipo de instalaciones. Con un PdC de 6 kA.

7.2.2 Protección contra contactos indirectos

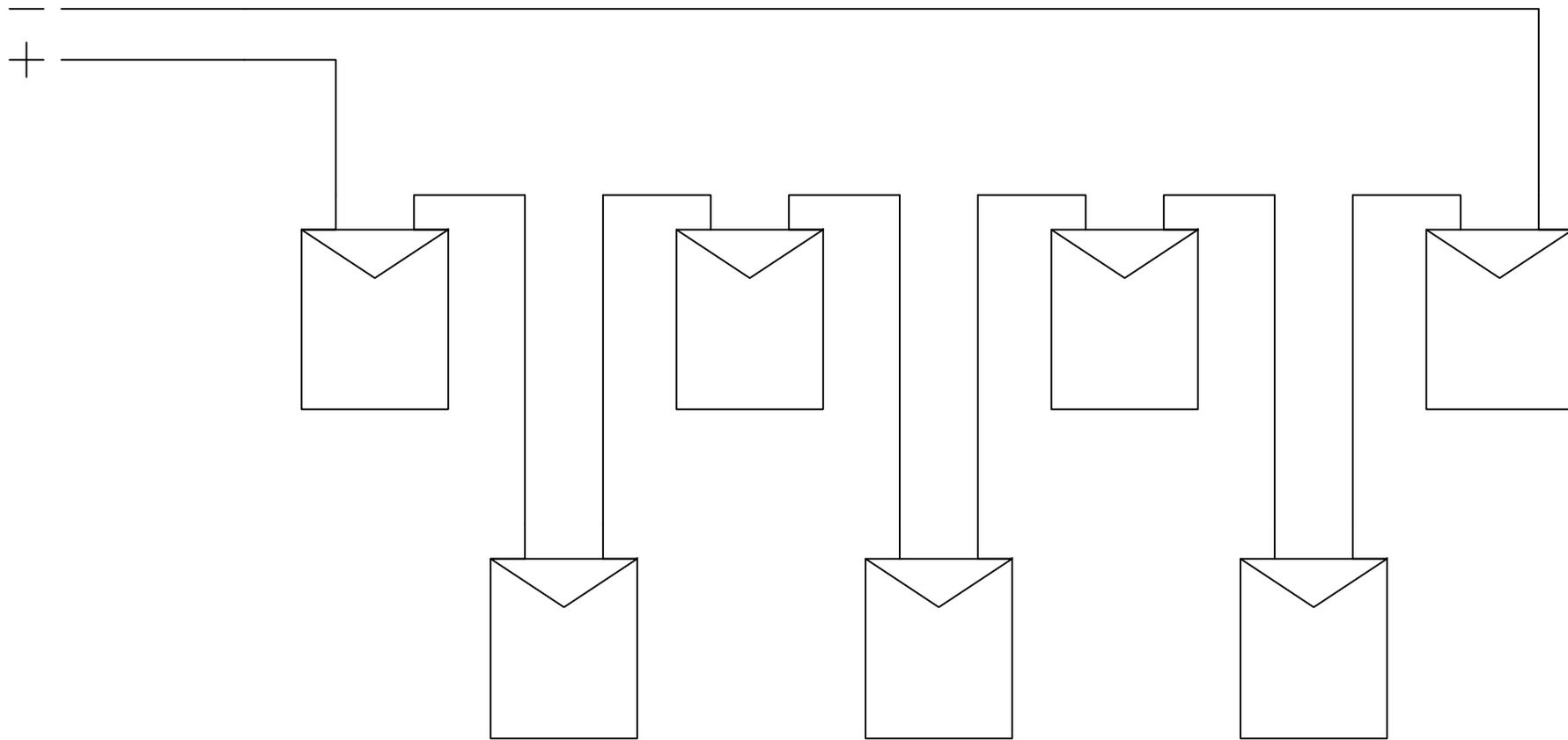
Para proteger la instalación contra contactos indirectos instalaremos un Interruptor diferencial de clase AC, con una sensibilidad de 30 mA y una intensidad nominal de 25 A bipolar.

8. Planos

En este capítulo vamos a esquematizar nuestra instalación fotovoltaica por medio de planos, uno que corresponderá a la instalación de los paneles solares en el tejado de la vivienda, y otro que representará es esquema unifilar de nuestra instalación.



	Fecha	Nombre	Firmas	Universidad Politécnica de Valencia Campus de Alcoy	
Dibujado	24/07/2019	Andrés Murcia		Trabajo Fin de Grado 2018/19	
Comprob.					
Escala	Esquema Unifilar de la Instalación			Nº: 1	Instalación Fotovoltaica para Autoconsumo de una Vivienda Unifamiliar
S/E				Sustituye a:	
				Sustituido por:	



7 PANELES SOLARES DE 285 Wp

	Fecha	Nombre	Firmas	Universidad Politécnica de Valencia Campus de Alcoy	
Dibujado	24/07/2019	Andrés Murcia		Trabajo Fin de Grado 2018/19	
Comprob.					
Escala S/E	Esquema Unifilar de la Instalación			Nº: 2	Instalación Fotovoltaica para Autoconsumo de una Vivienda Unifamiliar
				Sustituye a:	
				Sustituido por:	

9. Estudio económico

Ahora haremos un estudio de viabilidad de nuestra instalación fijándonos en la parte económica del proyecto que pretendemos realizar.

Para reflejar la viabilidad del proyecto, llevaremos acabo un presupuesto en donde podremos tener un valor aproximado del coste total que tendrá la instalación, y realizar un estudio de rentabilidad y amortización del proyecto.

Nos basaremos en los métodos de Valor Actual Neto (VAN) y de la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR).

9.1 Presupuesto

En el documento adjunto en los anexos, podremos observar el presupuesto realizado de acuerdo con costes actuales en el mercado, realizado por una empresa distribuidora de material eléctrico (AME).

