



Universidad de León



Escuela Superior y Técnica
de Ingenieros de Minas

GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO TÉCNICO DE MODIFICACIÓN DE INSTALACIONES ENERGÉTICAS EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR PARA CONVERTIRLA EN CASA PASIVA, EN CAMPOSALINAS.

León, julio de 2016

Autor: Lucía Barrios Diez

Tutor: Ana M^a Diez Suárez

El presente proyecto ha sido realizado por D./Dña. **Lucía Barrios Diez**, alumno/a de la **Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas** de la **Universidad de León** para la obtención del título de **Grado en Ingeniería de la Energía**.

La tutoría de este proyecto ha sido llevada a cabo por D./Dña. **Ana M^a Diez Suárez**, profesor/a del **Grado en Ingeniería de la Energía**.

Visto Bueno

Fdo.: D./Dña. **Lucía Barrios Diez**
El autor del Trabajo Fin de Grado

Fdo.: D./Dña. **Ana M^a Diez Suárez**
El Tutor del Trabajo Fin de Grado

RESUMEN

El objetivo del presente proyecto técnico es la modificación de las instalaciones energéticas de una vivienda unifamiliar, para convertirla en una casa pasiva. Con el fin de, utilizar fuentes de energía alternativas, renovables y que no contribuyen al crecimiento de los gases de efecto invernadero, todo ello con las mismas características de confort que proporcionaban las anteriores instalaciones.

La vivienda consta de 122 m² distribuidos en una única planta. Situada en Camposalinas, municipio de Soto y Amio, en la provincia de León.

Para conseguir el objetivo propuesto, en primer lugar, se pondrán en conocimiento las posibles alternativas para el abastecimiento energético de la misma, utilizando las distintas formas de aplicación de las energías renovables. Señalando las principales características, sus componentes y la instalación de los mismos, también se señalan las ventajas y desventajas de cada una de ellas.

Posteriormente, una vez señaladas las alternativas, se describe la solución adoptada para esta vivienda, que en este caso se trata de una instalación de paneles fotovoltaicos para generación de electricidad y de la instalación de una caldera de biomasa mixta, esta se va a emplear tanto para la generación de calefacción, como la producción de agua caliente sanitaria. También se implantarán otras mejoras de menor grado, pero que influyen de igual manera en el ahorro energético de la vivienda.

Luego, una vez elegidas, se destacan las características técnicas, el dimensionado de ambas y la elección de los componentes y materiales utilizados en las instalaciones señaladas.

Se describen las condiciones que se deben cumplir para dimensionar las instalaciones, los costes que conllevan estas modificaciones y las condiciones de seguridad que se deben aplicar en este caso.

Señalar que algunos de los apartados de este proyecto se han realizado gracias a la utilización de programas como el Excel 2016, AutoCad 2015 y Presto 8.8.

ABSTRACT

The objective of this technical project is the modification of energy facilities of a detached house, to make it a passive house. In order to use alternative energy sources, renewable and do not contribute to the growth of greenhouse gases, all with the same comfort features that provided the above facilities.

The house has 122 m² on one floor. Camposalinas located in the municipality of Soto and Amio in the province of Leon.

To achieve the proposed first objective, they shall inform the possible alternatives for energy supply of the same, using different forms of application of renewable energies. Noting the main features, its components and installation thereof, the advantages and disadvantages of each are also noted.

Subsequently, once identified alternatives, the solution adopted for this housing, which in this case is an installation of photovoltaic panels for electricity generation and installation of a boiler mixed biomass is described, this is to be used both for heat generation, such as domestic hot water. Other improvements lesser extent also implemented, but equally influence in the energy-saving housing.

Then, once elected, are technical features, both sizing and choice of components and materials used in the listed facilities.

The conditions that must be met to size the facilities described, the costs involved such modifications and safety conditions to be applied in this case.

Some of the sections of this project has been made through the use of programs such as Excel 2016, AutoCad 2015 and Presto 8.8.



Universidad de León



Escuela Superior y Técnica
de Ingenieros de Minas

ÍNDICES

ÍNDICE

Contenido

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
ÍNDICE	I
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VII
Glosario	VIII
MEMORIA	
1. Introducción.....	1
2. Casa pasiva.....	2
2.1. Orientación, forma y dimensionado de la vivienda.....	3
2.2. Óptimo aislamiento térmico.	3
2.3. Ausencia de puentes térmicos.	4
2.4. Estanqueidad.....	4
2.5. Recuperación del calor y renovación del aire.	5
2.6. Recuperación de calor solar.....	5
2.7. Ventajas y desventajas.....	6
3. Descripción del proyecto.	7
3.1. Objetivo.....	7
3.2. Localización.	7
3.3. Características de la vivienda.	8
3.4. Climatología de la ubicación.	9
3.4.1. Temperatura.....	10
3.4.2. Velocidad del viento.....	11
3.4.3. Pluviometría.	12
4. Marco normativo.	13
5. Alternativas energéticas.....	15
5.1. Energía eólica.	15
5.1.1. Tipos de aerogeneradores.....	16
5.1.2. Componentes de los aerogeneradores.....	17

5.1.3.	Ventajas y desventajas de una instalación eólica.....	19
5.2.	Energía solar.....	19
5.2.1.	Energía solar térmica.	20
5.2.	Energía geotérmica.....	23
5.2.1.	Instalaciones geotérmicas.	25
5.2.2.	Ventajas y desventajas de una instalación geotérmica.	28
5.3.	Energía aerotermia.	28
5.3.1.	Ventajas y desventajas de una instalación aerotérmica.	29
5.4.	Cogeneración.....	30
5.4.1.	Equipos de microgeneración.	31
5.4.2.	Ventajas y desventajas de la cogeneración.	32
5.5.	Sistemas radiantes.....	32
5.5.1.	Ventajas y desventajas de los sistemas radiantes.	34
5.6.	Sistemas de recogida de aguas pluviales.	34
5.6.1.	Componentes de la instalación de recogida de aguas pluviales.....	34
5.6.2.	Ventajas y desventajas de una instalación de recogida de aguas pluviales.	36
6.	Solución adoptada.....	37
6.1.	Energía solar fotovoltaica.	37
6.1.1.	Componentes de una instalación fotovoltaica.....	37
6.1.2.	Ventajas y desventajas de una instalación fotovoltaica.	44
6.1.3.	Dimensionado de la instalación fotovoltaica.	45
6.2.	Biomasa.	59
6.2.1.	Concepto.	59
6.2.2.	Combustible.	60
6.2.3.	Ventajas y desventajas de la biomasa.	61
6.2.4.	Cálculo de la instalación.....	61
6.3.	Otras mejoras.....	64
6.3.1.	Instalación de un recuperador de calor y renovación del aire.....	64
6.3.2.	Instalación de reductores de caudal.....	64
6.3.3.	Sustitución de cisternas de los inodoros.....	64

ANEXO DE CÁLCULOS

1.	Cálculo de la instalación fotovoltaica.....	1
1.1.	Cálculo de consumo.....	1
1.2.	Número de módulos.....	3

1.3.	Conexión entre módulos.....	4
1.4.	Cálculo de baterías.	5
1.5.	Cálculo del regulador.....	6
1.6.	Cálculo del inversor.	8
1.7.	Cableado y protecciones.....	9
1.7.1.	Tramo de conexión al regulador.....	9
1.7.2.	Tramo de conexión a las baterías.	11
1.7.3.	Tramo de conexión al inversor.	12
1.7.4.	Instalación en corriente continua.....	14
2.	Cálculo de la instalación de la caldera de biomasa.....	18
2.1.	Cálculo para ACS.....	18
2.2.	Cálculo para calefacción.....	19
2.3.	Cálculo de combustible.....	20

ANEXO DE FICHAS TÉCNICAS

1.	Módulo fotovoltaico.....	1
2.	Batería.....	2
3.	Regulador.....	3
4.	Inversor.....	5
5.	Fusibles.....	7
6.	Interruptor diferencial.....	7
7.	Interruptor magnetotérmico.....	8
8.	Protección de sobretensiones.....	9
9.	Caldera de biomasa.....	10
10.	Silo Textil.....	11
11.	Pellets.....	11
12.	Recuperador de calor.....	12

PLANOS

1.	Plano de distribución de la vivienda.....	1
2.	Plano de la cubierta de la vivienda.....	1
3.	Plano del esquema de la instalación de la vivienda.....	2
4.	Plano de perfil de la cubierta.....	1

PLIEGO DE CONDICIONES

1. Objeto.....	1
2. Instalación fotovoltaica.	1
2.1. Generadores fotovoltaicos.....	2
2.2. Estructura de soporte.	2
2.3. Acumuladores de plomo-acido.	3
2.4. Reguladores de carga.....	4
2.5. Inversores.....	5
2.6. Cableado.	5
2.7. Protecciones y puesta a tierra.....	6
2.8. Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento.	6
2.8.1. Programa de mantenimiento.	6
2.9. Garantías.	7
3. Instalación de la caldera de biomasa.	9
3.1. Caldera.....	9
3.2. Sala de calderas.	9
3.3. Silo de almacenamiento.....	10
3.4. Seguridad.	10
3.5. Programa de mantenimiento.....	10

PRESUPUESTO

1. Cuadro de descompuestos.	1
2. Cuadro de precios.	2
3. Presupuesto.....	3
4. Mediciones.	4
5. Resumen.....	5

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. Objeto.....	1
2. Características de la obra.	2
2.1. Datos de la obra y ubicación.	2
2.2. Situación y características de los servicios cercanos.	2
2.3. Tipos de trabajos en la obra.....	2
2.4. Maquinaria y herramientas.....	3

2.5.	Medidas preventivas generales.....	3
2.5.1.	Colores de seguridad.....	4
2.5.2.	Señales en forma de panel.	5
2.5.3.	Señales luminosas y acústicas.	5
2.5.4.	Protecciones colectivas.	7
2.5.5.	Protecciones individuales.....	9
2.5.6.	Primeros auxilios.....	12
2.5.7.	Formación del personal sobre riesgos laborales.	13
2.6.	Riesgos y medidas preventivas.....	14
2.6.1.	Distribución de los equipos y materiales en la obra.	14
2.6.2.	Instalación de protecciones en la cubierta.....	14
2.6.3.	Armado de las estructuras de los paneles.....	15
2.6.4.	Colocación de los paneles y de los medios auxiliares.	16
2.6.5.	Instalación del cableado y de los cuadros eléctricos.	16
2.6.6.	Eliminar la caldera anterior y los elementos que la forman.	17
2.6.7.	Colocación de la nueva caldera y los elementos de esta.	17
2.6.8.	Colocación de elementos adicionales.	18
	Lista de referencias.	1

ÍNDICE DE FIGURAS

MEMORIA

Figura 1.1.- Generación de energía durante el 2015.	1
Figura 3.1.- Localización.	8
Figura 3.2.- Distribucion de la planta de la vivienda.	9
Figura 3.3.- Gráfica de temperaturas mínimas y máximas.....	11
Figura 3.4.- Gráfica de las velocidades mínimas y máximas.....	12
Figura 3.5.- Gráfica de la pluviometría media.	13
Figura 5.1.- Esquema de un sistema aislado de minieólica.	16
Figura 5.2.- Componentes del aerogenerador.	18
Figura 5.3.- Recursos geotérmicos en España.	24
Figura 5.4.- Instalación geotérmica vertical.	25
Figura 5.5.- Instalación geotérmica horizontal.	26
Figura 5.6.- Instalación geotérmica bucle abierto.	26
Figura 5.7.- Instalación geotérmica de refrigeración.....	27
Figura 5.8.- Instalación geotérmica de calefacción.....	27
Figura 5.9.- Esquema de funcionamiento de instalación aerotérmica.	29
Figura 5.10.- esquema de funcionamiento de microgeneración.....	30
Figura 5.11.- Esquema trigeneración.	32
Figura 5.12.- Esquema de componentes del suelo radiante.	33
Figura 5.13.- Esquema de instalación de recogida de aguas pluviales.	35
Figura 6.1.- Esquema de la instalación fotovoltaica aislada.....	37
Figura 6.2.- Elementos de un panel fotovoltaico.....	39
Figura 6.3.- Células fotovoltaicas.....	40
Figura 6.4.- Conexión de las células fotovoltaicas.	41
Figura 6.5.- Tipos de baterías.	43
Figura 6.6.- Datos obtenidos de PVGIS.	47
Figura 6.7.- Recuperador de calor de la marca Vaillant el sistema recoVAIR.	64

ANEXO DE CÁLCULOS

Figura 1.1.- Módulo fotovoltaico de la marca Atersa el modelo GSE300.	4
Figura 1.2.- Batería de la marca SUNLIGHT el modelo RES OPzS 4075.	6
Figura 1.3.- Regulador de la marca Atersa modelo MPpT-80C.	7
Figura 1.4.- Inversor de la marca Victron energy modelo Quattro.....	9
Figura 2.1.- Caldera de biomasa de la marca ÖKOFEN el modelo PELLEMATIC P15.	19

ÍNDICE DE TABLAS

MEMORIA

Tabla 3.1.- Temperaturas mínimas y máximas.....	10
Tabla 3.2.- Velocidades mínimas y máximas.	11
Tabla 3.3.- Pluviometría media mensual.....	12
Tabla 6.1.- Diferencias de las células fotovoltaicas.	40
Tabla 6.2.- Descripción de las cargas.	45
Tabla 6.3.- Valores de conductividad del cobre.	53
Tabla 6.4.- Valores de conductividad del aluminio.....	53
Tabla 6.5.- Sección de las protecciones.	56
Tabla 6.6.- Diámetro exterior de los tubos.....	56

ANEXO DE CÁLCULOS

Tabla 1.1.- Cálculo de consumos.	1
Tabla 1.2.- Desglose de consumos.....	2
Tabla 1.3.-Resumen de secciones.....	13
Tabla 1.4.- Resumen secciones de protección.	14
Tabla 1.5.- Resumen de secciones y diámetros de protección.	14
Tabla 1.6.- Secciones tramo del inversor al cuadro general.	15
Tabla 1.7.- Resumen de los fusibles por tramos.....	17

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Tabla 2.1.- Colores de seguridad.	4
Tabla 2.2.- Color de fondo.....	5

Glosario

CO₂: Dióxido de carbono.

