

VIABILIDAD DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA APLICADA A VIVIENDA

COSTA MARTÍNEZ, Fátima

2012 /2013



TITULACIÓN: Grado en ingeniería de la
edificación

DIRECTOR ACADÉMICO DEL PFG:

PACUAL GALÁN, Amadeo

MODALIDAD: Científico-técnico

07/2013



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN

Agradecimientos:

A mis padres, Leonor y Gabriel, que sin su apoyo no habría sido posible cursar esta carrera.

A mi novio Francisco Valles que fue el que me ayudo a la elección del tema de este proyecto y a sus cálculos.

A Rita y Noa que son las que me hacen madrugar todos los días.

Gracias a todos ellos, a mis abuelos (Carmen y Paco) y familia en general, por aguantar mis cambios de humor durante estos años en épocas de exámenes y entregas de trabajos. Ya que sin el apoyo de todos ellos no habría sido capaz de finalizar mis estudios.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN AL PFG ----- 1-

OBJETIVOS DEL PFG ----- 3-

CAPÍTULO 0; INTRODUCCIÓN

1. LAS ENERGÍAS RENOVABLES----- cap 0, p2

1.1. TIPOS DE ENERGÍA RENOVABLE----- cap 0, p2

1.2. ANÁLISIS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA--cap 0, p3

**2. NORMATIVA DE APLICACIÓN EN RELACIÓN A LAS ENERGÍAS
RENOVABLES ----- cap 0, p9**

**2.1. DIRECTIVA 2009/28/CE PARLAMENTO EUROPEO Y DEL
CONSEJO DE 23 DE ABRIL 2009, RELATIVA AL FOMENTO DEL
USO DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES-----
----- cap 0, p9**

**2.2. PLAN DE ACCIÓN NACIONAL DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES
2011 / 2020 ----- cap 0, p10**



CAPÍTULO 1; LA ENERGÍA SOLAR

1. LA RADIACIÓN SOLAR	cap 1, p2
1.1. EL MOVIMIENTO DE LA TIERRA ALREDEDOR DEL SOL	
.....	cap 1, p2
1.2. LATITUD Y LONGITUD	cap 1, p3
1.3. EL SOL	cap 1, p3
1.4. RADIACIÓN SOLAR EN ESPAÑA	cap 1, p5
2. TIPOS DE ENERGÍA SOLAR	cap 1, p8
2.1. ENERGÍA SOLAR PASIVA	cap 1, p8
2.2. LA ENERGÍA SOLAR ACTIVA	cap 1, p12



CAPÍTULO 2; LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

- 1. HISTORIA DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA ----- cap 2, p2

- 2. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA----- cap 2, p4
 - 2.1. TIPOS DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA ----- cap 2, p4
 - 2.2. COMOPONENTES DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA -----
----- cap 2, p5
 - 2.3. EL EFECTO FOTOELÉCTRICO ----- cap 2, p14
 - 2.4. PÉRDIDAS ENERGÉTICAS EN UNA INSTALACIÓN
FOTOVOLTAICA----- cap 2, p16
 - 2.5. PARÁMETROS DE RENDIMIENTO EN UNA INSTALACIÓN
FOTOVOLTAICA ----- cap 2, p17

- 3. NORMATIVA EN TORNO AL AUTOCONSUMO EN VIVIENDAS -----
----- cap 2, p19
 - 3.1. EVOLUCIÓN DE LA NORMATIVA ESPAÑOLA ----- cap 2, p19
 - 3.2. ACTUALIDAD DE LA NORMATIVA ESPAÑOLA ----- cap 2, p23



CAPÍTULO 3; ESTUDIO ENERGÉTICO

- 1. INTRODUCCIÓN ----- cap 3, p2

- 2. ELECCIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA ----- cap 3, p3

- 3. CONSUMO ESTIMADO DE LA VIVIENDA ----- cap 3, p4
 - 3.1. CONSUMO POR MESES GENERAL ----- cap 3, p4
 - 3.2. CONSUMO DE ILUMINACIÓN ----- cap 3, p11
 - 3.3. CONSUMO TOTAL ----- cap 3, p13

- 4. PRODUCCIÓN DEL SISTEMA ----- cap 3, p14

- 5. CONSUMO DE LA RED ANTES Y DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN
SOLAR FOTOVOLTAICA ----- cap 3, p17



CAPÍTULO 4; ESTUDIO ECONÓMICO

1. INTRODUCCIÓN ----- cap 4, p2
2. FACTURA ELÉCTRICA ----- cap 4, p3
3. PRESUPUESTO ----- cap 4, p6
4. AMORTIZACIÓN A 25 AÑOS ----- cap 4, p7



CAPÍTULO 5; MEMORIA

- 1. INTRODUCCIÓN ----- cap 5, p2

- 2. EMPLAZAMIENTO DE LA VIVIENDA ----- cap 5, p3

- 3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN ----- cap 5, p5

- 4. PANELES FOTOVOLTAICOS ----- cap 5, p7
 - 4.1. ORIENTACIÓN DE LOS PANELES ----- cap 5, p8
 - 4.2. INCLINACIÓN DE LOS PANELES ----- cap 5, p9

- 5. INVERSOR ----- cap 5, p10

- 6. CABLEADO ----- cap 5, p11
 - 6.1. CABLEADO DE PROTECCIÓN ----- cap 5, p13

- 7. PROTECCIONES ----- cap 5, p14



CAPÍTULO 6; A TENER EN CUENTA EN UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DURANTE SU EJECUCIÓN Y A POSTERIORI

1. **PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE UNA INSTALACIÓN
FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED ----- cap 6, p2**
 - 1.1. **DISEÑO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO ----- cap 6, p2**
 - 1.2. **COMOPONENTES Y MATERIALES ----- cap 6, p2**
 - 1.3. **RECEPCIÓN Y PRUEBAS ----- cap 6, p5**
 - 1.4. **CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA --- cap 6, p5**
 - 1.5. **REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE
MANTENIMIENTO ----- cap 6, p6**
 - 1.6. **CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E
INCLINACIÓN DEL GENERADOR DISTINTA A LA ÓPTIMA --- cap 6, p7**
 - 1.7. **CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE RADIACIÓN SOLAR POR
SOMBRA ----- cap 6, p9**

2. **MEDIDAS DE SEGURIDAD A TENER EN CUENTA DURANTE EL
MONTAJE ----- cap 6, p13**

3. **ESTUDIO AMBIENTAL DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS -----
----- cap 6, p14**
 - 3.1. **EMISIONES EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN ----- cap 6, p14**
 - 3.2. **EMISIONES EVITADAS POR EL USO DE INSTALACIONES
FOTOVOLTAICAS ----- cap 6, p15**



ANEXO 1 PLANOS

1. ILUMINACIÓN PLANTA BAJA
2. ILUMINACIÓN PLANTA 1º
3. SITUACIÓN Y ORIENTACIÓN PANELES SOLARES.



ANEXO 2, BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN DEL PFG

Ante un Código Técnico de la Edificación a todas luces insuficiente, y constatada la total falta de tradición en la aplicación de medidas de eficiencia energética en nuestro país, no es de extrañar que cerca del 60% de las viviendas españolas se hayan construido sin ninguna normativa media de eficiencia energética (la primera vivienda construida data de 1979), esto hace que España se sitúe en una difícil posición ante el cumplimiento de los objetivos europeos de ahorro y eficiencia energética.

La eficiencia energética en la edificación resulta clave para combatir nuestra alarmante dependencia energética de combustibles fósiles procedentes del exterior. El 67% del consumo energético de un piso medio en España se invierte en calefacción y agua caliente sanitaria, en el 90% de los casos esta necesidad se satisface mediante combustibles fósiles, cuyo precio no deja de subir y sus emisiones no dejan de contaminar y devaluar la calificación energética. En este sentido la utilización de energías renovables, encontrarán un nuevo mercado que será vital.

En la actualidad, alrededor de dos millones de viviendas utilizan energías renovables, dato poco significativo si tenemos en cuenta que el parque total de viviendas asciende a unos diecisiete millones.

La llegada de la esperada Ley de Rehabilitación abre una importante oportunidad para la reactivación de la construcción en todas sus vertientes. La noticia será todavía mejor si tenemos en cuenta el impulso de la Certificación energética de edificios, cuyo modelo homologado de etiqueta energética ya ha sido aprobado, propiciará un despliegue del sector de servicios energéticos para la edificación, siempre y cuando se avance en una regulación más clara de los objetivos, funciones y servicios, hasta ahora marcadas por un marco normativo más bien difuso, en especial a lo que se refiere a los modelos contractuales vigentes.

Poco a poco y gracias a la evolución del sector fotovoltaico y la continua bajada de los costes de producción, es ahora cuando se plantean diferentes preguntas:

- ¿Hasta qué grado reduce la factura eléctrica la instalación de un sistema de autoconsumo basado en la fotovoltaica?
- ¿Cuál es la forma más óptima y rentable de emplear la energía solar?

Desde viviendas residenciales, hasta hoteles, negocios o industrias, hoy en día con un sistema fotovoltaico podemos ser capaces de producir nuestra propia energía y satisfacer en gran medida los consumos energéticos que tengamos.

Gracias a lo establecido en el Real Decreto 1699/2011, se permite la instalación de un sistema fotovoltaico en la instalación interior de un propietario posibilitando el autoconsumo.

Por norma general, la energía suministrada por una instalación fotovoltaica se inyecta principalmente a la red pública. Los equipos consumidores solo pueden utilizar para su suministro una parte de esa energía. Esa parte de energía que se emplea directamente es el autoconsumo instantáneo o autoconsumo sin acumulación. El alcance del autoconsumo instantáneo depende de las dimensiones de la instalación fotovoltaica y del perfil de carga del hogar (cantidad de energía que consume).

Mediante el autoconsumo, las instalaciones fotovoltaicas pueden reducir el consumo de corriente de la red, y con ello descargar la red pública.

Los costes de las instalaciones de sistemas fotovoltaicos bajaron en 2011 un 45% y en 2012 se habla de una bajada del 20% sobre los precios del año anterior. Esto hace posible que sean sistemas viables ya que el sistema se amortiza en pocos años, y más accesible a todos los tipos de usuarios.

Como anteriormente hemos mencionado, la deficiencia de la normativa Española en este sector, hace que la falta de regularización para un balance neto, el marco normativo actúe permitiendo realizar instalaciones de autoconsumo instantáneo, es decir, instalaciones en las que toda la energía producida se consume dentro de la instalación, sin inyectar nada a la red eléctrica.

Los países europeos con un marco normativo más claro para el desarrollo de sistemas fotovoltaicos en el sector residencial, son: Alemania, Bélgica y Bruselas.



OBJETIVO DEL PFG

El principal objetivo de este proyecto es resolver la pregunta anteriormente planteada:

- ¿Hasta qué grado reduce la factura eléctrica la instalación de un sistema de autoconsumo basado en la fotovoltaica?

Para ello se realizará el cálculo de una instalación eléctrica fotovoltaica para una vivienda unifamiliar aislada, para la cual se ha suprimido la instalación de un sistema autoabastecimiento de agua caliente sanitaria por el método de instalación solar térmica, ya que según indica el Código Técnico de la Edificación en su HE-4 sección 1.1 este se podrá suprimir siempre que se cubra ese aporte energético de agua caliente sanitaria mediante el aprovechamiento de otro tipo de energía renovable, en nuestro caso solar fotovoltaica.

Antes de la realización del cálculo se ha realizado una introducción general a lo que son las energías renovables explicando los tipos de energías que hay así como analizando el consumo energético en nuestro país en los últimos años.

Seguidamente ya se explica con más detenimiento la energía solar fotovoltaica, con la descripción de los aparatos que componen la instalación, así como el estudio de la radiación solar en España.

Los últimos puntos de este proyecto ya se centran en los que es el cálculo de la instalación y el cálculo de la demostración de la viabilidad del sistema fotovoltaico.

Por último se han analizado las medidas de seguridad y mantenimiento de la instalación fotovoltaica



Capítulo 0: Introducción



1. Las energías renovables:

Se entiende por energía renovable (las que se extraen de fuentes naturales), aquella que son inagotables bien por la cantidad de energía que contienen o porque son capaces de regenerarse por medios naturales, reduciendo de éste modo las emisiones nocivas para el medio ambiente.

1.1. Tipos de energía renovable:

- EÓLICA:

Es la energía generada por las corrientes de aire. Este tipo de energía es empleado principalmente para producir energía eléctrica mediante aerogeneradores. Para poder emplear el viento como generador de energía la velocidad de éste no será inferior a 3m/s y no superar los 25m/s.

- SOLAR:

Es la obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del sol.

Hay dos tipos de tecnologías solares en función de cómo capturan, convierten y distribuyen la energía solar. La pasiva que son las que se encuentran enmarcadas en la arquitectura bioclimática (orientación solar de los edificios, selección de materiales, etc.... La activa que incluye los paneles fotovoltaicos que más adelante desarrollaremos con detalle.

Es la fuente de energía renovable más desarrollada en la actualidad.

- AEROTÉRMICA:

Saca provecho de la energía contenida en el aire que nos rodea para diferentes utilidades, como es la producción de agua caliente sanitaria para viviendas o para climatizar las viviendas o los espacios climatizados.

- GEOTÉRMIA:

Se obtiene a partir del aprovechamiento del calor interior de la tierra, éste calor ciente hasta las capas de agua más profundas, al ascender esta agua caliente produce vapor de agua, y es este vapor de agua el que se emplea para generar electricidad, calefacción y refrigeración por absorción.

La explotación debe hacerse con dos pozos, uno para extraer el agua caliente y otro para introducir agua para extraerla una vez calentada.

- **HIDRITÈRMICA Y OCEANICA:**

Dentro de ésta existen distintitos tipos en función del aprovechamiento energético:

Maremotriz: aprovecha el ascenso y descenso del agua del mar producido por la acción gravitatoria del Sol y la Luna, solo es rentable emplearla en aquellos lugares en que la mar alta y baja difieran más de 5m de altura.

Energía de las corrientes: emplea la energía cinética contenida en las corrientes marinas. Se emplean instalaciones submarinas.

Maremotérmica: se basa en el aprovechamiento de la energía térmica del mar (diferencia de temperaturas entre la superficie marina y las aguas profundas).

Energía de las olas: aprovechamiento energético del movimiento de las olas, las olas se producen por el rozamiento del aire con la superficie marina.

Potencia osmótica: también llamada energía azul, se obtiene a partir de la diferencia de concentración de sal entre el agua del mar y el agua de los ríos.

- **BIOMASA:**

Es la energía obtenida del aprovechamiento de la materia orgánica e industrial formada en algún proceso biológico o mecánico, se puede hacer directamente (combustión) o por transformación en otras sustancias que serán aprovechadas como combustible.

La distinción de los tipos de biomasa depende de la procedencia de las sustancias empleadas, pueden ser de origen vegetal o animal.

- **GASES DE VERTEDERO:**

También llamado biogás. Es un gas que se genera en medios naturales o en dispositivos específicos, las basuras son transportadas a los vertederos en ellos mediante reacciones de biodegradación de la materia orgánica que lo producen la acción de los microorganismos en ausencia de oxígeno.

- **GASES DE PLANTAS DE DEPURACIÓN:**

Se trata de gases combustibles generados por la reacción de la biodegradación de la materia orgánica en un ambiente anaeróbico, sin oxígeno.

1.2. ANÁLISIS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA:

España es un país en el que más del 80% de la energía consumida es comprada a otros países por un precio muy superior al coste de producción, de ahí que tanto las tarifas eléctricas, como de gas, gasolina y demás energía empleada tengan un coste elevado. Si sumamos estos precios

a la profunda crisis económica en la que se encuentra el país, nos encontramos con que muchos de los habitantes no pueden permitirse estos costes.

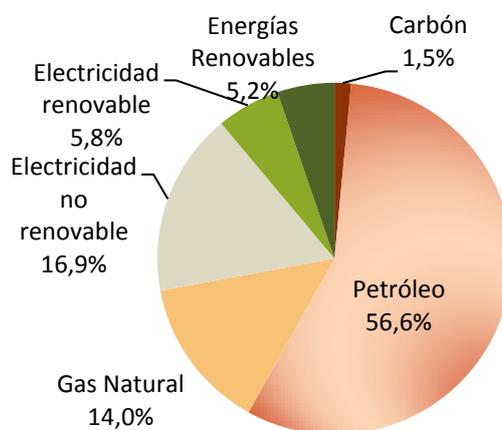
Una alternativa al incremento de los precios y a la importación energética puede ser la implantación de plantas en las que la eficiencia energética sea primordial. Con ello además de rebajar precios ayudamos a la mejora del medio ambiente reduciendo las emisiones de gases nocivos para la atmósfera.

Para la implantación de las energías renovables necesitamos la concienciación de las personas por el respeto al medio ambiente, formación, información y divulgación sobre los hábitos e instrumentos para un uso más responsable de la energía. Con esta intención surgió la Plataforma Tecnológica Española de la Eficiencia Energética la cual fue una iniciativa del Ministerio de Ciencia e Innovación, Los cuales se encargan de promover las actividades de I+D+i.

- **ANÁLISIS ANUAL DEL CONSUMO ENERGÉTICO:**

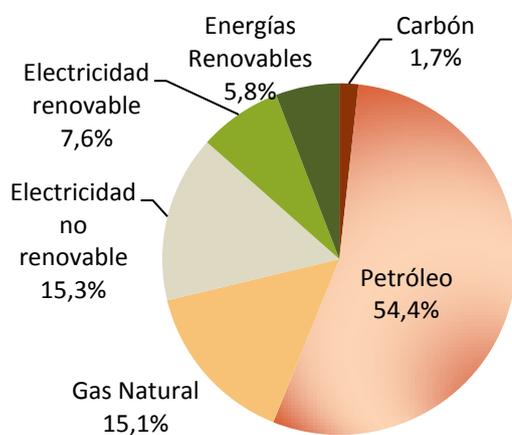
AÑO 2009:

Unidad de medida: ktep	Año 2009	EST.	
Carbón	1.444	1,5%	} 89%
Petróleo	54.190	56,6%	
Gas Natural	13.418	14,0%	
Electricidad no renovable	16.185	16,9%	
Electricidad renovable	5.571	5,8%	} 11%
Energías Renovables	5.006	5,2%	
Biomasa y biogás	3.780	3,9%	
Biocarburantes	1.056	1,1%	
Solar Térmica	156	0,2%	
Geotérmica	14	0,01%	
TOTAL	95.814		

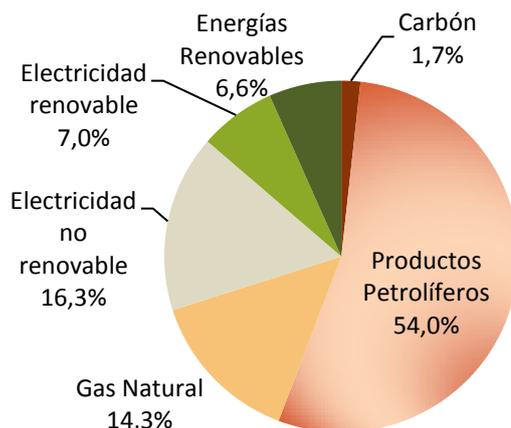


**AÑO 2010:**

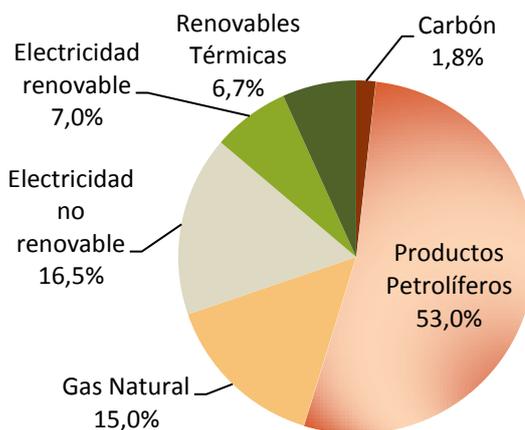
Unidad de medida: ktep	Año 2010	EST.	
Carbón	1.690	1,7%	86.5%
Petróleo	53.036	54,4%	
Gas Natural	14.774	15,1%	
Electricidad no renovable	14.973	15,3%	
Electricidad renovable	7.437	7,6%	13.5%
Energías Renovables	5.666	5,8%	
Biomasa y biogás	4.055	4,2%	
Biocarburantes	1.413	1,4%	
Solar Térmica	183	0,2%	
Geotérmica	16	0,02%	
TOTAL	97.576	100,0%	

**AÑO 2011:**

Unidad de medida: ktep	2011	Variación Interanual	EST.	
Carbón	1.614	-4,5%	1,7%	86.3%
Productos Petrolíferos	50.379	-5,0%	54,0%	
Gas Natural	13.327	-9,8%	14,3%	
Electricidad no renovable	15.201	1,5%	16,3%	
Electricidad renovable	6.543	-12,0%	7,0%	13.7%
Energías Renovables	6.174	8,9%	6,6%	
Biomasa y biogás	4.291	5,8%	4,6%	
Biocarburantes	1.665	17,8%	1,8%	
Solar Térmica	201	9,8%	0,2%	
Geotérmica	17	6,6%	0,02%	
TOTAL	93.238	-4,4%	100,0%	

**AÑO 2012:**

Unidad de medida: ktep	Diciembre 2011- Noviembre 2012	Variación Interanual	EST.	
Carbón	1.604	-2,7%	1,8%	86.3%
Productos Petrolíferos	48.250	-5,0%	53,0%	
Gas Natural	13.629	0,8%	15,0%	
Electricidad no renovable	15.031	-1,2%	16,5%	
Electricidad renovable	6.409	-4,0%	7,0%	13.7%
Renovables Térmicas	6.118	0,0%	6,7%	
Biomasa y biogás	4.010	-5,6%	4,4%	
Biocarburantes	1.874	13,5%	2,1%	
Solar Térmica	215	7,3%	0,2%	
Geotérmica	18	7,8%	0,02%	
TOTAL	91.040	-3,1%	100,0%	



De las gráficas anteriores podemos decir que durante los años 2009 y 2010 las energías renovables sufrieron un crecimiento del 2.5%, este crecimiento es el mayor de los últimos años ya que el años siguientes el crecimiento prácticamente nulo pudiéndose deber esto a la falta de una normativa estable que permita a las personas particulares poder aplicar energías renovables dentro de su entorno (tanto vivienda como trabajo) y a la falta de concienciación social de los particulares. También se ve afectada debido a la gran crisis económica ya que no

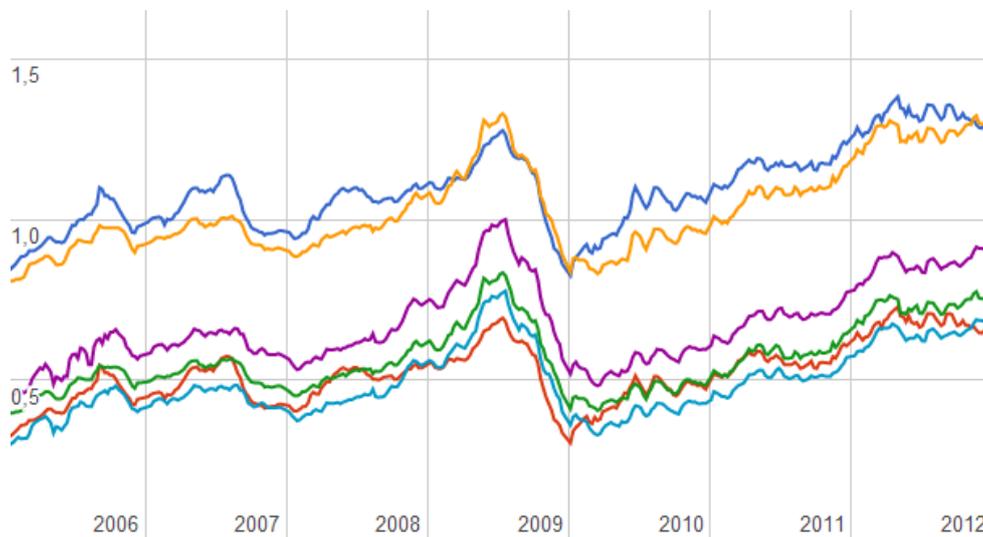
se está invirtiendo las cantidades de dinero necesarias para poder promover este tipo de energías.

De toda la energía consumida, el 30% pertenece al consumo de las familias, de ahí que sea muy importante la concienciación de éstas. Sólo el 27% de las PYMES han implantado alguna medida de ahorro energético. El 38 % de la energía es consumida por el sector del transporte el cual es uno de los responsables del incremento de la intensidad energética ya que durante los años sigue presentando una tendencia a aumentar su consumo.

- **Análisis de precios de las energías no renovables:**

El precio del carbón en los últimos años experimenta bajada, de ahí que se aumente el consumo de éste, pasando de un 1.5% en el año 2009 hasta un 1.8% en el año 2012.

Para el petróleo el año 2009, comienza con el precio más bajo de los últimos años, de ahí que en ese año tengamos un consumo del 56.6%, año tras años el precio va experimentando subidas progresivas, de ahí que se vaya reduciendo su uso también progresivamente pasando a un 53.0% en el año 2012.

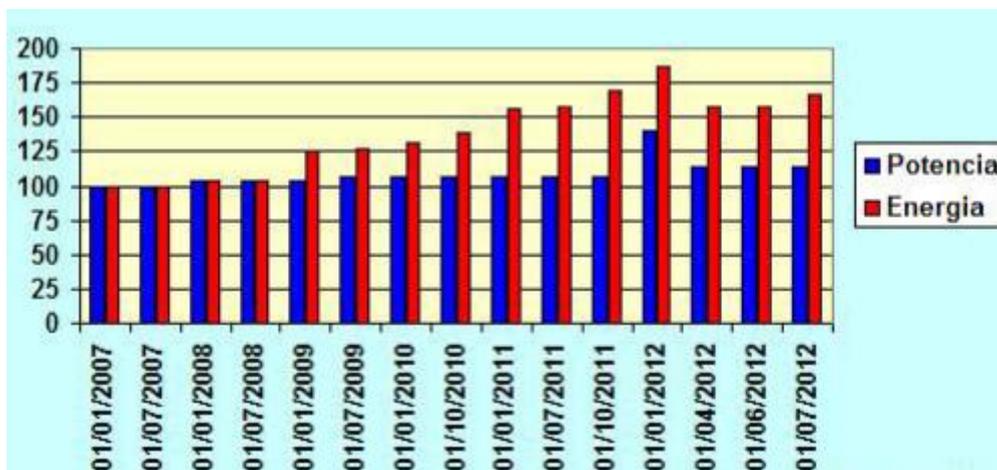


Gráfica precio petróleo
Fuente: datosmacro.com

Los precios del gas natural se han mantenido prácticamente inmóviles durante los años analizados, de ahí que el consumo se mantenga prácticamente constante, el año 2009 también fue un año en el que éste presentó una bajada de precios espectacular, debido a que la explotación de las minas ya era más rentable, teniendo un consumo del 14%, pasando a un 15% en el año 2012.



Pese al incremento de los precios de la electricidad experimentado en los últimos años, el consumo de ésta no se ve reducido, ya que podemos decir que se mantiene prácticamente constante, pasando de un 16.9% en el año 2009 a un 16.5% en 2012.



Evolución de los precios tomando los datos reflejados en las fechas de entrada en vigor de cada cambio de tarifa.

2. Normativa de aplicación en relación con las energías renovables:

2.1. Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables:

Esta Directiva relativa al fomento del uso de energías procedentes de fuentes renovables, cuya entrada en vigor fue el 25 de Junio de 2009, considera los siguientes puntos:

- El desarrollo de las energías procedentes de fuentes renovables debe vincularse estrechamente al aumento de la eficiencia energética, con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en la Comunidad.
- El objetivo obligatorio de alcanzar una cuota del 20% de energía procedente de fuentes renovables en el consumo total de energía de la UE en 2020 y el objetivo vinculante mínimo del 10% para todos los Estados miembros para las energías procedentes de fuentes renovables en el transporte.
- La mejora de la eficiencia energética es un objetivo clave de la Comunidad cuya finalidad es lograr una mejora del 20% en la eficiencia energética de aquí a 2020.

Los objetivos globales nacionales obligatorios y medidas para el uso de energía procedente de fuentes renovables son los siguientes:

- El objetivo nacional está fijado en una cuota equivalente del 20% como mínimo procedente de energía procedente de fuentes renovables (España fijó el 20%)
- Para poder alcanzar estos objetivos los estados miembros de la Unión Europea podrán aplicar las siguientes medidas:
 - a) Sistema de apoyo
 - b) Mecanismos de cooperación entre los distintos países miembros y con terceros países para alcanzar los objetivos nacionales.
- Cada país miembro velará por que la cuota de energía procedente de fuentes renovables en todos los tipos de transporte en 2020 sea como mínimo el equivalente a un 10% en su consumo final.

Cada País miembro de Europa adoptará un plan de acción nacional en materia de energía renovable, estos planes deben ser notificados a la Comisión a más tardar el 30 de junio de 2010.

- CÁLCULO DE LA CUOTA DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES:

Se calculará como la suma:

- a) Del consumo final bruto de electricidad procedente de fuentes renovables.

- b) Del consumo final bruto de energía procedente de fuentes renovables para la calefacción y refrigeración.
- c) Del consumo final de la energía procedente de fuentes renovables en el sector del transporte.

La cuota de energía procedente de fuentes renovables se calculará dividiendo el consumo final bruto de energías procedentes de fuentes renovables por el consumo final bruto de energía de todas las fuentes energéticas, y se expresará como porcentaje.

- **PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS, REGLAMENTOS Y CÓDIGOS:**

Los Estados miembros:

- Definirán claramente las especificaciones técnicas que deban respetar los equipos y sistemas de energías renovables para poder beneficiarse de los sistemas de apoyo.
- Recomendarán a todos los agentes, que se instalen equipos y sistemas para la utilización de electricidad, calor y frío a partir de energías renovables.
- Incluirán en sus normas y códigos de construcción las medidas apropiadas para aumentar la cuota de todos los tipos de energía procedente de fuentes renovables en el sector de la construcción.
- Velarán por los nuevos edificios públicos y los edificios públicos ya existentes que sea objetivo de una renovación importante, a nivel nacional, regional y local, cumplan un papel ejemplar en el contexto de la presente Directiva a partir del 1 de Enero de 2012.
- En sus normas y códigos de construcción, fomentarán la utilización de sistemas y equipos de calefacción y refrigeración a partir de fuentes renovables que permitan reducir notablemente el consumo de energía. Los estados miembro usarán etiquetas ecológicas, etiquetas energéticas u otras normas o certificados adecuados, desarrollados a nivel nacional o comunitario, en la medida en que existan, como base para fomentar estos sistemas y equipos.