Tendremos en cuenta que el estudio que se va a realizar cubrirá una rentabilidad de 25 años, ya que al paso de estos años se tendrán que sustituir la mayor parte de los componentes de la instalación. De este modo sabremos si la instalación se amortizara antes de que llegue al final de su vida útil.

9.2 Rentabilidad

Teniendo en cuenta lo anterior, el estudio de rentabilidad lo realizaremos de acuerdo con los métodos de VAN y TIR. A continuación, explicaremos en que consiste cada método:

9.2.1 Valor Actual Neto (VAN)

El valor actual neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión.

Para ello trae todos los flujos de caja al momento presente descontándolos a un tipo de interés determinado. El VAN va a expresar una medida de rentabilidad del proyecto en términos absolutos netos, es decir, en nº de unidades monetarias.

Aplicaremos este método a la presente inversión, teniendo en cuenta que la tasa de descuento del dinero es un 3% al año y además se tendrá en cuenta la inversión inicial y el período de 25 años, ya que es la garantía que se ofrece a la instalación.

Este método se utiliza para la valoración de distintas opciones de inversión. Ya que calculando el VAN de distintas inversiones podremos conocer con cuál de ellas vamos a obtener una mayor ganancia.

Quedando la ecuación de la siguiente forma:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Donde:

- F_T : Flujo de dinero en cada periodo t
- I_0 : Inversión realizada en el momento inicial ($t = 0$)
- n : Número de periodos de tiempo
- k : Tipo de descuento o tipo de interés exigido en la inversión

Visto lo anterior, realizaremos una hoja de cálculo aplicando este método, que podremos observar a continuación.

Año	Producción anual (kWh)	Precio kWh (€)	Ingresos anuales (€)	Mantenimiento (€)	Flujo de caja no actualizado	VAN
Inversión Inicial:					-5437.28	
1	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-5160.83
2	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-4579.83
3	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-3906.45
4	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-3186.09
5	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-2900.18
6	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-2614.25
7	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-2328.27
8	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-2042.26
9	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-1756.21
10	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-1470.13
11	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-1184.00
12	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-897.83
13	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-611.61
14	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-325.36
15	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-39.06
16	2760	0.1394	384.744	100	284.744	247.29
17	2760	0.1394	384.744	100	284.744	533.69
18	2760	0.1394	384.744	100	284.744	820.14
19	2760	0.1394	384.744	100	284.744	1106.63
20	2760	0.1394	384.744	100	284.744	1393.18
21	2760	0.1394	384.744	100	284.744	1679.79
22	2760	0.1394	384.744	100	284.744	1966.45
23	2760	0.1394	384.744	100	284.744	2253.17
24	2760	0.1394	384.744	100	284.744	2539.94
25	2760	0.1394	384.744	100	284.744	2826.78

Como se puede ver en la tabla anterior, a partir del año 16 obtendremos un VAN positivo, lo que significa, que desde este año hasta el año 25, la instalación empezará a ser viable.

Ahora pasaremos a calcular la Tasa interna de Rentabilidad.

9.2.2 Tasa interna de Rentabilidad (TIR)

El TIR nos permite saber si es viable invertir en un determinado negocio, proyecto, etc.

Considerando otras opciones de inversión de menor riesgo. Con la TIR podemos medir la viabilidad de un proyecto o empresa, determinando la rentabilidad de los cobros y pagos actualizado, generados por una inversión.

Dado que hemos obtenido un VAN positivo, procederemos al cálculo del TIR mediante una hoja de cálculo que podéis ver a continuación:

Año	Producción anual (kWh)	Precio kWh (€)	Ingresos anuales (€)	Mantenimiento (€)	Flujo de caja no actualizado	VAN	TIR
Inversión Inicial:					-5437.28		
1	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-5160.83	-95%
2	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-4579.83	-84%
3	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-3906.45	-72%
4	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-3186.09	-59%
5	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-2900.18	-53%
6	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-2614.25	-48%
7	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-2328.27	-43%
8	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-2042.26	-38%
9	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-1756.21	-32%
10	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-1470.13	-27%
11	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-1184.00	-22%
12	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-897.83	-17%
13	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-611.61	-11%
14	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-325.36	-6%
15	2760	0.1394	384.744	100	284.744	-39.06	-1%
16	2760	0.1394	384.744	100	284.744	247.29	5%
17	2760	0.1394	384.744	100	284.744	533.69	10%
18	2760	0.1394	384.744	100	284.744	820.14	15%
19	2760	0.1394	384.744	100	284.744	1106.63	20%
20	2760	0.1394	384.744	100	284.744	1393.18	26%
21	2760	0.1394	384.744	100	284.744	1679.79	31%
22	2760	0.1394	384.744	100	284.744	1966.45	36%
23	2760	0.1394	384.744	100	284.744	2253.17	41%
24	2760	0.1394	384.744	100	284.744	2539.94	47%
25	2760	0.1394	384.744	100	284.744	2826.78	52%

En la tabla anterior observamos la tabla completa con el VAN y el TIR y en ella aparece una Tasa Interna de Rentabilidad del 52% en el año 25, esto quiere decir que en el año 25 se ha obtenido una rentabilidad del 52%.

10. Pliego de condiciones

10.1 Antecedentes

Esta documentación es una revisión del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red y en ella acredita las normativas vigentes que hay hoy en día en España.

Su finalidad es establecer las condiciones técnicas que deben tomarse en consideración en las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a la red eléctrica de distribución.

El ámbito de aplicación de dicha instalación quedará definido por los artículos 6 y 9 de la Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. Además del debido cumplimiento de los requisitos técnicos contenidos en la normativa del sector eléctrico y el reglamento que dicho sector aplica a todas las instalaciones de este tipo. Que en particular serán los requeridos por el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre. Y el cumplimiento del Reglamento eléctrico de Baja Tensión, así como todas las instrucciones técnicas que correspondan.