ACS: Agua caliente sanitaria.

Wp: Potencia pico.

HSP: Hora solar pico.

PVGIS: Photovoltaic Geographical Information System.

CTE: Código técnico de edificación.

IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.

PVC: Policloruro de vinilo.

XLPE: Polietileno reticulado.

EPR: Caucho etileno propileno.

MPPT: Seguidor Punto de Máxima Potencia.

EPI: Equipo de protección individual.



Universidad de León



Escuela Superior y Técnica
de Ingenieros de Minas

MEMORIA

1. Introducción.

La mayor parte del consumo de energía en las viviendas, se produce a partir de los combustibles fósiles, pero el uso de estos combustibles está siendo cuestionado principalmente por la generación de dióxido de carbono y por consiguiente emitido a la atmósfera, y esto hace que se llegue a acumular grandes cantidades de gases de efecto invernadero, por consiguiente, hace que se esté impulsando el cambio climático, teniendo consecuencias negativas sobre el medio que nos rodea.

Tenemos que destacar que afortunadamente, el consumo de los combustibles fósiles se va reduciendo y las energías renovables van escalando posiciones.

Las principales ventajas de estas, con respecto a los combustibles fósiles son:

- Las energías renovables están disponibles en mayor o menor medida en todo el mundo. Por lo que estas evitan la dependencia exterior, por ello también se reducen las pérdidas durante el transporte por lo que obtenemos mayores rendimientos y aprovechamientos.
- Se obtienen de fuentes inagotables, ya que poseen la posibilidad de regenerarse de forma natural.
- Son totalmente limpias, no generan ni CO₂, ni ningún otro tipo de gases contaminantes emitidos a la atmósfera.
- No generan residuos de difícil tratamiento.
- Contribuyen a la creación de empleo.

En el siguiente gráfico se puede visualizar los porcentajes de la generación de las diferentes energías, durante el pasado año (2015).

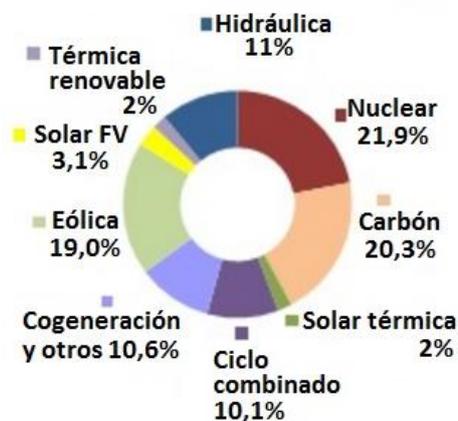


Figura 1.1.- Generación de energía durante el 2015.

Principalmente por las razones anteriormente mencionadas, se busca la construcción de viviendas que consuman energías renovables. Estas viviendas hacen que se pueda combinar la última tecnología con la calidad de los elementos constructivos, todo ello con el fin de minimizar los efectos sobre el medio ambiente y la reducción de los gastos económicos que conllevan los sistemas convencionales.

En este proyecto se va a destacar el concepto denominado, Passivhaus (casa pasiva) la cual, su principal función es la capacidad que tienen para reducir el consumo de energía. De estas viviendas se destaca el bajo consumo energético, optimizando el rendimiento energético, todo ello se consigue con el nivel adecuado de aislamiento, reduciendo los puentes térmicos, grandes niveles de estanqueidad, con la aplicación de fuentes de calor internas y con ganancias solares. El principal objetivo es protegernos del ambiente del exterior creando un clima interior y mantenerlo. Para conseguir todo esto, tenemos que aprovechar las condiciones climáticas de cada sitio, la orientación del edificio y la disposición de las estancias.

2. Casa pasiva.

Se trata de un concepto ligado a la construcción donde se busca como resultado final una vivienda con una demanda energética mínima y un confort térmico máximo. La construcción de estas viviendas reduce radicalmente las emisiones de CO₂ a la atmósfera y contribuyen a la utilización de las fuentes de energía renovables.

Son construcciones que están pensadas para aprovechar al máximo la luz y calor solares. Pueden llevar a consumir hasta siete veces menos energía que una vivienda convencional.

Se trata de un concepto energético que se puede aplicar a cualquier diseño arquitectónico, cualquier construcción y cualquier material.

La aplicación de medidas pasivas conlleva unas características técnicas estándar, con lo cual se deben de cumplir unos requisitos mínimos, que son los siguientes:

- Demanda de calefacción ≤ 15 kWh/m²año.
- Demanda de refrigeración ≤ 15 kWh/m²año.
- Consumo de Energía Primaria ≤ 120 kWh/m²año.
- Hermeticidad, n50 $\leq 0,6$ h.

Para sacar el mayor rendimiento en estas viviendas, se deben de tener en cuenta los siguientes principios básicos.

2.1. Orientación, forma y dimensionado de la vivienda.

Es un factor importante ya que, si se puede elegir, la orientación sur y tener en cuenta las sombras. En verano nos interesa la sombra y en invierno el sol. La posición del sol en las distintas épocas del año es importante, ya que también nos servirá para la posición de los paneles fotovoltaicos.

Se tiene que destacar que cada una de las partes que sobresalen del edificio, aumentan la demanda y por consiguiente los gastos en energía. Cuanto menor sea la superficie de la envolvente del edificio, menores serán las pérdidas de energía y menores los costes en la construcción.

Unos aleros anchos situados encima de las ventanas orientadas al sur mantienen la vivienda fresca en verano, ya que el sol luce alto y de igual manera permiten que entre el sol en invierno, ya que el sol luce más bajo.

Para el diseño de las ventanas, se destaca la colocación de contraventanas, persianas o toldos ya que pueden proporcionar sombras a las habitaciones y controlar las temperaturas de las mismas, este sistema se puede omitir en invierno para obtener el máximo rendimiento de las ganancias solares.

2.2. Óptimo aislamiento térmico.

Las pérdidas de calor a través de los muros exteriores y de la cubierta suponen en torno al 70% - 75%. Por lo tanto, el aislamiento térmico es el aspecto más importante para ahorrar energía.

Si el aislamiento es el óptimo supone la protección contra el frío, el calor, el ruido y la reducción de las pérdidas de calor, evita las condensaciones en la parte interna del muro externo, un buen aislamiento también mejora las características de confort interior y un mejor balance de energía en la vivienda.

Para conseguir el máximo aislamiento se debe crear una capa de aislamiento continuo, sin interrupciones, creando un aislamiento que englobe toda la construcción.

2.3. Ausencia de puentes térmicos.

Los puentes térmicos son las zonas del interior de la envolvente de la vivienda con una conductividad térmica superior y estos provocan mayor consumo energético, para minimizarlos se tiene que conseguir rodeando toda la envolvente exterior de la vivienda con un trazo ininterrumpido de aislante.

Para eliminar los puentes térmicos, se aconseja cumplir las siguientes reglas:

- Intentar no interrumpir la capa de aislamiento.
- En las juntas de los elementos constructivos del edificio, las capas de aislamiento deben de estar unidas y rellenas.
- Si por algún motivo se interrumpe la capa de aislamiento, se debe usar un material con la resistencia térmica más alta posible.

2.4. Estanqueidad.

La envolvente de la vivienda tiene que ser lo más estanca posible, para ello se deben de sellar todas las uniones de la vivienda, para evitar que se produzcan fugas de calor o de frío.

Los lugares más frecuentes donde se pueden producir las fugas, se muestran a continuación:

- En el punto de unión entre el muro exterior y el primer forjado.
- En el punto de unión de los muros exteriores con juntas, con las esquinas, etc.
- En el punto de unión entre el muro exterior y la entreplanta.
- En el punto de unión entre el muro exterior y de la cubierta.
- En los elementos constructivos como las puertas y ventanas.
- En los zócalos.

El caudal del aire puede variar según, la estanqueidad de las puertas y de las ventanas, la porosidad de las paredes de la vivienda, su altura, escaleras, ascensores, dirección del viento y caudales de aire de ventilación y de extracción.

Las principales ventajas de una vivienda con envolvente estanca son las siguientes:

- Eliminación de los daños por humedad.
- Eliminación de las corrientes de aire y el frío del suelo.
- Disminución de las pérdidas de calor por infiltración.
- Mejora de la insonorización.

- Mejora de la calidad del aire interior.

2.5. Recuperación del calor y renovación del aire.

Para ello se suele utilizar el concepto de ventilación mecánica controlada, el cual el aire se renueva de forma automática lo que supone una mejor calidad del aire interior. Gracias a este sistema se reducen los problemas de humedad y de condensaciones.

El sistema de recuperación de calor, utiliza un intercambiador de calor aire - aire, el cual es capaz de aprovechar hasta un 95% de aire de expulsión y lo transfiere al aire de impulsión. El aire debe circular desde las instancias secas a las húmedas, por ello los aseos, baños y cocinas deben disponer de aberturas de extracción. Los sistemas de ventilación forzada el intercambio de aire es constante, recuperan el calor o el frescor del aire y se encargan de distribuirla.

Otro sistema que se puede destacar es el intercambiador tierra - aire, estos utilizan el subsuelo para el enfriamiento y calentamiento de una corriente de aire que circula por tubos o conductos enterrados, contribuye a reducir la temperatura del aire que se introduce en verano y aumentándola en invierno.

También se puede destacar la recuperación mediante bomba de calor, esto consiste en una maquina térmica que permite transferir energía en forma de calor de un lado a otro, el calor se dirige del foco caliente a otro frío, hasta que sus temperaturas se igualan. Este calor generado se puede utilizar tanto para calefacción como para ACS.

Se debe señalar que la bomba de calor geotérmica, es más eficiente que la bomba de calor, consume menos energía generando el mismo confort y ahorrando gastos.

2.6. Recuperación de calor solar.

Se pueden utilizar sistemas de protección solar móviles, los cuales son útiles en invierno y en verano. Es la forma más efectiva de controlar la incidencia solar.

También mediante la transmisión de la luz a través de los elementos transparentes de la vivienda. Para la colocación de estos elementos se deben de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La orientación de estos elementos transparentes.
- El nivel de recuperación de calor de estos.
- Tener en cuenta las zonas con sombras u obstáculos, ya que no permiten que sobrepase la radiación solar.
- Recuperación solar mediante la colocación de invernaderos.

En este apartado también se deben destacar los esquemas de los principales sistemas solares pasivos. Se llaman pasivos porque no utilizan otros dispositivos electromecánicos para recircular el calor. Esto sucede gracias, a los principios físicos básicos como la conducción, radiación y convección del calor. Algunas de las alternativas constructivas que se pueden tener en cuenta en este apartado, son las siguientes:

- Mediante la ganancia directa: este sistema se basa en la captación de la energía del sol mediante las superficies vidriadas. Se dimensionan teniendo en cuenta su orientación y en función de las necesidades de la vivienda.
- La colocación de un muro de acumulación no ventilado: formado por un muro de ladrillo, piedra u hormigón y en la parte exterior de este se coloca un vidrio, pero separado de este, generando una cámara de aire, por el cual la radiación solar incide sobre el muro y al tocar a este lo calienta, emitiendo radiación. Por este motivo se eleva la temperatura de la superficie del muro y de la cámara de aire.
- Muro de acumulación ventilado: similar al anterior, pero este incorpora unos orificios en la parte superior e inferior para facilitar el intercambio de calor entre el muro y el ambiente mediante convección.
- Invernadero adosado: a este tipo se le incorpora un espacio vidriado, que puede ser habitable, este hace que se mejore la captación de calor durante el día.
- Techo de acumulación de calor: este concepto se basa en usar la superficie del techo para captar y acumular la energía del sol.

2.7. Ventajas y desventajas.

Las principales ventajas que se destacan de una casa pasiva, son las siguientes:

- Este tipo de vivienda tienen un menor consumo de energía.
- Contribuyen al uso de las energías renovables.
- Reducen las emisiones de CO₂.
- Importante ahorro en los costes de calefacción y en los costes de ACS.
- El recuperador de calor permite calentar o refrescar el aire interior. Este también permite higienizar el aire interior manteniéndolo sano y saludable. Creando un ambiente de máximo confort.

De las viviendas pasivas también se pueden destacar las siguientes desventajas:

- Los materiales y tecnologías empleadas en este tipo de viviendas tienen costes elevados.
- Conseguir el hermetismo absoluto es muy costoso.
- Pueden surgir problemas para encontrar los materiales que se utilizan en este tipo de viviendas.

3. Descripción del proyecto.

3.1. Objetivo.

El objetivo del presente proyecto es el estudio y transformación de una vivienda unifamiliar conectada a red, en una instalación aislada de la red, con funcionamiento autosuficiente, gracias a las nuevas tecnologías y a las energías alternativas.