2.2. PLAN DE ACCIÓN NACIONAL DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES 2011 - 2020:

Este Plan surge de la necesidad de España de crear unos estatutos que ayuden a reducir las emisiones de CO₂ al planeta, y cumplir con los objetivos fijados en la normativa europea descrita en el apartado anterior.

Para ello, propone una serie de medidas, para todo el conjunto de energías “limpias”, así como medidas específicas para cada una de ellas.

1. Simplificación del procedimiento administrativo de autorización de instalaciones, incluyendo la simple notificación.
2. Apoyo a la I+D+i en el sistema de almacenamiento de la energía.
3. Apoyo a la implantación de plataformas experimentales de primer nivel y alta especialización.

4. Cambio hacia un sistema de “redes inteligentes” de transporte y distribución.
5. Favorecer el autoconsumo mediante sistemas basados en el balance neto y la compensación de saldos de energía.
6. Establecer un marco retributivo estable, predecible, flexible, controlable y seguro para los promotores y el sistema eléctrico.
7. Revisión de la planificación vigente para los sectores del gas y electricidad.
8. Puesta en servicio de nuevas interconexiones, especialmente con Francia.
9. Aumento de la capacidad de almacenamiento, con la puesta en servicio de nuevas centrales de bombeo.
10. Potenciar la gestión de la demanda en tiempo real, facilitando la participación del usuario eléctrico final mediante medidas encaminadas al aplanamiento de la curva de demanda (carga de baterías de vehículos eléctricos y otras)
11. Establecimiento de una serie de cupos específicos para proyectos de carácter experimental.
12. Nueva regularización para facilitar la conexión de las instalaciones de generación eléctrica con energías renovables de pequeña potencia asociadas a centros de consumo interconectados a la red eléctrica, especialmente en baja tensión.

Y unas actuaciones específicas:

1. Medidas de difusión, promoción y adaptación reglamentaria de las instalaciones solares para fomentar su penetración horizontal en todos los sectores.
2. Desarrollo de los mecanismos necesarios para fomentar las instalaciones de desalación.
3. Medidas de profesionalización del sector y para fomento del cambio de percepción de los usuarios mediante la difusión de ventajas de la energía solar, así como de los derechos y obligaciones de los usuarios.

Los objetivos para el año 2016 y 2020 son los siguientes:

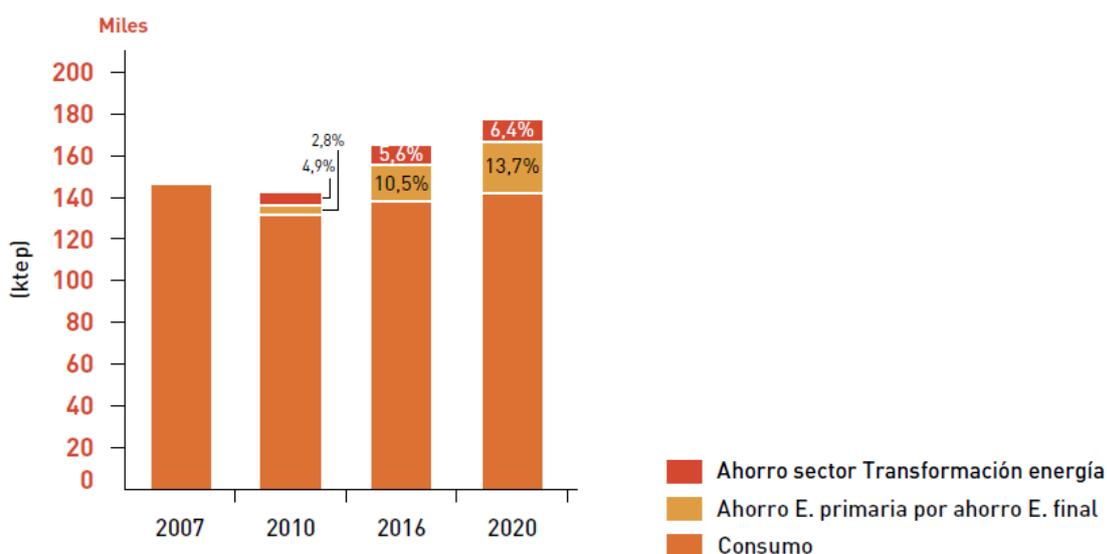


Gráfico consumo y ahorro de energía,
Fuente: IDEAE

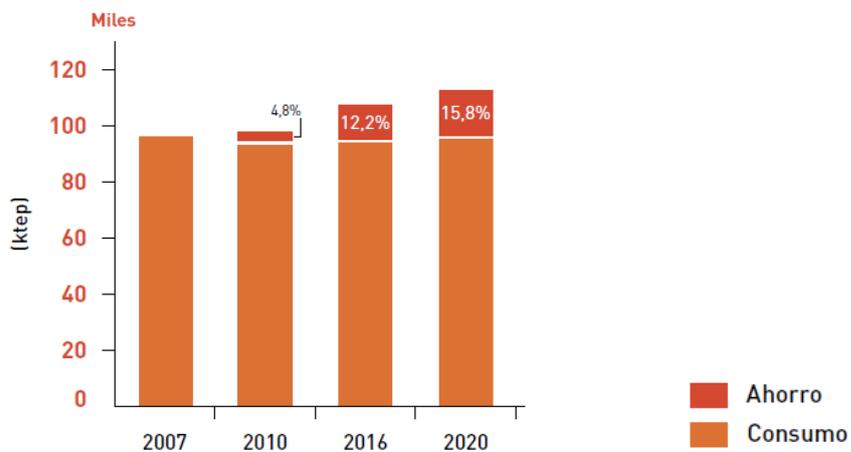


Gráfico de consumo y ahorros energía final
Fuente: IDEAE

La realidad de este Plan será posible con apoyos de gestiones del sector público de 4.995 millones de euros durante el periodo 2011-2020, que junto con las normativas, moviliza un volumen de inversión de 54.985 millones de euros.



Capítulo 1: La energía solar

1. LA RADIACIÓN SOLAR:

1.1. El movimiento de la Tierra alrededor del Sol:

ROTACIÓN: es el movimiento que realiza la Tierra alrededor de su propio eje de oeste a este (en sentido opuesto a las agujas del reloj), dando una vuelta completa en el tiempo que corresponde a un día. Este movimiento es causante de la sucesión del día y la noche, además de las diferencias horarias en la Tierra.

TRASLACIÓN: la Tierra se desplaza alrededor del sol describiendo una órbita de forma elíptica, cuyo foco es el Sol. La distancia de la Tierra al Sol es de 150 millones de Km y su velocidad es de 30 Km/s. el tiempo que tarda en recorrer una órbita completa es un año trópico. La distancia entre la Tierra y el Sol no es constante durante todo el año, teniendo una posición de máximo alejamiento denominado afelio, y una posición de máximo acercamiento llamada perihelio. Como consecuencia de este movimiento tenemos los cambios de temperatura durante el año que caracteriza cada una de las diferentes estaciones del año.

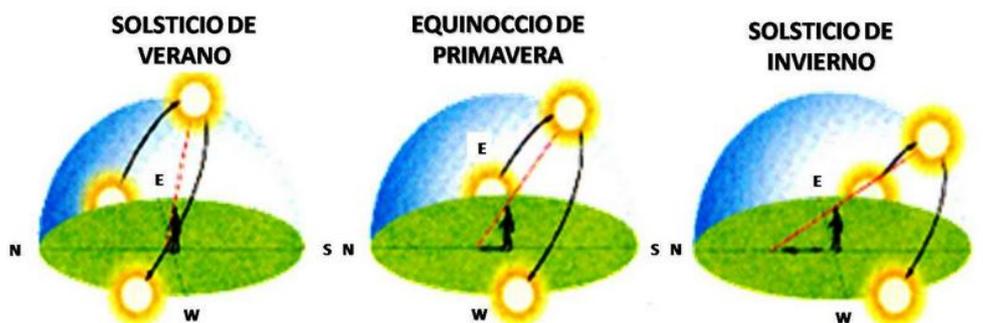
INCLINACIÓN DE LA TIERRA Y LAS ESTACIONES DEL AÑO:

La inclinación del eje terrestre, junto con el movimiento de traslación, es la causa de que la duración del día varíe en las diferentes estaciones del año los cuales se refieren a los periodos que ocupa la Tierra alrededor del Sol. En España, por ejemplo, en verano las horas de Sol son mucho mayores que los días de invierno en los que anochece mucho antes.

La inclinación del eje terrestre también es responsable de la temperatura que se presenta en la superficie terrestre.

En el hemisferio Norte es en verano cuando los días tienen mayor número de horas de Sol. Mientras que en el hemisferio Sur esto ocurre en invierno.

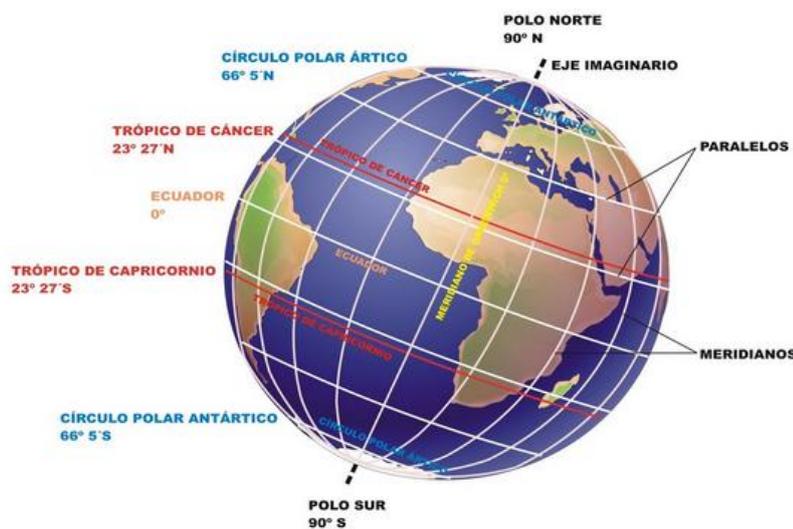
La forma curva de la superficie de la Tierra provoca que los rayos del Sol lleguen más directamente cuanto más cercanos estén del Ecuador, e inclinados cuanto más se aproximen a los polos. Durante el transcurso del año, el ángulo formado por los rayos solares que caen sobre una misma superficie terrestre tiende a modificarse.



1.2. Latitud y longitud:

La latitud es la distancia angular desde el ecuador, medida a lo largo del meridiano. Su unidad de medida es en grados sexagesimales, positivos para el Norte y negativos para el Sur. El 0° corresponde al ecuador mientras que el 90°N corresponde al polo norte.

La longitud es la distancia angular desde el meridiano base (Greenwich), medida a lo largo del paralelo. Su unidad de medida también es grados sexagesimales, positivos para el Este y negativos para el Oeste. Varía del 0° a 180°E o 180°O.

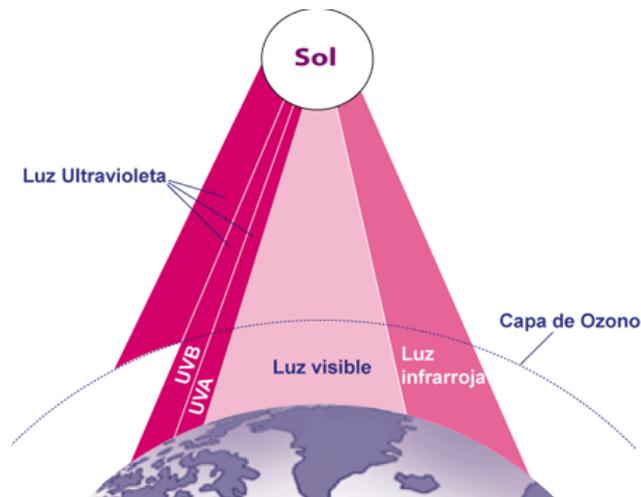


En Xabia, (localidad de estudio) tenemos una latitud de unos 40°, en los equinoccios la elevación alcanzada por el Sol al medio día es de unos 50° sobre la horizontal, si avanzamos hacia el solsticio de verano, el Sol se encuentra cada vez más elevado alcanzando los 74°, mientras que en el solsticio de invierno alcanza los 27°. La salida y puesta del Sol, en invierno se llega a desplazar 31° hacia el Sur, y en verano 21° hacia el Norte.

1.3. EL SOL:

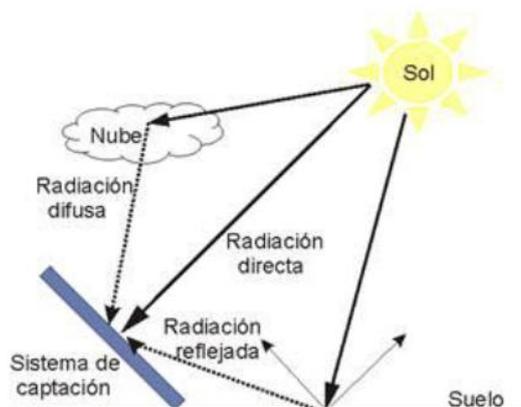
El sol emite una radiación cuyo espectro es el siguiente:

Longitud de onda (μm)	Clase de radiación	porcentaje
< 0,38	ultravioleta	5%
0,38 - 0,78	visible	50%
0,78 - 2,5	infrarrojo próximo	45%
> 2,5	infrarrojo lejano	3%



La mitad de la radiación emitida, se realiza en forma de calor. De esta parte una llega a la superficie terrestre que es la denominada radiación directa. Otra es reflejada o absorbida por elementos presentes en la atmósfera y pueden llegar igualmente a la superficie terrestre tras múltiples reflexiones, que es la radiación difusa. La radiación global o total es la suma de todas las anteriores.

- **Radiación directa:** aquella que llega directamente del sol sin haber sufrido cambio alguno en su dirección (sin reflexiones ni refracciones). Se caracteriza por proyectar una sombra definida de los objetos opacos que los interceptan
- **Radiación difusa:** parte de la radiación que atraviesa la atmósfera es reflejada por las nubes o absorbida por éstas. Esta radiación, que se denomina difusa, va en todas las direcciones como consecuencia de las reflexiones y absorciones, no sólo de las nubes sino de las partículas de polvo atmosférico, montañas, árboles, edificios..., se caracteriza por no producir sombra alguna respecto a los objetos opacos interpuestos. Las superficies horizontales, al contrario que las verticales, son las que más radiación difusa reciben.
- **Radiación reflejada:** es aquella que es reflejada por la superficie terrestre. La cantidad de radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie, también llamado albedo. Las superficies horizontales no reciben radiación refleja, ya que no ven ninguna superficie terrestre mientras que las superficies verticales son las que más radiación refleja reciben.
- **Radiación global:** es la radiación total, resultante de la suma de las tres descritas anteriormente.



1.4. RADIACIÓN SOLAR EN ESPAÑA:

La medida sistemática de la irradiancia en superficie en España comenzó en los años 60, aunque no fue hasta principios de los 70 cuando siguiendo las directrices de la Organización Meteorológica Mundial se creó el Centro Radiométrico Nacional. Hasta la década de los 90 no se puede hablar de una Red Radiométrica Nacional (RRN) propiamente dicha, si bien con muy pocas estaciones obteniendo únicamente datos de radiación global.

Fue en los años 2005 y 2006 cuando se llevó a cabo el que podría considerarse el mayor proceso de actualización y modernización de la Red mediante la instalación de seguidores solares automáticos y nuevos sensores y adquirentes de datos, ampliándola a 25 estaciones radiométricas completas de medida de radiación en banda ancha. Desde entonces la evolución de los sensores y equipos ha sido constante tanto en su resolución espacial como temporal y espectral.

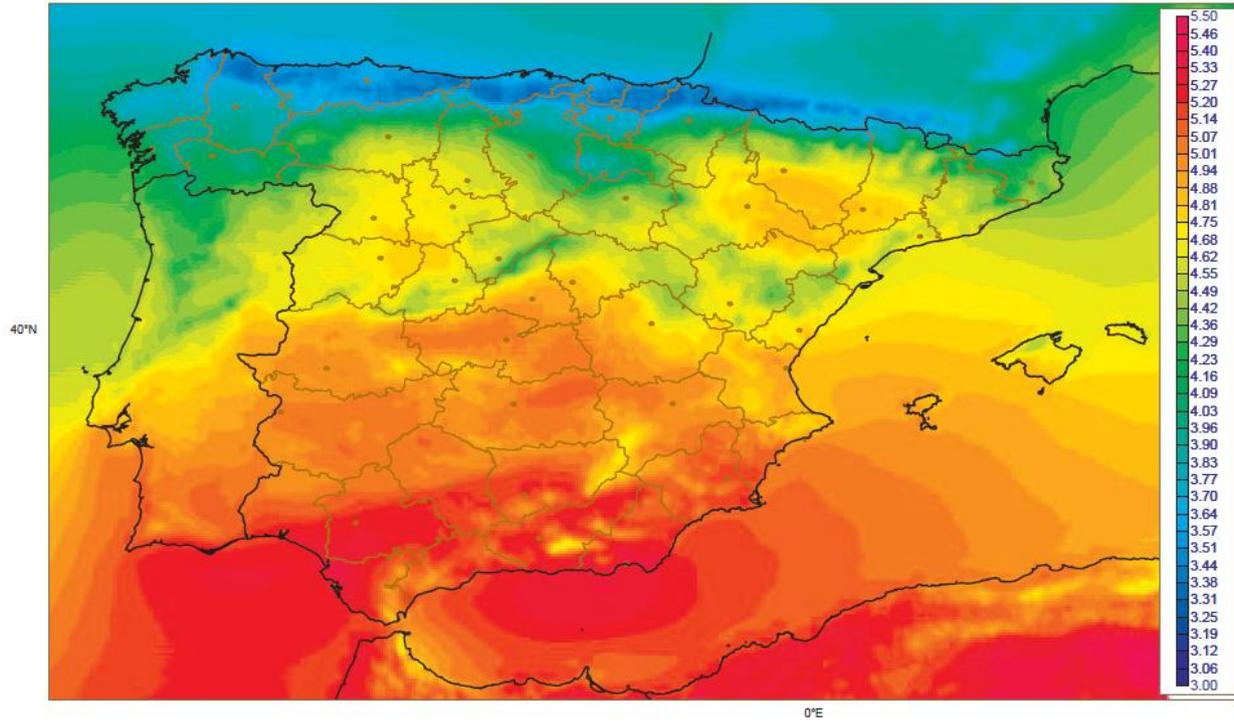
Actualmente la Red Radiométrica Nacional (RRN) está constituida por 59 puntos de medida. En las llamadas estaciones radiométricas principales de la RRN se llevan a cabo las medidas de las siguientes variables: irradiancia solar global, difusa y directa, ultravioleta B (UVB) e irradiancia infrarroja atmosférica y terrestre.



Puntos de medición de la radiación solar en España

Con respecto a los campos medios totales, son destacables las siguientes características generales en cuanto a la irradiancia incidente en España:

1. MARCO RADIANTE DE LATITUD: valores máximos de irradiancia global y directa en Andalucía y Murcia y valores mínimos en la costa Norte de Galicia, norte de la cordillera Cantábrica, País Vasco y La Rioja. Los valores intermedios se ubican en el centro peninsular.
2. El gradiente radiativo hacia el Sur se acentúa de forma importante en las cadenas montañosas, con orientación predominante Este-Oeste.
3. La meseta Norte recibe menor cantidad de radiación que la meseta Sur.
4. El Valle del Ebro presenta también valores de irradiancia relativamente altos.
5. Importante aumento en la irradiancia observado hacia el sur de Sierra Morena y Sistema Bético.
6. La cantidad de radiación está modulada por los sistemas montañosos.
7. En la costa mediterránea existe un nítido contraste norte-sur más acusado en la Comunidad Valenciana y costa norte de Cataluña.
8. En las Islas Baleares el aumento radiativo sigue la dirección nordeste-suroeste.
9. En las Islas Canarias se registran los mayores valores de irradiancia con contraste acusados debido a la nubosidad orográfica.



Irradiancia global media en España

2. TIPOS DE ENERGÍA SOLAR:

2.1. Energía solar pasiva:

Consiste en aprovechar el aporte directo de la radiación solar, sin ser transformado. Se considera por ello la arquitectura bioclimática como el tipo de energía pasiva aplicado a edificación.

- ¿QUÉ ES LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA?

Es aquella capaz de utilizar y optimizar los recursos naturales para aprovecharlos en la mejora de las condiciones de habitabilidad de una vivienda.

Esta integración no debe finalizar cuando se acabe de proyectar, sino que se deben controlar las variables del proceso constructivo y de la ejecución de la obra.

Para determinar las estrategias necesarias que garanticen el rendimiento óptimo de los elementos constructivos, es preciso conocer los parámetros climáticos de la zona a la que nos enfrentamos, geológicos y topográficos que configuran el entorno, y deducir cuál de ellos es el más apropiado para satisfacer el confort de habitabilidad dentro de la vivienda.

El estudio por lo tanto se articulará en dos niveles: por un lado el conjunto de parámetros interiores que determinan la sensación de confort, y por el otro el conjunto de variables exteriores que inciden sobre la ubicación concreta y particular de la vivienda a estudiar.

a) Condiciones del ambiente interior:

La actividad realizada por el ser humano, genera un consumo de energía mecánica, que produce pérdidas de calor. Para conseguir un equilibrio con el medio, debemos igualar las pérdidas a las ganancias y mantener inalterable la temperatura interna. Para conseguirlo es imprescindible regular el intercambio energético entre el hombre y el ambiente.

La energía calorífica se transmite siempre desde el sistema que tiene una temperatura superior hacia el sistema de temperatura inferior. Es esta diferencia la que determina el flujo y la velocidad de transmisión, que será mayor cuanto mayor sea el escalón.

El flujo de calor a través de una superficie determinada se cuantifica a través de coeficientes como el de conductividad (velocidad de transmisión) o el de resistividad (resistencia al paso de calor). La evaluación de todos los fenómenos se refleja en el coeficiente de transmisión de calor U (W/m^2K), que define la transmitancia térmica del sistema.

La sensación de bienestar tiene lugar cuando la cesión de calor/frío se produce a la velocidad adecuada en función de la actividad que se desarrolla.

Estación	Temperatura (°C)	Velocidad del aire (m/s)	Humedad relativa (%)
Verano	23 / 25	0,18 / 0,24	40 / 60
Invierno	20 / 23	0,15 / 0,20	40 / 60

Tabla sensación de confort en función de las distintas épocas del año

b) Condiciones exteriores. Consideraciones climáticas.

Las condiciones climáticas del entorno geográfico del lugar modifican las condiciones iniciales creando mesoclimas específicos. La forma del territorio incide, entre otras cosas, en el grado de soleamiento al propiciar superficies de inclinación y por lo tanto de diferente capacidad de absorción de la radiación solar. La propia superficie de captación, no es lo mismo si estamos en un entorno nevado que si estamos en un bosque, ya que poseen un diferente índice de reflexión, que influye en las condiciones del lugar.

La presencia de agua modifica las condiciones de humedad y temperatura. Los lagos y estanques almacenan el calor y son elementos reguladores que hacen disminuir las oscilaciones térmicas diarias y estacionales. Los ríos tienen efecto de enfriamiento, por su corriente de agua.

La vegetación es otro factor a tener en cuenta por su capacidad de absorber la radiación solar, el efecto sombra, la humedad y evaporación que se produce en su entorno, modificando la temperatura del aire, haciéndola descender varios grados.

Los ambientes urbanos por otro lado generan sus propias condiciones. La rugosidad y complejidad del conjunto modifican la velocidad y dirección del viento y la convección natural del suelo; también la polución ambiental, modifica la reflectancia de la atmósfera potenciando el efecto invernadero, lo que unido a la inercia térmica de los paramentos y viales, genera sobrecalentamientos.

c) Parámetros y estrategias:

Se deben estudiar también el efecto de los parámetros climáticos sobre el hábitat, para podernos permitir diseñar estrategias que nos permitan el máximo aprovechamiento o protección en función de las necesidades a cubrir

d) El Sol:

Se considerará como un elemento climático esencial, al llevar asociado los efectos de soleamiento, radiación, captación y acumulación, de sombreado y del estudio de las

protecciones, de la refrigeración solar... empleando estrategias derivadas de la inercia térmica del cerramiento, del efecto invernadero...

Un factor decisivo para la captación de calor, es el color de la superficie captadora y su capacidad reflectiva. Por lo general los colores oscuros tienen un alto grado de observancia y por lo tanto mayor capacidad de captar calor.

Color	Absorbencia
muy claro	0,10 - 0,20
claro	0,5
medio	0,8
oscuro	0,9
muy oscuro	0,92 - 0,95

La capacidad de las superficies para reflejar es muy variada y va desde el asfalto con un valor de 0.40 a la nieve con un 0.90.

También es determinante la capacidad de almacenamiento de calor del material a emplear como superficie captadora, que se cuantifica a través de la masa térmica, que es el resultado del producto del calor específico del material en cuestión por su masa.

Las estrategias de captación solar difieren básicamente en la inmediatez de la disposición de la energía capturada, o en la posibilidad de almacenarla para beneficiarse de ella con posterioridad.

En nuestras latitudes, son también de utilidad las estrategias de enfriamiento y de protección solar. Anteriormente empleábamos los paramentos para capturar la radiación solar y ahora realizaremos la operación contraria usaremos materiales que favorezcan a reflejar la radiación solar. Los acabados claros contribuyen a este propósito. También el empleo de cubiertas ventiladas que genera corrientes de aire por convección natural y permite reducir el sobrecalentamiento de la cubierta. El tratamiento de los huecos, como parasoles verticales, que permiten la captación solar durante el periodo invernal y en verano impide la entrada de los rayos solares.

e) Aire:

Si el aire procede de ámbito geográfico lo denominaremos viento, mientras que si se produce en el interior de la vivienda se llama ventilación. El viento posee dos efectos utilizables: uno dinámico al actuar como fuerza horizontal y otro térmico que permite regular y suavizar los valores excesivos de temperatura y humedad.

La velocidad del viento es esencial para entenderlo como beneficioso o perjudicial, ya que las velocidades inferiores a 4m/s no son percibidas débilmente por el organismo, y pueden ser peligrosas si alcanzan los 15m/s.

La determinación del régimen de los vientos de una zona climática es obtenida a través de las observaciones realizadas en las estaciones meteorológicas. Estos datos se presentan en la llamada rosa de los vientos, que indica la dirección e intensidad de los vientos dominantes.

Una de las estrategias derivadas del viento es su capacidad de ventilación, las disposiciones en ventilación cruzada permiten el aprovechamiento de las diferencias de presión y temperatura entre fachadas opuestas, o la colocación de chimeneas que promuevan la convección natural de corrientes de aire, también la ubicación de patinillos en zonas interiores de vivienda consiguen el saneamiento e higiene de la vivienda.

f) Agua:

La humedad está íntimamente relacionada a la temperatura y a los movimientos de las masas de aire, siendo una variable de valores fáciles de aumentar pero difíciles de reducir.

Este se emplea para estrategias de enfriamiento latente.

g) Materiales y sistemas constructivos:

La rentabilidad energética no es el único aspecto a tener en cuenta en este tipo de arquitectura, también hay que tener en cuenta la elección de los materiales y que las técnicas de ejecución de las construcciones respeten el medio ambiente.

- Materiales:

El empleo de materiales cuyo coste medioambiental sea mínimo es uno de los objetivos que deben primar en las construcciones sostenibles. Para evaluar la conveniencia o no de cierto material, es preciso desarrollar herramientas que pongan en la balanza todos los procesos a los que se ve sometido.

Los materiales más interesantes para el empleo en este tipo de construcciones son los ACV (análisis de ciclo de vida) definido según ISO 14040 como:

“una técnica para determinar los aspectos ambientales e impactos potenciales asociados con un producto, compilando un inventario de entradas y salidas relevantes del sistema, evaluando los impactos ambientales asociados a esas entradas y salidas, e interpretando los resultados de las fases de inventario e impacto en relación con los objetivos del estudio.”

- Sistemas constructivos:

Se evaluarán las consecuencias que determinada técnica constructiva conlleva, evaluando la interacción con el medio y tipificado a través de los ACN el impacto ambiental que llegan a producir.

h) Residuos de construcción y demolición:

Residuos inertes: no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna manera, tampoco son biodegradables. Materiales pétreos y cerámicos.

Residuos banales: son los que presentan una naturaleza similar a los residuos domésticos, tales como metales, maderas no tratadas, colas animales o vegetales, papel, cartón, restos de ferretería y cerrajería...

Residuos especiales: son los potencialmente peligrosos para la salud humana y el ambiente, debido a su composición y propiedades.

Para la correcta manipulación de los residuos es imprescindible la separación y tratamiento individualizado, por lo que se tendrán que clasificar y separar en función del origen de los desechos.

Las plantas de reciclaje pueden estar impulsadas por iniciativas privadas en las que después de la clasificación de los residuos, se pueden producir áridos reciclados a partir del escombros de obra, el empleo de este tipo de árido viene definido en la EHE.

2.2. Energía solar activa:

Aprovechas la radiación del sol de forma indirecta, es decir, necesita de un mecanismo para transformar la radiación del sol en energía. Existen dos tipos clases de energía solar activa:

- ENERGIA SOLAR TÉRMICA:

Aprovecha la energía procedente del sol para producir calor, este calor puede ser empleado tanto como para calentar alimentos, producir agua caliente destinada a uso domestico (calefacción y sanitaria) o incluso para producir energía mecánica y a partir de ella electricidad.