10.2 Promotor

El promotor de la instalación fotovoltaica sobre techado en una vivienda unifamiliar con potencia máxima de 3,5 KW, será el propietario de la citada vivienda con NIF Y2601935-Z y con su domicilio fiscal en la misma vivienda.

10.3 Objeto

El objeto de este pliego es fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red que se realicen en el ámbito de actuación del IDAE (proyectos, líneas de apoyo, etc.). Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

Y así al mismo tiempo valorar la calidad final de la instalación en cuanto a su rendimiento, producción e integración.

10.4 Generalidades

Este Pliego se aplica a las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de distribución. Quedan excluidas expresamente las instalaciones aisladas de la red.

En todo caso serán de aplicación todas las normativas que afecten a instalaciones solares fotovoltaicas, y en particular las siguientes:

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.
- RD 738/2015, de 31 de julio, por la que se regula la producción de energía eléctrica en instalaciones generadoras.
- Circular 3/2014, de 2 de julio, la presente referida por parte de la Comisión Nacional de Mercados y Competencia, y en la que se establece la metodología de cálculos de los peajes pertinentes por la utilización de la red eléctrica.
- RD 1699/2011, de 18 de noviembre, en el que se regula las condiciones de conexión a la red eléctrica para instalaciones de pequeña potencia.

- Reglamento electrotécnico de Baja Tensión vigente, además de las instrucciones técnicas correspondientes.
- BOE nº243, de 10 de octubre de 2015, en el que se refleja toda la normativa aplicable con las últimas correcciones pertinentes.
- BOE nº302, de 18 de diciembre de 2015, en el que se aclaran las últimas disposiciones para el cumplimiento de la nueva legislación referente a energía fotovoltaica.

10.5 Definiciones

- Radiación Solar, Energía procedente del sol en forma de ondas electromagnéticas.
- Irradiancia, Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide kW/m^2 .
- Irradiación, Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en kWh/m^2 , o bien en MJ/m^2 .
- Instalaciones fotovoltaicas, Aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica sin ningún paso intermedio.
- Generador fotovoltaico, Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.
- Rama fotovoltaica, Subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.
- Inversor, Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna. También se denomina ondulator.
- Potencia nominal del generador, Suma de potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.
- Módulo o panel fotovoltaico, Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

10.6 Emplazamiento

Esta instalación se llevará a cabo en una población al sur de la provincia de Valencia, localizada en la población de Genovés (Alboy).

10.7 Características de la instalación fotovoltaica

La instalación a realizar incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar la calidad del servicio eléctrico, para el autoconsumo de la vivienda citada anteriormente.

10.7.1 Generador fotovoltaico

El generador fotovoltaico de nuestro proyecto se compone de una cadena con un total de 7 paneles solares fotovoltaicos proporcionando una potencia máxima 2 kW en las mejores condiciones.

Los módulos solares estarán dispuestos sobre una estructura metálica de perfiles, situada en la cara sur de la vivienda sobre el tejado mismo.

Toda la energía obtenida por medio de estos paneles se transportará al inversor elegido, y luego pasará por el inversor que se ha escogido y ya por último se decidirá si la energía total será para el autoconsumo o si se dividirá en dos partes una parte para verter en la red eléctrica y la otra para el autoconsumo mismo.

10.7.2 Estructura soporte

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

Deberá resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.

El montaje se realizará con anclas metálicas proporcionados por el propio fabricante, el cual podrá presentar modificación para un nuevo anteproyecto.

10.7.3 Inversor

El inversor será del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sea capaz de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo del día.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionarán en isla o modo aislado.

Deberá disponer de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuadas supervisión y manejo.

Los inversores para este tipo de instalaciones estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 3 años.

10.8 Características eléctricas de la instalación

10.8.1 Cableado

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

Los conductores serán de cobre con una sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamiento. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior al 1,5%.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

10.8.2 Protecciones

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

Esta instalación estará protegida mediante un magnetotérmico a la salida del inversor para así proteger toda la instalación y todos sus elementos. Además, entre el generador fotovoltaico y el inversor también queda protegido por los diferenciales.

10.8.3 Puesta a tierra

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

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

Nuestra instalación constara de un esquema TT. Conectando así todos los herrajes en los que se montarán los paneles fotovoltaicos, también los marcos de estos, así como cada parte metálica que forme parte de la instalación como pueden ser la carcasa metálica del inversor, batería, etc.

10.9 Conexión a la red

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

Nuestra instalación como se ha dicho anteriormente es una instalación fotovoltaica con conexión a la red. Dicha conexión no tiene otro objeto que asegurar un consumo continuo por parte de la vivienda en caso de no tener suficiente energía fotovoltaica ya sea instantánea o acumulado. Con esta instalación también pretendemos evitar el consumo de la red eléctrica.

10.9.1 Producción energética

Para saber la producción energética se ha hecho una estimación aproximada mediante el sistema de información geográfica de fotovoltaica (PVGIS) con las bases de datos climatológicos de la zona, y teniendo en cuenta la potencia instalada. Obtenemos que aproximadamente obtendremos un total de 2760 kWh.

10.10 Consideraciones finales

De acuerdo con la nueva ley, nuestra instalación no se verá obligada a registrarse en el registro administrativo de instalaciones de producción de energía eléctrica.

Los materiales y equipos proporcionado por cada uno de los suministradores deberán cumplir todos los aspectos técnicos y físicos señalados tanto en la ley vigente como en el anteproyecto presentado. Así mismo, todos los dispositivos que vayan a ser instalados deberán garantizar la integridad de cada uno de los componentes tanto en el transporte, manipulación y montaje de cada uno respectivamente.