Para la realización de esta transformación en la vivienda, se realizará en primer lugar la demanda energética de la vivienda para poder elegir los productores adecuados a esta demanda y hacer que sea lo más eficiente posible. Para ello se estudiarán las posibles alternativas en cuanto a las energías renovables y posibles reformas a nivel de materiales de construcción y elementos empleados para conseguir el máximo rendimiento de estos y un funcionamiento óptimo de la vivienda. Una vez elegidas las alternativas, se dimensionarán, se fijarán las condiciones constructivas, se destacarán los términos económicos y las condiciones en el ámbito de seguridad y salud.

3.2. Localización.

La vivienda unifamiliar la cual se transformará en casa pasiva, se encuentra ubicada en el noroeste de España, concretamente en la provincia de León, dentro del ayuntamiento del municipio de Soto y Amio, en Camposalinas cuya ubicación exacta en cuanto a longitud y latitud, es la siguiente:

- Latitud: 42°44'22.97" Norte
- Longitud: 5°53'34.73" Oeste
- Altitud: 1.156 m, sobre el nivel del mar.

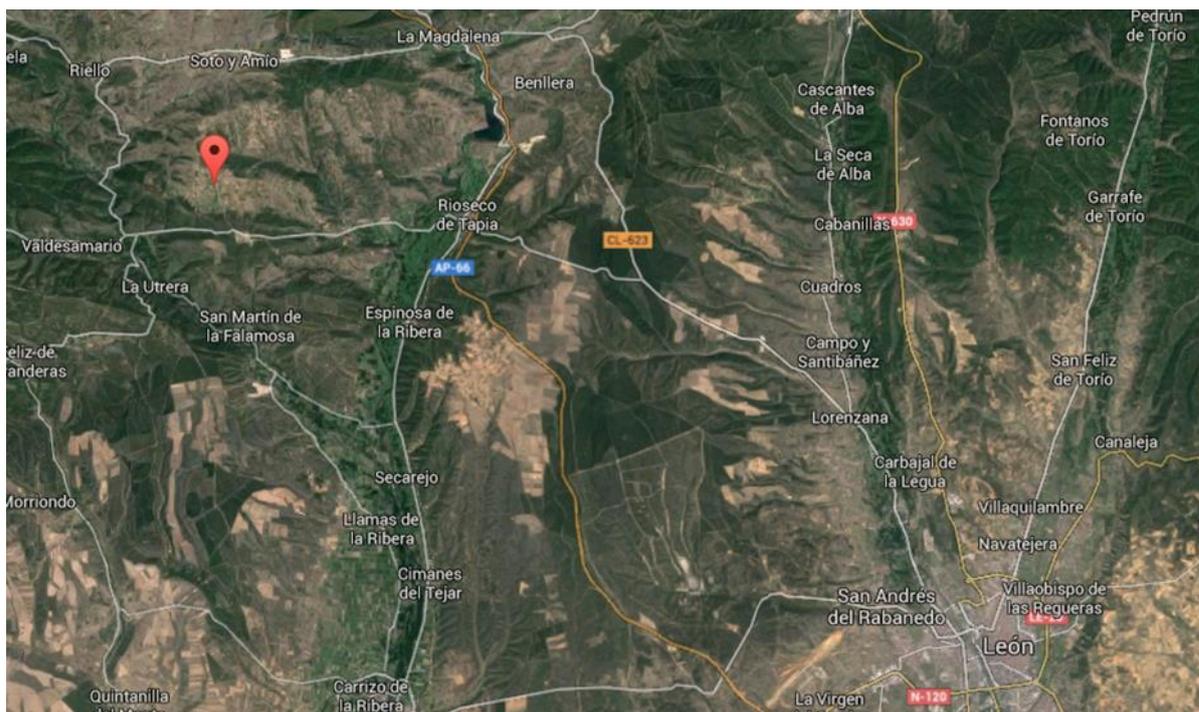


Figura 3.1.- Localización.

3.3. Características de la vivienda.

Para la descripción de la vivienda se señalan los siguientes apartados a tener en cuenta. Los cuales son los siguientes:

- Superficies: La vivienda consta de 122 m² distribuidos en una única planta, de la siguiente manera:
 - Cocina: 13,12 m²
 - Salón: 30,94m²
 - Un baño: 5,06m²
 - Un aseo: 4,80 m²
 - Cuatro dormitorios: 47,79 m²
 - Despensa: 4 m²
 - Sala de calderas: 3,71 m²
 - Pasillo: 12,72 m²

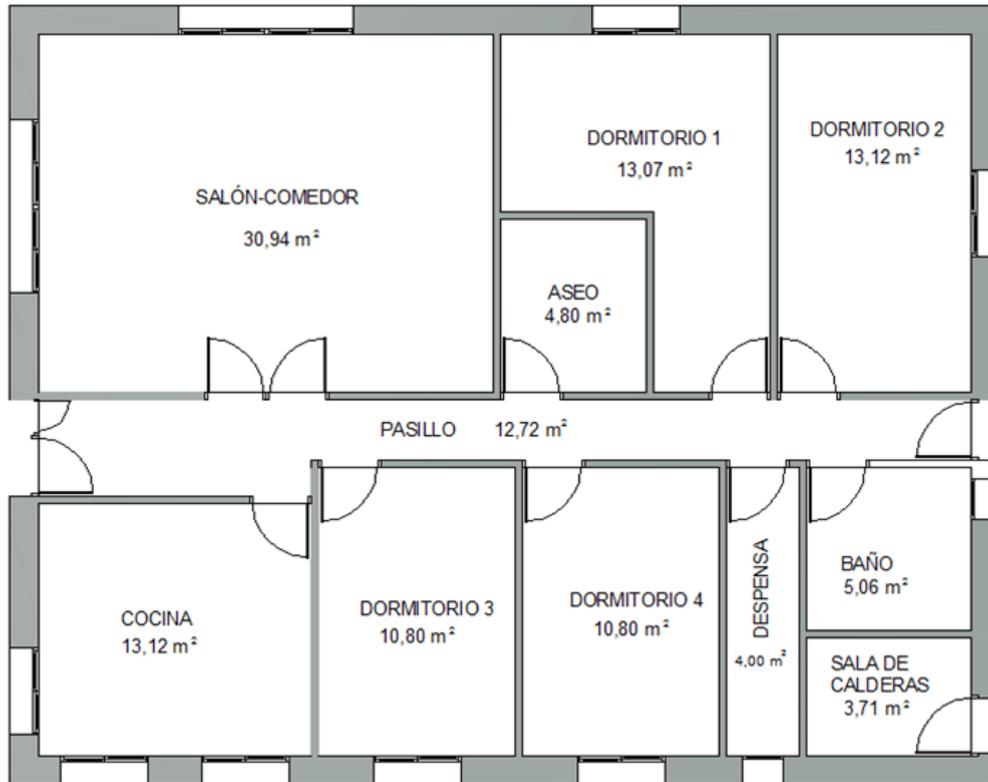


Figura 3.2.- Distribucion de la planta de la vivienda.

- Cubierta: formada del interior al exterior por un forjado, aislante, impermeabilizante y teja tipo itc.
- Fachada: formada del interior el exterior de lo siguiente, pintura, revocado de yeso, tabique interior, cama de aire con aislante, tabique exterior de ladrillo de ½ pie y revocado de cotegran.
- Puertas y ventanas: las puertas interiores son de madera, puertas exteriores son de aluminio, y las ventanas de PVC con doble vidrio y persiana.
- Instalaciones: destacar que la instalación eléctrica está conectada a la red de tensión con un servicio de 230 V. La instalación de calefacción y ACS formada por una caldera mixta o instantánea de gasóleo para calefacción, además de los radiadores distribuidos por los distintos espacios de la vivienda.

3.4. Climatología de la ubicación.

El clima en Camposalinas se define como, cálido y templado. Según la clasificación del clima de Köppen-Geiger es un Cfb, este clima tiene como definición la siguiente:

- La primera letra señala que pertenece a un clima C, esto significa que, se caracteriza porque la temperatura media del mes más frío es menor de 18 °C y superior a -3 °C y la del mes más cálido es superior a 10 °C.
- En segundo lugar, indica el régimen de lluvias, en este caso la letra f significa que, las precipitaciones son constantes a lo largo del año, por lo que no podemos destacar un periodo seco.
- La tercera letra indica el comportamiento de las temperaturas, por lo tanto, la letra b señala que, es templado, el verano es suave pues no se alcanzan los 22 °C de media en el mes más cálido y las temperaturas medias superan los 10 °C al menos cuatro meses al año.

Para la toma de datos climatológicos de la zona se han obtenido los datos de la estación meteorológica de La Magdalena que está a unos 11 Km de la zona de estudio, se corresponde a una estación termo-pluviométrica, gracias a esta estación se puede obtener los datos suficientes para este estudio.

3.4.1. Temperatura.

A continuación, se desglosan las temperaturas mínimas y máximas según los distintos meses a lo largo del pasado año.

Mes	Temperatura media mínimas (°C)	Temperatura media máximas (°C)
Enero	2,74	7,63
Febrero	1,04	6,89
Marzo	3,12	13,40
Abril	5,37	16,80
Mayo	4,72	19,09
Junio	8,13	24,25
Julio	10,61	25,94
Agosto	6,68	26,02
Septiembre	11,18	23,33
Octubre	8,51	19,89
Noviembre	3,94	11,05
Diciembre	1.5	9,8

Tabla 3.1.- Temperaturas mínimas y máximas.

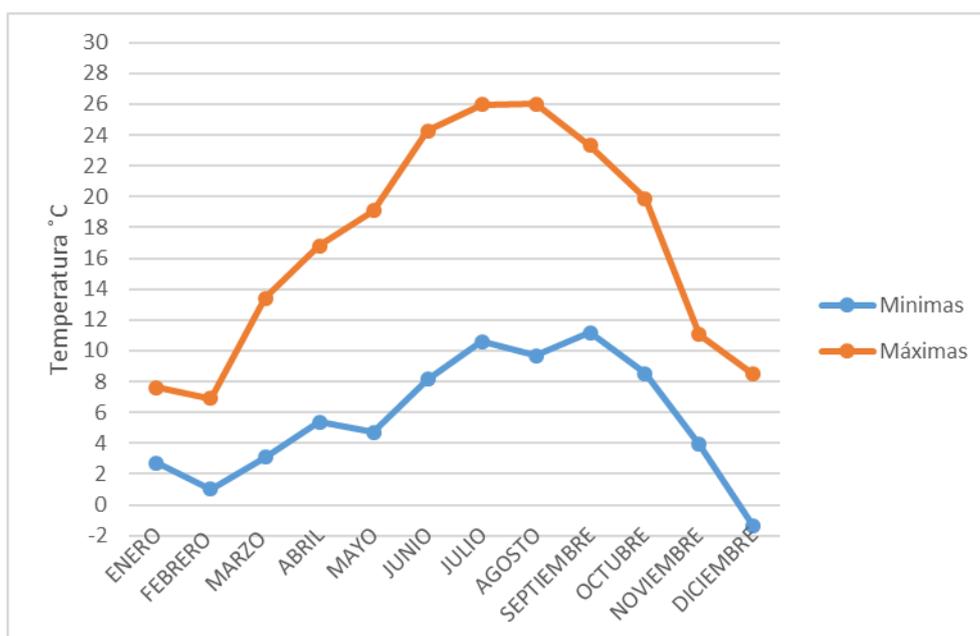


Figura 3.3.- Gráfica de temperaturas mínimas y máximas.

3.4.2. Velocidad del viento.

En la siguiente tabla, se señalan las distintas velocidades mínimas y máximas del viento, de los meses a lo largo del pasado año.

Mes	Velocidad media mínimas (Kmh)	Velocidad media máximas (Kmh)
Enero	6,94	23,39
Febrero	7,46	27,39
Marzo	7,94	20,42
Abril	3,35	21,19
Mayo	2,21	21,90
Junio	0,77	22,26
Julio	1,13	21,13
Agosto	1,34	21,44
Septiembre	0,78	18,93
Octubre	0,91	17,16
Noviembre	2,14	20,42
Diciembre	1,67	16,62

Tabla 3.2.- Velocidades mínimas y máximas.

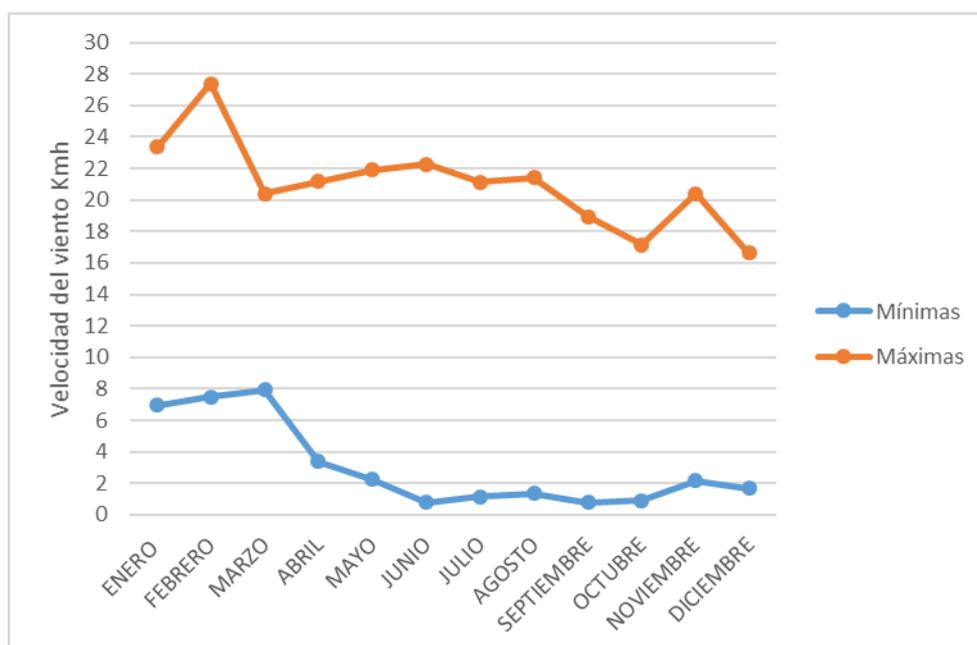


Figura 3.4.- Gráfica de las velocidades mínimas y máximas.