Tipos de colectores:

- a) *Colectores de baja temperatura:* placas planas usadas para el calentamiento de agua.
- b) *Colectores de temperatura media:* placas planas usadas también para calentar agua o aire, se emplean para uso residencial o comercial.
- c) *Colectores de alta temperatura:* concentran la luz solar empleando espejos o lentes, son los empleados para generar electricidad.

- ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA:

Genera electricidad a partir de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica. Se usa para alimentar inmuebles apartados autónomos, para abastecer casas o refugios aislados de la red eléctrica, para producir electricidad a gran escala. En los últimos años está empleándose en la Unión Europea para reducir el consumo de electricidad en las viviendas o industrias, conectadas a la red eléctrica.

Se explicará con más detalle en el capítulo 2: la energía solar fotovoltaica.



Capítulo 2: La energía solar fotovoltaica:

1. HISTORIA DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA:

El término fotovoltaico proviene del griego *phos*, que significa “luz” y voltaico, que proviene de la electricidad, en honor al científico italiano Alejandro Volta, (que también proporcionar el término voltio a la unidad de medida de la diferencia de potencial en el Sistema Internacional de Medidas). El término fotovoltaico comenzó a usarse en Inglaterra desde el año 1849. El efecto fotovoltaico fue reconocido por primera vez en 1839 por el físico francés Becquerel, pero la primera célula solar no se construye hasta 1883. Su autor fue Charles Fritts, quién recubrió una muestra de selenio semiconductor con un pan de oro para formar el empalme. Este primitivo dispositivo presentaba una eficiencia de solo un 1%. Russel Ohl patentó la célula solar moderna en el año 1946, aunque Sven Ason Berglund había patentado, con anterioridad, un método que trataba de incrementar la capacidad de las células fotosensibles. La era moderna de la tecnología de potencia solar no llegó hasta el año 1954 cuando los laboratorios Bell, descubrieron de manera accidental que los semiconductores de silicio dopado con ciertas impurezas, eran muy sensibles a la luz.

Estos avances contribuyeron a la fabricación de la primera célula solar comercial con una conversión de la energía solar de, aproximadamente el 6%. La URSS lanzó su primer satélite espacial en el Año 1957, y los EEUU un año después. En el diseño de éste se usaron células solares creadas por Peter Lles en un esfuerzo encabezado por la compañía Hoffman Electronics. La primera nave espacial que uso paneles solares fue el satélite norteamericano Vanguard, lanzado en Marzo de 1958.

Este hito generó un gran interés en la producción y lanzamiento de satélites geoestacionarios para el desarrollo de las comunicaciones, en los que la energía provendría de un dispositivo de captación de la luz solar. Fue un desarrollo crucial que estimuló la investigación por parte de algunos gobiernos y que impulsó la mejora de los paneles solares. EN 1970 La primera célula solar con etéreo estructura de arseniuro de galio (GaAs) y altamente eficiente se desarrollo en la extinguida URRS por Zhore Alferov y su equipo de investigación. La producción de equipos de deposición química de metales por vapores orgánicos o MOCVD (Metal Organic Chemical Vapor Deposition). No se desarrollo hasta los años 80 del siglo pasado, limitando la capacidad de las compañías en la manufactura de células solares de arseniuro de galio.

La primera compañía que manufacturó paneles solares en cantidades industriales, a partir de uniones simples de GaAs, con una eficiencia de AMO (Air Mass Zero) del 17% fue la norteamericana ASEC (Applied solar Energy Corporation), La conexión dual de la celda se produjo en cantidades industriales por ASEC en 1989, de manera accidental, como consecuencia de un cambio del Ga As sobre los sustratos de Ga As a Ga As sobre sustratos de germanio. El dopaje accidental de germanio (Ge) con GaAs como capa amortiguadora creó circuitos de voltaje abiertos, demostrando el potencial del uso de los sustratos de germanio como otras celdas. Una celda de uniones simples de Ga As llegó al 19% de eficiencia AMO en 1993. ASEC desarrolló la primera celda de doble unión para las naves espaciales usadas en

EEUU, con una eficiencia de un 20% aproximadamente. Estas celdas no usan el germanio como segunda celda, pero usan una celda basada en GaAs con diferentes tipos de dopaje. De manera excepcional, las células de doble unión de GaAs pueden llegar a producir eficiencias AMO del orden del 22%. Las uniones triples comienzan con eficiencias del orden del 24% en el 2000, 26% en el 2002, 28% en el 2005, y han llegado, de manera corriente al 30% en el 2007. En 2007, dos compañías norteamericanas Emcore Photovoltaics y Spectrolab, producen el 95% de las células solares del 28% de eficiencia.



2. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA:

2.1. TIPOS DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA:

CONECTADA A LA RED:

Son aquellas instalaciones que se realizan con un sistema de apoyo energético, ya que van conectadas a la red eléctrica para proporcionar electricidad en los momentos que la instalación no genera la electricidad suficiente para autoabastecerse.

En ocasiones este tipo de instalaciones puede generar más electricidad que la necesaria para el sistema, este sobrante irá directamente inyectado a la red eléctrica, la cuál pagará una cuota por ella.

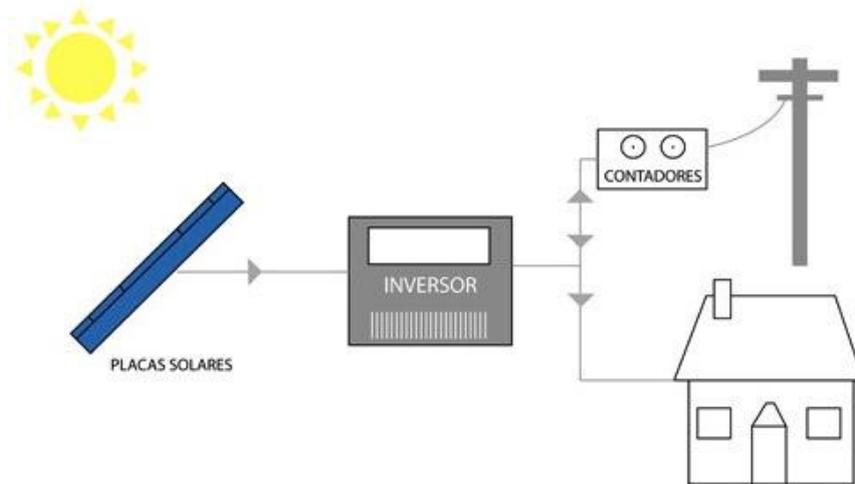
Este tipo de instalaciones se emplea sobre todo en el sector industrial, aunque, paulatinamente la concienciación ante el ahorro energético y la conservación del medio ambiente está haciendo que cada vez más particulares decidan instalarlas en sus viviendas.

AISLADA:

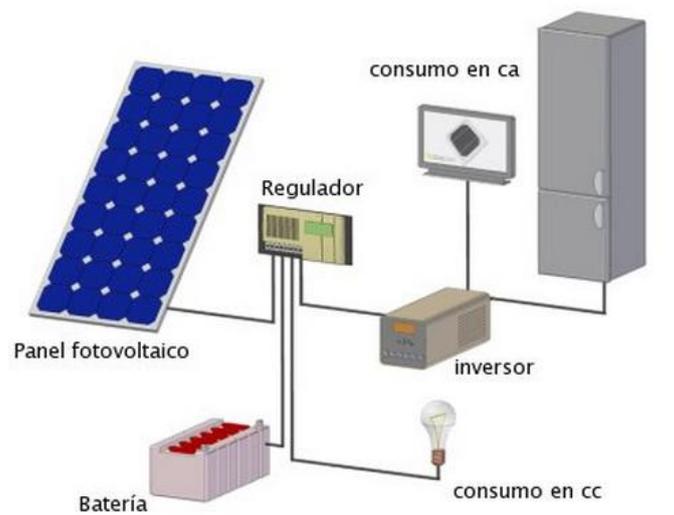
Se trata de instalaciones que consumen únicamente la electricidad generada por ellas mismas, de ahí que necesiten de sistemas de acumulación de energía para que en las horas que no se genere electricidad se pueda dar servicio energético, esto se produce gracias a los acumuladores.

Este tipo de instalaciones se realiza principalmente para viviendas aisladas de los núcleos de población y por lo tanto que no tengan fácil acceso a la red eléctrica.

2.2. COMPONENTES DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA



Instalación conectada a la red



Instalación aislada

A) MÓDULO FOTOVOLTÁICO:

1) CÉLULA SOLAR:

En ella la luz incide sobre una lámina de pequeño grosor la cual penetra suficientemente en el cristal como para crearse pares electrón-hueco en las proximidades de la unión con el cristal. El grosor de la lámina influye en el rendimiento, por lo que cuanto menor sea mayor rendimiento.

Las células solares son un producto intermedio, son extremadamente frágiles, eléctricamente no aislados y sin soporte metálico. Estos se ensamblan para crear una única estructura, el **panel fotovoltaico**.

El número de células de un panel, por lo tanto su voltaje, depende de la estructura cristalina del semiconductor usado. Las células están ensambladas superiormente con cristal e inferiormente con un material plástico (tedlar), el producto preparado se coloca en un horno a alta temperatura, con vacío de alto grado, posteriormente se añaden los marcos que generalmente son de aluminio. En la parte trasera se añade una caja de unión en la que se ponen los diodos de by-pass y los contactos eléctricos.

2) PROTECCIÓN DE GENERADOR (DIODOS):

Se emplean para evitar el problema que puede ocasionar una iluminación no uniforme, las sombras y otros factores pueden producir que el generador fotovoltaico trabaje a distintas condiciones que el resto por eso se recurre al empleo de este tipo de protecciones.

Los diodos de paso se colocan en paralelo para asociaciones de células en serie, para impedir que todos los elementos de una célula se descarguen sobre una célula que resulta sombreada.

Los diodos de bloqueo se emplean para controlar los flujos de corriente con el fin de impedir las corrientes inversas.

- **MATERIALES DE LOS QUE PUEDE ESTAR FORMADO EL PANEL FOTOVOLTAICO:**

Silicio puro monocristalino: sección de una barra de silicio perfectamente cristalizado en una sola pieza. Rendimiento máximo del 16%.

Silicio puro policristalino: material empleado semejante al anterior, diferenciándose en el proceso de cristalización del silicio. En este proceso de cristalización el silicio se ha estructurado desordenadamente en forma de pequeños cristales, reconocibles visualmente ya que presenta un aspecto granuloso. Rendimiento máximo 14% (precio más bajo que el anterior).

- **TIPOS DE PANELES DE LÁMINA DELGADA:**

Silicio amorfo: (TFS) basado también en silicio, diferenciándose de los anteriores que aquí no se consigue una estructura cristalina. Son empleados para pequeños dispositivos electrónicos (calculadoras...). Rendimiento máximo 8%.

Teluro de cadmio: rendimiento máximo del 8%.

Arseniuro de Galio: es uno de los materiales más eficientes presentando un rendimiento máximo del 20%.

Diseleniuro de cobre en indio: rendimiento máximo del 9%.

Triple unión: se consigue mediante la siguiente unión GaAs, Ge y GaInP₂. Rendimiento máximo del 39%..

- **TIPOS DE PANELES SEGÚN SU FORMA:**

Empleando los materiales descritos anteriormente se fabrican módulos fotovoltaicos adaptados a una aplicación en concreto o para alcanzar un mayor rendimiento.

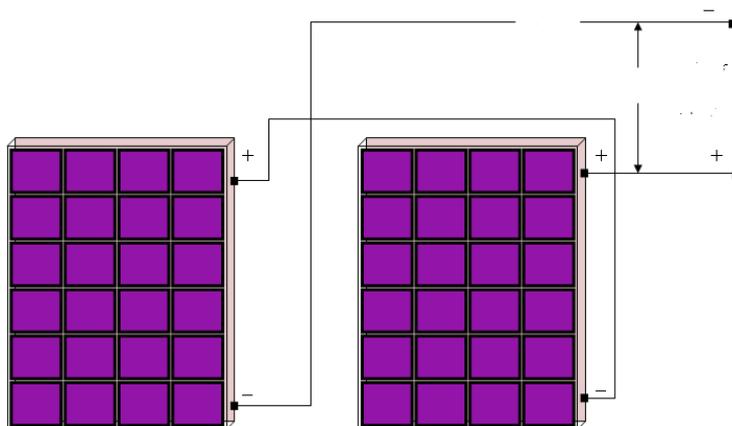
- Plano con sistema de concentración:** emplea superficies reflectantes para dirigir la radiación solar recogida sobre las células solares, aumentando así el rendimiento del panel. De esta forma salen paneles de mayor rendimiento a un menor precio. Esta tecnología únicamente emplea la energía directa, con lo que los rayos solares deben encontrarse siempre perpendiculares, debido a ello debe contar con un sistema de seguimiento solar.
- Paneles de formato teja o baldosa:** son de pequeño formato y están pensados para combinarse en gran número. Aptos para cubrir grandes demandas que precisen elevada superficie de captación.
- Paneles bifaciales:** ambas caras transforman en electricidad la radiación solar. Estas se colocan sobre dos superficies blancas que reflejan la luz solar hacia el reverso del panel.

FORMAS DE CONEXIÓN DE LOS PANELES:

- **SERIE:**

Son circuitos donde el cableado se hace desde un extremo positivo (+) del panel a otro extremo negativo (-) del mismo panel. También puede hacerse la conexión desde un panel a otro panel cuidando las salidas positivo (+) a negativo (-).

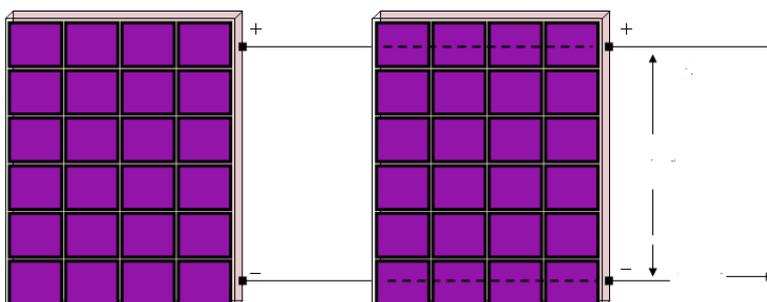
En estos circuitos no aumenta la intensidad de corriente producida.



- **PARALELO:**

La conexión del cableado de los paneles se hace de los terminales positivos (+) a positivo (+) y de los terminales negativos (-) a negativo (-).

Se emplea cuando se desea aumentar la intensidad de corriente. Este cableado aumenta la corriente producida, no la tensión.



PARÁMETROS ELECTRICOS FUNDAMENTALES DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS:

- **Corriente de cortocircuito (I_{sc}):** es la máxima intensidad que se genera en el panel cuando no está conectada ninguna carga y se cortocircuitan sus bornes.
- **Tensión de circuito abierto (V_{oc}):** es la máxima protección que proporciona el panel cuando no hay conectada ninguna carga entre los bornes del panel y dichos bornes están al aire.
- **Punto de máxima potencia (I_{mpp} , V_{mpp}):** es el punto para el cual la potencia entregada es máxima, obteniéndose el mayor rendimiento posible del panel.
- **Factor de forma (FF):** es la relación entre la potencia máxima que el panel puede entregar y el producto de la corriente de máxima potencia (I_{mpp}) y la tensión de máxima potencia (V_{mpp}). Este parámetro sirve para conocer la curva característica I-V de los paneles.
- **Eficiencia y rendimiento (μ):** es el cociente entre la potencia máxima que el panel puede entregar y la potencia de radiación solar incidente. Dependiendo de la tecnología utilizada a la hora de la fabricación de panel puede llegar hasta el 18%.

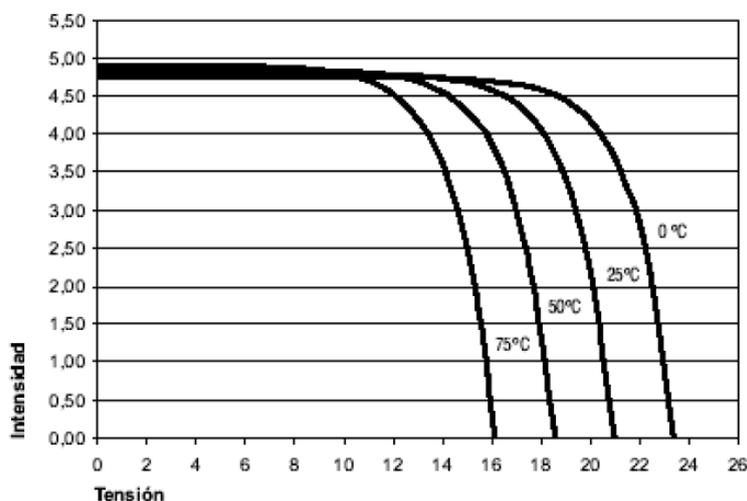
Todos estos parámetros fundamentales son proporcionados por los fabricantes en las hojas de características de los paneles fotovoltaicos. Debe tenerse en cuenta que estos parámetros no son constantes ya que los fabricantes toman como referencia unas condiciones de funcionamiento estándar conocidas como Condiciones Estándar de Medida (CEM) que son unas condiciones de irradiancia y temperatura determinadas en la célula solar, estas condiciones son:

- Irradiancia: 1.000 W/m^2
- A nivel del mar
- Temperatura de la célula: 25°C

Así pues, si las condiciones a las que se ve sometido el panel son diferentes a las de estándar de medida, las características de los paneles fotovoltaicos cambiarán. La medida en que cambian los parámetros fundamentales de los paneles es de vital importancia para el diseño de la instalación ya que es muy posible que en condiciones normales de funcionamiento estemos lejos de las condiciones estándar de medida y la instalación puede verse afectada. Para ello es necesario conocer dos parámetros importantes de los paneles:

- **Coefficiente de temperatura V_{oc} :** es el coeficiente de corrección para la tensión máxima que se produce a circuito abierto cuando no existe ninguna carga conectada, este coeficiente muestra como varía la tensión con una variación de temperatura. La tensión de circuito abierto aumenta cuando la temperatura disminuye y disminuye cuando la temperatura aumenta.
- **Coefficiente de temperatura:** es el coeficiente de corrección para la corriente máxima que se produce en el panel cuando no hay conectada ninguna carga y cortocircuitamos los bornes del panel, este coeficiente muestra como varia la intensidad con una variación de la temperatura. La intensidad de cortocircuito aumenta cuando aumenta la temperatura y disminuye cuando disminuye la temperatura.

Con estos coeficientes de temperatura, puede representarse el comportamiento de los paneles ante variaciones de temperatura observando cómo cambian la tensión y corriente de máxima potencia, la tensión de circuito abierto y la corriente de cortocircuito en la grafica anterior de “voltaje-corriente” tomando como referencia la irradiancia en condiciones estándar de medida ($1000W/m^2$).



Curva I-V para diferentes temperaturas a una irradiancia de $1000W/m^2$
Fuente: ficha técnica módulo A-65 artesa

B) ESTRUCTURA DE SOPORTE:

Los módulos fotovoltaicos se colocarán sobre una estructura de soporte que deberá cumplir las especificaciones de diseño de la instalación (orientación y ángulo de inclinación) y las pautas descritas en el Pliego de Condiciones Técnicas del Instituto para la diversificación y Ahorro de energía (IDEADE).

Esta estructura soporte deberá resistir el peso de los módulos fotovoltaicos y las sobrecargas del viento o inclemencias del tiempo, así como las posibles dilataciones térmicas provocadas por aumentos de temperatura en diferentes estaciones del año.

La sujeción de los módulos solares deberá estar homologada para los paneles utilizados en la instalación según las especificaciones del fabricante, además las partes de sujeción de los paneles solares no deberán generar sombras indeseadas sobre los módulos. La tornillería utilizada tanto para la sujeción de los módulos fotovoltaicos como para la sujeción de la propia estructura al suelo deberá ser de acero inoxidable con excepción de estructuras de acero galvanizado en cuyo caso podrán ser tornillos galvanizados.

TIPOS DE ESTRUCTURA DE SOPORTE:

- FIJA:

Tienen una orientación e inclinación fija que se calcula a la hora de diseñar la instalación, esta inclinación y orientación suele ser impuesta por la situación de las instalaciones, como tejados con una determinada pendiente y orientación, o bien las óptimas para la localización donde vamos a realizar la instalación solar dependiendo de la latitud.

- MÓVIL:

Son las empleadas en las llamadas “huertas solares” donde los paneles pueden orientarse en torno a la posición del sol.

C) INVERSOR:

Anteriormente se ha visto que los paneles solares fotovoltaicos generan potencia a partir de la radiación solar que captan, esta potencia eléctrica no es alterna sino continua con unos valores de tensión y corriente continua que depende de la disposición de los paneles. A la hora de entregar la energía eléctrica a la red, es necesario tratarla para que cumpla las características establecidas para inyectarla a dicha red, como que debe ser senoidal, con una frecuencia de 50Hz y unos valores de tensión determinados para no crear perturbaciones en la red de suministro.

El inversor es el equipo electrónico que permite inyectar en la red eléctrica comercial la energía producida por el generador fotovoltaico. Su función principal es convertir la corriente continua procedente de los paneles fotovoltaicos en corriente alterna.

Las instalaciones fotovoltaicas tienen un elevado coste y no pueden permitirse fallos e imprudencias en la explotación de estas instalaciones, por este motivo los inversores deben tener un alto rendimiento y fiabilidad. El rendimiento de los inversores oscila entre el 90% y el 97%, dicho rendimiento depende de la variación de la potencia de la instalación, por lo que se intentará que el inversor trabaje con potencias cercanas o iguales a la nominal, puesto que si la potencia de entrada al inversor procedente de los paneles fotovoltaicos varía, el rendimiento disminuye.

Para evitar que el rendimiento disminuya con la variación de la potencia de entrada procedente de los paneles solares, los inversores deben estar equipados con dispositivos electrónicos que permitan realizar un seguimiento del punto de máxima potencia de los paneles, permitiendo obtener la máxima eficiencia posible del generador fotovoltaico en cualquier circunstancia de funcionamiento.

Uno de los parámetros importantes que definen un inversor es el rango de tensiones al cual puede funcionar con mayor rendimiento. Esto es importante, ya que la tensión que suministran los paneles del generador fotovoltaico para entregar la máxima potencia no siempre es la misma, sino varía con la temperatura y si esta tensión aumenta o disminuye conforme disminuye o aumenta la temperatura podemos llegar a tener tensiones a la entrada del inversor superiores o inferiores a la tensión normal de funcionamiento del inversor.

PROTECCIONES DE LOS INVERSORES:

- **Protección contra sobrecargas y cortocircuitos:** sirve para detectar posibles fallos producidos en los terminales de entrada o salida del inversor.
- **Protección contra calentamiento excesivo:** si la temperatura del inversor sobrepasa un determinado umbral, el equipo deberá pararse y mantenerse desconectado hasta alcanzar una temperatura inferior.
- **Protección de funcionamiento modo isla:** para desconectar el inversor en el caso de que los valores de tensión y frecuencia de red estén por fuera de unos valores umbral para un funcionamiento adecuado al estar funcionando sin apoyo de la red.
- **Protección de aislamiento:** sirve para detectar posibles fallos de aislamiento en el inversor.
- **Protección contra inversión de polaridad:** para proteger el inverso contra posibles cambios en la polaridad desde los paneles fotovoltaicos.

FORMAS DE CONEXIÓN DEL INVERSOR:

- **CONEXIÓN SIMPLE:**

Se emplea únicamente, un inversor de potencia adecuada a la instalación, para realizar el cambio de corriente continua a alterna.

- **CONEXIÓN EN PARALELO:**

Se emplea cuando la potencia de un solo inversor no es suficiente, o no se comercializan de la potencia requerida para la instalación, o en sistemas de microinversores, los cuales se instalan en cada panel fotovoltaico.

C) BATERIA/ ACUMULADOR:

Es una fuente de tensión continua formada por un conjunto de vasos electroquímicos interconectados.

PARÁMETROS:

- **Autodescarga:** Cuando la batería permanece en circuito abierto, tiene una pérdida de carga, se expresa como porcentaje de la capacidad nominal, medida durante un mes y a una temperatura de 20°C.
- **Capacidad nominal C₂₀AH:** Cantidad de carga que es posible extraer de una batería en 20 horas, medida en una temperatura de 20°C, hasta que la tensión entre sus terminales llegue a 1.8 V/vaso. Para otros regímenes de descarga se pueden usar las siguientes relaciones empíricas:

$$C_{100}/C_{20} \times 1.25 \quad C_{40}/C_{20} \times 1.14 \quad C_{20}/C_{10} \times 1.17$$

- **Capacidad útil:** capacidad disponible o utilizable de la batería. Se define como el producto de la capacidad nominal y la profundidad máxima de descarga permitida, PD_{max} .
- **Estado de carga:** cociente entre la capacidad residual de una batería, en general parcialmente descargada, y su capacidad nominal.
- **Profundidad de descarga:** cociente entre la carga extraída de una batería y su capacidad nominal. Se expresa en porcentaje.
- **Régimen de carga o descarga:** parámetro que relaciona la capacidad nominal de la batería y el valor de la corriente a la cual se realiza la carga o descarga.
- **Vaso:** elemento o celda electroquímica básica que forma parte de la batería, y cuya tensión nominal es aproximadamente 2V.

D) REGULADOR DE CARGA:

Dispositivo encargado de proteger a la batería frente a sobrecargas y sobredescargas. El regulador podrá no incluir alguna de estas funciones si existe otro componente del sistema encargado de realizar dicha función.

PARÁMETROS:

- **Voltaje de desconexión de las cargas de consumo:** voltaje de la batería por debajo del cual se interrumpe el suministro de electricidad a las cargas de consumo.
- **Voltaje final de carga:** voltaje de la batería por encima del cual se interrumpe la conexión entre el generador fotovoltaico y la batería, o reduce gradualmente la corriente media entregada por el generador fotovoltaico.

E) PROTECCIONES DE LA INSTALACIÓN:

Además de las protecciones integradas de cada uno de los elementos que componen la instalación, es necesario equipar esta con protecciones adicionales que protejan tanto la seguridad de la instalación y equipos como la seguridad de las personas responsables de su funcionamiento.

La implantación de protecciones deberemos llevarla a cabo atendiendo a la reglamentación vigente para este tipo de instalaciones, artículo 11 del Real Decreto 1663/2000 y al Reglamento Electrotécnico 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 de 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 49Hz, 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 y, por tanto, 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 instalarse en el 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 este. En este caso solo se precisara disponer adicionalmente de las protecciones de interruptor general manual y de interruptor diferencial automático, si se cumplen las siguientes condiciones:

- a) Las funciones serán realizadas mediante un contacto cuyo rearme será automático, una vez se restablezca las condiciones normales de suministro de la red.
- b) El contador, gobernado normalmente por el inversor, podrá ser activado manualmente.
- c) El estado de contador ("on/off) deberá señalizarse con claridad en el frontal de equipo, en un lugar destacado.
- d) En el caso que no se utilicen las protecciones precintables para la interconexión de máxima y mínima frecuencia y máxima y mínima tensión, el fabricante del inversor deberá certificar:
 - 1) Los valores de tara de tensión.
 - 2) Los valores de tara de frecuencia.
 - 3) El tipo de equipo y características utilizados internamente para la detección de fallos (modelo, marca, calibración...)
 - 4) Que los inversores han superado las pruebas correspondientes en cuanto a los límites establecidos de tensión y frecuencia.

2.3. EL EFECTO FOTOELECTRICO:

Consiste en la emisión de electrones por un material cuando se ilumina con radiación electromagnética (luz visible o ultravioleta en general).

Los fotones tienen una energía característica determinada por la frecuencia de onda de la luz. Si un electrón absorbe energía de un fotón que tiene mayor energía de la que necesita para expulsarlo del material y que además posee una velocidad bien dirigida hacia la superficie, entonces el electrón puede ser extraído del material. Si la energía del fotón es demasiado pequeña, el electrón es incapaz de escapar de la superficie del material. Los cambios en la intensidad de la luz, no modifican la energía de sus fotones, tan sólo en número de electrones que pueden escapar de la superficie sobre la que incide, y por lo tanto la energía de los electrones emitidos no desprendidos no depende de la intensidad de la radiación que llega, sino de su frecuencia. Si el fotón es absorbido parte de la energía se utiliza para liberar el electrón del átomo y el resto contribuye a dotar de energía cinética a la partícula libre.

En principio, todos los electrones son susceptibles de ser emitidos por efecto fotoeléctrico. En realidad los que más salen son los que menos energía necesitan para salir.

En un aislante dieléctrico, los electrones más energéticos se encuentran en la banda de valencia. En un metal, los electrones más energéticos están en la banda de conducción. En un semiconductor tipo N, son los electrones de la banda de conducción los más energéticos. En

un semiconductor de tipo P también, pero hay muy pocos en banda de conducción. Así que en este tipo de semiconductor hay que ir a buscar los electrones a la banda de valencia.

A temperatura ambiente, los electrones más energéticos se encuentran cerca del nivel de Fermi (salvo en los semiconductores intrínsecos en los cuales no hay electrones cerca del nivel Fermi). La energía que hay que dar a un electrón para llevarlo desde el nivel de Fermi hasta el exterior del material se llama función de trabajo, y la frecuencia mínima necesaria para que un electrón escape del metal recibe el nombre de frecuencia umbral. El valor de esa energía es muy variable y depende del material, estado cristalino y, sobre todo en las últimas capas atómicas que recubren la superficie del material.

Por encima de la frecuencia de corte, la energía cinética máxima del fotoelectrón emitido es independiente de la intensidad de la luz incidente, pero depende de la frecuencia de la luz incidente. El tiempo de retraso entre la incidencia de la radiación y la emisión del fotoelectrón es muy pequeño, menos que 10^{-9} segundos.

Para analizar el efecto fotoeléctrico cuantitativamente utilizando el método derivado por Einstein es necesario plantear la siguiente ecuación:

Energía de un fotón absorbido = energía necesaria para liberar 1 electrón + energía cinética del electrón emitido.

$$hf = hf_0 + \frac{1}{2} m v_m^2$$

h, constante de Planck

f_0 , es la frecuencia de corte o frecuencia mínima de los fotones para que tenga lugar el efecto fotoeléctrico.