Es por ello por lo que se verificará la presentación de la documentación necesaria pertinente que asegure todo lo citado anteriormente.

CONCLUSIONES

En este proyecto podemos afirmar que la instalación que pretendemos realizar en la vivienda unifamiliar es rentable en un período de 25 años de su vida útil. Al ser una instalación conectada a la red supone una diferencia económica importante en el diseño de la instalación, siendo las baterías la principal causa del aumento considerable del presupuesto.

Otro punto que debemos tener en cuenta es que, en una instalación fotovoltaica conectada a la red, es que a la hora de dimensionar el generador solar no tenemos en cuenta el caso más desfavorable, ya que contamos con la red eléctrica, que nos suministrará en los puntos más críticos, es decir en los momentos en que las condiciones meteorológicas sean las más desfavorables (Meses de Invierno). De esta forma, tendremos momentos de exceso de energía (que se aportaría a la red eléctrica), y momentos en los que se consumiría de la red, siendo el balance del año positivo, produciendo la misma cantidad de energía que la consumida, siendo el número de módulos fotovoltaicos, menor que los necesarios para una instalación fotovoltaica aislada.

El material presupuestado en este proyecto ha sido realizado en base a los materiales que se manejan en la empresa de material eléctrico AME, más concretamente en la delegación de Alcoy, empresa en la cual llevo a cabo mis prácticas de empresa, este material es provisto por proveedores de marcas de calidad y servicio adecuadas para cualquier proyecto a realizar.

A lo largo de este proyecto se han adquirido conocimientos de la energía solar, y el dimensionado de generadores fotovoltaicos conectados a la red. Aplicando lo aprendido en algunas asignaturas vistas en esta Ingeniería, así como lo es Energías renovables, instalaciones eléctricas de Baja Tensión, etc.

BIBLIOGRAFÍA

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT),
- Documentación para instalaciones fotovoltaicas propias de BetSolar ©.
- Boletín oficial del Estado, en cuanto a normativa vigente.
- Informe IDEA de análisis del consumo energético del sector residencial en España.
- Evaluación geográfica del recurso solar y el rendimiento de la tecnología fotovoltaica. (PVGIS).
- Catálogo material de cables Top Cable ©.
- Catálogo material de protección Schneider ©.

ANEXOS

PRESUPUESTO

AME ALCOI
POL. IND. COTES BAIXES, C/. B, 2
03804 - ALCOY
Tel.: 965521078 Fax: 965523048
E-mail: andresdavid.murcia@sonepar.es
Rpte.: 93 0 GENERICO DE CONTADO ALCOY

31000005 CIF: 0

CLIENTE CONTADO -D-
CL A
03801 - ALCOI
Tel.: - Fax:



PRESUPUESTO
215 29/07/2019

A/A :
S/Ref : INSTALACIÓN FOTOVOLT
Enviar por: S/ MEDIOS
OBRA:

Pág.: 1 de 6

RESUMEN

INSTALACIÓN PARTE DE CORRIENTE CONTINUA	2.163,27
INSTALACIÓN PARTE DE CORRIENTE ALTERNA	150,96
INVERSOR	1.940,28
SMART METER	494,77
MANO DE OBRA	688,00

IMP. BRUTO : 5.437,28

EUR

Vendedor : ANDRES DAVID MURCIA HDEZ.

Fecha Validez : 13/08/2019

Acceptado :

Estos precios quedan sujetos a las variaciones que pudieran establecerse.

AME ALCOI
POL. IND. COTES BAIXES, C/. B, 2
03804 - ALCOY
Tel.: 965521078 Fax: 965523048
E-mail: andresdavid.murcia@sonepar.es
Rpte.: 93 0 GENERICO DE CONTADO ALCOY

31000005 CIF: 0

CLIENTE CONTADO -D-
CL A
03801 - ALCOI
Tel.: - Fax:



PRESUPUESTO
215 29/07/2019

A/A :
S/Ref : INSTALACIÓN FOTOVOLT
Enviar por: S/ MEDIOS
OBRA:

Pág.: 2 de 6

ITEM	ARTICULO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	%DTO.	IMPORTE
INSTALACIÓN PARTE DE CORRIENTE CONTINUA						2.163,27
5	265285	PANEL ELDORA VSP.60.275WP .03.04-40MM BETS BET-2338 PANEL ELDORA VSP.60.285WP	7,00	132,3100	NETO	926,17
20	ZZ00000001553580	TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K 1,5KV 1X2,5 MM² NEGRO TOPC H1Z2Z2K1X2,5	35,00	0,8500	NETO	29,75
30	162990	IIPRD40R 40KA 600DC SCHN A9L40271	1,00	113,6800	NETO	113,68
35	ZZ00000001553589	INTERRUPTOR SOLARTEC 25A 600VDC/10A 800VDC GAVE A-5382PV0	1,00	120,0400	NETO	120,04
40	282015	ESTRUCTURA VERTICAL 30° CVA915XL 1X3 BETS BET2908	1,00	295,2200	NETO	295,22
45	283372	ESTRUCTURA VERTICAL 30° CVA915XL 1X4 (2000X1000) BETS BET2909	1,00	340,9500	NETO	340,95
50	270639	CUA.DISTR.ECO-DC-4-55A ENERGIA FOTOVOLT TEI- 10002924	1,00	337,4600	NETO	337,46

Vendedor : ANDRES DAVID MURCIA HDEZ.

Fecha Validez : 13/08/2019

Acceptado :

Estos precios quedan sujetos a las variaciones que pudieran establecerse.