3.4.3. Pluviometría.

A continuación, se señalan los datos de pluviometría media a lo largo de un año.

Pluviometría media mensual (mm)	
Enero	82,90
Febrero	67,80
Marzo	50,50
Abril	57,40
Mayo	63,20
Junio	43,60
Julio	22
Agosto	24
Septiembre	43,20
Octubre	77,30
Noviembre	83,20
Diciembre	78,20
Anual	693,20

Tabla 3.3.- Pluviometría media mensual.

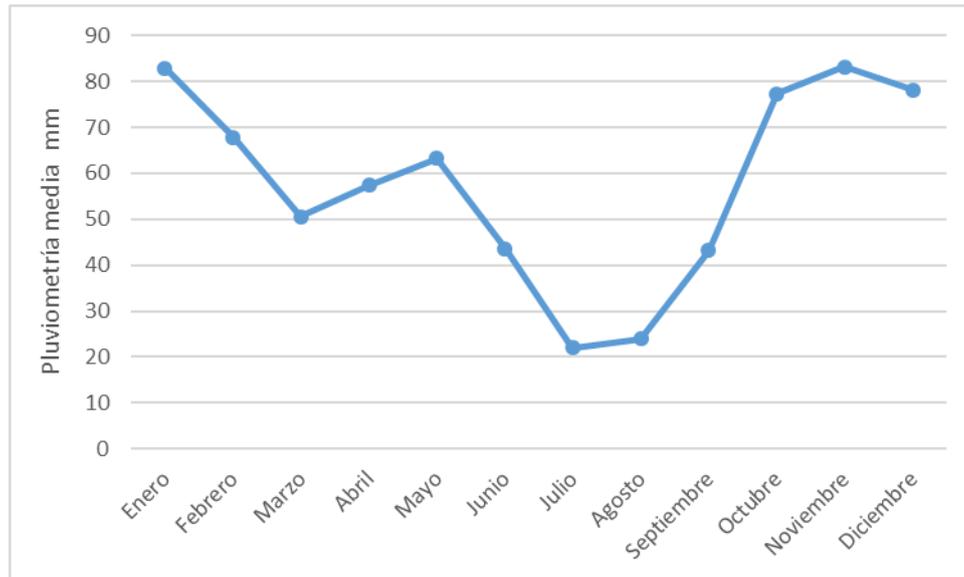


Figura 3.5.- Gráfica de la pluviometría media.

4. Marco normativo.

En este apartado se destacan los principales conceptos de normativa que afectan tanto a la creación de este proyecto como a los aspectos energéticos. A continuación, se muestra la normativa en cuanto a energía eléctrica con autoconsumo, la normativa que afecta a instalaciones solares fotovoltaicas y a sus componentes, la normativa que afecta a las instalaciones de biomasa y a sus elementos y a la normativa que afecta a las condiciones de seguridad.

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, que regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las características de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, que reglamentaba la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. El Código Técnico de la Edificación, es el marco normativo por el que se regulan las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad. Establece dichas exigencias básicas para cada uno de los requisitos básicos de seguridad estructural, seguridad en caso de incendio, seguridad de utilización, higiene, salud y protección del medio ambiente, protección contra el ruido y ahorro de energía y aislamiento térmico, proporciona procedimientos que permiten acreditar su cumplimiento con suficientes garantías técnicas. Se señalan también, las exigencias básicas deben cumplirse en el proyecto, la construcción, el mantenimiento y la conservación de los edificios y sus instalaciones.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica.
- Pliego de condiciones técnicas para instalaciones fotovoltaicas aisladas de la red, publicado por el IDAE.
- Real Decreto 1027/2007 por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). Real Decreto 238/2013, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos laborales.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, establece unas disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el lugar de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, establece las disposiciones mínimas para garantizar una protección adecuada del trabajador/a durante su utilización y desde el punto de vista de la seguridad del producto.
- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, establece los requisitos que deben cumplir los EPI, desde su diseño y fabricación hasta su comercialización, con el fin de garantizar la salud y seguridad de los usuarios.
- Real decreto 1215/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real decreto 71/1992, del Ministerio de Industria, 31/01/1992. Se amplía el ámbito de aplicación del Real Decreto 245/1989, 27/02/1989 y se establecen nuevas especificaciones técnicas de determinados materiales y maquinaria de obra.

5. Alternativas energéticas.

5.1. Energía eólica.

Se puede aprovechar la energía eólica mediante la instalación de aerogeneradores. Para la instalación en una vivienda aislada de la red, se denomina minieólica ya que tienen una potencia inferior a los 100 kW y deben tener un área de barrido que no supere los 200 m². Estas instalaciones se caracterizan porque transforman la energía cinética del viento en electricidad a través de un rotor y un generador eléctrico.

La energía generada a través de estos sistemas permite al usuario una flexibilidad y disponibilidad de energía incluso en aquellos momentos donde no existe generación dado que los sobrantes se pueden almacenar en acumuladores para usarse en un momento posterior.

Este tipo de instalaciones de autoconsumo, normalmente se suelen componer de sistemas híbridos que combinan equipos de energía eólica con equipos de energía solar fotovoltaica.

Cuando se utiliza este tipo de energía de forma aislada, la única diferencia con la conectada a red, es el número de baterías a emplear, ya que si está aislada evidentemente necesita mayor número de baterías.

Las instalaciones de minieólica aisladas permiten la instalación de equipos de diferentes tamaños, son capaces de proporcionar soluciones para todo tipo de necesidades.

Si se trata de instalaciones grandes, el paso principal es hacer un dimensionado correcto de los equipos y disponer de un aerogenerador de minieólica, capaz de generar la mayor cantidad posible de kilovatios, independientemente de su potencia.

A continuación, se muestra el esquema de un sistema aislado de minieólica combinado con solar fotovoltaica.

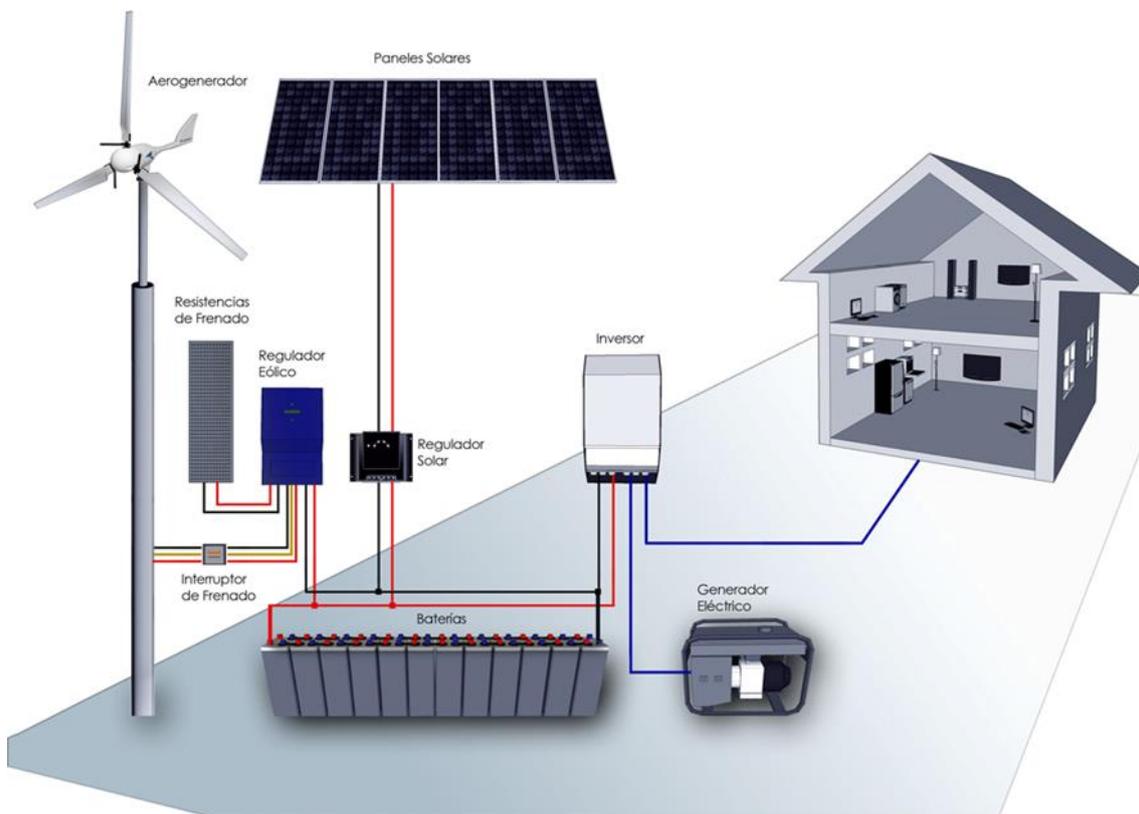


Figura 5.1.- Esquema de un sistema aislado de minieólica.

5.1.1. Tipos de aerogeneradores.

Los tipos de aerogeneradores se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Aerogeneradores eólicos de Eje Horizontal (AEH): en este tipo de aerogeneradores se caracterizan, por tener la hélice del rotor montada sobre un eje horizontal y se orienta según la dirección del viento por medio de una aleta o cola direccional. Los emplazamientos donde más se utilizan este tipo de aerogeneradores son en las instalaciones en espacios abiertos, sin obstáculos y con flujos suaves de viento.
- Aerogeneradores eólicos de Eje vertical (AEV): este tipo destaca porque no necesitan el mecanismo de orientación y el generador eléctrico puede ir dispuesto en el suelo. Este tipo se instalan normalmente en entornos urbanos porque su diseño permite una mayor flexibilidad en la búsqueda del emplazamiento más adecuado, ya que no es necesario que se instalen en la dirección del viento. De estos se destacan tres tipos:
 - Tipo Savonius: Este está formado por dos semicírculos desplazados horizontalmente a una determinada distancia, a

través de la cual se desplaza el aire, por este motivo este desarrolla poca potencia.

- Tipo Windside: Es un sistema similar al rotor Savonius, en vez de la estructura cilíndrica para aprovechamiento del viento, consiste en un perfil alabeado con torsión que asciende por el eje vertical.
- Tipo Giromil: este se destaca por tener un conjunto de palas verticales unidas con dos barras en el eje vertical y ofrece un rango de suministro energético de 10 a 20 Kw.
- Tipo Darrieus: este tipo está formado por dos o tres palas biconvexas unidas al eje vertical por la parte inferior y superior, permite aprovechar el viento dentro de una banda ancha de velocidades. Este tipo tiene el inconveniente, de que no se encienden por si solos y necesitan un rotor Savonius.

5.1.2. Componentes de los aerogeneradores.

Los principales componentes de un aerogenerador de un eje horizontal son los siguientes:

- Torre: estructura de soporte del aerogenerador y mantiene elevadas del suelo las palas de la turbina. Esta suele ser principalmente de acero tubular u hormigón armado. Suele ser de forma tubular con diámetro creciente hacia la base para aportar mayor resistencia y ahorro de material. Normalmente hueca por dentro para poder permitir el acceso a la góndola.
- Rotor: es el conjunto formado por las palas y el buje. En algunos casos pueden contener un sistema que permita girar a las palas sobre sí mismas.
- Pala: es el elemento mecánico que transforma la energía cinética del viento y que la trasmite al buje. Están fabricadas de un material compuesto de matriz polimérica con un refuerzo de fibras de vidrio o carbono para dar mayor resistencia.
- Buje: es el sistema de transmisión mecánica que transmite el movimiento de la pala al generador para transformar el movimiento de rotación en energía eléctrica.
- Góndola: sirve para el alojamiento de los elementos mecánicos y eléctricos, se podría decir que es la sala de máquinas del aerogenerador. Dentro de ella se encuentran la caja de cambios, el eje principal, los sistemas de control, el generador, los frenos y los mecanismos de giro de la góndola ya que ésta puede girar en torno a la torre para poner a la turbina encarada al viento, y eje principal es el encargado de transmitir el par de giro a la caja de cambios.
- Caja de cambios: su función es igualar la velocidad de giro del eje principal a la que necesita el generador.

- Generador eléctrico: está acoplado al rotor y convierte la energía mecánica en eléctrica en frecuencia y tensión variable. Existen tres tipos de turbinas, que varían únicamente en el comportamiento que tiene el generador cuando el molino se encuentra en condiciones por encima de las nominales para evitar sobrecargas. Prácticamente todas las turbinas utilizan uno de estos tres sistemas, que son: generador de inducción de jaula de ardilla, generador de inducción bifásico y generador síncrono.
- Convertidor corriente alterna/corriente continua y regulador de carga: permite el almacenamiento de la energía, para utilizarla posteriormente cuando sea necesario.
- Sistema de control y frenado: gracias a la información que suministra la veleta y el anemómetro colocados encima de la góndola, el sistema de control permite orientar el molino y las palas de forma que la generación se optimice lo máximo posible. El sistema de frenado permite parar el molino en situaciones de mantenimiento o emergencia.