La eficiencia de conversión media obtenida por las células disponibles comercialmente (producidas a partir de silicio monocristalino) están alrededor del 11-12%, pero según la tecnología utilizada varía desde el 6% de las células de silicio amorfo hasta el 14-19% de las células de silicio monocristalino. También existen las células multicapa, normalmente de Arseniuro de Galio, que alcanzan eficiencias del 30%.

EFFECTO FOTOVOLTAICO:

Se produce al incidir la radiación solar (fotones), sobre los materiales que están compuestos las células fotovoltaicas. La energía que reciben éstos proviene de los fotones, provoca un movimiento caótico de electrones en el interior del material. De esta forma cuando sobre la célula solar incide la radiación, aparecen en ella unas tensiones análogas a las que se producen en los bornes de una pila. Mediante la colocación de contactos metálicos en cada una de las caras puede "extraerse" la energía eléctrica, que se utilizará para alimentar una carga.



2.4. PÉRDIDAS ENERGÉTICAS EN UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA:

Las pérdidas energéticas son determinantes para la determinación del rendimiento del equipo. Generalmente se piensa que la energía producida por una instalación fotovoltaica es directamente proporcional a la irradiación incidente en el plano del generador fotovoltaico. Pero la experiencia y diversos estudios muestran que la energía producida por un módulo es sensiblemente inferior a la irradiación, esto se debe a las pérdidas que pueden ser debidas:

PÉRDIDAS POR NO CUMPLIMIENTO DE LA POTENCIA NOMINAL:

Los módulos fotovoltaicos se fabrican de forma industrial, d ahí que no sean todos iguales y presenten ciertas dispersiones en la potencia nominal, los fabricantes deben garantizar que dichas potencias nominales deben estar dentro de unas franjas (desde ± 3 hasta ± 10) en la mayoría de las ocasiones dicha potencia se sitúa dentro de la potencia inferior garantizada por el fabricante.

PÉRDIDAS DE CONEXIONADO:

Son las originadas por las conexiones entre los distintos módulos fotovoltaicos de potencias diferentes. Si conectamos dos módulos en serie con distinta corriente, el módulo de menor corriente limitará la corriente de la serie. Semejantemente ocurre con los módulos conectados en paralelo, la potencia del generador será inferior a la suma de las potencias de cada uno de los módulos fotovoltaicos.

Estas pérdidas se pueden reducir haciendo instalaciones ordenadas en potencias, así como utilizando diodos de bypass.

PÉRDIDAS POR POLVO Y SUCIEDAD:

Los módulos fotovoltaicos al estar ubicados en el exterior sufren deposición de polvo y suciedad en su superficie. Hay dos tipos de suciedad, la uniforme y la localizada.

PÉRDIDAS ANGULARES Y ESPECTRALES:

Los fabricantes venden los módulos fotovoltaicos con las potencias nominales condicionadas a un estándar de medida ($1000\text{W}/\text{m}^2$ de irradiación y 25°C de temperatura de la célula que implican un espectro de AM1.5G). Habitualmente estas condiciones se cumplen debido a que a cada hora del día el sol está en un ángulo distinto, lo que puede dar lugar tanto a pérdidas como a ganancias de potencia nominal.

PÉRDIDAS POR CAÍDAS ÓHMICAS EN EL CABLEADO:

Desde la salida de los inversores hasta los conectadores de energía, se producen pérdidas energéticas debidas a las caídas de tensión, las cuales pueden ser prácticamente nulas si se realiza un adecuado cálculo para la sección del cableado de la instalación.

PÉRDIDAS POR TEMPERATURA:

Se pueden presentar pérdidas en los módulos fotovoltaicos sobre un 4% por cada 10°C de aumento de su temperatura de operación, ésta temperatura depende de la irradiación, de la temperatura ambiente y de la oposición de los módulos ante la acción del viento.

PÉRDIDAS POR SOMBREADO DEL GENERADOR:

En muchas ocasiones es inevitable la presencia de sombras en los módulos fotovoltaicos en distintas horas del día, las cuales reducen la potencia nominal ya que hay una disminución de la captación de irradiación solar.

PÉRDIDAS POR EL RENDIMIENTO DEL INVERSOR:

Los inversores tienen curvas de rendimiento en función de la potencia de trabajo. De ahí que sea importante la elección adecuada de éste en función de la potencia del generador fotovoltaico, ya que si empleamos un inversor con una potencia excesiva en función del generador, el sistema operará gran parte del tiempo en valores de rendimiento bajos, lo que da lugar a pérdidas de generación.

2.5. PARÁMETROS DE RENDIMIENTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA:

Los parámetros que definen el sistema global de rendimiento con respecto a la energía producida son:

- Productividad final.
- Referencia de productividad.
- Performance ratio.

Para el desarrollo de la industria fotovoltaica es necesario unas medidas de rendimiento precisas y coherentes, ya que para los fabricantes la evaluación del rendimiento es referencia de calidad del producto existente. Debido al crecimiento de la industria ha surgido la necesidad de crear un análisis estándar de medidas de rendimiento. Estos parámetros podrán detectar problemas en el funcionamiento, facilitar la comparación de sistemas que pueden diferir con los parámetros facilitados por el fabricante...

Estos parámetros están establecidos por la Agencia Internacional de Energía (IEA) y por el programa de Sistemas Fotovoltaicos de Potencia, tres de los parámetros descritos en el programa citado anteriormente se usan para definir un sistema global con respecto a la producción de energía, radiación solar incidente y todas las pérdidas registradas en el sistema. Estos parámetros son:

- Final Yield (Y_f): horas equivalentes de sol kWh/kWp.
- Referente Yield (Y_r): productividad de referencia.
- Performance ratio.

Final Yield:

Su definición es la potencia útil anual producida por el sistema en un cierto período de tiempo. Es la potencia neta de salida dividida entre la potencia nominal, que viene reflejada en la placa de características del módulo fotovoltaico. Su resultado es el número de horas que debería funcionar a esa potencia para proporcionar dicha potencia de salida.

Referente Yield:

Se define como la irradiación solar anual incidente en el plano del generador fotovoltaico. Representa un número de horas equivalente de horas a la irradiancia estándar media (1000 W/m²). Su resultado depende de la localización y orientación del módulo fotovoltaico así como del mes, del año y de las distintas variables meteorológicas.

Performance ratio:

Es un factor de rendimiento que considera las pérdidas energéticas asociadas a los rendimientos de conversión de corriente continua a corriente alterna, y de seguimiento del punto de máxima potencia del inversor y al hecho que el rendimiento de los generadores es en realidad inferior a su potencia nominal debido a la temperatura de operación que suele ser superior a los 25°C. Es el cociente entre Y_f e Y_r su valor es dimensional.



3. NORMATIVA ENTORNO AL AUTOCONSUMO EN VIVIENDAS:

3.1. EVOLUCIÓN Y ACTUALIDAD DE LA NORMATIVA ESPAÑOLA:

1. LEY 54/1997 DEL SECTOR ELÉCTRICO:

Atr 9: a) los productores de energía eléctrica, que son aquella personas físicas o jurídicas que tienen la función de generar energía eléctrica, ya sea para su consumo propio o para terceros, así como la de construir operar y mantener las centrales de producción.

En esta Ley, y en particular en éste artículo ya se establece la posibilidad de producir energía eléctrica de forma individual para el autoconsumo o consumo a terceros.

2. LEY 38/1992 DE IMPUESTOS ESPECIALES:

Art 65.5 Estarán exentas... 1. La fabricación de energía eléctrica en régimen especial destinada al consumo de sus titulares.

En este artículo la Agencia Tributaria reconoce la producción propia de energía eléctrica y la exime de pago de impuestos siempre que sea destinada al autoconsumo.

3. RD 1955/2000, POR EL QUE SE REGULAN LAS ACTIVIDADES DE TRANSPORTE, DISTRIBUCIÓN, COMERCIALIZACIÓN, SUMINISTRO Y PROCEDIMIENTO DE INSTALACIONES DE ENERGÍA ELÉCTRICA:

Art. 60 derecho de acceso a red:

- 1. Tendrán acceso a la red... los productores, los auto productores,... y los consumidores cualificados.*
- 2. Este derecho sólo podrá ser restringido por falta de capacidad.*
- 3. El acceso a la red... tendrá el carácter de regulado y sujeto a las condiciones... que fije la administración.*

Aquí se explica que el acceso a la red de distribución pública es un derecho para los productores de cualquier tipo, sea para venta o para autoconsumo total o parcial. Este derecho está reglado y no pueden oponerse las empresas de distribución de energía, salvo justificación adecuada de falta de capacidad de red.

4. RD 661/2007 POR EL QUE SE REGULA LA ACTIVIDAD DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN RÉGIMEN ESPECIAL:

Art 16 contrato con la empresa de red:

1. *El titular de la instalación de producción acogida al régimen especial y la empresa distribuidora suscribirán un contrato tipo, según modelo establecido por la dirección general de políticas energéticas y minas, por el que se regirán las relaciones técnicas entre ambos.*

En dicho contrato se reflejarán como mínimo, los siguientes extremos:

- a) *Puntos de conexión y medida, indicando al menos las características de los equipos de control, conexión, seguridad y medida.*
- b) *Características cualitativas y cuantitativas de la energía cedida y, en su caso, de la consumida, especificando potencia y previsiones de producción, consumo, generación neta, venta y en su caso, compra.*
- c) *Causas de rescisión o modificación del contrato.*
- d) *Condiciones de explotación de la interconexión, así como las circunstancias en las que se considere la imposibilidad técnica de absorción de los excedentes de energía. La empresa distribuidora tendrá la obligación de suscribir este contrato, incluso aunque no se produzca generación neta en la instalación.*

Aquí se permite también el uso total de la producción y obliga a la empresa distribuidora a redactar un contrato con el productor dando lo mismo si este va a verter excedentes a la red o no.

El registro en el RIPE para vertido a la red era obligatorio quedando suspendido de acuerdo con lo establecido en el RD 1/2012, según el cual ya no hay primas en la producción, aunque nada se dice del balance neto, en el que la red solo sirve de almacén para la energía sobrante, la cual, el productor puede gastar en otro momento de su producción

5. RD. 842/2002 REGLAMENTO ELECTRÓNICO DE BAJA TENSIÓN: La ITC-BT-40 define tres tipos de instalaciones de generación eléctrica.

Art 2. Clasificación:

Las instalaciones generadoras se clasifican, atendiendo a su funcionamiento respecto a la red de distribución pública

- a) *... aisladas: Aquellas en las que no puede existir conexión eléctrica alguna con la red de distribución pública.*
- b) *... asistidas: Aquellas en las que existe una conexión con la red de distribución pública, pero sin que los generadores puedan estar trabajando en paralelo con ella. La fuente preferente de suministro podrá ser tanto los grupos generadores como la red de distribución pública, quedando la otra fuente como socorro o*

apoyo. Para impedir las conexiones simultaneas de ambas, se debe instalar los correspondientes sistemas de conmutación. Será posible no obstante, la realización de maniobras de transferencia de carga sin corte, siempre que se cumplan los requisitos técnicos adscritos en el apartado 4.2.

- c) ... interconectadas: Aquellas que están, normalmente trabajando en paralelo con la red de distribución pública.

Instalaciones aisladas: habitualmente usadas en el campo con fines residenciales u otros usos agrícolas o ganaderos.

Las asistidas: permiten según las necesidades del propietario, estar conectado a la red general o a su propia red de abastecimiento.

Las interconectadas: son las que el consumo total o parcial de lo producido están conectadas paralelamente a la red general.

Art 4.3.3. Equipos de maniobra y medidas a disponer en el punto de interconexión:

En el origen de la instalación interior y en un punto único y accesible de forma permanente a la empresa distribuidora de energía eléctrica, se instalará un interruptor automático sobre el que actuarán con conjunto de protecciones. Éstas deben garantizar que las faltas internas de la instalación no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas y en el caso de defecto de estas, debe de conectar el interruptor de la interconexión que no podrá reponerse

La protección exigida estará accesible para la compañía distribuidora y contará con las protecciones habituales en redes eléctricas para el caso de averías internas de la red de productora.

Para el caso del consumo parcial que suponga un vertido a la red habrá un contador de entrada y otro de salida.

hasta que exista tensión estable en la red de distribución pública...

(...)

Cuando se prevea la entrega de energía de la instalación generadora a la red de distribución pública, se dispondrá, al final de la instalación de enlace, un equipo de medida que registre la energía suministrada por el auto generador. Este equipo de medida podrá tener elementos comunes con el equipo que registre la energía aportada por la red de distribución pública, siempre que los registros de la energía en ambos sentidos se contabilicen de forma independiente.

6. RD 314/2006, POR EL QUE SE APRUEBA EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN:
CTE-HE 5



1.2.2 Condiciones generales:

1. *Para instalaciones conectadas, aún en el caso de que éstas no se realicen en el punto de conexión de la compañía de distribución, serán de aplicación las condiciones técnicas que procedan del RD 1663/2000, así como todos aquellos aspectos aplicables de la legislación vigente. Las referencias al RD 1663/2000 han de remitirse al RD1699/2011 el cual lo derogó).*

Se permite la conexión en un punto distinto al de la compañía distribuidora de energía con las condiciones que especifique el RD 1699/2011.

7. RD 1699/2011 POR EL QUE SE REGULA LA CONEXIÓN A RED DE INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE PEQUEÑA POTENCIA:

Art 9, procedimiento de conexión abreviada:

1. Las instalaciones de potencia no superior a 10kW que pretendan conectarse en un punto de la red de distribución en baja tensión, directamente o a través de la instalación de una red interior, en el que exista un suministro de potencia contratada igual o superior al de la instalación, podrán conectarse en el mismo punto de dicho suministro mediante el procedimiento abreviado previsto en el presente artículo.

Art 13 Condiciones específicas para la conexión en redes interiores:

La conexión se realizará, en el punto de la red interior de su titularidad más cercano a la caja general de protección, de tal forma que permita aislar simultáneamente ambas instalaciones del sistema eléctrico.

(...) Las instalaciones de producción conectadas a una red interior no podrán ser de potencia superior a 100kW y, en todo caso, no podrán superar la capacidad disponible en el punto de conexión a la red de distribución ni la potencia adscrita al suministro.

Art 66. Bis. AVALES:

Para las nuevas instalaciones de producción en régimen especial, el solicitante antes de realizar la solicitud de acceso a la red de distribución deberá haber presentado un aval...

... las instalaciones de menos de 10kW quedan excluidas.

20 €/kW Instalaciones de pequeña potencia (menores de 100kW)

500 €/kW instalaciones de gran potencia.

Art 7 suscripción del contrato técnico de acceso:

El titular de la instalación y la empresa distribuidora suscribirán el contrato por el que se registrarán las relaciones técnicas entre ambos según el modelo de contrato tipo recogido en el anexo III de este RD

Art 18 Medida y facturación:

3 Con carácter general, para las instalaciones conectadas a una red interior, los circuitos de generación y consumo habrán de ser independientes y estarán dotados cada uno de su correspondiente equipo de medida, instalados ambos en paralelo y en la misma ubicación.

En los casos en los que la instalación de producción vaya a vender exclusivamente la energía excedentaria, se permitirá la opción de instalar un único equipo de medida con registros de generación y consumo independientes. En este caso, se



requerirá la suscripción de los contratos de acceso, uno para generación y otro para consumo.

Disposición adicional primera:

Quedan excluidas del régimen de autorización administrativa previa las instalaciones de producción de energía eléctrica con potencia nominal no superior a 100kW. Conectadas directamente a la red.

Disposición adicional segunda:

Elaboración de una regulación del suministro de la energía eléctrica producida en el interior de la red de un consumidor para su propio consumo.

El Ministro de Industria, T y C, en el plazo de 4 meses desde la entrada en vigor del presente RD, elevará al Gobierno una propuesta de RD cuyo objeto sea la regulación de las condiciones administrativas, técnicas y económicas del consumo de la energía eléctrica producida en el interior de la red de un consumidor para su propio consumo.

Procedimiento para < 10kW:

Solicitud del anexo II con memoria técnica de diseño, indicando si la conexión en el interior o en el punto de suministro de la red. La empresa contestará en el plazo de 10 días.

Finalizada la instalación, se presentará el contrato del anexo III con certificado de industria.

Conexión de redes interiores de pequeña potencia:

El último RD permite la conexión tanto a la red interior como a la red de distribución general de las instalaciones con potencia < a 100kW. No pudiendo ser la potencia interior superior a la contratada ni a la capacidad de la red de distribución.

Equipos de medida y facturación:

Pueden utilizarse dos contadores u uno bidireccional.

3.2. ACTUALIDAD DE LA NORMATIVA ESPAÑOLA:

SITUACIÓN ACTUAL:

El gobierno en el RD anterior fijó un plazo de cuatro meses para elaborar otro decreto para “la regulación de las condiciones administrativas técnicas y económicas del consumo de la energía eléctrica producida en la red de un consumidor para su propio uso.”, todo ello para regular la forma de vertido a la red, a través del llamado “balance neto” u otro tipo de compensación de los excedentes del productor.

El ministro de Industria D. José Manuel Soria, fijó primero junio 2012 y luego septiembre para cumplir este mandato. Pero en los últimos días del mes de agosto, la prensa difundió ampliamente, el desacuerdo de este con el ministro de Hacienda D. Cristóbal Montoro, el método para compensar, vía tarifas o impuestos a las energías renovables, el “déficit de tarifa” que las compañías eléctricas dicen que se les debe, que está fijado en más de 24.000 millones de de €.



PROCEDIMIENTO DE LEGALIZACIÓN DE INSTALACIONES PARA AUTOCONSUMO TOTAL O PARCIA:

1. Licencia de obra municipal
2. Solicitud de punto de conexión a la empresa distribuidora
3. Presentación de aval para instalaciones de más de 10kW
4. Autorización administrativa previa. No es necesaria para instalaciones de menos de 10kW
5. Certificación de instalación de baja tensión o Acta de puesta en servicio.
6. Revisión de la compañía distribuidora. El procedimiento sigue el RD 1699/2011
7. Alta en impuestos especiales. Solo para las de consumo parcial.



Capítulo 3: Estudio energético:

1. INTRODUCCIÓN

Para la elección de la potencia a instalar de paneles solares óptimo para la vivienda, sería necesario instalar un sistema de monitorización del consumo de la misma durante un tiempo, de ahí elegir la potencia fijándonos en el punto máximo de consumo medida por dicho sistema. Esta forma de selección, es debida a el actual sistema de legislación del autoconsumo en España, el cual nos lleva a la situación de instalar una potencia de generación, que no sea superior a la que se consume en el punto de máximo consumo, ya que una instalación sobre dimensionada alargaría los tiempos de amortización, porque que cada KWh vertido a la red nos seria pagado más barato, que si lo consumiéramos directamente nosotros.

Debido a esta situación de complejidad burocrática, y suponiendo el no vertido a la red, dejaremos la instalación de manera que cumpla con la normativa pero sin realizar las gestiones pertinentes, a la espera de una normativa más clara y sencilla, que ya debería haberse aprobado hace ya dos años. Por otro lado las gestiones necesarias para su puesta en marcha, son un problema a nivel domestico porque conlleva una a una gestión fiscal y contable, del que ninguna persona a nivel domestico estaría dispuesto a soportar, ya que no sería prácticamente compensatorio debido al precio que nos seria retribuido por cada KWh.

Por eso esperamos a la aprobación de una legislación más sencilla, y que incluya en su contenido un sistema de autoconsumo con **balance neto**, esto significa disponer de los KWh vertidos a la red en horas concretas de la noche, y así aumentar el valor de los KWh vertidos, y con lo cual una reducción de la amortización.

A esto le añadimos la contratación de una tarifa eléctrica con desfase horario, el cual se pagan los KWh más caros en las horas punta (*coincidiendo con las de producción del sistema*), y más baratos en las horas valle, siendo de 12:00 a 22:00 la punta y de 22:00 a 12:00 las Valle, obteniendo así un mayor ahorro. A todo lo anterior, podemos sumarle el hecho de poder trasladar los grandes consumos diarios, como lavadoras y lavavajillas a horas valle, y así optimizar al máximo el consumo de la vivienda.

Una vez seleccionado el sistema de generación y la tarifa de luz podemos calcular el ahorro en base a una estimación del consumo hipotético.



2. ELECCIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA:

Como es una vivienda de nueva construcción y no podemos colocar un sistema de monitorización, para la elección de la potencia a instalar se hará en base a la potencia contratada, eligiendo un 25% de esta. Este 25% no sale de ningún estudio técnico, pero la mayoría de profesionales del sector coinciden alrededor de este dato, para la elección de la potencia a instalar, además como veremos en nuestro estudio no se vierte energía a la red en ningún momento, que es lo que se desea, estando prácticamente al límite de la potencia máxima para no verter.

Al ser una vivienda de más de 160m² y disponer de climatizador, el reglamento electrotécnico de baja tensión nos obliga a un grado de electrificación elevada, siendo un mínimo de 9,2 KWh de potencia contratada. Quedando una potencia para nuestro sistema de:

- 25% de 9,2KWh = **2,3KW nominales**.

Para que estos KW sean reales, hemos de utilizar un sistema **2,53KW pico**, que son los vatios que nos dan las características de los fabricantes de paneles, que son más o menos un 10% mayor a los nominales, debido a una serie de pérdidas que se producen en el panel y la cantidad de radiación que reciben.

Para el proyecto se ha elegido una potencia pico de paneles de **2,4KW**, debido a las características de los componentes y a su configuración, para un resultado más óptimo, ya que la colocación de un panel más, nos haría sobrepasar la potencia pico máxima recomendable, y aparte la colocación de un micro inversor mas. También recordamos que el consumo de la vivienda va a ser estimado, y es recomendable ir por debajo de lo necesario, para verter a la red los mínimos KWh posibles.

3. CONSUMO ESTIMADO DE LA VIVIENDA:

Para la estimación de consumo de la vivienda, se han utilizado en medida de lo posible electrodomésticos, receptores, iluminación..., clasificados como alta eficiencia energética tales como frigoríficos a⁺⁺⁺ e iluminación LED, que se encuentran actualmente en el mercado. La estimación del tiempo de utilización, se ha realizado con la ayuda de unas tablas, que nos indican la utilización diaria de cada receptor.

Como se expone a continuación, los consumos mensuales se han dividido en dos partes, un a general donde aparecen todos los receptores incluido el resumen de iluminación, y otra donde se estudia la utilización de la iluminación solamente. La parte general está dividida en una estimación diaria de cada mes y subdividida en lo que sería las horas de tarifa valle y tarifa punta. Y por otro lado la iluminación en una estimación diaria con un coeficiente de simultaneidad estimado.

3.1. CONSUMO POR MESES GENERAL

La primera tabla nos indica la relación de receptores, cantidad, potencia, y potencia total. Seguidamente las tablas de la utilización de cada mes, coincidiendo cada fila con el receptor. Al final de cada tabla se puede observar el consumo en KWh de cada día del mes indicado.

Electrodomestico	Unidades	Potencia kw	Instalada
Televisor	2	0,081	0,162
Microondas	1	1,220	1,220
Plancha	1	2,000	2,000
Aspirador	1	1,200	1,200
Horno	1	3,000	3,000
Termo	1	1,750	1,750
Vitrocaramica	1	1,800	1,800
Ordenador	2	0,300	0,600
Cafetera	1	1,250	1,250
Lavadora	1	2,300	2,300
Secadora	1	1,000	1,000
Frigorifico	1	0,160	0,160
Calefactor	2	1,000	2,000
Climatizador	1	2,700	2,700
Tele cocina	1	0,026	0,026
Tele dormitorio	1	0,026	0,026
Lavavajillas	0	1,500	0,000
Campana	1	0,320	0,320
Stand-By	1	0,030	0,030
Iluminacion General	1	1,217	1,217
			0,000



enero									
Horas de Uso (1/4=0.25, 1/2=0.5, 3/4=0.75)					Kwh				
Dia		Noche			Dia		Noche		
Valle	Punta	Punta	Valle						
8:22 a 12:00	12:01 a 17:52	17:53 a 22:00	22:01 a 8:21	Punta	Valle	Punta	Valle	Total	
	0,75	0,50	1,00	0,12	0,00	0,08	0,16	0,36	
0,16		0,08	0,00	0,00	0,20	0,10	0,00	0,29	
0,16				0,00	0,32	0,00	0,00	0,32	
0,16				0,00	0,19	0,00	0,00	0,19	
	0,16	0,16		0,48	0,00	0,48	0,00	0,96	
0,50			0,50	0,00	0,88	0,00	0,88	1,75	
	0,25	0,25		0,45	0,00	0,45	0,00	0,90	
1,00	1,50	1,50		0,90	0,60	0,90	0,00	2,40	
0,12	0,12			0,15	0,15	0,00	0,00	0,30	
1,00				0,00	2,30	0,00	0,00	2,30	
0,25				0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	
2,00	2,00	2,00	2,00	0,32	0,32	0,32	0,32	1,28	
0,19		0,19		0,00	0,38	0,38	0,00	0,76	
	1,00	1,00		2,70	0,00	2,70	0,00	5,40	
0,33	1,00	1,00		0,03	0,01	0,03	0,00	0,06	
			1,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	
0,33				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	0,25	0,25		0,08	0,00	0,08	0,00	0,16	
6,00			6,00	0,00	0,18	0,00	0,18	0,36	
0,25	0,25	0,25	0,25	0,30	0,30	0,30	0,30	1,22	
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
				Totales	5,5318	6,075	5,8189	1,8673	19,293

febrero									
Horas de Uso (1/4=0.25, 1/2=0.5, 3/4=0.75)					Kwh				
Dia		Noche			Dia		Noche		
Valle	Punta	Punta	Valle						
8:07 a 12:00	12:01 a 18:07	18:08 a 22:00	22:01 a 8:06	Punta	Valle	Punta	Valle	Total	
	0,75	0,50	1,00	0,12	0,00	0,08	0,16	0,36	
0,16		0,08	0,00	0,00	0,20	0,10	0,00	0,29	
0,16				0,00	0,32	0,00	0,00	0,32	
0,16				0,00	0,19	0,00	0,00	0,19	
	0,16	0,16		0,48	0,00	0,48	0,00	0,96	
0,50			0,50	0,00	0,88	0,00	0,88	1,75	
	0,25	0,25		0,45	0,00	0,45	0,00	0,90	
1,00	1,50	1,50		0,90	0,60	0,90	0,00	2,40	
0,12	0,12			0,15	0,15	0,00	0,00	0,30	
1,00				0,00	2,30	0,00	0,00	2,30	
0,25				0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	
2,00	2,00	2,00	2,00	0,32	0,32	0,32	0,32	1,28	
0,19		0,19		0,00	0,38	0,38	0,00	0,76	
	1,00	1,00		2,70	0,00	2,70	0,00	5,40	
0,33	1,00	1,00		0,03	0,01	0,03	0,00	0,06	
			1,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	
0,33				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	0,25	0,25		0,08	0,00	0,08	0,00	0,16	
6,00			6,00	0,00	0,18	0,00	0,18	0,36	
0,25	0,25	0,25	0,25	0,30	0,30	0,30	0,30	1,22	
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
				Totales	5,5318	6,075	5,8189	1,8673	19,293



julio									
Horas de Uso (1/4=0.25, 1/2=0.5, 3/4=0.75)					Kwh				
Día		Noche			Día		Noche		
Valle	Punta	Punta	Valle						
7:07 a 13:00	13:01 a 20:07	20:08 a 23:00	23:01 a 7:06	Punta	Valle	Punta	Valle	Total	
	0,75	0,50	1,00	0,12	0,00	0,08	0,16	0,36	
0,16		0,08	0,00	0,00	0,20	0,10	0,00	0,29	
0,16				0,00	0,32	0,00	0,00	0,32	
0,16				0,00	0,19	0,00	0,00	0,19	
	0,16	0,16		0,48	0,00	0,48	0,00	0,96	
0,50			0,50	0,00	0,88	0,00	0,88	1,75	
	0,25	0,25		0,45	0,00	0,45	0,00	0,90	
1,00	1,50	1,50		0,90	0,60	0,90	0,00	2,40	
0,12	0,12			0,15	0,15	0,00	0,00	0,30	
1,00				0,00	2,30	0,00	0,00	2,30	
0,25				0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	
2,00	2,00	2,00	2,00	0,32	0,32	0,32	0,32	1,28	
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	2,00			5,40	0,00	0,00	0,00	5,40	
0,33	1,00	1,00		0,03	0,01	0,03	0,00	0,06	
			1,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	
0,33				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	0,25	0,25		0,08	0,00	0,08	0,00	0,16	
6,00			6,00	0,00	0,18	0,00	0,18	0,36	
0,25	0,25	0,25	0,25	0,30	0,30	0,30	0,30	1,22	
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
				8,2318	5,695	2,7389	1,8673	18,533	

agosto									
Horas de Uso (1/4=0.25, 1/2=0.5, 3/4=0.75)					Kwh				
Día		Noche			Día		Noche		
Valle	Punta	Punta	Valle						
7:37 a 13:00	13:01 a 19:37	19:38 a 23:00	23:01 a 7:36	Punta	Valle	Punta	Valle	Total	
	0,75	0,50	1,00	0,12	0,00	0,08	0,16	0,36	
0,16		0,08	0,00	0,00	0,20	0,10	0,00	0,29	
0,16				0,00	0,32	0,00	0,00	0,32	
0,16				0,00	0,19	0,00	0,00	0,19	
	0,16	0,16		0,48	0,00	0,48	0,00	0,96	
0,50			0,50	0,00	0,88	0,00	0,88	1,75	
	0,25	0,25		0,45	0,00	0,45	0,00	0,90	
1,00	1,50	1,50		0,90	0,60	0,90	0,00	2,40	
0,12	0,12			0,15	0,15	0,00	0,00	0,30	
1,00				0,00	2,30	0,00	0,00	2,30	
0,25				0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	
2,00	2,00	2,00	2,00	0,32	0,32	0,32	0,32	1,28	
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	2,00	0,50		5,40	0,00	1,35	0,00	6,75	
0,33	1,00	1,00		0,03	0,01	0,03	0,00	0,06	
			1,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	
0,33				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	0,25	0,25		0,08	0,00	0,08	0,00	0,16	
6,00			6,00	0,00	0,18	0,00	0,18	0,36	
0,25	0,25	0,25	0,25	0,30	0,30	0,30	0,30	1,22	
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
				8,2318	5,695	4,0889	1,8673	19,883	