AME ALCOI
POL. IND. COTES BAIXES, C/. B, 2
03804 - ALCOY
Tel.: 965521078 Fax: 965523048
E-mail: andresdavid.murcia@sonepar.es
Rpte.: 93 0 GENERICO DE CONTADO ALCOY

31000005 CIF: 0

CLIENTE CONTADO -D-
CL A
03801 - ALCOI
Tel.: - Fax:



PRESUPUESTO
215 29/07/2019

A/A :
S/Ref : INSTALACIÓN FOTOVOLT
Enviar por: S/ MEDIOS
OBRA:

Pág.: 3 de 6

ITEM	ARTICULO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	%DTO.	IMPORTE
INSTALACIÓN PARTE DE CORRIENTE ALTERNA						150,96
25	TOP5601006.RR100	TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K 1,5KV 1X6 MM² ROJO R100M TOPC H1Z2Z2K6RO-CPR	100,00	0,9700	NETO	97,00
55	91509	INT.AUT Schneider IK60N 1PN 25A C 6000A No acc SCHN A9K17625	1,00	8,4200	NETO	8,42
60	91497	INT.DIF Schn iID Resid 2P 25A 30mA AC Inst No acc SCHN A9R60225	1,00	26,0900	NETO	26,09
65	872	TUBO PVC CORRUGADO D20 NG TAIS C20	100,00	0,1100	NETO	11,00
85	41239	KAEDRA CAJA ESTANCA 1FILA 2-3 MÓD 150X80X95 IP65 SCHN 13975	1,00	8,4500	NETO	8,45

Vendedor : ANDRES DAVID MURCIA HDEZ.

Fecha Validez : 13/08/2019

Acceptado :

Estos precios quedan sujetos a las variaciones que pudieran establecerse.



A Sonepar Company

AME ALCOI
POL. IND. COTES BAIXES, C/. B, 2
03804 - ALCOY
Tel.: 965521078 Fax: 965523048
E-mail: andresdavid.murcia@sonepar.es
Rpte.: 93 0 GENERICO DE CONTADO ALCOY

31000005 CIF: 0

CLIENTE CONTADO -D-
CL A
03801 - ALCOI
Tel.: - Fax:



PRESUPUESTO

215 29/07/2019

A/A :
S/Ref : INSTALACIÓN FOTOVOLT
Enviar por: S/ MEDIOS
OBRA:

Pág.: 4 de 6

ITEM	ARTICULO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	%DTO.	IMPORTE
------	----------	-------------	----------	--------	-------	---------

INVERSOR

1.940,28

15	276136	INVERTER HUAWEI SUN2000L-3KTL BETS BET-2786	1,00	1.940,2800	NETO	1.940,28
----	--------	--	------	------------	------	----------

Vendedor : ANDRES DAVID MURCIA HDEZ.

Fecha Validez : 13/08/2019

Acceptado :

Estos precios quedan sujetos a las variaciones que pudieran establecerse.

AME MATERIAL ELECTRICO, S.A.U-Insc. Registro Mercantil de Valencia. Tomo 6489, Sec. 8,Lib. 3.794,Hoja V-68948, Folio 133,N.I.F.A96933510

AME ALCOI
 POL. IND. COTES BAIXES, C/. B, 2
 03804 - ALCOY
 Tel.: 965521078 Fax: 965523048
 E-mail: andresdavid.murcia@sonepar.es
 Rpte.: 93 0 GENERICO DE CONTADO ALCOY

31000005 CIF: 0

CLIENTE CONTADO -D-
 CL A
 03801 - ALCOI
 Tel.: - Fax:



PRESUPUESTO

215 29/07/2019

A/A :
 S/Ref : INSTALACIÓN FOTOVOLT
 Enviar por: S/ MEDIOS
 OBRA:

Pág.: 5 de 6

ITEM	ARTICULO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	%DTO.	IMPORTE
SMART METER						494,77
70	188709	COLOR CONTROL GX BPP010300100R BETS BET-0263	1,00	485,5400	NETO	485,54
75	197460	RJ45 UTP CABLE 1,8 M ASS030064950 BETS BET-0274	1,00	9,2300	NETO	9,23

Vendedor : ANDRES DAVID MURCIA HDEZ.

Fecha Validez : 13/08/2019

Acceptado :

Estos precios quedan sujetos a las variaciones que pudieran establecerse.



A Sonepar Company

AME ALCOI
POL. IND. COTES BAIXES, C/. B, 2
03804 - ALCOY
Tel.: 965521078 Fax: 965523048
E-mail: andresdavid.murcia@sonepar.es
Rpte.: 93 0 GENERICO DE CONTADO ALCOY

31000005 CIF: 0

CLIENTE CONTADO -D-
CL A
03801 - ALCOI
Tel.: - Fax:



PRESUPUESTO

215 29/07/2019

A/A :
S/Ref : INSTALACIÓN FOTOVOLT
Enviar por: S/ MEDIOS
OBRA:

Pág.: 6 de 6

ITEM	ARTICULO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	%DTO.	IMPORTE
MANO DE OBRA						688,00
90	ZZ00000001553603	AYUDANTE ELECTRICISTA	16,00	19,5000	NETO	312,00
95	ZZ00000001553604	OFICIAL 1A ELECTRICISTA	16,00	23,5000	NETO	376,00

IMP. BRUTO : 5.437,28

EUR

Vendedor : ANDRES DAVID MURCIA HDEZ.

Fecha Validez : 13/08/2019

Acceptado :

Estos precios quedan sujetos a las variaciones que pudieran establecerse.