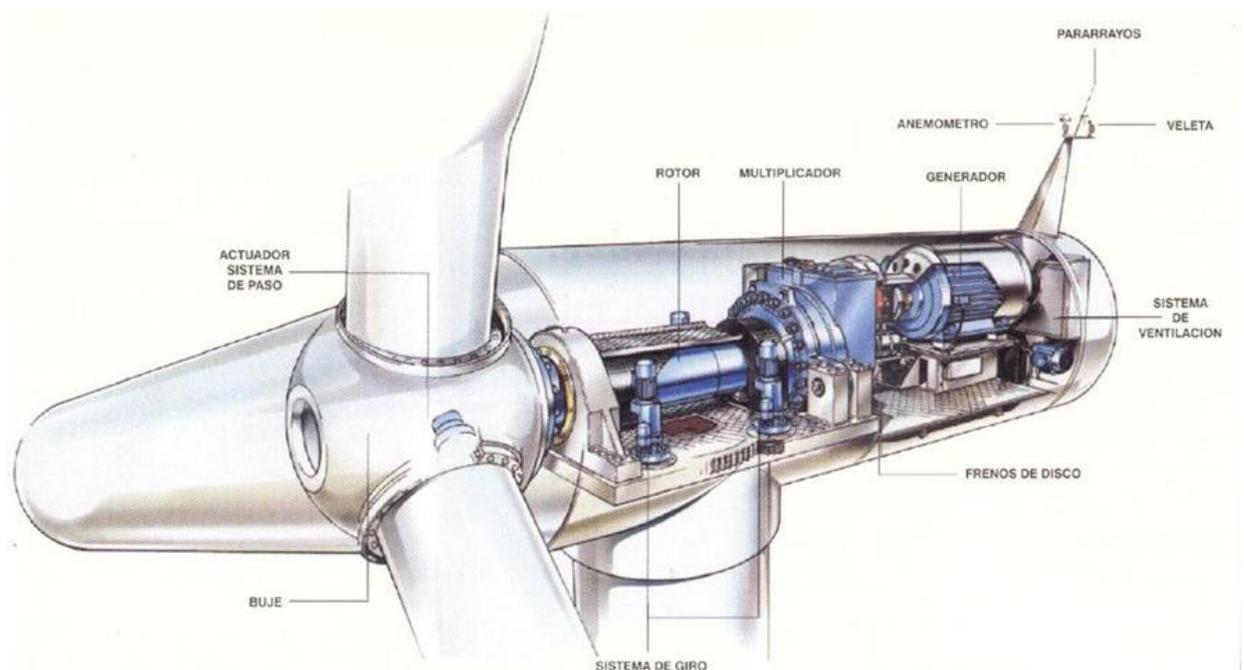


Figura 5.2.- Componentes del aerogenerador.

5.1.3. Ventajas y desventajas de una instalación eólica.

Las principales ventajas de una instalación de minieólica, son las siguientes:

- Proviene de una fuente inagotable de energía.
- Pertenece a una fuente renovable.
- Reduce el uso de combustibles fósiles.
- Es una de las energías más económicas que existen en el panorama nacional.
- El sistema mini-eólico para autoconsumo resulta bastante rentable, ya que en toda España existen buenas condiciones climatológicas para ello.
- Es una energía no contaminante. No produce gases tóxicos ni contribuye al efecto invernadero. Tampoco produce ningún tipo de alteración en acuíferos ni ningún tipo de contaminación en estos.
- Requiere un bajo mantenimiento.
- Apenas se producen residuos en el mantenimiento de los aerogeneradores.
- Es posible utilizar generadores eólicos que funcionan en conjunto con un sistema de acumulación o con sistemas híbridos, como son los paneles fotovoltaicos y los generadores.
- Las instalaciones son fácilmente reversibles, ya que este tipo de instalaciones no dejan ningún tipo de residuo. Debido a que todos los componentes que forman las instalaciones se puede eliminar.

Las principales desventajas que se pueden señalar, son:

- Impacto sobre los seres vivos, ya que pueden afectar a la vida y costumbres de los animales de la zona, en especial a las aves.
- Impacto acústico, el origen del ruido proviene fundamentalmente del generador y del multiplicador.
- Impacto visual, aunque en las instalaciones de minieólica el impacto es menor.

5.2. Energía solar.

Se basa en el aprovechamiento de la energía directamente del sol, gracias a los avances de la tecnología podemos transformar esta energía consiguiendo mayores rendimientos y un amplio abanico de posibilidades en su uso.

Los principales subgrupos que podemos hacer de la energía solar y según las tecnologías empleadas son las siguientes:

- Energía solar activa: se puede utilizar para el uso de baja temperatura, entre 35 °C y 60 °C, en este caso su principal uso es en viviendas. Con este sistema también

se pueden conseguir temperaturas que pueden alcanzar los 300 °C; y hasta llegar a alcanzar los 2000 °C. Esto se consigue gracias a que los rayos solares inciden en los espejos, y estos van dirigidos a un reflector que los dirige a un punto concreto. También se pueden encontrar en centrales de torre y en espejos parabólicos.

- Energía solar pasiva: este tipo da nombre a la que aprovecha el calor del sol sin necesidad de emplear mecanismos o sistemas mecánicos.
- Energía solar térmica: es una de las más usadas y de la que mayor rendimiento se obtiene. Es usada principalmente para producir ACS y para calefacción.
- Energía solar fotovoltaica: es usada para producir electricidad mediante placas de semiconductores que se alteran con la radiación solar.
- Energía termosolar de concentración: es usada para producir electricidad mediante un ciclo termodinámico convencional a partir de un fluido calentado a alta temperatura.
- Energía solar híbrida: funciona combinando la energía solar con otro tipo de energía.
- Energía eólico solar: Funciona con el aire calentado por el sol, el cual asciende por una chimenea donde se encuentran los generadores.

5.2.1. Energía solar térmica.

Este tipo de energía se basa en el aprovechamiento de la energía del sol para producir calor ya que esta se puede aprovechar para la generación de ACS, la producción de agua caliente para calefacción, para producir energía mecánica y a partir de ella energía eléctrica. La instalación solar térmica está formada por un conjunto de componentes cuyas funciones principales es la de: captar la radiación solar, transformación directamente en energía térmica cediéndola a un fluido y por último almacenar dicha energía térmica de forma eficiente.

5.2.1.1. Componentes del sistema solar térmico.

Los principales componentes en este tipo de instalaciones, son los siguientes:

- Sistema de captación: está formado por los captadores solares, que son los encargados de la transformación de la radiación solar incidente en energía térmica de manera que se caliente el fluido que circula a través de ellos. Los tipos de captadores los podemos diferenciar por el rango de temperaturas y se clasifican de la siguiente manera:
 - Captadores solares de baja temperatura: la temperatura a la que trabajan es inferior a 100 °C. Se utilizan para instalaciones de producción de ACS.

Se caracterizan por tener cerramiento o cubierta de vidrio, ya sea planos o de vacío.

- Captadores para aplicaciones de media temperatura, estos oscilan entre 100 °C y 400 °C, y de alta temperatura, dentro de estos tipos se diferencian varios modelos:
 - Captadores cilindro-parabólicos: que está formado por un espejo de sección parabólica, en el que se refleja la radiación solar directa concentrándola sobre un tubo receptor, por el que circula el fluido, colocado en la línea focal de la parábola, pudiendo acoplarse linealmente con otros captadores.
 - Captadores tipo Fresnel: son similares a los anteriores. Los rayos solares inciden sobre una superficie reflectora que refleja el rayo hacia un absorbedor situado en un plano diferente al de reflexión.

Este sistema está formado por:

- Colector solar: es el encargado de recibir la radiación solar, captarla y convertirla en energía calorífica. Funciona mediante el principio de efecto invernadero de modo que el calor queda encerrado dentro de la caja. La radiación que ha travesado la cubierta y llega a la placa captadora, una parte es reflejada hacia la cubierta transparente con una longitud de onda para la cual esta es opaca, por ello se consigue retener la radiación en el interior. Debe soportar las adversidades climatológicas. Está formado por los siguientes componentes:
 - La cubierta: tiene un tratamiento antirreflectante sobre la superficie exterior para disminuir las pérdidas por reflexión de los rayos solares incidentes, también en el interior tiene un tratamiento sobre la superficie interior para que se refleje la radiación.
 - Absorbedor: recibe la radiación la transforma en calor y la transmite el fluido.
 - Fluido caloportador: pasa a través del absorbedor y transfiere a otra parte del sistema la energía térmica absorbida. Los principales fluidos que se utilizan son, agua natural, agua con adición de anticongelante, líquidos orgánicos sintéticos, derivados del petróleo y aceites de silicona.
- Sistema de acumulación: formado por uno o varios depósitos que almacenan el agua caliente hasta que se requiere su uso. En estos depósitos se consiguen

temperaturas más altas en la parte superior, estando la parte superior y la parte inferior las temperaturas de la red. La acumulación se puede realizar de forma vertical o de forma horizontal. El calentamiento del agua se realiza mediante intercambiadores de calor, que pueden ser exteriores o estar incorporados en el interior de estos depósitos, dando lugar a dos tipos principales:

- Depósito sin intercambiador incorporado: en este tipo, el calentamiento del agua acumulada se produce en el exterior del depósito, mediante su recirculación a través de un intercambiador de calor externo.
- Depósito con intercambiador incorporado o interacumulador: en este tipo, el calentamiento y la acumulación del agua se producen en el mismo depósito ya que incorpora su propio intercambiador. De esta clase acumulador se pueden destacar dos tipos:
 - Interacumulador de doble pared: depósito que tiene incorporado un intercambiador de calor está constituido por una doble envolvente que rodea el depósito, dentro de la cual circula el fluido del circuito primario.
 - Interacumulador de serpentín: tiene incorporado un intercambiador de calor está formado por un tubo curvado en espiral o serpentín, por el interior del cual circula el fluido del circuito primario. Algunos depósitos pueden estar compuestos por más de un serpentín de calentamiento.
- Circuito hidráulico: su función es la de conducir los fluidos es el que está formado por, tuberías, bombas, válvulas, manómetros, termómetros.
- Sistema de intercambio: es el cual realiza la transferencia de energía térmica captada en el circuito de captadores al agua caliente que se consume. Los intercambiadores los podemos clasificar de varias maneras:
 - Según la posición en la instalación que pueden ser interiores o exteriores.
 - Según la su construcción que pueden ser: de serpentín helicoidal, haz tubular, doble envolvente y de placas.
 - Según el régimen de funcionamiento, que pueden ser de termosifón y forzados mediante bomba.
- Sistema de regulación y control: asegura el correcto funcionamiento del equipo y sacando el máximo rendimiento de la instalación, hay que tener cuidado con los riesgos de congelaciones actuando de manera segura y protegiendo al equipo de sobrecalentamientos. Estos están formados por, sensores, termostatos,

reguladores proporcionales, relés y contactores. Las funciones del sistema de regulación y control, deben cumplir los detalles del apartado 3.3.7, Sistema de control, del CTE.

5.2.1.2. *Ventajas y desventajas de la instalación solar térmica.*

Las principales ventajas de este tipo de instalaciones, son las siguientes:

- Viene de un recurso inagotable de energía.
- Se emplea un recurso renovable.
- Este tipo permite reducir el consumo de combustibles fósiles.
- No desprende gases contaminantes. Tampoco produce ningún tipo de contaminación en los acuíferos.
- No provoca impactos sobre el suelo donde se colocan.
- Esta instalación no necesita prácticamente mantenimiento.
- Permite el ahorro tanto en electricidad como en ACS.
- En estas instalaciones no existen ruidos incorporados.

Las desventajas, son:

- Fuerte inversión inicial, aunque para una vivienda unifamiliar se suele recuperar en torno a los 5 o 7 años.
- En muchas ocasiones para completar la conversión de energía se deben acoplar otros componentes.
- Algunos de los procesos asociados a la fabricación de los paneles producen trifluoruro de nitrógeno y hexafluoruro de azufre, que son de los gases más potentes de efecto invernadero.
- Algunas de las células del panel son fabricadas con materias primas que son caras y escasas en la naturaleza.

5.2. *Energía geotérmica.*

La energía geotérmica es una fuente de energía renovable y se encuentra almacenada bajo la superficie terrestre en forma de calor, está ligada a los volcanes, aguas termales, fumarolas y géiseres. Según el tipo de recursos y las temperaturas que puedan alcanzar se pueden aprovechar de distintas maneras. Si son de alta temperatura son superiores a los 150 °C se usa principalmente para la producción de electricidad. De media temperatura si se encuentran entre 100 °C y 150 °C se usa para la generación eléctrica en ciclos binarios y uso térmico en procesos industriales y climatización. De baja temperatura entre 30 °C y 100 °C se usa para procesos industriales y climatización. De

muy baja temperatura con menos de 30 °C se utiliza para climatización con bomba de calor geotérmica.

La situación de los recursos geotérmicos en España, se muestran a continuación en la siguiente figura.