setiembre									
Horas de Uso (1/4=0.25, 1/2=0.5, 3/4=0.75)					Kwh				
Dia		Noche			Dia		Noche		
Valle	Punta	Punta	Valle						
8:07 a 13:00	13:01 a 19:07	19:08 a 23:00	23:01 a 8:06	Punta	Valle	Punta	Valle	Total	
	0,75	0,50	1,00	0,12	0,00	0,08	0,16	0,36	
0,16		0,08	0,00	0,00	0,20	0,10	0,00	0,29	
0,16				0,00	0,32	0,00	0,00	0,32	
0,16				0,00	0,19	0,00	0,00	0,19	
	0,16	0,16		0,48	0,00	0,48	0,00	0,96	
0,50			0,50	0,00	0,88	0,00	0,88	1,75	
	0,25	0,25		0,45	0,00	0,45	0,00	0,90	
1,00	1,50	1,50		0,90	0,60	0,90	0,00	2,40	
0,12	0,12			0,15	0,15	0,00	0,00	0,30	
1,00				0,00	2,30	0,00	0,00	2,30	
0,25				0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	
2,00	2,00	2,00	2,00	0,32	0,32	0,32	0,32	1,28	
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	1,00			2,70	0,00	0,00	0,00	2,70	
0,33	1,00	1,00		0,03	0,01	0,03	0,00	0,06	
			1,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	
0,33				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	0,25	0,25		0,08	0,00	0,08	0,00	0,16	
6,00			6,00	0,00	0,18	0,00	0,18	0,36	
0,25	0,25	0,25	0,25	0,30	0,30	0,30	0,30	1,22	
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
				Totales	5,5318	5,695	2,7389	1,8673	15,833

octubre									
Horas de Uso (1/4=0.25, 1/2=0.5, 3/4=0.75)					Kwh				
Dia		Noche			Dia		Noche		
Valle	Punta	Punta	Valle						
7:52 a 12:00	12:01 a 18:22	18:23 a 22:00	22:01 a 7:51	Punta	Valle	Punta	Valle	Total	
	0,75	0,50	1,00	0,12	0,00	0,08	0,16	0,36	
0,16		0,08	0,00	0,00	0,20	0,10	0,00	0,29	
0,16				0,00	0,32	0,00	0,00	0,32	
0,16				0,00	0,19	0,00	0,00	0,19	
	0,16	0,16		0,48	0,00	0,48	0,00	0,96	
0,50			0,50	0,00	0,88	0,00	0,88	1,75	
	0,25	0,25		0,45	0,00	0,45	0,00	0,90	
1,00	1,50	1,50		0,90	0,60	0,90	0,00	2,40	
0,12	0,12			0,15	0,15	0,00	0,00	0,30	
1,00				0,00	2,30	0,00	0,00	2,30	
0,25				0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	
2,00	2,00	2,00	2,00	0,32	0,32	0,32	0,32	1,28	
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	1,00			2,70	0,00	0,00	0,00	2,70	
0,33	1,00	1,00		0,03	0,01	0,03	0,00	0,06	
			1,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	
0,33				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	0,25	0,25		0,08	0,00	0,08	0,00	0,16	
6,00			6,00	0,00	0,18	0,00	0,18	0,36	
0,25	0,25	0,25	0,25	0,30	0,30	0,30	0,30	1,22	
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
				Totales	5,5318	5,695	2,7389	1,8673	15,833



noviembre									
Horas de Uso (1/4=0.25, 1/2=0.5, 3/4=0.75)					Kwh				
Día		Noche			Día		Noche		
Valle	Punta	Punta	Valle						
8:22 a 12:00	12:01 a 17:52	17:53 a 22:00	22:01 a 8:21	Punta	Valle	Punta	Valle	Total	
	0,75	0,50	1,00	0,12	0,00	0,08	0,16	0,36	
0,16		0,08	0,00	0,00	0,20	0,10	0,00	0,29	
0,16				0,00	0,32	0,00	0,00	0,32	
0,16				0,00	0,19	0,00	0,00	0,19	
	0,16	0,16		0,48	0,00	0,48	0,00	0,96	
0,50			0,50	0,00	0,88	0,00	0,88	1,75	
	0,25	0,25		0,45	0,00	0,45	0,00	0,90	
1,00	1,50	1,50		0,90	0,60	0,90	0,00	2,40	
0,12	0,12			0,15	0,15	0,00	0,00	0,30	
1,00				0,00	2,30	0,00	0,00	2,30	
0,25				0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	
2,00	2,00	2,00	2,00	0,32	0,32	0,32	0,32	1,28	
0,19		0,19		0,00	0,38	0,38	0,00	0,76	
	1,00	1,00		2,70	0,00	2,70	0,00	5,40	
0,33	1,00	1,00		0,03	0,01	0,03	0,00	0,06	
			1,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	
0,33				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	0,25	0,25		0,08	0,00	0,08	0,00	0,16	
6,00			6,00	0,00	0,18	0,00	0,18	0,36	
0,25	0,25	0,25	0,25	0,30	0,30	0,30	0,30	1,22	
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
				Totales	5,5318	6,075	5,8189	1,8673	19,293

diciembre									
Horas de Uso (1/4=0.25, 1/2=0.5, 3/4=0.75)					Kwh				
Día		Noche			Día		Noche		
Valle	Punta	Punta	Valle						
8:37 a 12:00	12:01 a 17:37	17:38 a 22:00	22:01 a 8:36	Punta	Valle	Punta	Valle	Total	
	0,75	0,50	1,00	0,12	0,00	0,08	0,16	0,36	
0,16		0,08	0,00	0,00	0,20	0,10	0,00	0,29	
0,16				0,00	0,32	0,00	0,00	0,32	
0,16				0,00	0,19	0,00	0,00	0,19	
	0,16	0,16		0,48	0,00	0,48	0,00	0,96	
0,50			0,50	0,00	0,88	0,00	0,88	1,75	
	0,25	0,25		0,45	0,00	0,45	0,00	0,90	
1,00	1,50	1,50		0,90	0,60	0,90	0,00	2,40	
0,12	0,12			0,15	0,15	0,00	0,00	0,30	
1,00				0,00	2,30	0,00	0,00	2,30	
0,25				0,00	0,25	0,00	0,00	0,25	
2,00	2,00	2,00	2,00	0,32	0,32	0,32	0,32	1,28	
0,19		0,19		0,00	0,38	0,38	0,00	0,76	
	1,00	1,00		2,70	0,00	2,70	0,00	5,40	
0,33	1,00	1,00		0,03	0,01	0,03	0,00	0,06	
			1,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	
0,33				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	0,25	0,25		0,08	0,00	0,08	0,00	0,16	
6,00			6,00	0,00	0,18	0,00	0,18	0,36	
0,25	0,25	0,25	0,25	0,30	0,30	0,30	0,30	1,22	
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
				Totales	5,5318	6,075	5,8189	1,8673	19,293



3.2. CONSUMO DE ILUMINACIÓN:

Como en el anterior apartado, la primera tabla nos indica la cantidad de puntos de iluminación, su potencia y su cantidad, y la segunda la estimación de utilización en un día. En esta ocasión se ha hecho un reparto equitativo durante el día, aplicando un coeficiente de simultaneidad del 40% del consumo estimado, ya que este resultado se dará en días excepcionales, como por ejemplo fines de semana, al igual que la utilización de todas las estancias.

Para trasladar el consumo de la iluminación al estudio general, se ha tomado la potencia total instalada, i se ha dividido por el consumo estimado en KWh después del coeficiente, obteniendo así una potencia y su uso estimado

Electrodomestico	Unidades	Potencia kw	Instalada
Desespacho 8W	4	0,008	0,032
Despacho 20W	2	0,020	0,040
Pasillo dormitorio principal 8W	3	0,008	0,024
Baño dormitorio principal 8W	2	0,008	0,016
Baño dormitorio 20W	2	0,020	0,040
Vestidor dormitorio principal 8W	4	0,008	0,032
Dormitorio principal 8W	6	0,008	0,048
Dormitorio principal 10W	2	0,010	0,020
Cocina 8W	6	0,008	0,048
Cocina 10W	3	0,010	0,030
Cocina 20W	3	0,020	0,060
Pasillo dormitorios 8W	3	0,008	0,024
Baño dormitorios 8W	2	0,008	0,016
Baño dormitorios 20W	2	0,020	0,040
Dormitorio 1 8W	3	0,008	0,024
Dormitorio 1 10W	1	0,010	0,010
Dormitorio 2 8W	1	0,008	0,008
Dormitorio 2 10W	1	0,010	0,010
Comedor 8W	17	0,008	0,136
Comedor 10W	4	0,010	0,040
Comedor 19W	3	0,019	0,057
Comedor 110W	1	0,110	0,110
Apliques patio 42W	2	0,042	0,084
Comedor sotano 8W	14	0,008	0,112
Comedor sotano 20W	1	0,020	0,020
Cocina sotano 8W	2	0,008	0,016
Cocina sotano 20W	2	0,020	0,040
Pasillo sotano 8W	3	0,008	0,024
Baño sotano 8W	2	0,008	0,016
Baño sotano 20W	1	0,020	0,020
Cuarto sotano 20W	2	0,020	0,040
Garaje 19W	4	0,019	0,076
		Potencia instalada	1,217

Estimacion dia									
Horas de Uso (1/4=0.25, 1/2=0.5, 3/4=0.75)				Kwh					
Dia		Noche		Dia		Noche			
Valle	Punta	Punta	Valle	Punta	Valle	Punta	Valle	Total	
8:22 a 12:00	12:01 a 17:52	17:53 a 22:00	22:01 a 8:21	Punta	Valle	Punta	Valle	Total	
0,041	0,041	0,041	0,041	0,0013	0,0013	0,0013	0,0013	0,0052	
0,75	0,75	1,5	0	0,03	0,03	0,06	0	0,12	
0,02	0,02	0,02	0,02	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0019	
0,0625	0,0625	0,0625	0,0625	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
0,375	0,375	0,375	0,375	0,02	0,02	0,02	0,02	0,06	
0,083	0,083	0,083	0,083	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	
0,125	0,125	0,125	0,125	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	
0,25	0,25	0,25	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	
0,625	0,625	0,625	0,625	0,03	0,03	0,03	0,03	0,12	
0,25	0,25	0,25	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	
0,75	0,75	0,75	0,75	0,05	0,05	0,05	0,05	0,18	
0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
0,187	0,187	0,187	0,187	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	
0,5	0,5	0,5	0,5	0,02	0,02	0,02	0,02	0,08	
0,25	0,25	0,25	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	
0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	
0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	
0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	
1,75	1,75	1,75	1,75	0,24	0,24	0,24	0,24	0,95	
0,25	0,25	0,25	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	
0,25	0,25	0,25	0,25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06	
0,75	0,75	0,75	0,75	0,08	0,08	0,08	0,08	0,33	
0,5	0,5	0,5	0,5	0,04	0,04	0,04	0,04	0,17	
1,4	1,4	1,4	1,4	0,16	0,16	0,16	0,16	0,63	
0,5	0,5	0,5	0,5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	
0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	
0,5	0,5	0,5	0,5	0,02	0,02	0,02	0,02	0,08	
0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
0,125	0,125	0,125	0,125	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	
0,125	0,125	0,125	0,125	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	
0,125	0,125	0,125	0,125	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	
Totales				0,7758	0,7758	0,8058	0,7458	3,1031	
Simultaniedad = 40% =								1,2412	
Tiempo estimado general de consumo iluminacion por dia									
KWh/Potencia total instalada = 1,0199 h									



3.3. CONSUMO TOTAL:

Por último obtenemos esta tabla donde se resume y suma, el consumo por día, mes y año.

Consumo total			
MES	Kwh teórico 24h	Media 24h	SP
enero	19,29288	0,80387	598,07928
febrero	19,29288	0,80387	540,20064
marzo	13,13288	0,54720333	407,11928
abril	13,13288	0,54720333	393,9864
mayo	13,13288	0,54720333	407,11928
junio	18,53288	0,77220333	555,9864
julio	18,53288	0,77220333	574,51928
agosto	19,88288	0,82845333	616,36928
septiembre	15,83288	0,65970333	474,9864
octubre	15,83288	0,65970333	490,81928
noviembre	19,29288	0,80387	578,7864
diciembre	19,29288	0,80387	598,07928
		Total KWh	6236,0512

4. PRODUCCIÓN DEL SISTEMA:

Para calcular la producción de nuestro sistema, tendremos en cuenta varios factores como el calendario solar del lugar de la ubicación de la vivienda, ya que no en todos los lugares sale y se pone el sol a la misma hora, y así hacer un cuadrante más preciso de las horas punta y valle, nosotros tomaremos como el día 15 de cada mes para promediar del calendario de Alicante.

También necesitaremos la cantidad de KWh que produce nuestro sistema en cada mes del año, para ello nos apoyamos de los datos recogidos por el **Sistema de información geográfica fotovoltaica (PVGIS), de la Comisión Europea**, donde en su aplicación informática introducimos los datos tales como posición geográfica y potencia pico del sistema solar. En nuestro caso debemos introducir la posición de Xàbia y una potencia pico de 2,4 KWh, obteniendo así datos como la óptima orientación de las placas y la producción solar en KWh por día, en la Columna **ED** podemos ver dicha información, generada por la aplicación informática, y que posteriormente utilizaremos.

ALICANTE/ALACANT		SALIDA Y PUESTA DE SOL PARA 2013												Observatorio Astronómico Nacional	
Latitud y longitud: 38 20 48, - 0 28 55		Hora oficial en la península y Baleares												Instituto Geográfico Nacional	
Año 2013														Ministerio de Fomento, España	
Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem.	Octubre	Noviemb.	Diciemb.			
Ort	Ocas	Ort	Ocas	Ort	Ocas	Ort	Ocas	Ort	Ocas	Ort	Ocas	Ort	Ocas	Ort	Ocas
h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	819 1752	807 1824	734 1855	747 2025	705 2053	640 2120	642 2129	704 2112	731 2032	758 1945	728 1802	800 1742			
2	819 1753	806 1826	732 1856	745 2026	704 2054	640 2120	642 2129	705 2111	732 2030	759 1943	729 1801	801 1742			
3	819 1754	805 1827	731 1857	744 2027	703 2055	639 2121	643 2129	706 2110	733 2029	759 1942	730 1800	802 1741			
4	819 1755	804 1828	730 1858	742 2028	702 2056	639 2122	643 2129	707 2109	734 2027	800 1940	731 1759	803 1741			
5	819 1756	803 1829	728 1859	741 2029	701 2057	639 2122	644 2129	708 2108	735 2026	801 1939	733 1758	804 1741			
6	819 1757	802 1830	727 1900	739 2030	659 2058	639 2123	645 2129	709 2106	736 2024	802 1937	734 1757	805 1741			
7	819 1758	801 1831	725 1901	738 2031	658 2059	638 2124	645 2128	709 2105	737 2022	803 1936	735 1756	806 1741			
8	819 1759	800 1832	724 1902	736 2032	657 2100	638 2124	646 2128	710 2104	737 2021	804 1934	736 1755	806 1741			
9	819 1759	759 1834	722 1903	735 2033	656 2101	638 2125	646 2128	711 2103	738 2019	805 1933	737 1754	807 1741			
10	819 1800	758 1835	721 1904	733 2034	655 2102	638 2125	647 2127	712 2102	739 2018	806 1931	738 1753	808 1741			
11	819 1801	757 1836	719 1905	732 2035	654 2103	638 2126	648 2127	713 2101	740 2016	807 1930	739 1752	809 1742			
12	818 1802	756 1837	718 1906	730 2036	653 2104	638 2126	648 2126	714 2059	741 2015	808 1928	740 1752	810 1742			
13	818 1803	755 1838	716 1907	729 2036	652 2105	638 2126	649 2126	715 2058	742 2013	809 1927	741 1751	810 1742			
14	818 1805	754 1839	715 1908	728 2037	652 2105	638 2127	650 2126	716 2057	743 2012	810 1925	742 1750	811 1742			
15	818 1806	752 1840	713 1909	726 2038	651 2106	638 2127	650 2125	716 2056	744 2010	811 1924	743 1749	812 1742			
16	817 1807	751 1841	712 1910	725 2039	650 2107	638 2128	651 2124	717 2054	744 2008	812 1923	744 1749	812 1743			
17	817 1808	750 1842	710 1911	723 2040	649 2108	638 2128	652 2124	718 2053	745 2007	813 1921	746 1748	813 1743			
18	816 1809	749 1844	709 1912	722 2041	648 2109	638 2128	653 2123	719 2052	746 2005	814 1920	747 1747	814 1744			
19	816 1810	747 1845	707 1913	721 2042	647 2110	638 2129	653 2123	720 2050	747 2004	815 1918	748 1747	814 1744			
20	815 1811	746 1846	705 1914	719 2043	647 2111	638 2129	654 2122	721 2049	748 2002	816 1917	749 1746	815 1744			
21	815 1812	745 1847	704 1915	718 2044	646 2111	638 2129	655 2121	722 2048	749 2000	817 1916	750 1745	815 1745			
22	814 1813	743 1848	702 1916	716 2045	645 2112	639 2129	656 2121	723 2046	750 1959	818 1914	751 1745	816 1745			
23	814 1814	742 1849	701 1917	715 2046	645 2113	639 2129	657 2120	724 2045	751 1957	819 1913	752 1744	816 1746			
24	813 1815	741 1850	659 1918	714 2047	644 2114	639 2129	657 2119	724 2043	751 1956	820 1912	753 1744	817 1747			
25	812 1817	739 1851	658 1919	713 2048	643 2115	640 2130	658 2118	725 2042	752 1954	821 1911	754 1744	817 1747			
26	812 1818	738 1852	656 1920	711 2049	643 2115	640 2130	659 2117	726 2041	753 1953	822 1909	755 1743	817 1748			
27	811 1819	737 1853	655 1921	710 2050	642 2116	640 2130	700 2116	727 2039	754 1951	723 1808	756 1743	818 1748			
28	810 1820	735 1854	653 1921	709 2051	642 2117	641 2130	701 2116	728 2038	755 1949	724 1807	757 1743	818 1749			
29	810 1821		651 1922	708 2052	641 2118	641 2130	702 2115	729 2036	756 1948	725 1806	758 1742	818 1750			
30	809 1822		650 1923	706 2052	641 2118	642 2130	702 2114	730 2035	757 1946	726 1805	759 1742	819 1751			
31	808 1823		748 2024		640 2119		703 2113	731 2033		727 1803		819 1751			
	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m

Calendario solar

Performance of Grid-connected PV

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 38°48'9" North, 0°7'55" East, Elevation: 657 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 2.4 kW (crystalline silicon)

Estimated losses due to temperature and low irradiance: 11.2% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.5%

Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%

Combined PV system losses: 25.5%

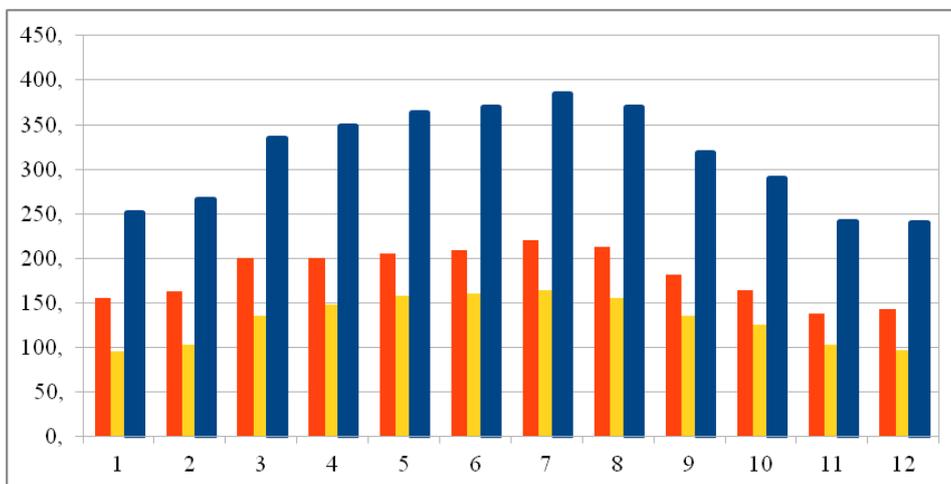
Fixed system: inclination=35 deg., orientation=0 deg. (optimum)				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	8.09	251	4.29	133
Feb	9.48	266	5.11	143
Mar	10.80	333	5.92	183
Apr	11.60	348	6.50	195
May	11.70	362	6.62	205
Jun	12.30	369	7.09	213
Jul	12.40	386	7.26	225
Aug	11.90	368	6.94	215
Sep	10.60	318	6.10	183
Oct	9.34	289	5.27	163
Nov	8.04	241	4.36	131
Dec	7.73	240	4.10	127
Year	10.30	314	5.80	176
Total for year		3770		2120

Datos PVGIS

Con estos datos podemos completar la hoja de cálculo, y obtener la producción del sistema solar para posteriores cálculos, los valores introducidos son los resaltados en rojo, para la introducción de las horas de salida y puesta se ha realizado en sistema decimal. Añadir que se ha tenido en cuenta el cambio horario de invierno y verano como se puede observar en la primera tabla desde marzo a octubre.

HORARIOS SOL										
MES	Amanece	Anochece	DH Inicio	DH Fin	Horas de luz			Horas de oscuridad		
					Total	Punta	Valle	Total	Punta	Valle
enero	8,28	18	22	12	9,72	6	3,72	14,28	4	10,28
febrero	7,86	18,58	22	12	10,72	6,58	4,14	13,28	3,42	9,86
marzo	7,21	19,08	22	12	11,87	7,08	4,79	12,13	2,92	9,21
abril	7,41	20,58	23	13	13,17	7,58	5,59	10,83	2,42	8,41
mayo	6,8	21,05	23	13	14,25	8,05	6,2	9,75	1,95	7,8
junio	6,56	21,41	23	13	14,85	8,41	6,44	9,15	1,59	7,56
julio	6,76	21,4	23	13	14,64	8,4	6,24	9,36	1,6	7,76
agosto	7,2	20,93	23	13	13,73	7,93	5,8	10,27	2,07	8,2
septiembre	7,65	20,16	23	13	12,51	7,16	5,35	11,49	2,84	8,65
octubre	8,11	19,38	23	13	11,27	6,38	4,89	12,73	3,62	9,11
noviembre	7,66	17,78	22	12	10,12	5,78	4,34	13,88	4,22	9,66
diciembre	8,15	17,63	22	12	9,48	5,63	3,85	14,52	4,37	10,15

PRODUCCION SOLAR									
MES	Horas de luz			Produccion kwh placas					
	Horas Sol	Punta	Valle	Dia			Mes		
				Total	Punta	Valle	Total	Punta	Valle
enero	9,72	6	3,72	8,09	4,9938272	3,0961728	250,79	154,80864	95,981358
febrero	10,72	6,58	4,14	9,48	5,8188806	3,6611194	265,44	162,92866	102,51134
marzo	11,87	7,08	4,79	10,8	6,441786	4,358214	334,8	199,69537	135,10463
abril	13,17	7,58	5,59	11,6	6,6763857	4,9236143	348	200,29157	147,70843
mayo	14,25	8,05	6,2	11,7	6,6094737	5,0905263	362,7	204,89368	157,80632
junio	14,85	8,41	6,44	12,3	6,9658586	5,3341414	369	208,97576	160,02424
julio	14,64	8,4	6,24	12,4	7,1147541	5,2852459	384,4	220,55738	163,84262
agosto	13,73	7,93	5,8	11,9	6,8730517	5,0269483	368,9	213,0646	155,8354
septiembre	12,51	7,16	5,35	10,6	6,0668265	4,5331735	318	182,0048	135,9952
octubre	11,27	6,38	4,89	9,34	5,2874179	4,0525821	289,54	163,90996	125,63004
noviembre	10,12	5,78	4,34	8,04	4,5920158	3,4479842	241,2	137,76047	103,43953
diciembre	9,48	5,63	3,85	7,73	4,5907068	3,1392932	239,63	142,31191	97,318091
Año							3772,4	2191,2028	1581,1972



5. CONSUMO DE LA RED ANTES Y DESPUÉS DEL SISTEMA SOLAR:

A continuación veremos el consumo final que tendríamos en la vivienda en tres diferenciados casos:

-**SP**: Sin paneles solares.

-**CP**: Con paneles solares.

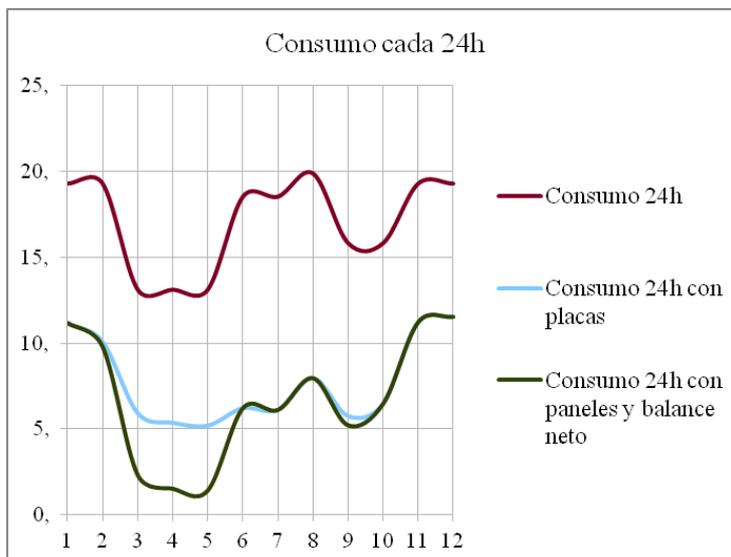
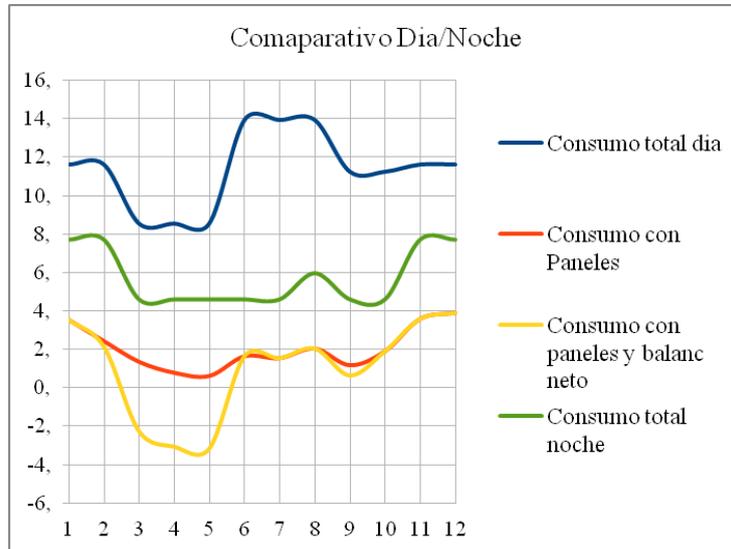
-**CPBN**: Con paneles solares y balance neto.

En nuestro caso nos fijaremos únicamente en los consumos con y sin placas, ya que de momento el Balance neto no está aprobado.

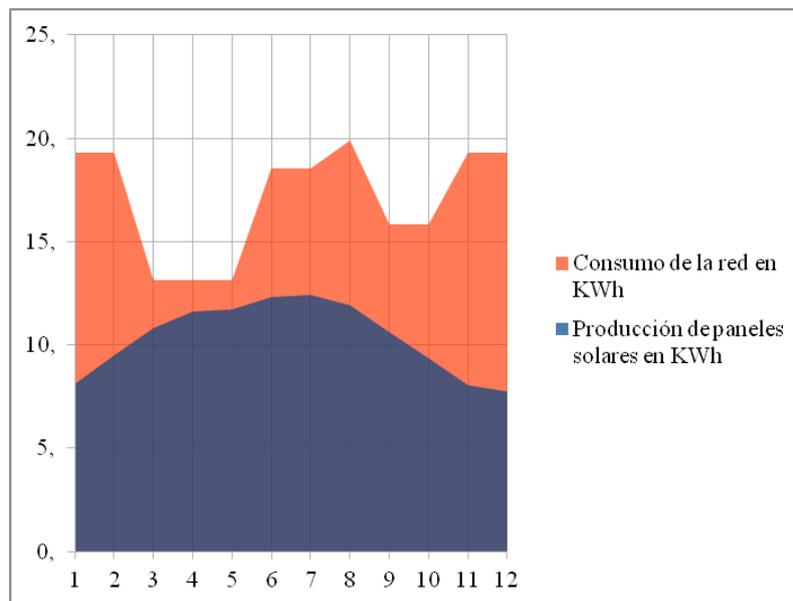
CONSUMO RED EN KWH		Dia								
MES	Kwh tehorico 24h	Total			Punta			Valle		
		SP	CP	CPBN	SP	CP	CPBN	SP	CP	CPBN
enero	19,29288	11,607	3,5168	3,5168	5,5318	0,5379	0,5379	6,075	2,9789	2,9789
febrero	19,29288	11,607	2,4139	2,1268	5,5318	0	-0,2871	6,075	2,4139	2,4139
marzo	13,13288	8,5268	1,3368	-2,2732	2,8318	0	-3,61	5,695	1,3368	1,3368
abril	13,13288	8,5268	0,7714	-3,0732	2,8318	0	-3,8446	5,695	0,7714	0,7714
mayo	13,13288	8,5268	0,6045	-3,1732	2,8318	0	-3,7777	5,695	0,6045	0,6045
junio	18,53288	13,927	1,6268	1,6268	8,2318	1,2659	1,2659	5,695	0,3609	0,3609
julio	18,53288	13,927	1,5268	1,5268	8,2318	1,117	1,117	5,695	0,4098	0,4098
agosto	19,88288	13,927	2,0268	2,0268	8,2318	1,3587	1,3587	5,695	0,6681	0,6681
septiembre	15,83288	11,227	1,1619	0,6268	5,5318	0	-0,5351	5,695	1,1619	1,1619
octubre	15,83288	11,227	1,8868	1,8868	5,5318	0,2443	0,2443	5,695	1,6424	1,6424
noviembre	19,29288	11,607	3,5668	3,5668	5,5318	0,9397	0,9397	6,075	2,627	2,627
diciembre	19,29288	11,607	3,8768	3,8768	5,5318	0,941	0,941	6,075	2,9357	2,9357

Noche			24H			Mes			
Total	Punta	Valle	SP	CP	CPBN	SP	CP	CPBN	
7,6861	5,8189	1,8673	19,29288	11,20288	11,20288	598,0793	347,2893	347,2893	
7,6861	5,8189	1,8673	19,29288	10,10001	9,81288	540,2006	313,1003	304,1993	
4,6061	2,7389	1,8673	13,13288	5,942916	2,33288	407,1193	184,2304	72,31928	
4,6061	2,7389	1,8673	13,13288	5,377516	1,53288	393,9864	166,703	47,51928	
4,6061	2,7389	1,8673	13,13288	5,210604	1,43288	407,1193	161,5287	44,41928	
4,6061	2,7389	1,8673	18,53288	6,23288	6,23288	555,9864	193,2193	193,2193	
4,6061	2,7389	1,8673	18,53288	6,13288	6,13288	574,5193	190,1193	190,1193	
5,9561	4,0889	1,8673	19,88288	7,98288	7,98288	616,3693	247,4693	247,4693	
4,6061	2,7389	1,8673	15,83288	5,767957	5,23288	474,9864	178,8067	162,2193	
4,6061	2,7389	1,8673	15,83288	6,49288	6,49288	490,8193	201,2793	201,2793	
7,6861	5,8189	1,8673	19,29288	11,25288	11,25288	578,7864	348,8393	348,8393	
7,6861	5,8189	1,8673	19,29288	11,56288	11,56288	598,0793	358,4493	358,4493	
						Año	6236,051	2891,034	2517,341

En la siguientes graficas vemos una comparativa de consumo por meses, en la primera desglosada por día, noche, con placas y balance neto, y en la segunda la total de las 24H del día.