AME MATERIAL ELECTRICO, S.A.U-Insc. Registro Mercantil de Valencia. Tomo 6489, Sec. 8,Lib. 3.794,Hoja V-68948, Folio 133,N.I.F.A96933510

FICHA TÉCNICA DE LOS PANELES SOLARES

ELDORA

HIGH EFFICIENCY POLY-Si PV MODULES

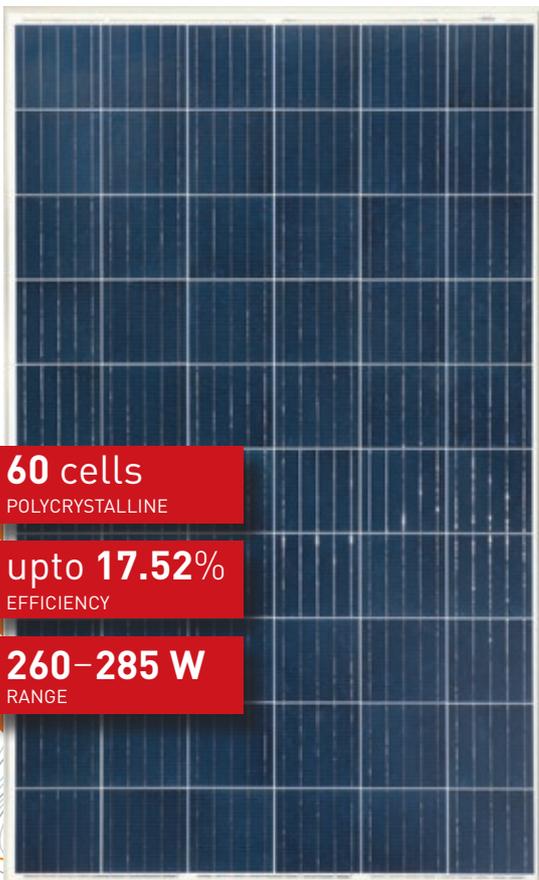

vikramsolar

CREATING CLIMATE FOR CHANGE

ELDORA VSP.60.AAA.03.04 | POLYCRYSTALLINE SOLAR PV MODULES | 60 CELLS | 260-285 WATT

ELDORA ULTIMA

SILVER SERIES



HIGHER OUTPUT OF MODULE POWER
by reducing cell to module power loss



Designed for very **HIGH AREA EFFICIENCY** ideally suited for roof-top and ground-mounted applications



Up to +2.5 Wp **POSITIVE POWER OUTPUT TOLERANCE GUARANTEED** ensuring better ROI



Extremely **RELIABLE PRODUCT** suiting all environment conditions



Engineered to provide **EXCELLENT LOW LIGHT RESPONSE**



Extremely **NARROW POWER** binning tolerance to reduce current mismatch loss in single string



QUALITY AND SAFETY

- ◆ 27 years of linear power output warranty **
- ◆ Rigorous quality control meeting the highest international standards
- ◆ 100% EL tested to ensure micro crack free modules
- ◆ Certified for PID resistance
- ◆ Certified for salt mist corrosion resistance – severity VI

- ◆ Certified for ammonia resistance
- ◆ Compatible with K2, HILTI & Schletter structures for short and long side clamping*
- ◆ 3rd Party PAN file validated*
- ◆ Approved by OST energy*

APPLICATIONS

- ◆ On-grid large scale utility systems
- ◆ On-grid rooftop residential and commercial systems
- ◆ Off-grid residential systems

TECHNICAL DATA

ELDORA ULTIMA SILVER SERIES

THIS DATASHEET IS APPLICABLE FOR: ELDORA VSP.60.AAA.03.04 (AAA=260-285)

Electrical Data¹ All data refers to STC

Peak Power P_{max} (Wp)	260.0	262.5	265.0	267.5	270.0	272.5	275.0	277.5	280.0	282.5	285.0
Maximum Voltage V_{mpp} (V)	30.8	30.9	30.9	31.0	31.0	31.1	31.2	31.2	31.3	31.4	31.5
Maximum Current I_{mpp} (A)	8.43	8.50	8.57	8.62	8.70	8.76	8.82	8.89	8.94	9.00	9.07
Open Circuit Voltage V_{oc} (V)	37.9	38.0	38.1	38.2	38.3	38.4	38.5	38.6	38.7	38.8	38.9
Short Circuit Current I_{sc} (A)	8.93	8.98	9.03	9.09	9.12	9.17	9.22	9.27	9.32	9.37	9.41
Module Efficiency η (%)	15.98	16.14	16.29	16.44	16.60	16.75	16.90	17.06	17.21	17.36	17.52

¹ STC: 1000 W/m² irradiance, 25°C cell temperature, AM1.5g spectrum according to EN 60904-3. Average relative efficiency reduction of 5% at 200 W/m² according to EN 60904-1.

Electrical Parameters at NOCT²

Power (W)	192.8	193.5	194.7	196.0	197.8	199.1	200.7	201.8	203.2	204.6	205.9
$V@P_{max}$ (V)	27.8	27.9	27.9	28.0	28.0	28.0	28.1	28.1	28.2	28.2	28.3
$I@P_{max}$ (A)	6.93	6.96	6.98	7.02	7.06	7.11	7.15	7.18	7.22	7.26	7.30
V_{oc} (V)	35.4	35.4	35.5	35.5	35.6	35.6	35.7	35.7	35.8	35.8	35.9
I_{sc} (A)	7.24	7.31	7.37	7.43	7.49	7.56	7.62	7.67	7.73	7.79	7.85

² NOCT irradiance 800 W/m², ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/sec

Temperature Coefficients (Tc) permissible operating conditions

Tc of Open Circuit Voltage (β)	- 0.31%/°C
Tc of Short Circuit Current (α)	0.058%/°C
Tc of Power (γ)	-0.41%/°C
Maximum System Voltage	1000 V
NOCT	45°C±2°C
Temperature Range	-40°C to + 85°C

Mechanical Data

Length × Width × Height	1640 × 992 × 40 mm (64.57 × 39.06 × 1.57 inches)
Weight	18.50 kg (40.79 lbs)
Junction Box	IP67, 3 Bypass diodes
Cable & Connectors	1200 mm (47.24 inches) length cables, SOLARLOK PV4/MC4 Compatible/MC4 Connectors
Application Class	Class A (Safety class II)
Superstrate	3.2 mm (0.13 inches) high transmission low iron tempered glass, AR coated
Cells	60, 5BB Polycrystalline solar cells
Cell Encapsulant	EVA (Ethylene Vinyl Acetate)
Back Sheet	Composite film
Frame	Anodized aluminium frame with twin wall profile
Mechanical Load Test	5400 Pa
Maximum Series Fuse Rating	15 A