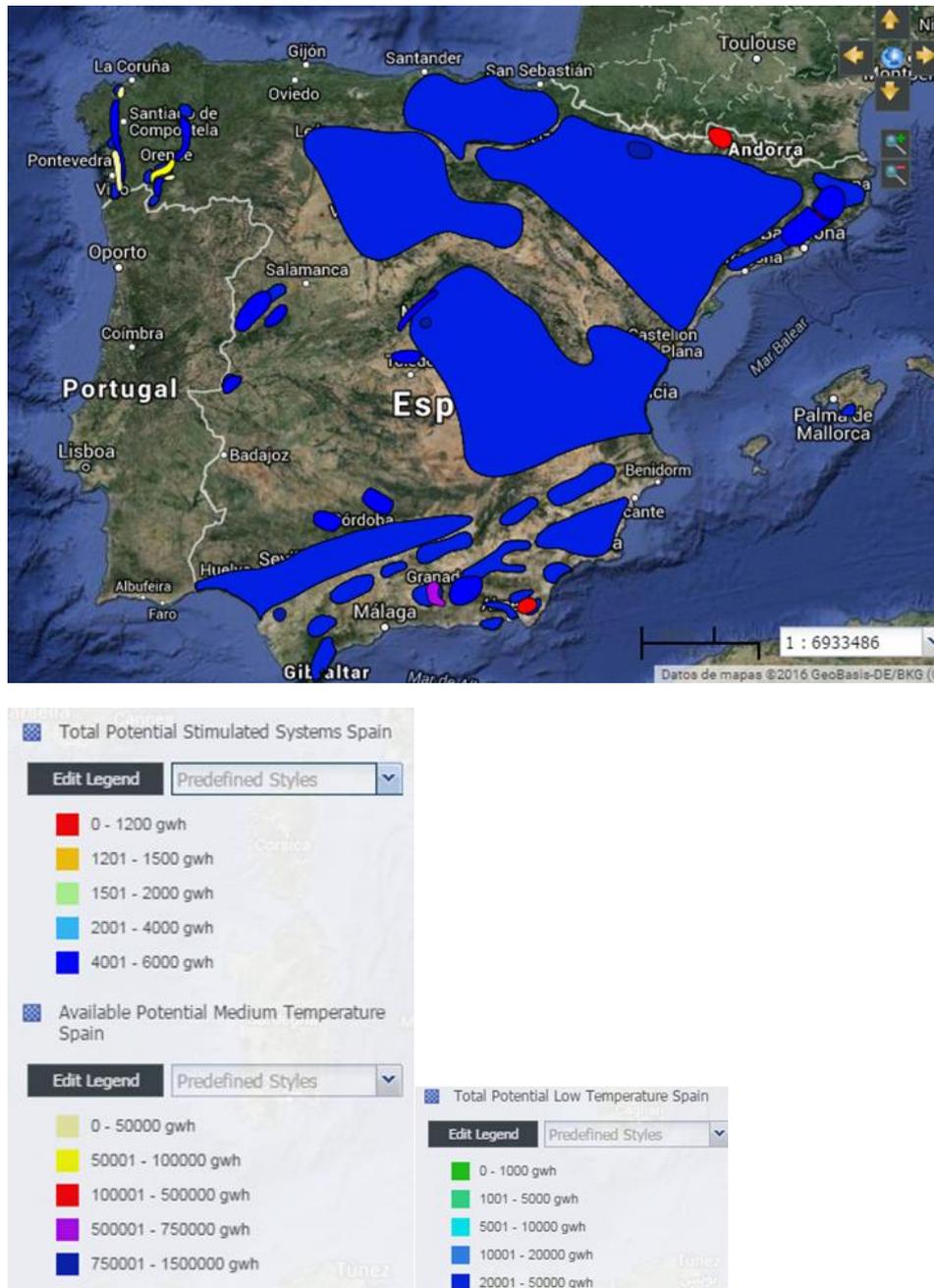


Figura 5.3.- Recursos geotérmicos en España.

5.2.1. Instalaciones geotérmicas.

El principal componente de una instalación geotérmica, es la bomba de calor, la cual su funcionamiento se basa en el aprovechamiento de las temperaturas del subsuelo, de manera que la bomba de calor intercambia calor o frío con el terreno a través de un conjunto de tuberías enterradas en el subsuelo por las que circula mediante un circuito cerrado, estas son las encargadas de transportar el calor desde el terreno a la bomba cuando se trata de calefacción o de transportarlo desde la bomba de calor al terreno cuando es para refrigeración.

Las colocaciones más habituales de esta bomba en una instalación geotérmica se pueden realizar de tres formas diferentes:

- Vertical: el intercambiador se coloca de manera vertical a profundidades entre 80 y 120 m, funciona mediante un sistema hidráulico que es el que se encarga de realizar el intercambio de calor con el subsuelo. Este sistema no requiere superficies de captación tan grandes como en el sistema de captación horizontal, pero se necesita una mayor especialización en la ejecución del captador en vertical.



Figura 5.4.- Instalación geotérmica vertical.

- Horizontal: el intercambiador se coloca de manera horizontal a profundidades entre 1,5 y 2 m. Con esta instalación se necesita mucha más superficie de captación. Es la más adecuada para climatizar edificios con una superficie de terreno amplia. Este tipo de instalación es más sencilla y de menor coste económico.

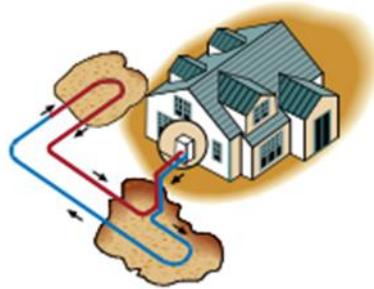


Figura 5.5.- Instalación geotérmica horizontal.

- Bucle abierto: se colocan en las zonas donde existen aguas subterráneas en las cuales se establece un bucle en torno a ellas, funciona generalmente con un pozo de extracción y un pozo de inyección. Es la solución más barata, pero se requiere la presencia de corrientes de agua subterránea cerca de la instalación.

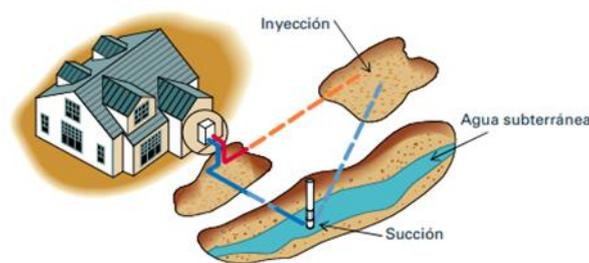


Figura 5.6.- Instalación geotérmica bucle abierto.

Los principales elementos de una bomba de calor son el compresor, la válvula de expansión, el condensador, el evaporador y la válvula inversora, esta última es la que hace que se invierta el ciclo y funcionar en modo frío o modo calor. Funciona de la siguiente manera, en el evaporador la temperatura del refrigerante es más fría que la temperatura de la fuente de calor, de esta forma el calor fluye de la fuente de refrigerante creando la evaporación de este. El refrigerante sale del evaporador en forma de vapor y se comprime en el compresor elevando la presión y la temperatura, para ceder su calor al medio del condensador. Por último, el refrigerante a la salida del condensador se expande por medio de una válvula de expansión hasta alcanzar la presión y temperatura del evaporador, empezando de nuevo el ciclo y así sucesivamente.

A continuación, se muestra el ciclo de funcionamiento tanto para refrigeración como para calefacción.

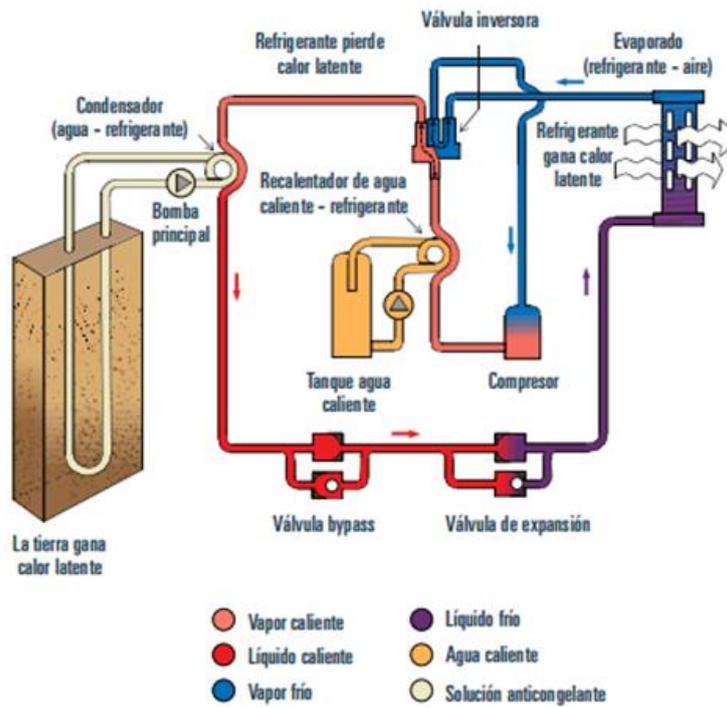


Figura 5.7.- Instalación geotérmica de refrigeración.

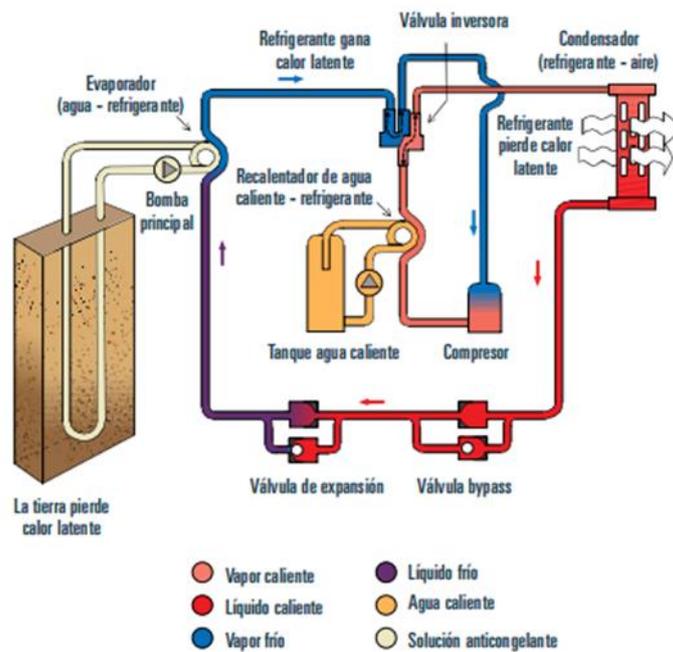


Figura 5.8.- Instalación geotérmica de calefacción.

5.2.2. Ventajas y desventajas de una instalación geotérmica.

Las principales ventajas de una instalación geotérmica, que se pueden destacar son las siguientes:

- Proviene de una energía renovable.
- Pertenece a una fuente inagotable.
- Es una energía no contaminante, ya que no produce gases tóxicos.
- No depende de los agentes climatológicos.
- Permite reducir el uso de combustibles fósiles.
- Ahorro energético, ya que el ahorro puede llegar hasta un 70% respecto a las calderas de otros combustibles.
- Conllevan un bajo coste de mantenimiento y los componentes tienen una elevada vida útil.

Las desventajas de este tipo de instalación, son:

- Su accesibilidad está disponible en lugares determinados.
- Necesidad de superficie disponible de terreno, provoca impacto sobre el suelo donde se coloca la instalación.
- Una instalación de energía geotérmica puede generar un deterioro en las zonas con vegetación.
- En algunas ocasiones, se puede producir contaminación térmica o se puede producir contaminación de aguas cercanas a la zona.
- Costes iniciales elevados, ya que es necesario hacer una exploración del terreno y la posterior realización de los sondeos.

5.3. Energía aerotermia.

La aerotermia se basa en el aprovechamiento de la energía contenida en el aire que nos rodea. Las instalaciones están diseñadas para obtener la máxima energía del aire exterior en condiciones climáticas muy severas. Además, poseen un compresor que permite alcanzar temperaturas de trabajo por encima de 60 °C. Se utilizan básicamente para sistemas de calefacción y para la producción de ACS.

La instalación aerotérmica está formada principalmente por una bomba de calor y un acumulador. El funcionamiento de esta instalación es la siguiente, el aire del exterior es aspirado hacia el interior de la bomba de calor mediante un ventilador, al pasar por el evaporador el aire aspirado cede su calor donde pierde en torno a 10 °C y después es expulsado. El fluido refrigerante pasa a través del evaporador y absorbe el calor extraído

del aire, este proceso hace que el refrigerante cambie de estado evaporizando a presión y temperaturas estables. Este gas refrigerante pasa por el compresor donde el aumento de presión conlleva a un aumento de temperatura, alcanzando el estado de vapor sobrecalentado. En el condensador el refrigerante cede su calor al agua almacenada en el acumulador, este proceso hace que el refrigerante pase del estado de vapor sobrecalentado a estado líquido, condensa a presión constante, pero pierde gran cantidad de temperatura. El líquido refrigerante pasa por una válvula de expansión, donde pierde la temperatura y la presión y vuelve a las condiciones iniciales, el ciclo vuelve a empezar y así sucesivamente.

A continuación, se muestra el esquema del proceso de funcionamiento.