Y por ultimo una grafica con la relación resultante por meses de la energía producida frente a la energía consumida.





Capítulo 4: ESTUDIO ECONÓMICO:



1. INTRODUCCIÓN:

En el presente capítulo, se realiza un estudio económico de la instalación, en base a los consumos estimados, el coste de la instalación y su amortización a 25 años, que es el tiempo de vida aproximado de un panel solar.

2. FACTURA ELÉCTRICA:

Mediante los datos obtenidos en el capítulo anterior sobre consumo, el precio del kWh en sus dos tarifas (punta y valle), alquiler de equipos de medida (contador), potencia contratada, Precio del kWh contratado, IVA,... Obtenemos una orientación del coste de la factura por meses, en sus variantes con paneles, sin paneles y con balance neto.

En esta tabla se reflejan los costes de los datos anteriormente mencionados, extraídos de la página web de **Iberdrola** en su tarifa *energía día y noche*.

IVA %	Alquiler €	Potencia	Consumo
21	0,856096	Contratada 9,2	€ Kwh Punta 0,1677
		€ Kw actual 0,06	€ Kwh Valle 0,0572

En las siguientes tablas se desglosa el coste de la factura estimada en €, quedando detallada por los siguientes criterios:

- Mañana con y sin paneles, y noche.
- Resumen de 24 horas del día, con y sin paneles.
- Coste mensual de la factura con y sin paneles, coste medio del mes y total del año.
- Ahorro en euros y en porcentaje.

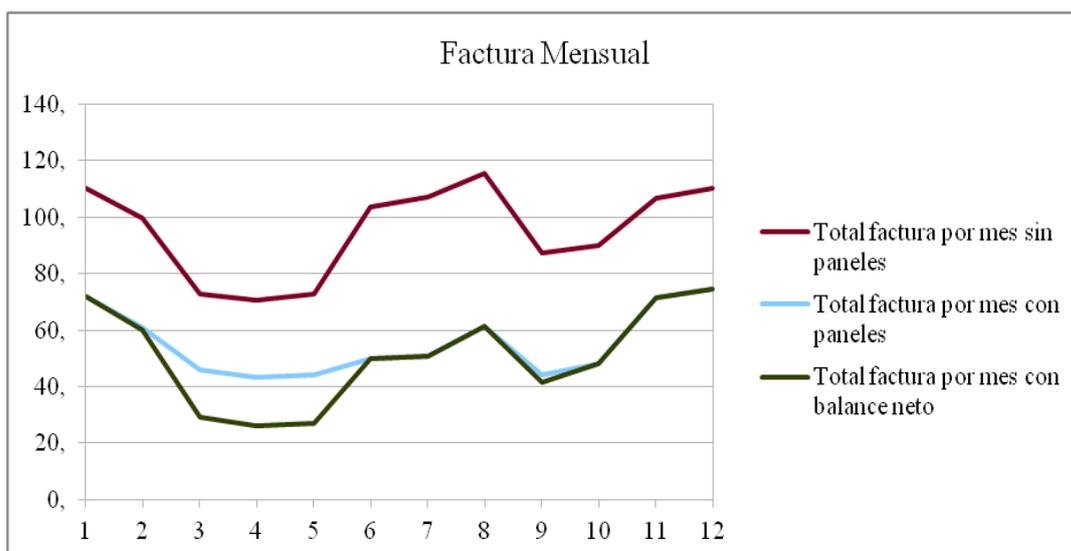
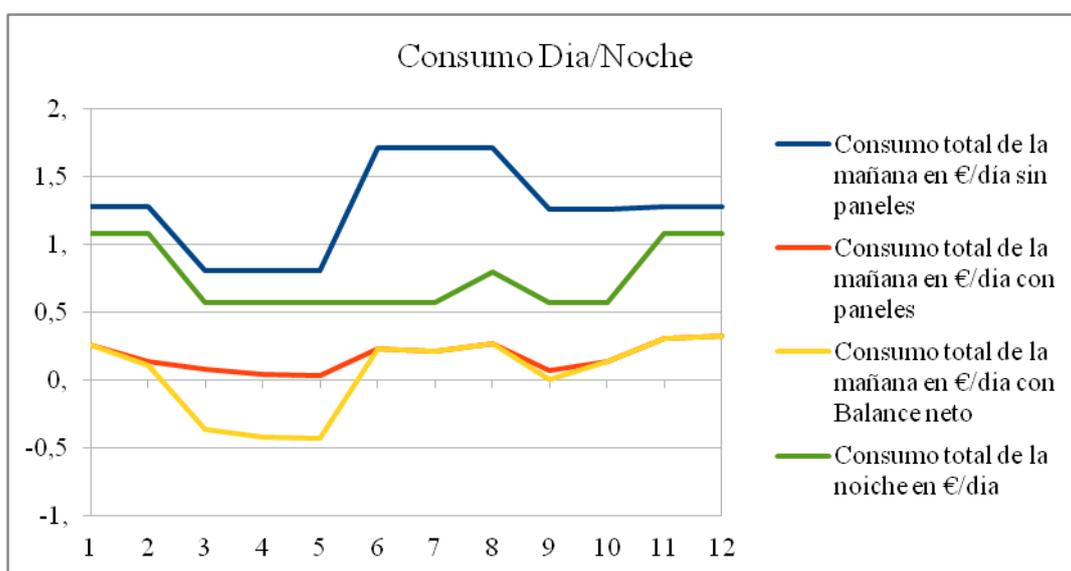
Para poder obtener el supuesto ahorro con el balance neto de la instalación, se ha tenido en cuenta el precio medio de del kWh, dividiendo el coste del consumo del mes entre los kWh, ya que es un precio variable según las hora del día.

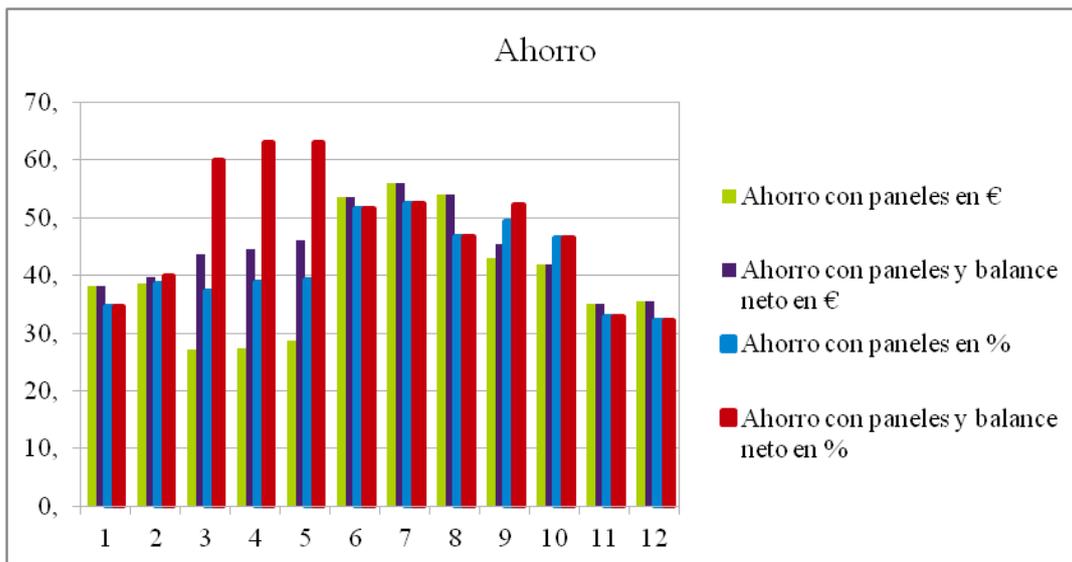
En un supuesto caso de legalización de la instalación en la actualidad, el precio retribuido de cada kWh, lo marcaría el precio del mercado de energía o POOL, pero como se cito anteriormente nosotros nos ponemos en un caso de balance neto en sí.

FACTURA	Dia									Noche		
	Total			Punta			Valle			Total	Punta	Valle
	SP	CP	CPBN	SP	CP	CPBN	SP	CP	CPBN			
enero	1,2749	0,2605	0,2605	0,9274	0,0902	0,0902	0,3474	0,1704	0,1704	1,0824	0,9756	0,1068
febrero	1,2749	0,1381	0,103	0,9274	0	-0,0351	0,3474	0,1381	0,1381	1,0824	0,9756	0,1068
marzo	0,8005	0,0765	-0,3647	0,4748	0	-0,4411	0,3257	0,0765	0,0765	0,566	0,4592	0,1068
abril	0,8005	0,0441	-0,4257	0,4748	0	-0,4698	0,3257	0,0441	0,0441	0,566	0,4592	0,1068
mayo	0,8005	0,0346	-0,4271	0,4748	0	-0,4616	0,3257	0,0346	0,0346	0,566	0,4592	0,1068
junio	1,7058	0,2329	0,2329	1,3801	0,2122	0,2122	0,3257	0,0206	0,0206	0,566	0,4592	0,1068
julio	1,7058	0,2107	0,2107	1,3801	0,1873	0,1873	0,3257	0,0234	0,0234	0,566	0,4592	0,1068
agosto	1,7058	0,266	0,266	1,3801	0,2278	0,2278	0,3257	0,0382	0,0382	0,7923	0,6855	0,1068
septiembre	1,2531	0,0664	0,0011	0,9274	0	-0,0654	0,3257	0,0664	0,0664	0,566	0,4592	0,1068
octubre	1,2531	0,1349	0,1349	0,9274	0,041	0,041	0,3257	0,0939	0,0939	0,566	0,4592	0,1068
noviembre	1,2749	0,3078	0,3078	0,9274	0,1576	0,1576	0,3474	0,1502	0,1502	1,0824	0,9756	0,1068
diciembre	1,2749	0,3257	0,3257	0,9274	0,1578	0,1578	0,3474	0,1679	0,1679	1,0824	0,9756	0,1068

24h			Mes						Ahorro						
SP	CP	CPBN	Consumo			P. medio	Potencia	Total con IVA y alquiler			Ahorro				
			SP	CP	CPBN			SP	CP	CPBN	CP	CPBN	% CP	% CPBN	
2,3572	1,3429	1,3429	73,0744	41,6303	41,6303	0,12220	17,106667	110,155	72,1076	72,1076	38,0473	38,0473	34,5398	34,5398	
2,3572	1,2204	1,1853	66,0027	34,1717	33,1892	0,12220	15,451183	99,595	61,0795	59,8908	38,5155	39,7043	38,6721	39,8657	
1,3664	0,6424	0,2013	42,3597	19,9154	6,23981	0,12220	17,106667	72,9902	45,8325	29,2851	27,1577	43,7051	37,2073	59,878	
1,3664	0,6101	0,1403	40,9933	18,3029	4,20843	0,12220	16,554839	70,6691	43,2137	26,1594	27,4554	44,5097	38,8506	62,9832	
1,3664	0,6005	0,1389	42,3597	18,617	4,30627	0,12220	17,106667	72,9902	44,2616	26,9455	28,7286	46,0447	39,3596	63,0834	
2,2718	0,7989	0,7989	68,1539	23,9656	23,9656	0,12220	16,554839	103,533	50,0656	50,0656	53,4678	53,4678	51,643	51,643	
2,2718	0,7767	0,7767	70,4257	24,0773	24,0773	0,12220	17,106667	106,95	50,8685	50,8685	56,0815	56,0815	52,4371	52,4371	
2,4981	1,0583	1,0583	77,4422	32,8079	32,8079	0,12220	17,106667	115,44	61,4326	61,4326	54,0074	54,0074	46,784	46,784	
1,8191	0,6324	0,567	54,5736	18,9727	17,0112	0,12220	16,554839	87,1013	44,0242	41,6507	43,077	45,4505	49,4562	52,1813	
1,8191	0,7009	0,7009	56,3927	21,7271	21,7271	0,12220	17,106667	89,9701	48,0247	48,0247	41,9454	41,9454	46,6215	46,6215	
2,3572	1,3902	1,3902	70,7171	41,7048	41,7048	0,12220	16,554839	106,635	71,53	71,53	35,1049	35,1049	32,9207	32,9207	
2,3572	1,408	1,408	73,0744	43,649	43,649	0,12220	17,106667	110,155	74,5503	74,5503	35,6047	35,6047	32,3224	32,3224	
							Total año	201,41721	1146,18	666,991	612,511	479,193	533,673	NA	NA
							Media mes	16,784767	95,5153	55,5826	51,0426	39,9328	44,4728	41,7345	47,9383

Así quedan las graficas del consumo diario, factura mensual y ahorro.





3. PRESUPUESTO

Aquí se detalla el presupuesto del coste de la instalación. Los precios tomados de los productos solares, son los ofertados en la tienda online **ecofener.com** como referencia.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
Sndr-MP16	Ud	Proteccion necesaria compuesta de un magnetotermico de 2P 16A curva c Schneider, interrupto diferencial de 25A 30mA Schneider, para montar en el CPM existente de la vivienda	1,000	35,46	35,46
JKMS240P-60	Ud	Módulo solar fotovoltaico de células de silicio policristalino, para autoconsumo domestico, modelo JKMS240P potencia máxima (Wp) 240 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 30 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 8,01 A, intensidad de cortocircuito (Isc) 8,56A, tensión en circuito abierto (Voc) 37,2 V, eficiencia 14,82%, 60 células, cristal exterior templado de 3,2 mm de espesor, capa adhesiva doble de PVB, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 990x1636x40 mm, peso 18 kg, cristal de color azul, con conductores precableados y conexiones MC4.	10,000	229,50	2295,00
mt35azi100a	Ud	Inversor convertidor de corriente continua a corriente alterna Enecsys SMI-D480W-60, de potencia de salida de CA máxima: 450 W, Rango de voltaje de MPPT: 24-35 V, 50 Hz, eficiencia de zona Euro: 93,5%, rango de temperaturas: de -40 a 85 °C, con certificación AS/NZS 3100, vida útil similar a la de los módulos de 25 años, compatible con más de 60 módulos de célula y monitorización inalámbrica, y conductores necesarios.	5,000	315,00	1575,00
HILTI MSP-MQ	Ud	Estructura metalica, De acero galvanizado de lamarca HILTI modelo MSP-MQ para placas solares fotovoltaicas con cualquier largura. Admite hasta 1,05 metros de ancho por placa solar. Válido para cualquier tipo de instalación: Sobre tejado, horrrigón. Con inclinación, planas, etc...	10,000	60,00	600,00
GC- EXZ-3x6	m	Conductor multipolar General Cable modelo EXZHELLENT XXI RZ1-K 0,6/1Kv de 3x4mm², para la conexión de los paneles con el cuadro, Bajo tubo empotrado de 40Ø	10,000	2,85	28,50
mo099	h	Oficial 1º instalador de captadores solares.	20,000	16,18	323,60
	%	Medios auxiliares	2,000	4822,10	96,44
	%	Costes indirectos	3,000	4918,54	147,56
				Total:	5101,56

4. AMORTIZACIÓN A 25 AÑOS:

Para finalizar el apartado y más importante, se completa la tabla de lo que sería la amortización de la instalación, y a partir de cuándo se obtendrían beneficios por ahorro generado. Se tiene en cuenta para 25 años, ya que es la vida útil aproximada de los paneles solares.

Para su cálculo se tienen en cuenta factores como la disminución de la producción del sistema solar, debido a su deterioro, que suele ser un 0,5% cada año, así como la subida del precio de la luz, que en los últimos 6 años ha sido del 5,43%. Par realizar el estudio, se ha tomado como precio del KWh, el medio del mes, ya que al existir doble tarificación sería más complejo.

Como se puede observar en la siguiente tabla, a partir del decimo año se empezaría a obtener beneficios.

AMORTIZACIÓN				
año	Produccion KWh	Precio energia	Ingresos/ahorro	Amortizacion
0	0	-		-5101,56
1	3772,4	0,1222	460,92	-4640,64
2	3753,54	0,1288	483,52	-4157,12
3	3734,77	0,1358	507,22	-3649,90
4	3716,10	0,1432	532,09	-3117,81
5	3697,52	0,1510	558,18	-2559,63
6	3679,03	0,1592	585,55	-1974,09
7	3660,63	0,1678	614,25	-1359,83
8	3642,33	0,1769	644,37	-715,46
9	3624,12	0,1865	675,96	-39,50
10	3606,00	0,1966	709,10	669,60
11	3587,97	0,2073	743,87	1413,47
12	3570,03	0,2186	780,34	2193,81
13	3552,18	0,2305	818,60	3012,41
14	3534,42	0,2430	858,73	3871,15
15	3516,74	0,2562	900,84	4771,98
16	3499,16	0,2701	945,00	5716,99
17	3481,67	0,2847	991,34	6708,32
18	3464,26	0,3002	1039,94	7748,26
19	3446,94	0,3165	1090,93	8839,19
20	3429,70	0,3337	1144,41	9983,60
21	3412,55	0,3518	1200,52	11184,12
22	3395,49	0,3709	1259,38	12443,50
23	3378,51	0,3910	1321,13	13764,63
24	3361,62	0,4123	1385,90	15150,53
25	3344,81	0,4347	1453,85	16604,38



Capitulo 5: Memoria:



1. Introducción

En este apartado se expone los detalles técnicos del proyecto, describiendo el emplazamiento, elección del sistema fotovoltaico y cálculos necesarios para la realización de la instalación.

2. Emplazamiento:

La vivienda del presente estudio está ubicada en la localidad de Xàbia provincia de alicante en la calle cuesta de San Antonio.



Se trata de una vivienda unifamiliar aislada que consta de planta baja y planta bajo rasante, la superficie total de la parcela es de 876.96m² y una superficie edificada de 221.96m². La superficie útil total de la vivienda es de 208.48 m², la cual se distribuye de la siguiente manera:

	estancia	M ²
P. -1	Almacén	39
	cocina 1	8,1
	trastero	9
	baño 1	3
PB	Salón comedor	52,8
	pasillo	6
	cocina 2	26,98
	baño 2	4,9
	dormitorio 1	12,4
	despacho	12,7
	vestidor	7,25
	baño 3	4,65
	dormitorio 2	12,6
	dormitorio 3	9,1

Para ver la ubicación de las estancias mirar planos en anexo 1.

3. Descripción general de la instalación:

Principalmente el sistema solar fotovoltaico elegido para este proyecto, consta como cualquier otro sistema de autoconsumo eléctrico, de una parte generadora que son los paneles fotovoltaicos. Y de otra parte transformadora, que se encarga como su nombre indica, de transformar la corriente continua que generan los paneles, en corriente alterna que es la utilizada en la vivienda, de esto se encarga el inversor. La principal diferencia del sistema elegido para este proyecto, es la de que en vez de ser un sistema centralizado donde la corriente generada por los paneles se transporta a un solo inversor, se trata de un sistema descentralizado, es decir que cada panel incorpora su propio micro-inversor.

Este sistema tiene importantes ventajas respecto al sistema convencional, tales como:

- Las posibles sombras que se puedan generar en el panel, no afectarán al sistema como pasa en uno convencional, que al estar en serie, si un panel se oscurece por una nube u otro imprevisto, interrumpe la corriente del circuito.
- Otra ventaja en relación a lo anterior, es que si se produce una avería en uno de los paneles, no afectará a la producción de energía durante su reparación o reemplazo.
- La instalación del micro inversor se realiza detrás del mismo panel, la que nos quita el problema de buscar un emplazamiento dentro de la vivienda para el inversor.
- Por último y menos importante pero también digno de mencionar, es que estos inversores disponen de un sistema de monitoreo individual, que nos indican en qué situación se encuentra nuestra instalación, y detectar problemas de forma rápida.

La instalación consta de 10 paneles de 240W YINKO solar JKMS240P, y de un micro inversor ENECSYS dúo SMI-D480W para cada dos paneles solares, que nos generará una potencia de 2400Wp una vez conectados en paralelo.

El cableado está formado por conductores especiales de fácil conexión, uniendo dos paneles a un inversor, y de este, al siguiente mediante otro conductor multipolar, quedando conectados en paralelo, así con toda la instalación hasta el último inversor, del cual ya sale un conductor que irá hacia la instalación interior, donde la conexión se realizará en el cuadro de protección de la vivienda, mediante las medidas de protección que nos indica el **Real Decreto 1699/2011 de 18 de noviembre**.

Los soportes de los paneles serán metálicos de la con una inclinación de 35º respecto a la cubierta de la vivienda, los perfiles serán de un sistema especial para un fácil montaje de los paneles, sobre unos bloques macizos de hormigón que se situarán en la cubierta, y de esta forma no perforar la cubierta para su anclaje.



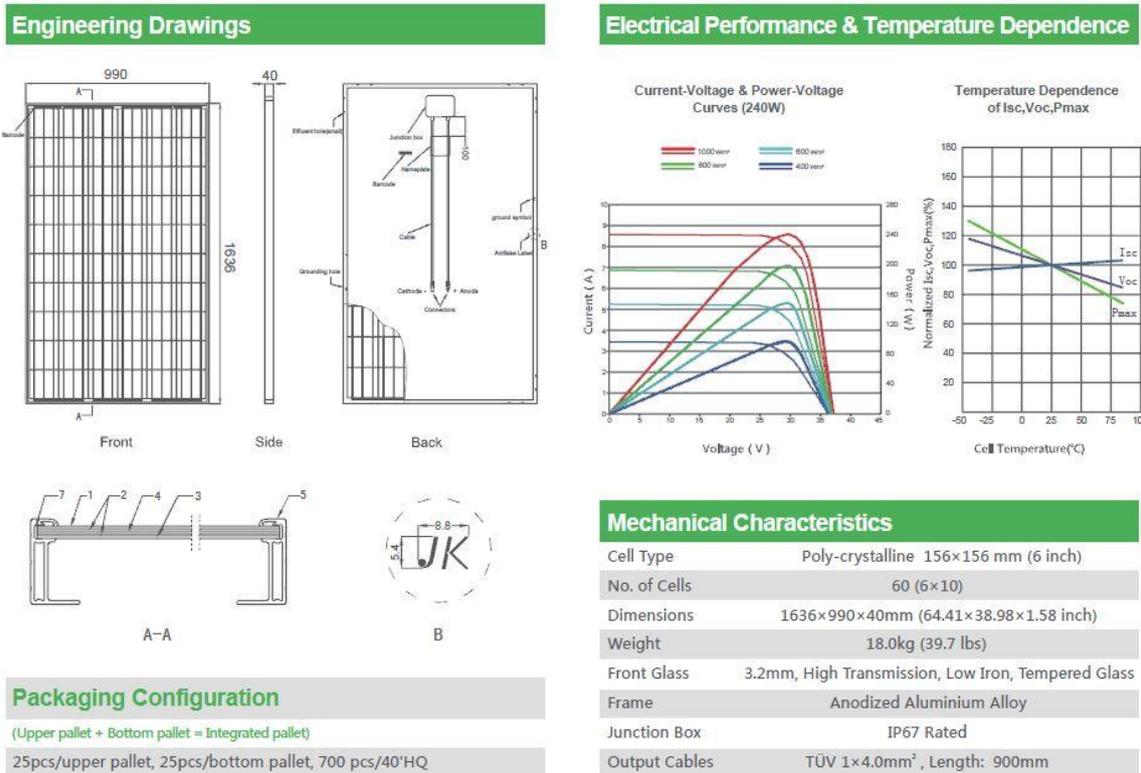
Una vez cumplidos los requisitos marcados por el Real decreto, y comprobada la instalación, se debería proceder a la solicitud del punto de conexión a la empresa suministradora, entregando la documentación necesaria, pero como se ha estado mencionando en los apartados anteriores la instalación cumplirá con la normativa pero sin dar dicho paso de legalización.

4. Paneles Fotovoltaicos:

Para la elección de los paneles solares se ha tenido en cuenta como principal requisito la relación calidad precio, ya que actualmente el mercado es muy similar. No teniendo en cuenta el tamaño a ocupar, que es un problema que se da en instalaciones de gran tamaño, donde se requieren paneles de la máxima eficiencia, y así instalar la máxima potencia posible en un espacio determinado.

Los paneles son de la marca YINKO Solar en su modelo JKMS240P de células policristalinas, que aunque son menos eficientes que las monocristalinas, se comportan mejor que estas últimas según varios estudios, bajo los efectos de temperaturas altas, cosa que nos beneficia por el emplazamiento de la vivienda.

A continuación se muestran los parámetros fundamentales del panel solar escogido.



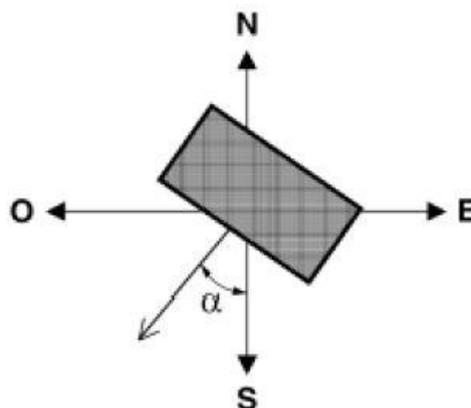
SPECIFICATIONS

Module Type	JKMS240P		JKMS245P		JKMS250P		JKMS255P		JKMS260P	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	240Wp	176Wp	245Wp	179Wp	250Wp	183Wp	255Wp	187Wp	260Wp	191Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	30.0V	27.3V	30.2V	27.5V	30.4V	27.7V	30.6V	27.9V	30.7V	28.0V
Maximum Power Current (Imp)	8.01A	6.45A	8.12A	6.51A	8.23A	6.61A	8.34A	6.70A	8.47A	6.82A
Open-circuit Voltage (Voc)	37.2V	34.1V	37.4V	34.3V	37.6V	34.5V	37.7V	34.6V	37.8V	34.7V
Short-circuit Current (Isc)	8.56A	6.89A	8.69A	7.01A	8.81A	7.10A	8.95A	7.21A	9.11A	7.34A
Module Efficiency STC (%)	14.82%		15.13%		15.44%		15.74%		16.05%	
Operating Temperature(°C)					-40°C~+85°C					
Maximum System Voltage					1000VDC (IEC)					
Maximum Series Fuse Rating					15A					
Power Tolerance					±3% / 0~+3% (Based on customer requirements and contract terms)					
Temperature Coefficients of Pmax					-0.43%/°C					
Temperature Coefficients of Voc					-0.32%/°C					
Temperature Coefficients of Isc					0.06%/°C					
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)					45±2°C					

4.1. ORIENTACIÓN DE LOS PANELES:

A la hora de diseñar este tipo de instalaciones solares, es muy importante decidir la orientación de los paneles ya que interesara que los paneles capturen la mayor cantidad de radiación solar posible.

Según el IDAE, la orientación se define por el ángulo llamado azimut α , que es el ángulo que forma la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar. Los valores típicos son 0° para los módulos al sur, -90° para módulos orientados al este y $+90^\circ$ para módulos orientados al oeste.

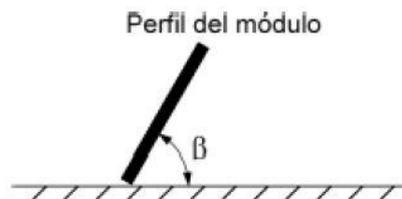


Para hallar la orientación óptima de los paneles solares debe considerarse la ubicación de los mismos, en este caso, los paneles captarán la mayor cantidad de radiación solar si se orientan al sur geográfico, donde $\alpha=0^\circ$.

4.2. INCLINACIÓN DE LOS PANELES:

Otro punto importante para el diseño de estas instalaciones fotovoltaicas, es la inclinación que deben tener los módulos para la captación de la mayor cantidad de radiación solar.

Según el Pliego de Condiciones del IDAE, la inclinación de los módulos solares se define mediante el ángulo de inclinación β , que es el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Su valor es 0° para módulos horizontales y 90° para módulos verticales.



Nosotros tomaremos la indicada en el en el apartado 3.3 del presente proyecto que nos generó la aplicación informática del **PVGIS** para el emplazamiento de la vivienda, resultando de 35° suprimiendo así el paso de cálculo.

5. Inversor:

Los motivos de la elección del inversor son los que citábamos al principio de la memoria, que nos ofrecen una serie de ventajas respecto a los de forma centralizada. Los inversores son de la marca ENESYS, modelo SMI-D480W, para la conexión de dos paneles en un mismo inversor. E irán instalados en la misma estructura metálica detrás de los paneles.