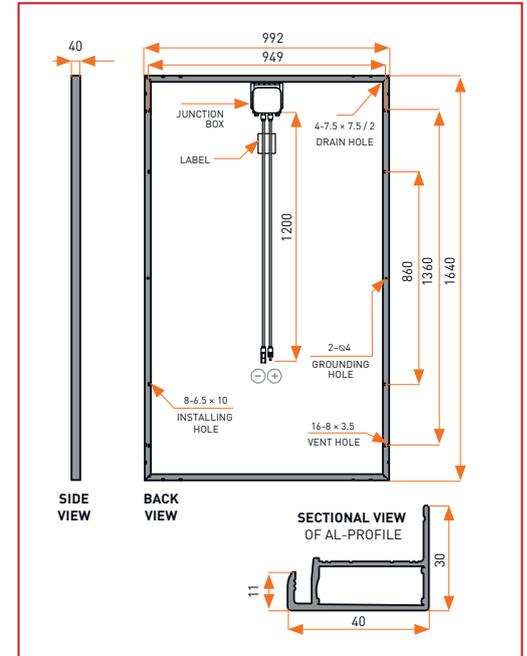
Warranty and Certifications

Product Warranty**	12 years
Performance Warranty**	Linear Power Warranty for 27 years with 2.5% for 1st year degradation and 0.67% from year 2 to year 27
Approvals and Certificates	IEC 61215 Ed2, IEC 61730, IEC 61701, IEC 62716, IEC 60068-2-68, UL1703*, CE*, MCS*, CEC*, PV Cycle*, IEC 62804, CAN/CSA 61730*, JET*

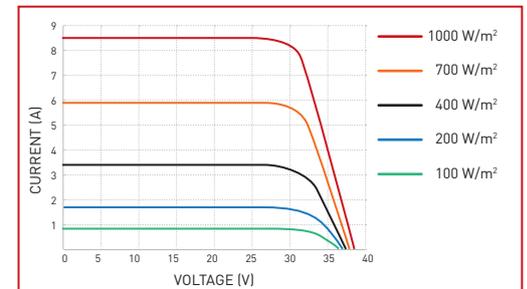
* All (*) certifications under progress.

** Refer to Vikram Solar's warranty document for terms and conditions.

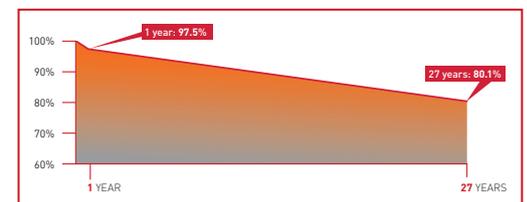
Dimensions in mm



Typical I-V Curves



Performance Warranty



Packaging Information

Quantity/Pallet	25
Pallets/Container (40'HC)	28
Quantity/Container (40'HC)	700

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION MANUAL BEFORE USING THE PRODUCT.

Specifications included in this datasheet are subject to change without notice. Electrical data without guarantee. Please confirm your exact requirement with the company representative while placing your order.

FICHA TÉCNICA DEL INVERSOR

Smart Energy Center



reddot award 2016
winner

Higher Revenue

- High efficiency inverter topology
- Max. efficiency 98.6%
- European weighted efficiency 98.0%

Simple & Easy

- 10.6kg, allows one person simple installation
- Optimized AC connector for quick wiring
- Supports one-click inverter configuration

Battery Ready

- Integrated Plug & Play energy storage interface

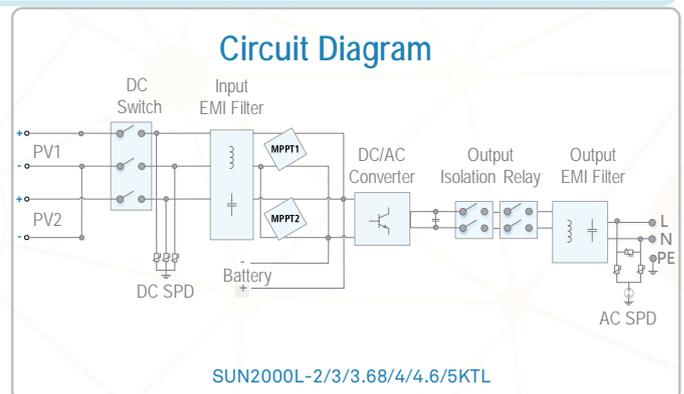
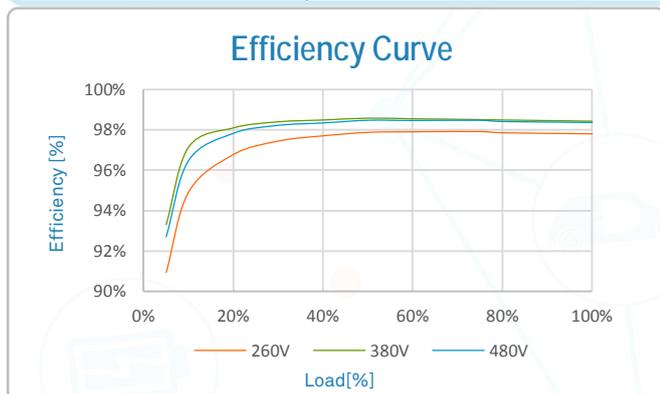
Safe & Reliable

- IP65, natural convection
- Integrated lightning protection for both DC and AC
- Zero export function with smart power sensor