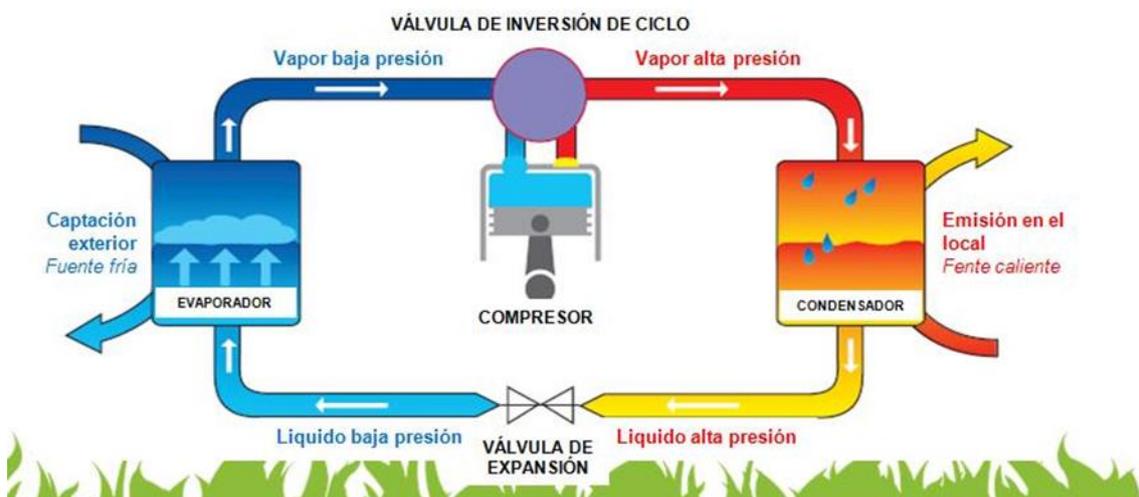


Figura 5.9.- Esquema de funcionamiento de instalación aerotérmica.

5.3.1. Ventajas y desventajas de una instalación aerotérmica.

Las principales ventajas de este tipo de energía, son las siguientes:

- Proviene de una energía no contaminante.
- Reduce el uso de combustibles fósiles.
- Es una energía no contaminante, no produce gases tóxicos, no contribuye a la formación de gases de efecto invernadero. Tampoco produce ningún tipo de alteración en acuíferos.
- La instalación y puesta en marcha es muy sencilla.
- Excelente aprovechamiento energético.
- El mantenimiento es muy reducido.
- Permite ahorro en los sistemas de calefacción y en ACS.
- Permite el funcionamiento con refrigeración.

Las desventajas, son:

- Su rendimiento baja considerablemente con temperaturas extremas, por debajo de $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Provoca impacto visual, en el caso de que la instalación sea exterior.
- La sala de calderas requiere más espacio que en las instalaciones convencionales.
- Requiere de una fuerte inversión inicial.

5.4. Cogeneración.

La cogeneración es el procedimiento por el cual en la generación de energía se genera simultáneamente electricidad y calor. Es un sistema altamente eficiente, ya que el calor que es producido durante el proceso de generación de la electricidad se aprovecha.

Los sistemas de cogeneración se clasifican según su potencia eléctrica en:

- Microcogeneración, hasta 50 kW.
- Cogeneración a pequeña escala, mayor de 50kW e inferior a 1MW.
- Cogeneración, mayor de 1 MW.

Para la microcogeneración que sería la empleada en una vivienda unifamiliar, su rendimiento es alto y permite obtener elevados ahorros económicos en el consumo de energía.

Esquema de funcionamiento de microcogeneración en el hogar.

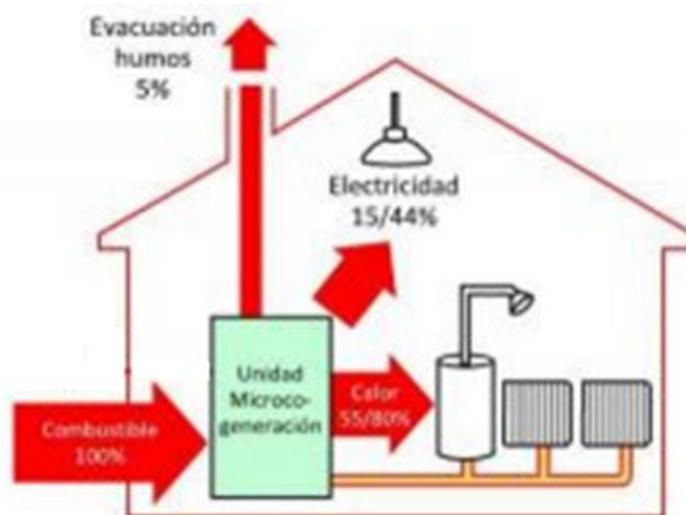


Figura 5.10.- esquema de funcionamiento de microgeneración.

5.4.1. Equipos de microgeneración.

Normalmente en la microgeneración se utiliza, con gas natural. Existen diferentes equipos de microgeneración, los más habituales son:

- Microcogeneración con motor de combustión interna: la energía eléctrica y térmica la genera el motor a partir de un combustible. La energía eléctrica, se genera gracias al conjunto de movimientos del motor y la presencia de un alternador. La energía térmica, se obtiene a partir de los gases de escape y del agua de refrigeración del mismo motor. La energía térmica se utiliza para la producción de agua caliente tanto para calefacción y para ACS. Este sistema se suele utilizar en, bloques de viviendas con calefacción central o también para edificios del sector terciario.
- Microcogeneración con motor Stirling: este tipo de equipo funciona con un quemador de gas natural, que calienta el helio que se encuentra dentro del motor, herméticamente cerrado. Por lo que este gas, se contrae y se dilata, esto genera el movimiento de un pistón. Los humos procedentes del quemador, pasan por un intercambiador de calor para generar agua caliente. Este tipo se utiliza en viviendas unifamiliares especialmente en lugares fríos donde la demanda de calor es alta.
- Microcogeneración con microturbina: Este equipo incorpora una micro-turbina que es la que convierte la energía química del combustible en energía térmica y eléctrica, de la misma manera que en el equipo de combustión interna. Pero se pueden alcanzar temperaturas de 300 °C. Este tipo de equipos se suelen utilizar en instalaciones de hospitales, edificios industriales y de District Heating.
- Microcogeneración mediante pilas de combustible: este equipo funciona mediante una pila de combustible, que puede generar electricidad y energía térmica, a partir principalmente de gas natural o si está disponible de hidrógeno, este equipo utiliza la electrolisis inversa, gracias a un proceso químico y utilizando unas celdas catódicas y anódicas, se genera corriente continua y agua caliente como sub-producto. Pero este tipo de equipos tienen un coste de inversión muy alto.

La energía térmica que se genera en el equipo de microcogeneración, también se puede utilizar para proporcionar frío, esto se denomina trigeneración, se debe utilizar para alimentar a una máquina de absorción que es la que lo genera.

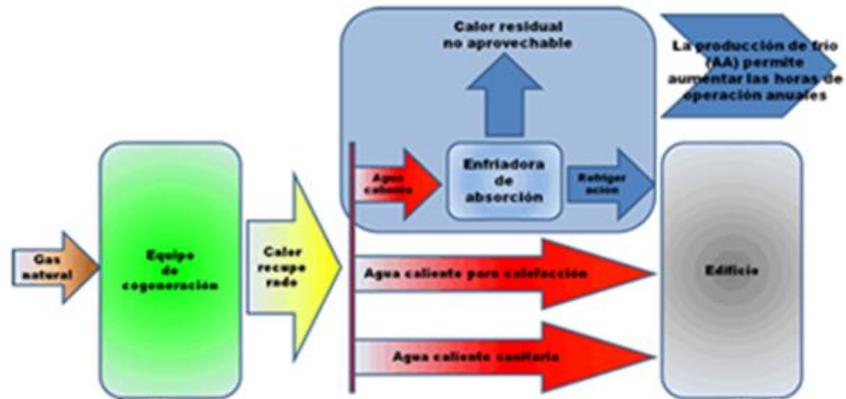


Figura 5.11.- Esquema trigeneración.

5.4.2. Ventajas y desventajas de la cogeneración.

Las principales ventajas que se pueden destacar de la cogeneración, son:

- Elevado ahorro económico, ya que este tipo de instalaciones se optimizan al máximo.
- Se reducen las pérdidas en la red de transmisión y distribución de electricidad.
- Se utilizan combustibles más limpios, por lo que se reducen las emisiones de CO₂ y las emisiones de gases tóxicos. Tampoco produce ningún tipo de contaminación en los acuíferos.
- Permite el funcionamiento con refrigeración.

Las principales desventajas de la cogeneración, son:

- Requiere una fuerte inversión inicial.
- Aumenta el consumo de combustibles.
- Esta instalación requiere un mayor mantenimiento.

5.5. Sistemas radiantes.

Es un sistema de climatización, se puede usar en suelo, paredes o techo. Funciona creando un entramado de tuberías en la superficie radiante, quedan embebidos en el suelo, en la pared o en el techo. Por estas tuberías circula agua, a la temperatura adecuada ya sea para calefactar o para refrigerar.

Los principales componentes de un sistema radiante, son los siguientes:

- Panel de aislamiento: se coloca sobre el suelo, pared o techo de la vivienda. Este va colocado directamente sobre el forjado, si se trata sobre la pared se coloca

sobre el tabique y encima de este se colocan las tuberías. Se pueden destacar los siguientes:

- Paneles rígidos moldeados: normalmente suele ser de poliestireno expandido de alta densidad. Estos están preparados para encajar las tuberías.
- Paneles de rollo o mantas: suele ser de poliestireno expandido de alta densidad, se suelen poner capas de materiales plásticos para evitar el deterioro. En algunos casos suelen incluir accesorios para facilitar la colocación de las tuberías.
- Banda perimetral: suele ser una cinta de material poroso, evita las pérdidas de calor por puente térmico.
- Tuberías: normalmente suele ser de polietileno de alta densidad reticulado, se debe tener en cuenta el diámetro y espesor de este.
- Colectores de ida y de vuelta: son accesorios que se colocan en una caja de registro y son los encargados de distribuir el agua por el circuito de las tuberías. Los sistemas de colectores permiten regular la temperatura en cada una de las estancias.
- Válvulas termostatables: permite realizar el cierre total o parcial de cada uno de los elementos de forma independiente.
- Bomba: es la encargada de circular el agua por las tuberías y garantizar la velocidad de circulación.
- Sensores de temperatura: se colocan en las estancias de la vivienda y regulan la temperatura de las mismas.

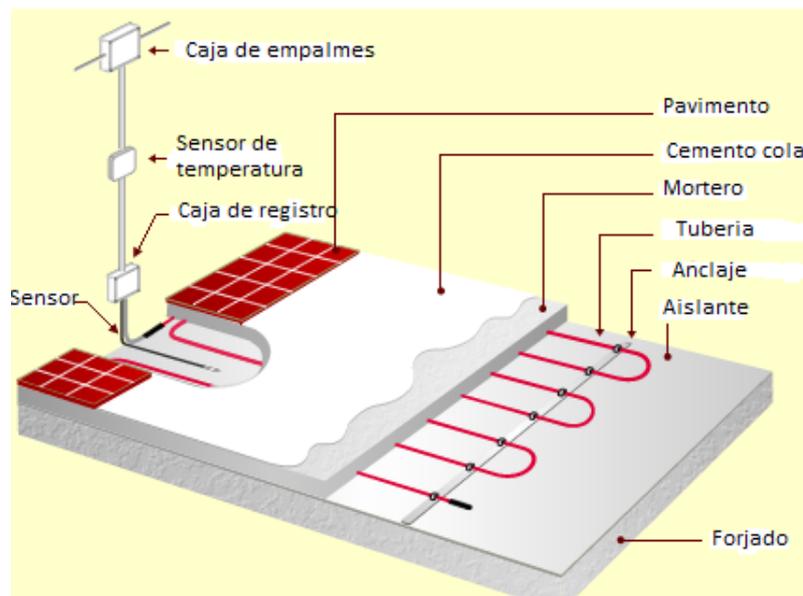


Figura 5.12.- Esquema de componentes del suelo radiante.

5.5.1. Ventajas y desventajas de los sistemas radiantes.

Las principales ventajas de los sistemas radiantes, se destacan las siguientes:

- Es un sistema que produce movimientos reducidos de aire.
- Distribución homogénea de la temperatura.
- Mejora la estética en la vivienda y permite ahorrar espacio.
- Trabaja con temperaturas más bajas que los sistemas convencionales.
- Se puede adaptar a cualquier tipo de instalación.
- Estos sistemas tienen un bajo mantenimiento.
- No provoca ruidos adicionales.
- Se produce un ahorro frente a los sistemas convencionales.
- Más saludable, ya que no produce corrientes de aire y reduce los niveles de polvo.
- Se puede utilizar tanto para calefacción como para refrigeración.

Las desventajas que se pueden destacar de este tipo de sistemas, son:

- Requiere grandes reformas en la vivienda.
- Requiere una alta inversión inicial.
- Los tiempos de calentamiento y enfriamiento son más largos que en otros sistemas de calefacción o de refrigeración.

5.6. Sistemas de recogida de aguas pluviales.

La recogida de agua pluvial radica en filtrar el agua procedente de lluvia captada en una superficie determinada, normalmente en el tejado o en la azotea, y posteriormente se almacena en un depósito. Después el agua tratada se distribuye a lo largo de un circuito hidráulico, este circuito es independiente de la red de agua potable. Este sistema permite el ahorro en agua potable en determinadas aplicaciones

5.6.1. Componentes de la instalación de recogida de aguas pluviales.

Los elementos principales de esta instalación, son:

- Superficie de captación y conducciones: la superficie de captación se considera a las superficies que no sean transitables. Las conducciones pueden estar colocadas tanto en el interior como en el exterior.