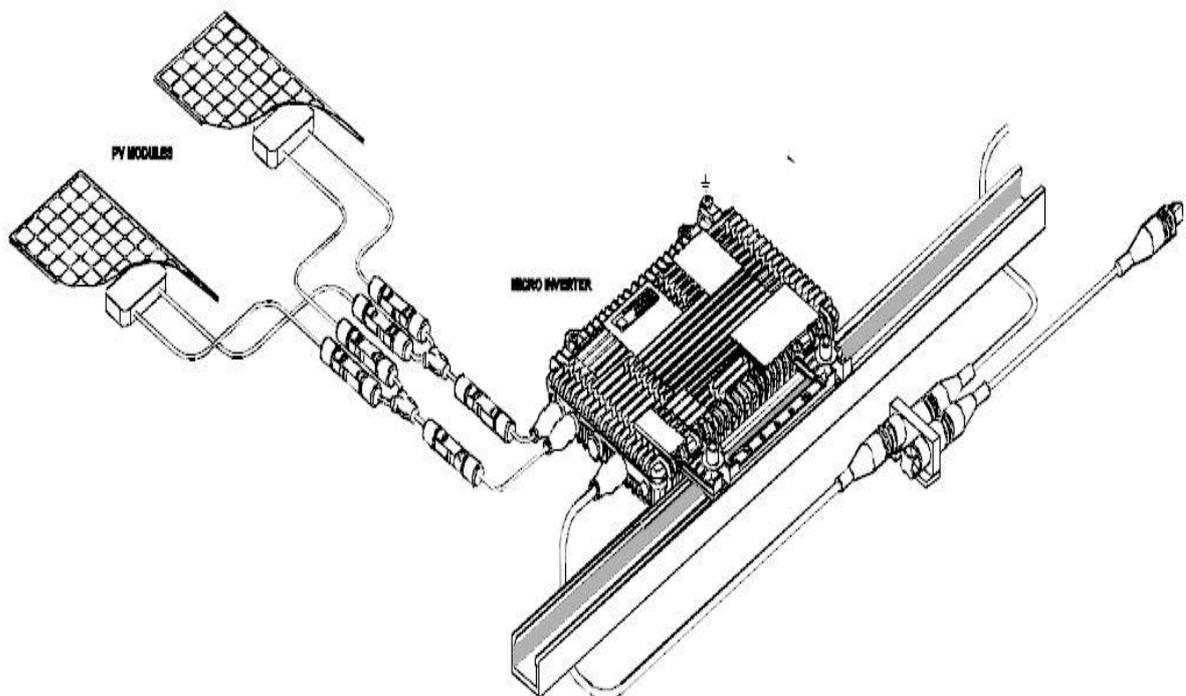
En este cuadro se recogen las principales características.

Especificaciones técnicas		SMI-D480W-60-(consulte la información sobre pedidos para conocer el código de región)
Datos de entrada (CC)		
Potencia de entrada nominal		480 W
Potencia de entrada recomendada (STC)		500 W
Voltaje de CC máximo		44 V
Voltaje de CC mínimo		20 V
Rango de voltaje de SPPM		24 V - 35 V
Corriente de entrada máxima		22 A
Datos de salida (CA)		
Potencia de salida de CA máxima		450 W
Corriente de salida de CA nominal		1,96 A
Voltaje de salida nominal		230 V
Frecuencia nominal		50 Hz
Factor de potencia		> 0,95
Distorsión armónica total		< 5%
Eficiencia		
Euro eficiencia		93,5% ⁴¹
Eficiencia máxima		95%
Consumo nocturno máximo de energía		< 30 mW
Datos mecánicos		
Rango de temperaturas de funcionamiento		-40 °C a 85 °C
Índice de protección de la carcasa		IP66
Dimensiones (LxAI.xAn.)		262 mm x 160 mm x 40 mm ⁴²
Peso		2,1 kg
Refrigeración		Convección natural
Características y conformidad		
Conformidad con clase de seguridad		CE, pr EN 62109-1
Conformidad con EMC (emisiones e Inmunidad)		EN61000-6-3, EN61000-6-1
Conformidad de conexión a la red		G83/1-1, VDE 0126-1, VDE 4105, IEC 61727, IEC 62116, RD 1699 ⁴³
Comunicación		ZigBee IEEE 802.15.4
Conector		MC4 compatible
Compatibilidad fotovoltaica		Compatible con más de 60 módulos de célula
Garantía		20 años (en un rango completo de temperaturas ambiente)
Tecnología		Condensadores de película fina
Aislamiento		Galvánico

6. Cableado

Prácticamente todo el cableado de la instalación está pre-instalado en cada componente solar, con conexiones de rápida instalación, como se puede observar en la siguiente figura:

3.4 Montaje del micro inversor dúo



Quedando solamente a calcular el tramo que va desde el último inversor al cuadro de mando y protección de la vivienda.

Este será instalado mediante un conductor multipolar RZ1-K 0,6/1Kv bajo tubo empotrado en obra. Si tomamos como corriente nominal, la dada en la tabla de características del inversor, siendo de 1,96A tendríamos una corriente nominal total de.

$$1,96A \times 5 = 9,8A.$$

Si nos fijamos en la siguiente tabla del REBT en su ITC-BT-19, para intensidades máximas admisibles según tipo de instalación, obtendríamos un resultado de un conductor de 1,5mm², ya que como se ve aguantaría hasta una corriente nominal de 13,5A

INTENSIDADES ADMISIBLES EN CONDUCTORES DE INSTALACIONES AL AIRE Y ENTERRADAS													
UNE 20460-5-523:2004. Intensidades admisibles en amperios. Temperatura ambiente 40 °C en el aire													
Método de instalación	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento												
Ver tabla 11.17	A1		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
	A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
	B1				PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
	B2			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2					
	C					PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
	E						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
	F							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2
Columna 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Sección (mm ²)													
Cobre	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	

No obstante se a de realizar el cálculo de la sección por caída de tensión, ya que al circular la corriente por una línea eléctrica, se produce un calentamiento debido a la transformación en calor de la energía pérdida a causa de la resistencia eléctrica de los conductores. La temperatura que alcanzan los conductores por este motivo, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no debe sobrepasar en ningún momento la temperatura máxima admisible por los materiales que los aíslan. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suele ser de 70°C para aislamientos termoplásticos y de 90°C para aislamientos termoestables. Esta condición es determinante en líneas de poca longitud.

Tomaremos una caída de tensión máxima la establecida para fuerza en viviendas por el REBT del 5%

Para su cálculo nos apoyamos en la siguiente fórmula del cálculo de sección:

$$S = \frac{2 \times \text{Longitud de la línea} \times \text{Intensidad} \times \text{Cos } \rho}{\text{Caída de tensión en V (5\% de 230)} \times \text{Conductividad del cobre a } 40^\circ\text{C (54)}}$$

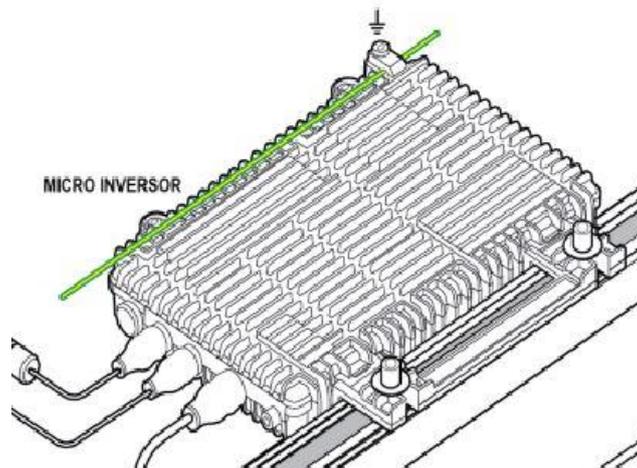
$$S = \frac{2 \times 10 \times 9,8 \times 0,95}{11,5 \times 54} = 0,29 \text{ mm}^2$$

Como la sección resultante es menor a la obtenida en el paso anterior se tomaría la más desfavorable siendo la de $1,5\text{mm}^2$, En el presente proyecto se aumenta a 4mm^2 para cumplir así con la sección mínima de $2,5\text{mm}^2$ que establece el REBT para circuitos interiores de fuerza de la vivienda, y a su vez prever una posible ampliación, ya que el impacto económico no es importante.

6.1. CABLEADO DE PROTECCIÓN:

El cableado de protección o puesta a tierra será de la misma sección que los conductores de fase y neutro (4mm^2), conectando la estructura metálica y la carcasa de cada inversor con la red de puesta a tierra de la vivienda.

Aquí se observa el detalle de conexión a tierra del inversor.



7. Protecciones

Las protecciones a instalar para el sistema de paneles solares son las que nos marca el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre que nos obliga a instalar:

a) Un elemento de corte general que proporcione un aislamiento requerido por el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Eventualmente, las funciones del elemento de corte general pueden ser cubiertas por otro dispositivo de la instalación generadora, que proporcione el aislamiento indicado entre el generador y la red.

b) Interruptor automático diferencial, con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento a tierra.

c) Interruptor automático de la conexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación en caso de anomalía de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento. Eventualmente la función desarrollada por este interruptor puede ser desempeñada por el interruptor o interruptores de los equipos generadores. Eventualmente, las funciones del interruptor automático de la conexión y el interruptor de corte general pueden ser cubiertas por el mismo dispositivo.

Nosotros incluimos en nuestra instalación un magnetotermico de 2P 16A curva "C" Schneider, ya que al circular 9,8 A por el conductor, el magnetotermico de 10A estaría trabajando al límite. Este interruptor hará a su vez interruptor general de corte, como contempla el RD en su artículo 14, ya que este puede cumplir con las dos funciones. Y por otro lado un interruptor diferencial de 25A 30mA Schneider.

Ambos dispositivos irán instalados en el cuadro de mando y protección de la vivienda, junto a los demás elementos, diferenciados con letreros que indiquen su función.



Capítulo 6: A tener en cuenta en una instalación fotovoltaica durante su ejecución y a posteriori.

1. Pliego de condiciones técnicas de una instalación fotovoltaica conectada a la red

1.1. Diseño del generador fotovoltaico:

Todos los módulos que integren la instalación deberán ser del mismo modelo, si esto no fuera posible, el diseño garantizará totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

Si se emplearán módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente aportando documentación sobre pruebas y ensayos a los que han sido sometidos, en cualquier caso cumplirán las normas vigentes de obligado cumplimiento.

Las pérdidas debidas a la orientación e inclinación serán inferiores a las indicadas en la siguiente tabla:

	orientación e inclinación (OI)	sombras (S)	total (OI+S)
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

Si por alguna razón no pueden cumplirse las pérdidas de la tabla anterior, se debe evaluar la reducción en las prestaciones energéticas de la instalación incluyéndose en la memoria del proyecto.

Pese a ello en todos los casos deben evaluarse las pérdidas por orientación e inclinación del generador y sombras.

1.2. Componentes y materiales:

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos como a materiales, exceptuando el cableado de continua que será de doble aislamiento clase 2 y un grado de protección mínimo de IP65.

El funcionamiento de este tipo de instalaciones no debe provocar averías, ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable en la red de suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones no puede dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal que realice el mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Los materiales ubicados en contacto con los agentes exteriores deben protegerse contra los agentes ambientales, en particular contra la radiación solar y la humedad.

Los módulos fotovoltaicos deberán:

- Incorporar el marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE del parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006.
- Cumplir con la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.
- Llevar de forma claramente visible e identificable el modelo, nombre o logotipo del fabricante, así como la identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación
- Llevarán diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales, tendrán un grado de protección IP65.
- Si existieran marcos, estos serán de aluminio o acero inoxidable.
- La potencia máxima y corriente de cortocircuito real deben estar comprendidas en el margen de ± 3 de los valores correspondientes en catálogo.
- La estructura del generador se conectará a tierra.
- Se instalarán los momentos necesarios para la desconexión de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.
- Tendrán garantizada una garantía por el fabricante de un periodo mínimo de 10 años y una garantía de rendimiento de 25 años.

La estructura de soporte deberá:

- Resistir con los módulos instalados, las sobrecargas de viento y nieve de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación.
- El diseño permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos.
- La tornillería será de acero inoxidable, en el caso de estructura galvanizada se permite el uso de tornillos galvanizados, exceptuando los tornillos de sujeción de los módulos fotovoltaicos al soporte que serán de acero inoxidable.

El inversor deberá:

- 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 generada por el generador fotovoltaico a lo largo del día.
- Sus características básicas son: principio de funcionamiento (fuente de corriente), autoconmutados, seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador, no funcionarán en isla o modo aislado.

- Cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética incorporando protecciones frente a: cortocircuitos en alterna, tensión de red fuera de rango, frecuencia de red fuera del rango, sobretensiones mediante varistores o similares, perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos...
- Incorporará los siguientes controles manuales: encendido y apagado general del inversor, conexión y desconexión del inversor a la interfaz corriente alterna.
- Seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar de unos 10% superiores a la CEM, soportarán picos de un 30% superior a la CEM durante periodos de hasta 10 segundos.
- El rendimiento de potencia para una potencia de salida en corriente alterna igual al 50% y al 100% de la potencia nominal, será como mínimo del 92% y del 94% respectivamente. Cálculos según UNE-EN 6168.
- El autoconsumo de los equipos o modo nocturno deberá ser inferior al 2% de su potencia nominal de salida.
- El factor de potencia generada deberá ser superior al 0.95, entre el 25% y el 100% de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10% de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar a la red.
- El grado de protección en interior de edificios y lugares inaccesibles será un IP20, en el interior de edificios y lugares accesibles IP30, IP65 para los instalados a la intemperie.
- Tendrán garantizada su operación en las siguientes condiciones ambientales temperaturas entre 0°C y 40°C y una humedad relativa entre el 0% y 85%.
- Tendrán garantizado por el fabricante un periodo de 3 años.

El cableado cumplirá:

- Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos conforme la normativa vigente.
- El conductor será de cobre con una sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. La caída de tensión será inferior al 1.5%.
- El de continua será de doble aislamiento y adecuado para el uso en intemperie, al aire o enterrado, según norma UNE 21123.

Se tendrán en cuenta las siguientes medidas de seguridad:

- Las centrales fotovoltaicas independientes de la tensión a la que estén conectadas a la red, estarán equipadas con un sistema de protecciones que garantice la desconexión en caso de fallo en la red o fallos internos en la propia central
- La instalación fotovoltaica debe evitar el funcionamiento no intencionado en isla con parte de la red de distribución, en el caso de desconexión de la red general. La protección anti-isla deberá detectar la desconexión de la red en un tiempo acorde con los criterios de protección de la red de distribución a la que se conecta, o en el tiempo máximo fijado por la normativa o especificaciones técnicas correspondientes. Es sistema empleado funcionará correctamente en paralelo con otras centrales eléctricas

con la misma o distinta tecnología, y alimentando las cargas habituales en la red, tales como motores.

1.3. Recepción y pruebas:

- El instalador entregará al usuario un documento- albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento se firmará por duplicado por ambas partes.
- Antes de la puesta en servicio de los elementos principales éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las cuales tendrán sus certificados de calidad.

Pruebas a realizar por el instalador:

- Funcionamiento y puesta en marcha del sistema.
- Prueba de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como la actuación del interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada.

Recepción provisional de la instalación: el acta de esta recepción no se firmará hasta haber comprobado que todos los elementos funcionan correctamente durante 240 horas seguidas y que se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- Entrega de toda la documentación requerida.
- Retirada de la obra todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas.

Los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente defecto de fabricación, instalación o diseño con una garantía de 3 años, para los módulos fotovoltaicos esta garantía pasa a ser de 10 años a partir de la firma del acta de recepción provisional. No obstante el instalador queda obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir.

1.4. Cálculo de la producción anual esperada:

En la memoria se incluirán las producciones mensuales máximas teóricas en función de la irradiancia, la potencia instalada y el rendimiento de la instalación. Los datos que se debe aportar el instalador son los siguientes:

- Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre la superficie horizontal, en kWh ($m^2 \cdot \text{día}$). Se obtendrá de fuentes como Agencia estatal de meteorología, organismo autonómico oficial, otras fuentes de solvencia o las expresadas por el IDEA.
- Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador en kWh ($m^2 \cdot \text{día}$), obtenido a partir del anterior y en el que se hayan descontado las pérdidas por sombreado.

Rendimiento energético de la instalación o "performance ratio":

La eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, tiene en cuenta:

- La dependencia de la eficiencia con la temperatura.
- La eficiencia del cableado.
- Las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad.
- Las pérdidas por errores de seguimiento del punto máximo de potencia.
- La eficiencia energética del inversor
- ...

1.5. Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento:

- Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos 3 años.
- El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la misma, con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

Programa de mantenimiento:

- Mantenimiento preventivo: operaciones de operación visual, verificación de actuaciones y otras.
- Mantenimiento correctivo: operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciones correctamente.

El mantenimiento se realizará por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora. Se realizará un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de la instalación.

Garantías:

- El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales empleados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos la garantía será de 10 años mínimos.
- Comprenden la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosos, así como la mano de obra y demás gastos que pudiera ocasionarse, durante el plazo de validez de la garantía.

- La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, por personas ajenas al suministrador.

1.6. Cálculo de la pérdidas por orientación en inclinación del generador distinta de la óptima:

Las pérdidas se calcularán en función de:

- Ángulo de inclinación β
- Ángulo de azimut α

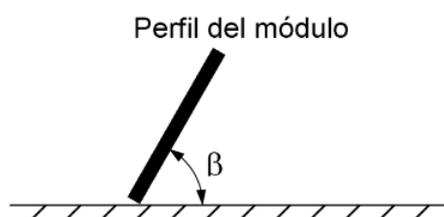


Fig. 1

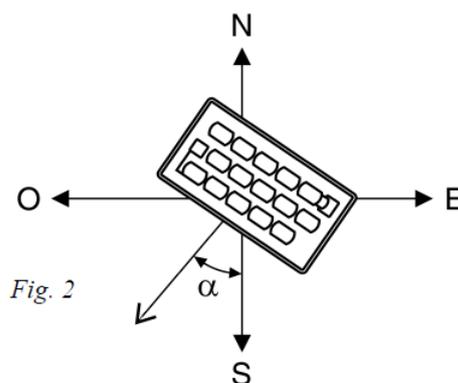
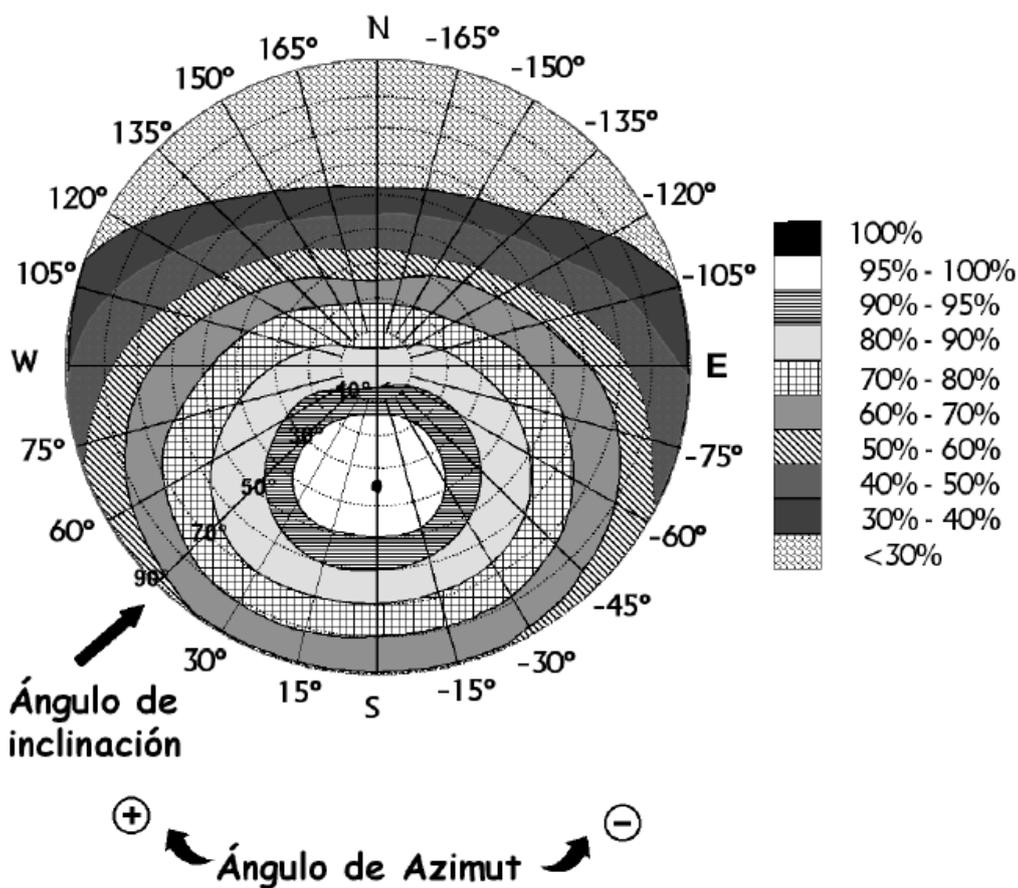


Fig. 2

Procedimiento:

Habiendo determinado el ángulo azimut del generador, se calcularán los límites de inclinación aceptables de acuerdo a las pérdidas máximas respecto a la inclinación óptima establecidas en el PCT. Empleando la siguiente figura, valida para una latitud ϕ de 41° .



De esta figura determinaremos los límites para la inclinación en el caso de ϕ de 41° . Para el caso general, las pérdidas máximas por este concepto son del 10%, para superposición el 20%, y para integración arquitectónica del 40%. Los puntos de intersección del límite de pérdidas con la recta de azimut nos proporciona los valores de inclinación máxima y mínima.

Si no hay intersección entre ambas, las pérdidas son superiores a las permitidas y la instalación estará fuera de los límites. Si ambas curvas se intersectan, se obtienen los valores para la latitud que tendremos que corregirlo del siguiente modo:

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \times (1.2 \times 10^{-4} (\beta - \phi + 10)^2 + 3.5 \times 10^{-5} \alpha^2) \rightarrow \text{para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

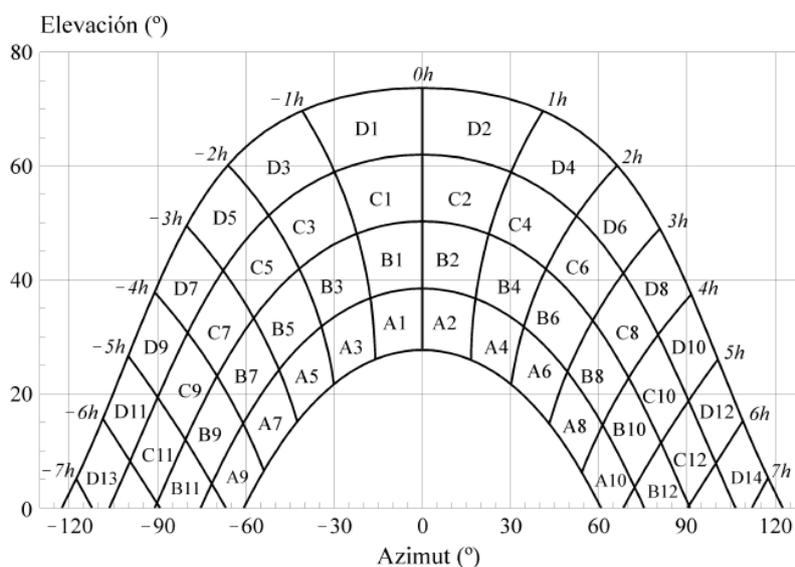
$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \times (1.2 \times 10^{-4} (\beta - \phi + 10)^2) \rightarrow \text{para } \beta \leq 15^\circ$$

Nota: α , β , ϕ , se expresan en grados, siendo ϕ la latitud del lugar.

1.7. Cálculo de las pérdidas de radiación solar por sombras:

Los pasos a seguir serán los siguientes:

- Obtención del perfil de obstáculos: localización de los obstáculos que afectan a la superficie en términos de sus coordenadas de posición de azimut.
- Representación del nivel de obstáculo: en la siguiente gráfica se represente la trayectoria del sol a lo largo de la península Ibérica y la Islas Baleares, esta banda se encuentra dividida en porciones, delimitadas por las horas solares, e identificadas por una letra y un número.



Nota: Los ángulos de ambas escalas son sexagesimales

- Selección de la tabla de referencia para los cálculos: cada una de las porciones de la figura anterior representa el recorrido del sol en un cierto período de tiempo (una hora a lo largo de varios días) y tiene por tanto una determinada contribución a la irradiancia solar global anual que incide sobre la superficie de estudio. Que un obstáculo cubra una de las porciones supone una cierta pérdida de irradiación. Deberá escogerse como referencia para el cálculo la tabla más adecuada (se adjuntan a continuación)

Tabla V-1

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = 0^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,03
11	0,00	0,01	0,12	0,44
9	0,13	0,41	0,62	1,49
7	1,00	0,95	1,27	2,76
5	1,84	1,50	1,83	3,87
3	2,70	1,88	2,21	4,67
1	3,15	2,12	2,43	5,04
2	3,17	2,12	2,33	4,99
4	2,70	1,89	2,01	4,46
6	1,79	1,51	1,65	3,63
8	0,98	0,99	1,08	2,55
10	0,11	0,42	0,52	1,33
12	0,00	0,02	0,10	0,40
14	0,00	0,00	0,00	0,02

Tabla V-2

$\beta = 0^\circ$ $\alpha = 0^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,18
11	0,00	0,01	0,18	1,05
9	0,05	0,32	0,70	2,23
7	0,52	0,77	1,32	3,56
5	1,11	1,26	1,85	4,66
3	1,75	1,60	2,20	5,44
1	2,10	1,81	2,40	5,78
2	2,11	1,80	2,30	5,73
4	1,75	1,61	2,00	5,19
6	1,09	1,26	1,65	4,37
8	0,51	0,82	1,11	3,28
10	0,05	0,33	0,57	1,98
12	0,00	0,02	0,15	0,96
14	0,00	0,00	0,00	0,17

Tabla V-3

$\beta = 90^\circ$ $\alpha = 0^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,15
11	0,00	0,01	0,02	0,15
9	0,23	0,50	0,37	0,10
7	1,66	1,06	0,93	0,78
5	2,76	1,62	1,43	1,68
3	3,83	2,00	1,77	2,36
1	4,36	2,23	1,98	2,69
2	4,40	2,23	1,91	2,66
4	3,82	2,01	1,62	2,26
6	2,68	1,62	1,30	1,58
8	1,62	1,09	0,79	0,74
10	0,19	0,49	0,32	0,10
12	0,00	0,02	0,02	0,13
14	0,00	0,00	0,00	0,13

Tabla V-4

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = 30^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,10
11	0,00	0,00	0,03	0,06
9	0,02	0,10	0,19	0,56
7	0,54	0,55	0,78	1,80
5	1,32	1,12	1,40	3,06
3	2,24	1,60	1,92	4,14
1	2,89	1,98	2,31	4,87
2	3,16	2,15	2,40	5,20
4	2,93	2,08	2,23	5,02
6	2,14	1,82	2,00	4,46
8	1,33	1,36	1,48	3,54
10	0,18	0,71	0,88	2,26
12	0,00	0,06	0,32	1,17
14	0,00	0,00	0,00	0,22

Tabla V-5

$\beta = 90^\circ$ $\alpha = 30^\circ$	A	B	C	D
13	0,10	0,00	0,00	0,33
11	0,06	0,01	0,15	0,51
9	0,56	0,06	0,14	0,43
7	1,80	0,04	0,07	0,31
5	3,06	0,55	0,22	0,11
3	4,14	1,16	0,87	0,67
1	4,87	1,73	1,49	1,86
2	5,20	2,15	1,88	2,79
4	5,02	2,34	2,02	3,29
6	4,46	2,28	2,05	3,36
8	3,54	1,92	1,71	2,98
10	2,26	1,19	1,19	2,12
12	1,17	0,12	0,53	1,22
14	0,22	0,00	0,00	0,24

Tabla V-6

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = 60^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,14
11	0,00	0,00	0,08	0,16
9	0,02	0,04	0,04	0,02
7	0,02	0,13	0,31	1,02
5	0,64	0,68	0,97	2,39
3	1,55	1,24	1,59	3,70
1	2,35	1,74	2,12	4,73
2	2,85	2,05	2,38	5,40
4	2,86	2,14	2,37	5,53
6	2,24	2,00	2,27	5,25
8	1,51	1,61	1,81	4,49
10	0,23	0,94	1,20	3,18
12	0,00	0,09	0,52	1,96
14	0,00	0,00	0,00	0,55

Tabla V-7

$\beta = 90^\circ$ $\alpha = 60^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,43
11	0,00	0,01	0,27	0,78
9	0,09	0,21	0,33	0,76
7	0,21	0,18	0,27	0,70
5	0,10	0,11	0,21	0,52
3	0,45	0,03	0,05	0,25
1	1,73	0,80	0,62	0,55
2	2,91	1,56	1,42	2,26
4	3,59	2,13	1,97	3,60
6	3,35	2,43	2,37	4,45
8	2,67	2,35	2,28	4,65
10	0,47	1,64	1,82	3,95
12	0,00	0,19	0,97	2,93
14	0,00	0,00	0,00	1,00

Tabla V-8

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = -30^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,22
11	0,00	0,03	0,37	1,26
9	0,21	0,70	1,05	2,50
7	1,34	1,28	1,73	3,79
5	2,17	1,79	2,21	4,70
3	2,90	2,05	2,43	5,20
1	3,12	2,13	2,47	5,20
2	2,88	1,96	2,19	4,77
4	2,22	1,60	1,73	3,91
6	1,27	1,11	1,25	2,84
8	0,52	0,57	0,65	1,64
10	0,02	0,10	0,15	0,50
12	0,00	0,00	0,03	0,05
14	0,00	0,00	0,00	0,08

Tabla V-9

$\beta = 90^\circ$ $\alpha = -30^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,24
11	0,00	0,05	0,60	1,28
9	0,43	1,17	1,38	2,30
7	2,42	1,82	1,98	3,15
5	3,43	2,24	2,24	3,51
3	4,12	2,29	2,18	3,38
1	4,05	2,11	1,93	2,77
2	3,45	1,71	1,41	1,81
4	2,43	1,14	0,79	0,64
6	1,24	0,54	0,20	0,11
8	0,40	0,03	0,06	0,31
10	0,01	0,06	0,12	0,39
12	0,00	0,01	0,13	0,45
14	0,00	0,00	0,00	0,27

Tabla V-10

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = -60^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,56
11	0,00	0,04	0,60	2,09
9	0,27	0,91	1,42	3,49
7	1,51	1,51	2,10	4,76
5	2,25	1,95	2,48	5,48
3	2,80	2,08	2,56	5,68
1	2,78	2,01	2,43	5,34
2	2,32	1,70	2,00	4,59
4	1,52	1,22	1,42	3,46
6	0,62	0,67	0,85	2,20
8	0,02	0,14	0,26	0,92
10	0,02	0,04	0,03	0,02
12	0,00	0,01	0,07	0,14
14	0,00	0,00	0,00	0,12

Tabla V-11

$\beta = 90^\circ$ $\alpha = -60^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	1,01
11	0,00	0,08	1,10	3,08
9	0,55	1,60	2,11	4,28
7	2,66	2,19	2,61	4,89
5	3,36	2,37	2,56	4,61
3	3,49	2,06	2,10	3,67
1	2,81	1,52	1,44	2,22
2	1,69	0,78	0,58	0,53
4	0,44	0,03	0,05	0,24
6	0,10	0,13	0,19	0,48
8	0,22	0,18	0,26	0,69
10	0,08	0,21	0,28	0,68
12	0,00	0,02	0,24	0,67
14	0,00	0,00	0,00	0,36

- Cálculo final: la comprobación del perfil de obstáculos con el diagrama de trayectoria del sol, permite calcular las pérdidas por sombreado de la irradiación solar global que



incide sobre la superficie, a lo largo de todo el año. Para ello se han de sumar las contribuciones de aquellas porciones que resulten total o parcialmente ocultas por el perfil de obstáculo representado. En el caso de ocultación parcial se utilizará el factor de llenado más próximo a los valores 0.25, 0.50, 0.75, ó 1.