SUN2000L-2/3/3.68/4/4.6/5KTL

Technical Specification	SUN2000L-2KTL	SUN2000L-3KTL	SUN2000L-3.68KTL	SUN2000L-4KTL	SUN2000L-4.6KTL	SUN2000L-5KTL
Efficiency						
Max. efficiency	98.4 %	98.5 %	98.5 %	98.6 %	98.6 %	98.6 %
European weighted efficiency	97.0 %	97.6 %	97.8 %	97.9 %	98.0 %	98.0 %
Input						
Recommended max. PV power	3,000 Wp	4,500 Wp	5,520 Wp	6,000 Wp	6,900 Wp	7,500 Wp
Max. input voltage	600 V / 495 V ¹					
Operating voltage range ¹	90 V ~ 600 V / 90 V ~ 495 V ¹					
Start-up voltage	120 V					
Full power MPPT voltage range	120 V ~ 480 V	160 V ~ 480 V	190 V ~ 480 V	210 V ~ 480 V	260 V ~ 480 V	260 V ~ 480 V
Rated input voltage	380 V					
Max. input current per MPPT	11 A					
Max. short-circuit current	15 A					
Number of MPP trackers	2					
Max. number of inputs per MPPT	1					
Output						
Grid connection	Single phase					
Rated output power	2,000 W	3,000 W	3,680 W	4,000 W	4,600 W	5,000 W ²
Max. apparent power	2,200 VA	3,300 VA	3,680 VA	4,400 VA	5,000 VA ³	5,500 VA ⁴
Rated output voltage	220 V / 230 V / 240 V					
Rated AC grid frequency	50 Hz / 60 Hz					
Max. output current	10 A	15 A	16 A	20 A	23 A ⁵	25 A ⁵
Adjustable power factor	0.8 leading ... 0.8 lagging					
Max. total harmonic distortion	≤ 3 %					
Protection						
Anti-Islanding protection	Yes					
DC reverse polarity protection	Yes					
Insulation monitoring	Yes					
DC lightning protection	Yes					
AC lightning protection	Yes					
Residual current monitoring	Yes					
AC overcurrent protection	Yes					
AC short-circuit protection	Yes					
AC overvoltage protection	Yes					
Over-heat protection	Yes					
General Data						
Operating temperature range	-30 ~ +60 °C (Derating above 45°C @ Rated output power)					
Relative operating humidity	0 %RH ~ 100 %RH					
Operating altitude	0 - 4,000 m (Derating above 2,000 m)					
Cooling	Natural convection					
Display	LED indicators					
Communication	RS485, WLAN					
Weight (incl. mounting bracket)	10.6 kg (23.4 lb)					
Dimension (incl. mounting bracket)	375 * 375 * 161.5 mm (14.8 * 14.8 * 6.4 inch)					
Degree of protection	IP65					
Battery Compatibility						
Battery	LG Chem RESU 7H_R / 10H_R					
Voltage range	350 ~ 450 Vdc					
Max. current	10 A					
Communication	RS485					
Standard Compliance (more available upon request)						
Safety	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2					
Grid connection standards	G83/2, G59/3, EN 50438, CEI 0-21, VDE-AR-N-4105, UTE C 15-712-1, AS 4777, C10/11, ABNT, UTE C15-712, RD 1699, NRS 097-2-1, DEWA 2016					

The text and figures reflect the current technical state at the time of printing. Subject to technical changes. Errors and omissions excepted. Huawei assumes no liability for mistakes or printing errors. For more information, please visit solar.huawei.com. Version No.:01-(20181001)



*1. Only applicable for PV string. The maximum input voltage and operating voltage upper limit will be reduced to 495 V when inverter connects and works with LG battery.
 *2. AS4777:4990W. *3. VDE-AR-N 4105:4600VA / AS4777:4990VA. *4. AS4777:4990VA. *5. AS4777:21.7A.

FICHA TÉCNICA DEL CABLE ELÉCTRICO
PARA INSTALACIONES FV



TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K

Cable para instalaciones solares fotovoltaicas TÜV y EN.

EN 50618/ TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502

DISEÑO

Conductor

Cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible)

según UNE-EN 60228
e IEC 60228.

Aislamiento

Goma libre de halógenos

Cubierta

Goma libre de halógenos de color negro o rojo.



D_{ca} - s2, d2, a2

APLICACIONES

El cable Topsolar H1Z2Z2-K, certificado TÜV y EN, es apto para instalaciones fotovoltaicas, tanto en servicio móvil como en instalación fija. Cable muy flexible especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, y desde los paneles al inversor de corriente continua o alterna. Compatible con la mayoría de conectores. Gracias al diseño de sus materiales, puede ser instalado a la intemperie en plenas garantías.





CARACTERÍSTICAS



Características eléctricas

BAJA TENSIÓN 1,5/1,5 · 1kV · (1,8) kV DC



Norma de referencia

EN 50618/ TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502



Certificaciones

Certificados

CE
TÜV
EN
RoHS



D_{ca} - s2, d2, a2



Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 120°C.
Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).
Temp. mínima de servicio: -40°C



Características frente al fuego

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754
Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%.
Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.
Reacción al fuego CPR: D_{ca} - s2, d2, a2 según la norma EN 50575.



Características mecánicas

Radio de curvatura: 3 x diámetro exterior.
Resistencia a los impactos: AG2 Medio.



Características químicas

Resistencia a grasas y aceites: excelente.
Resistencia a los ataques químicos: excelente.



Resistencia a los rayos Ultravioleta

Resistencia a los rayos ultravioleta: EN 50618 y TÜV 2Pfg 1169-08.



Presencia de agua

Presencia de agua: AD8 sumergida.



Vida útil

Vida útil 30 años: Según UNE-EN 60216-2



Otros

Marcaje: metro a metro.



Condiciones de instalación

Al aire.
Enterrado.



Aplicaciones

Instalaciones solares fotovoltaicas.