2. Medidas de seguridad a tener en cuenta durante el montaje

El contratista está obligado a cumplir la siguiente reglamentación:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) aprobado por el Decreto 842/2002, de 2 de agosto.
- Ordenanzas Laborales (todos los conceptos que incluyan la Salud e Higiene en el Trabajo), Reglamentos de Trabajo, Convenios Colectivos y Reglamentos de Régimen Interior en vigor todos los conceptos que incluyan la Salud e Higiene en el Trabajo.

El contratista está obligado a:

- Prever todo lo preciso para el mantenimiento de la maquinaria, herramientas, materiales y útiles de trabajo, para que éstos estén siempre en condiciones correctas de seguridad.
- Está obligado a comprar a sus trabajadores toda la ropa de trabajo así como los equipos protección que necesiten para que el trabajador trabaje en un entorno seguro, reduciendo el riesgo laboral. Cuando los trabajadores estén trabajando en circuitos o equipos con tensión, el vestuario de éstos no tendrán accesorios metálicos ni emplearán objetos de metal, emplearán un calzado aislante o al menos sin clavos ni herrajes en las suelas. El director de la obra podrá suspender los trabajos cuando éste considere que no se cumplen las medidas corregibles de seguridad necesarias para los trabajadores.
- Se encargará de que sus trabajadores tengan la formación adecuada para el trabajo que éstos realizan, en materia de Seguridad y Salud en el trabajo.
- Contratará una póliza de seguros que lo proteja tanto a él como a sus empleados frente a las responsabilidades de daños y responsabilidad civil, en las que pueda incurrir como consecuencia de los trabajos.

3. Estudio ambiental de las instalaciones fotovoltaicas.

Las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red tienen un impacto ambiental prácticamente nulo si analizamos los distintos factores de contaminación ambiental.

Ruidos: La producción de energía es un proceso completamente silencioso, realizado por los módulos fotovoltaicos. El inversor trabaja a alta frecuencia con lo que no es audible por el oído humano.

Emisiones gaseosas a la atmósfera: Emplea una fuente de energía limpia, el sol, para generar energía, por lo que no requiere de combustión evitando así la emisión de gases a la atmósfera.

Destrucción de fauna y flora: Ninguno de los equipos ni elementos empleados en la instalación fotovoltaica tienen efecto destructivo sobre la fauna y flora del entorno de la instalación.

Residuos tóxicos y vertidos al sistema de saneamiento: no precisan verter ningún residuo al sistema de saneamiento, la refrigeración del sistema se realiza mediante convección natural.

3.1. Emisiones en el proceso de fabricación:

En el proceso de fabricación de los equipos y elementos empleados en la instalación es donde las emisiones gaseosas a la atmósfera y vertidos de elementos al sistema de saneamiento pueden tener mayor impacto sobre el medio. Los residuos tóxicos y peligrosos están regulados por el Real Decreto 833/1988 de 20 de Julio.

En el Reglamento mencionado anteriormente se encuentran reglamentadas las actuaciones en materia de eliminación de este tipo de residuos, para el cual tendremos que tener un correcto etiquetado y en su almacenamiento hasta su retirada por las empresas gestoras de residuos, ya que en ningún caso se podrán verter al sistema de saneamiento.

Esto se resume en costes asociados al coste de producción de los equipos de la instalación. Los principales residuos son: disoluciones de metales, aceites, disolventes orgánicos. Los ácidos y los álcalis que se emplean en el proceso de limpieza, pertenecen a la clase de residuos que se eliminan a través del sistema integral de saneamiento, los cuales están regulados por la Ley 10/1993 de 26 de Octubre, la cual limita las concentraciones máximas de contaminantes que es posible verter, así como la temperatura y el pH. Las desviaciones de lo marcada en esta Ley se reflejan en un incremento de tasas por depuración.

Entorno a los 10 años es posible que el sistema fotovoltaico ya esté rentabilizado, con lo que la energía que introduce a la red ya se considera ganancia, como la duración de los equipos, en torno a los 20 años, es superior a su amortización. Podemos considerar que la energía empleada para la fabricación de éstos es nula.



3.2. Emisiones evitadas por el uso de instalaciones fotovoltaicas:

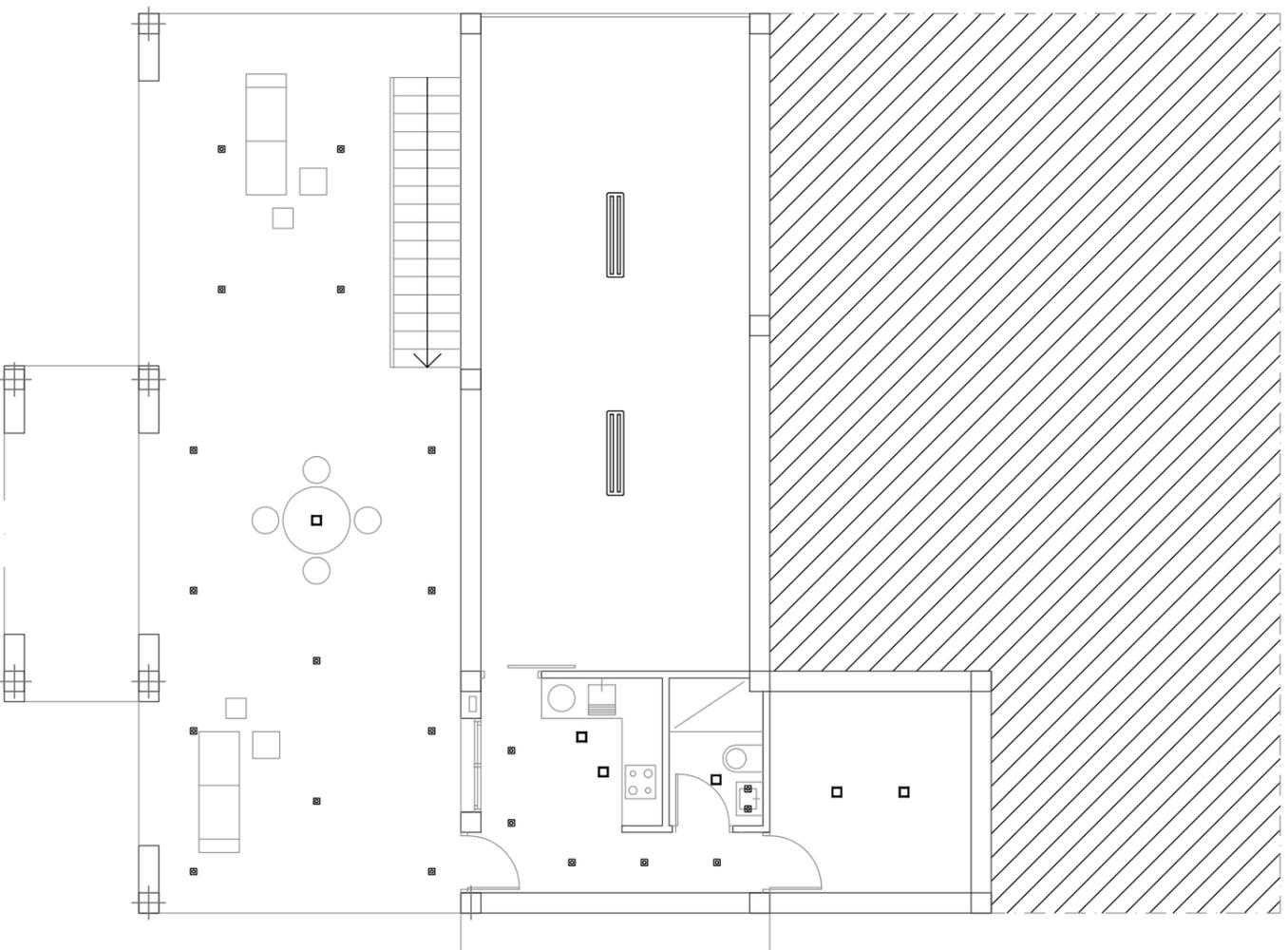
- Sólo generan emisiones en el proceso de fabricación de los equipos de la instalación.
- Una vez amortizada la inversión de la instalación, la energía producida durante la vida útil de la instalación está libre de emisiones.

Este tipo de instalaciones a parte de por el motivo económico, también se realizan por motivos ecológicos, ya que no emiten gases nocivos para el medio ambiente. Para calcular el ahorro de emisiones de CO₂ que se obtiene gracias a un sistema fotovoltaico, podemos emplear la emisión emitida media por unidad de kW eléctrica generada en España, la cual es aproximadamente de 0.464 kg de CO₂ por kW/h eléctrico generado

En nuestro caso hemos reducido la siguiente emisión:



Anexo 1: Planos:



PROYECTO FINAL GRADO EN INGENIERIA EN LA EDIFICACIÓN

VIABILIDAD ECONÓMICA DE UNA INSTALACIÓN
FOTOVOLTAICA APLICADA A VIVIENDA

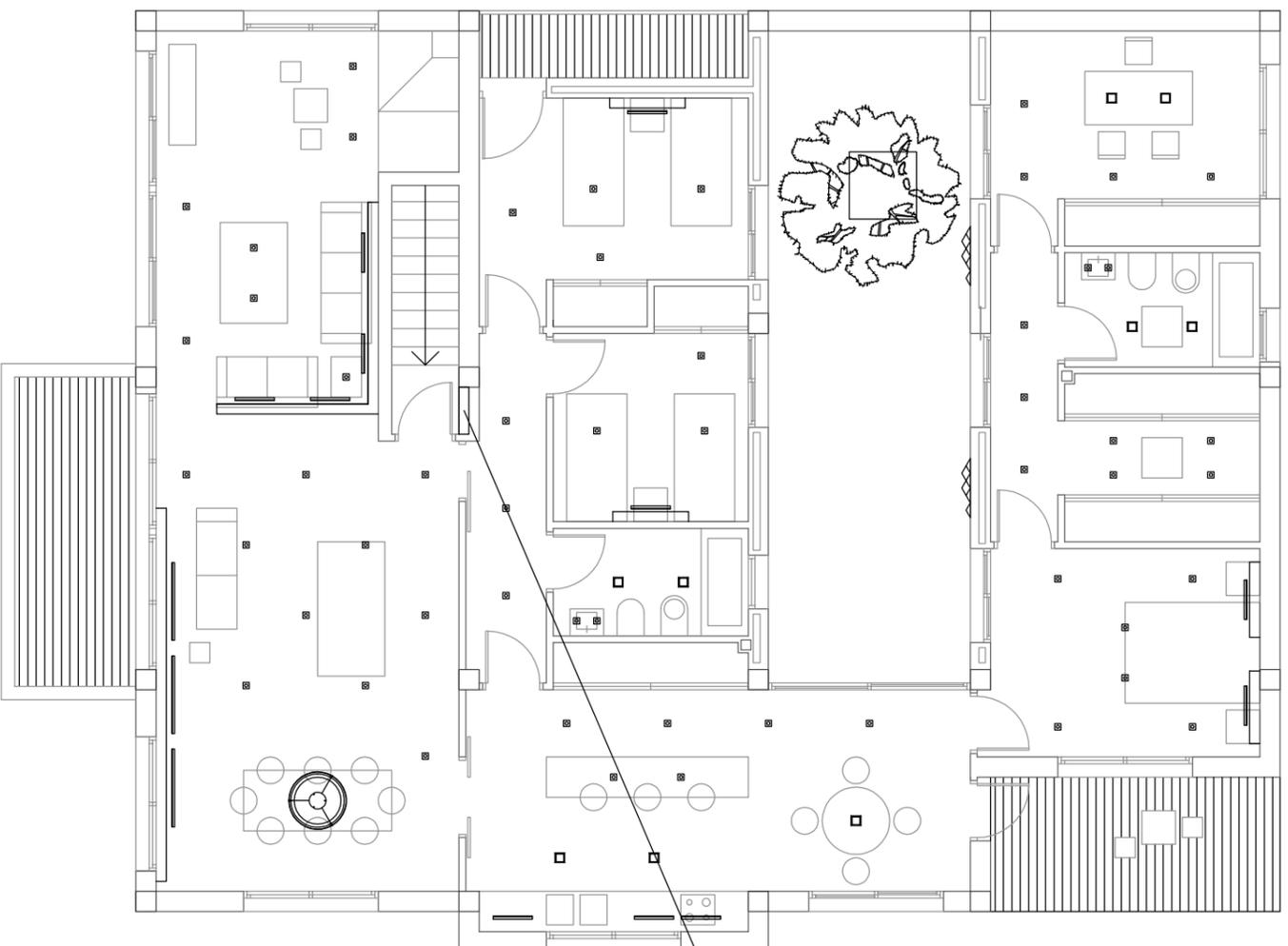
Nombre del plano:
Iluminación planta baja

Alumno/a:
COSTA MARTÍNEZ, Fátima

Escala:
1 /100

Nº plano:
1





Cuadro de mando y protección

PROYECTO FINAL GRADO EN INGENIERIA EN LA EDIFICACIÓN

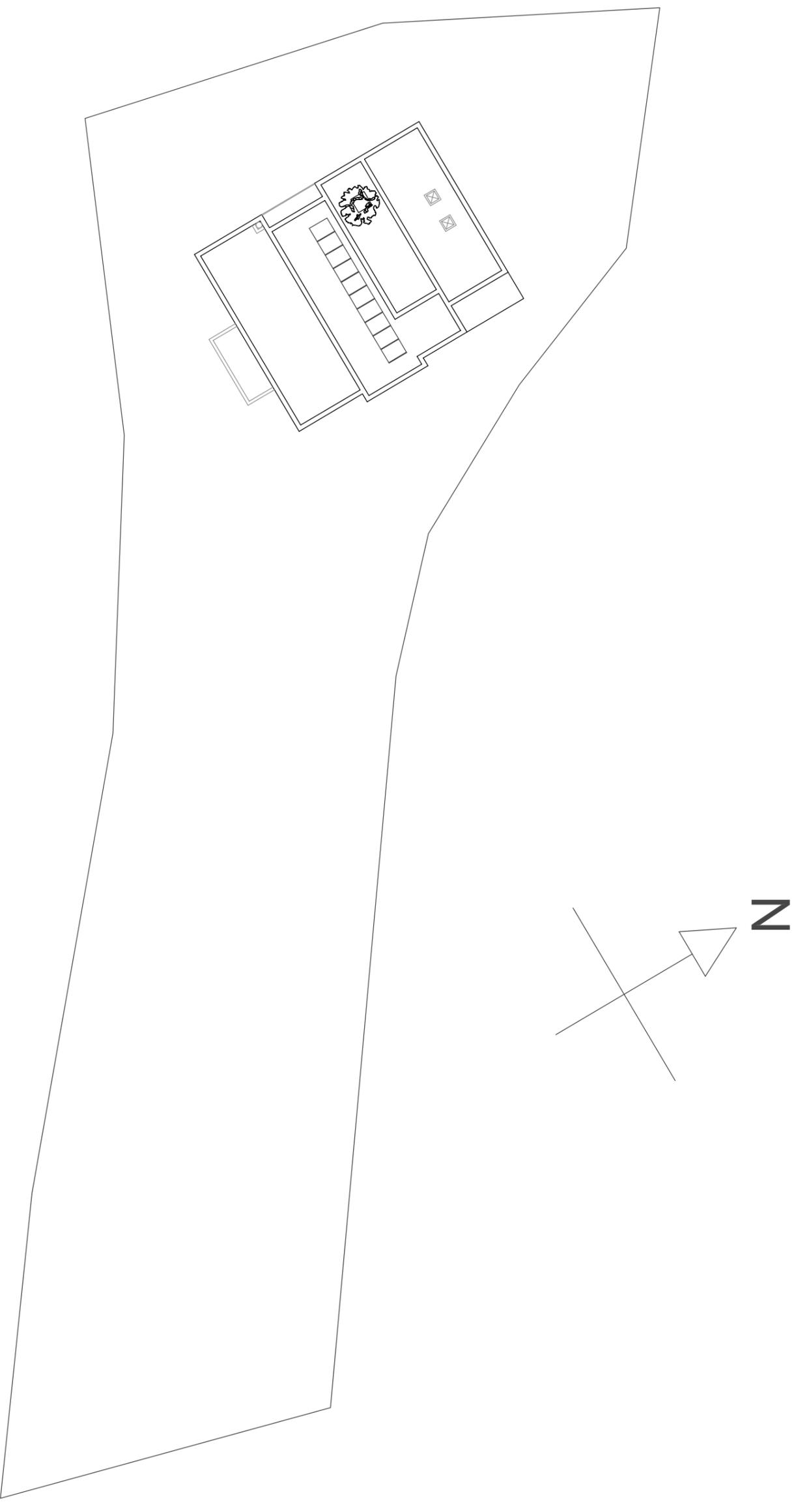
VIABILIDAD ECONÓMICA DE UNA INSTALACIÓN
FOTOVOLTAICA APLICADA A VIVIENDA

Nombre del plano:
Iluminación y CPM planta 1

Alumno/a:
COSTA MARTÍNEZ, Fátima

Escala:
1 /100

Nº plano:
2



PROYECTO FINAL GRADO EN INGENIERIA EN LA EDIFICACIÓN

VIABILIDAD ECONÓMICA DE UNA INSTALACIÓN
FOTOVOLTAICA APLICADA A VIVIENDA

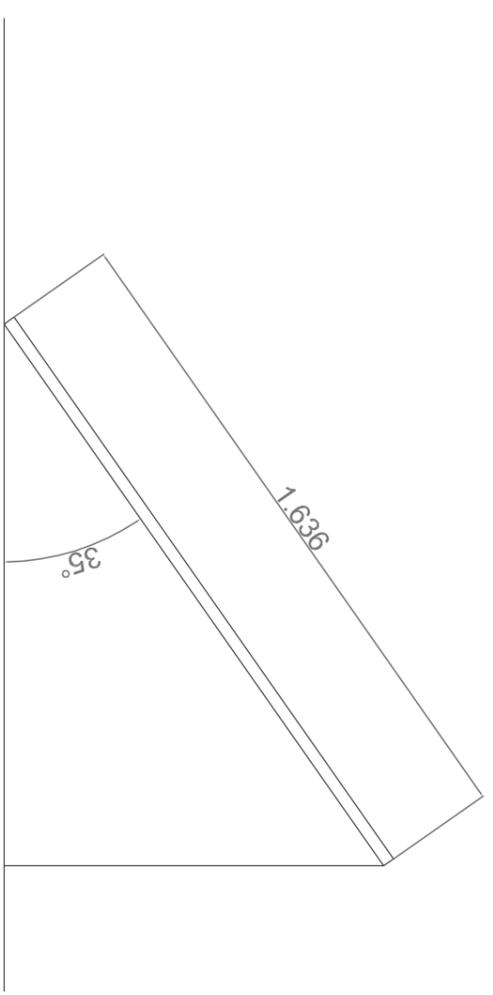
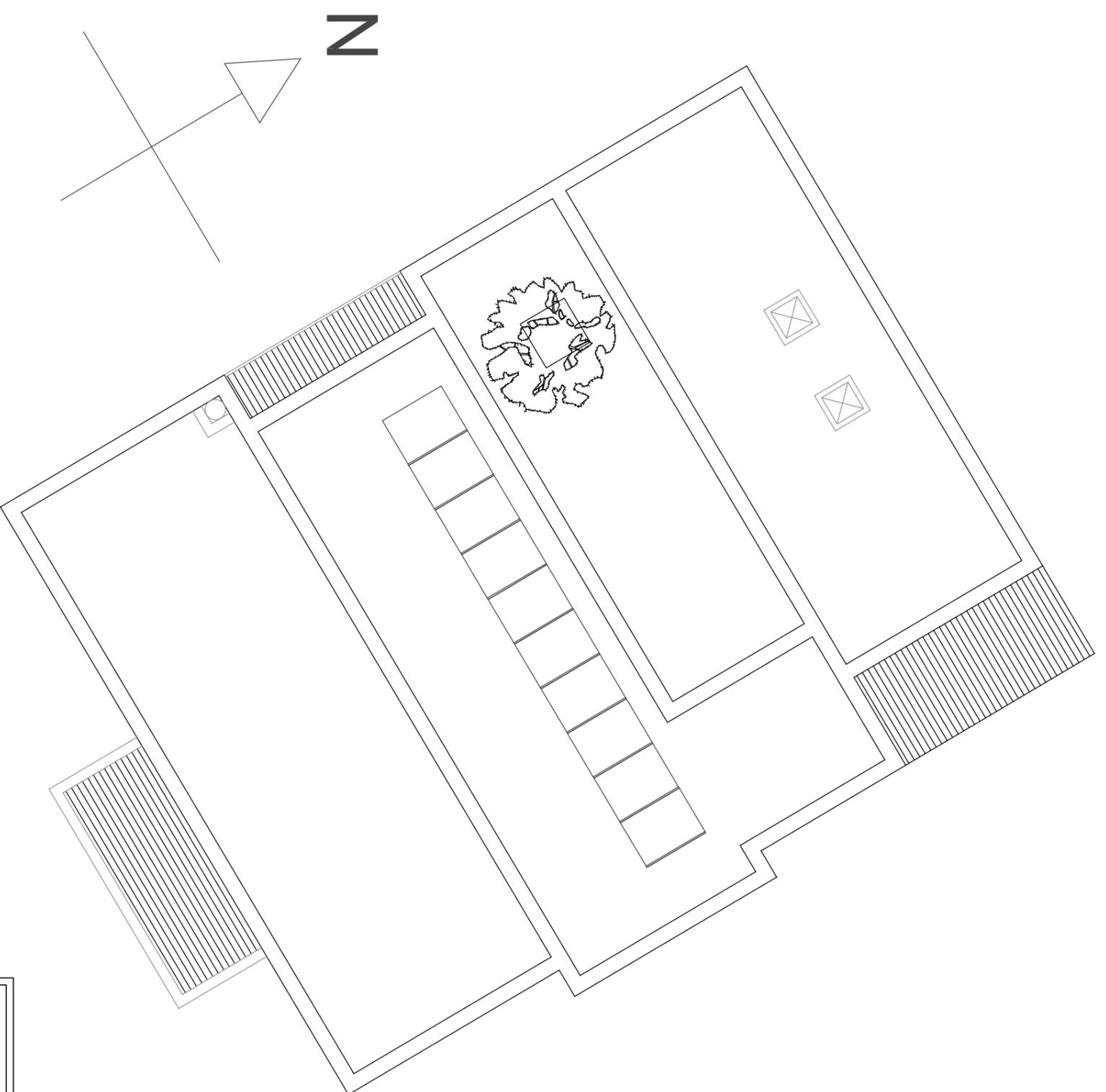
Nombre del plano:
Orientación paneles solares

Alumno/a:
COSTA MARTÍNEZ, Fátima

Escala:
1 / 300

Nº plano:
3.1





PROYECTO FINAL GRADO EN INGENIERIA EN LA EDIFICACIÓN

VIABILIDAD ECONÓMICA DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA APLICADA A VIVIENDA

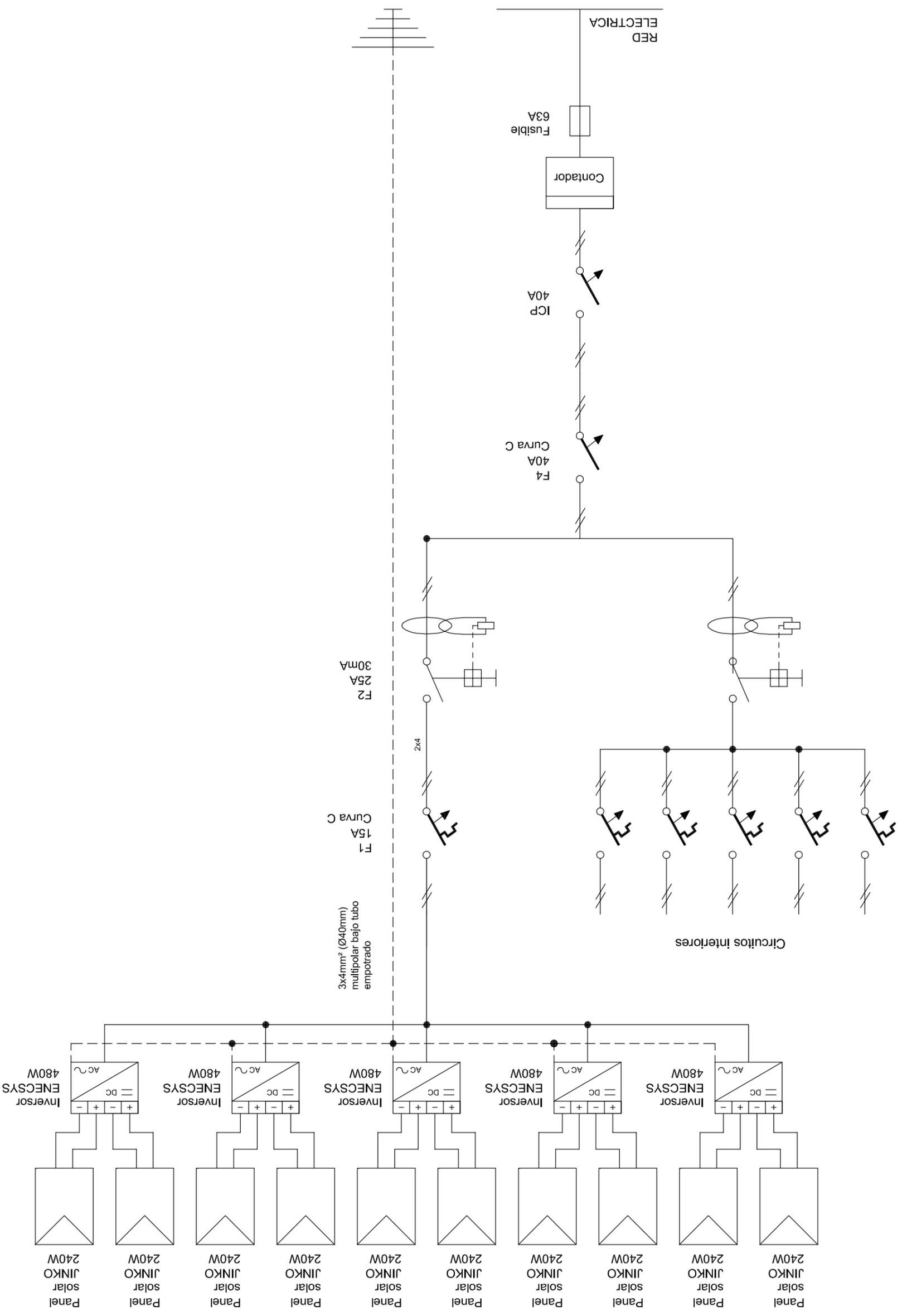
Nombre del plano:
orientación paneles solares

Alumno/a:
COSTA MARTÍNEZ, Fátima

Escala:
1 / 100

Nº plano:
3.2





empotrado
multipolar bajo tubo
3x4x4mm² Ø40mmx3

Circuitos interiores

PROYECTO FINAL GRADO EN INGENIERIA EN LA EDIFICACIÓN

VIABILIDAD ECONÓMICA DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA APLICADA A VIVIENDA

Nombre del plano:
Esquema unifilar de la instalación

Alumno/a:
COSTA MARTÍNEZ, Fátima

Escala:
SE

Nº plano:
4





Anexo 2: Bibliografía:



1. BIBLIOGRAFÍA

WEB:

- Instituto para la diversificación y ahorro de energía. - <http://www.idae.es/>
- Foro solar web.- <http://www.solarweb.net/>
- Wikipedia.- <http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada>
- <http://www.omie.es/files/flash/ResultadosMercado.swf>
- <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>
- <http://solartradex.com/>

REVISTA:

- Energética

LIBROS/DOCUMENTOS:

- “Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión”. José García Trasancos. Ed. Paraninfo.
- “Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red”. Febrero 2009.
- Plan de energías renovables 2011/2020. (PER)
- Plan de ahorro y eficiencia energética 2011-2020. 2ª plan de acción nacional de eficiencia energética de España.
- Energía solar fotovoltaica. El sol puede ser suyo.
- El sol un viejo conocido, introducción a la tecnología solar