- Filtro: se coloca antes de que el agua entre en el depósito de recogida, para que la suciedad no entre en este. El filtro debe ser dimensionado en función del caudal que puede atravesar. El filtro debe disponer de un registro para poder hacer limpiezas periódicas y conectado a la red de desagüe. Se pueden señalar tres tipos en función de su ubicación, pueden ser:
 - Filtro para la instalación en bajantes.
 - Filtro para la instalación en las cisternas.
 - Filtros para la instalación individual en arquetas, enterradas o en superficie.
- Depósito: donde se almacena el agua recogida de la cubierta. Estos se eligen en función de la vivienda y depende si la vivienda está construida o de nueva construcción, también en función de la superficie de la cubierta y de la pluviometría de la ubicación.
- Bomba: es la encargada de distribuir el agua a través de todo el circuito de la instalación.
- Sistema de control: está formado por una válvula magnética que regula el abastecimiento en épocas de escasez de agua pluvial. Este nos informara de la reserva de agua en el depósito.
- Interruptor de nivel: es el encargado de accionar la válvula magnética.
- Sifón de descarga: es el encargado de evitar pérdidas en el caso de que el deposito se sobrecargue.



Figura 5.13.- Esquema de instalación de recogida de aguas pluviales.

5.6.2. Ventajas y desventajas de una instalación de recogida de aguas pluviales.

Las principales ventajas que se destacan en esta instalación, son las siguientes:

- Es un recurso gratuito y ecológico.
- El agua que se recoge es bastante limpia.
- Reduce el consumo en ACS y reduce el consumo en el agua emplea para regar distintas zonas de la vivienda.
- No conlleva la realización de instalaciones complicadas.
- El mantenimiento de la instalación es reducido.

Las desventajas que se pueden destacar de esta instalación, son:

- Defectos en la presión de la red y puede provocar pérdidas de confort.
- La presencia de arenas en el agua puede provocar obstrucciones en el circuito.
- Impacto sobre el terreno donde se coloque el depósito.

6. Solución adoptada.

6.1. Energía solar fotovoltaica.

La energía solar fotovoltaica es una forma de obtención de energía eléctrica a partir de un dispositivo semiconductor denominado panel o módulo fotovoltaico, este al recibir la radiación del sol provoca el denominado efecto fotovoltaico. Este efecto se consigue gracias al material de la célula que forma el panel que debe ser especialmente sensible a la radiación comprendida entre las 0,35 μm y las 3 μm de longitud de onda, esta célula se concibe como un diodo especialmente diseñado para aprovechar la radiación con la mayor eficiencia. Esto genera a partir de unos dispositivos, corriente continua y esta a su vez puede transformarse en corriente alterna. Esta electricidad generada se almacena en baterías, ya que es necesario para poder cubrir la demanda fuera de horario solar.

A continuación, se muestra el esquema de una instalación fotovoltaica aislada.

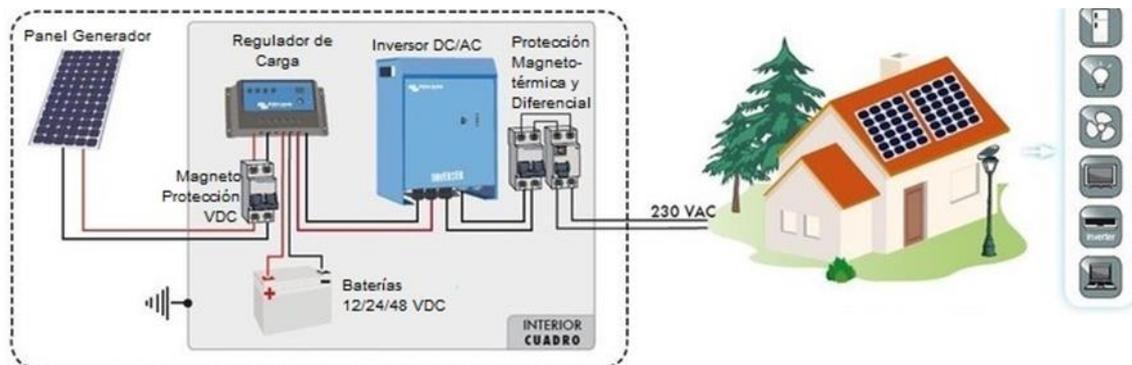


Figura 6.1.- Esquema de la instalación fotovoltaica aislada.

6.1.1. Componentes de una instalación fotovoltaica.

Los principales elementos que forman una instalación fotovoltaica son los siguientes:

6.1.1.1. Módulo fotovoltaico.

Es el componente que está formado por un conjunto de células fotovoltaicas que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

Estas células fotovoltaicas, son dispositivos electrónicos que permiten absorber fotones de luz y emitir electrones. Cuando estos electrones libres son capturados, el resultado es una corriente eléctrica que puede ser utilizada como electricidad. El principio básico de este funcionamiento es el siguiente, se trata de un semiconductor expuesto a la luz, un fotón de energía arranca un electrón, creando así un hueco en el átomo excitado. Normalmente, el electrón encuentra rápidamente otro hueco para volver a llenarlo, y la energía que proporciona el fotón, se disipa en forma de calor. Lo que hace la célula fotovoltaica es obligar a los electrones y a los llamados huecos a avanzar hacia el lado opuesto del material en lugar de simplemente recombinarse en él, y así se producirá una diferencia de potencial y por lo tanto eso lleva a que produzca tensión entre las dos partes del material.

La fabricación de este componente se produce de la siguiente forma: actualmente, en la fabricación de células fotovoltaicas el material más usado es el silicio. Se obtiene por la reducción de la sílice, compuesto que podemos encontrar más abundante, en la arena o en el cuarzo.

El primer paso es la producción de silicio metalúrgico, puro al 98%, obtenido de las piedras de cuarzo. El silicio se purifica mediante procedimientos químicos, concretamente el lavado y decapado, empleando con frecuencia destilaciones de compuestos clorados de silicio, hasta que la concentración de impurezas sea inferior a los 0,2 partes por millón. Así se obtiene el silicio semiconductor con un grado de pureza superior al requerido para la generación de energía solar fotovoltaica.

Con el silicio fundido, se realiza un proceso de crecimiento cristalino, este proceso se utilizan temperaturas superiores a los 1500 °C, consiste en formar capas monomoleculares alrededor de un germen de cristalización o de un cristal inicial. Estas nuevas moléculas se adhieren preferentemente en la cara donde su adhesión libera más energía. Las diferencias energéticas suelen ser pequeñas y pueden ser modificadas por la presencia de dichas impurezas o cambiando las condiciones de cristalización. La semilla o germen de cristalización que provoca este fenómeno es extraída del silicio fundido, que va solidificando de forma cristalina, resultando, si el tiempo es suficiente, un monocristal y si el tiempo es menor, un policristal.

De este procedimiento se obtiene el silicio cristalino en forma de lingotes. Estos lingotes son luego cortados en láminas delgadas cuadradas, entorno a los 200 micrómetros de espesor, llamadas obleas. Posteriormente, las obleas son metalizadas, este proceso consiste en la colocación de unas cintas de metal incrustadas en la superficie conectadas a contactos eléctricos que son las que absorben la energía eléctrica.

Los elementos que forman el módulo fotovoltaico son los siguientes:

- Cubierta superior: es de vidrio que debe facilitar al máximo la transmisión de la radiación solar. Se caracteriza por su resistencia mecánica, resistencia a los impactos, alta transmisividad y bajo contenido en hierro.

- Encapsulante: es de silicona o más comúnmente de etilen-vinil-acetato. Este material encapsulante, es transparente a la radiación solar, no se altera a la radiación ultravioleta, no absorbe humedad, protege a las células ante las vibraciones. Es especialmente importante que no quede afectado en su transparencia por la continua exposición al sol, buscándose además un índice de refracción similar al del vidrio protector para no alterar las condiciones de la radiación incidente.
- Protección posterior: debe dar rigidez y una gran protección frente a los agentes atmosféricos.
- Marco metálico: es normalmente de aluminio anodizado o acero inoxidable, que asegura una suficiente rigidez y estanqueidad al conjunto, incorporando los elementos de sujeción a la estructura exterior del panel.
- Cableado y bornes de conexión: permiten la interconexión de los módulos entre si y son los que hacen posible la instalación eléctrica, protegidos de la intemperie por medio de cajas estancas.
- Diodo de protección: su misión es la de proteger contra sobre-cargas u otras alteraciones que varíen el funcionamiento normal del panel.
- Cubierta inferior: protege a las células de los agentes externos, confiere resistencia mecánica al panel, es opaca y suele fabricarse con materiales sintéticos.

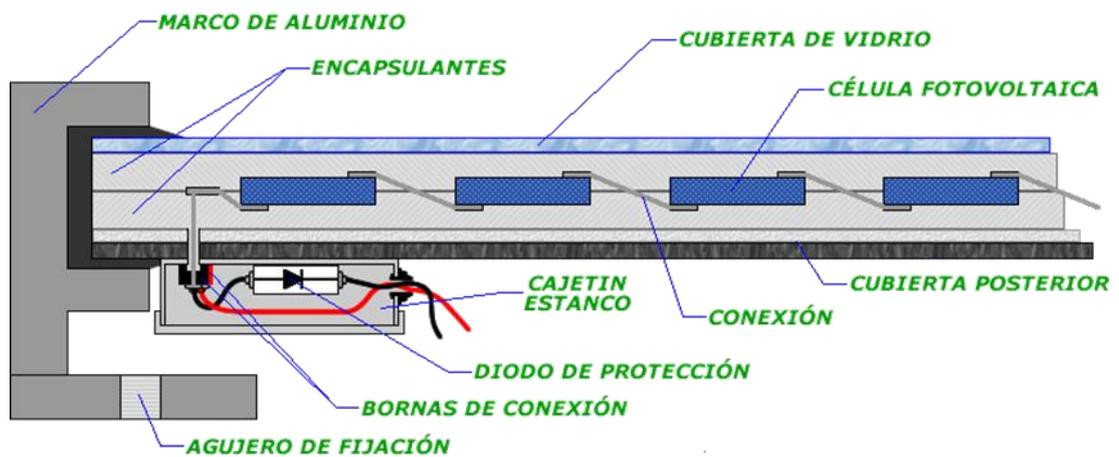


Figura 6.2.- Elementos de un panel fotovoltaico.

Los tipos de paneles solares vienen dados por la tecnología de fabricación de las células y son fundamentalmente de:

- Silicio cristalino, este lo podemos dividir en monocristalino y policristalino.
- Silicio amorfo

Las principales diferencias que existen entre ellos son las siguientes:

Células	Rendimiento	Características	Fabricación
Monocristalino	15-18%	Son azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre si	Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro
Policristalino	12-14%	La superficie está estructurada en cristales y contiene distintos tonos azules	Igual que el anterior, pero se disminuye el número de fases de cristalización
Amorfo	<10%	Tiene un color homogéneo marrón, y no existe conexión visible en las células	Se puede depositar en forma de lámina delgada y sobre un sustrato de vidrio o plástico

Tabla 6.1.- Diferencias de las células fotovoltaicas.

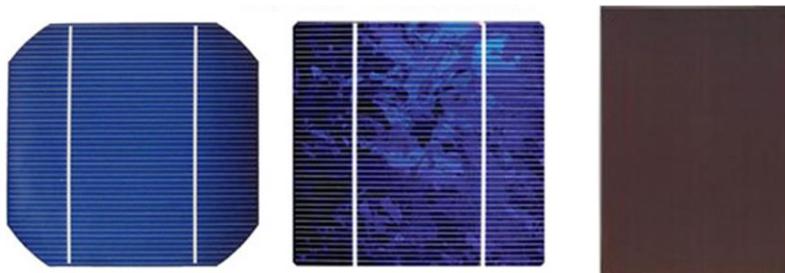


Figura 6.3.- Células fotovoltaicas.

La conexión de las células se puede realizar de dos maneras:

- En serie: nos permite aumentar la tensión final en los extremos de la célula equivalente.
- En paralelo: permitirá aumentar la intensidad total del conjunto.

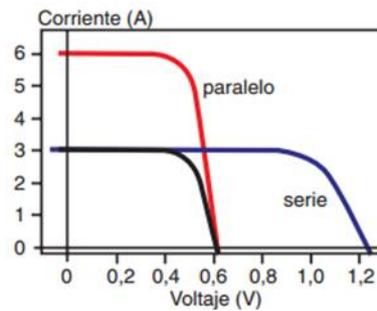


Figura 6.4.- Conexión de las células fotovoltaicas.

Parámetros eléctricos de un módulo, establecidos por el pliego de condiciones, define estos parámetros, que se han desarrollado en unas condiciones estándar, que permiten la comparación universal de los distintos tipos de módulos, las cuales son las siguientes:

- Las condiciones estándar de medida, son las siguientes:
 - Irradiancia: 1000 W/m².
 - Distribución espectral: AM1,5, incidencia normal.
 - Temperatura de la célula: 25 °C.
- Las condiciones estándar de operación, que son las siguientes:
 - Irradiancia: 800 W/m².
 - Distribución espectral: AM1,5, incidencia normal.
 - Temperatura ambiente: 20 °C.
 - Velocidad del viento: 1m/s.

Los parámetros más importantes que se destacan son:

- Potencia pico (Wp): representa la potencia eléctrica que entrega el panel, cuando la irradiancia sobre este es de 1000 W/m² con un espectro de composición similar a la radiación solar y con una temperatura de 25 °C.
- Hora solar pico (HSP): número equivalente de horas a 1000 w/m² de radiación solar que producen la misma cantidad de energía solar que se produce bajo las condiciones reales de insolación.

6.1.1.2. Regulador de carga.

El regulador de carga es el elemento encargado de controlar constantemente el estado de carga de las baterías, así como de regular la intensidad de carga. Controla la entrada de corriente proveniente del módulo solar y evita que se produzcan sobrecargas y descargas de gran nivel en la batería.

Los reguladores funcionan de la siguiente manera, cuando esté a un nivel de carga inferior al 95%, permitirá el paso libre de toda la electricidad con el objetivo de cargarla cuanto antes posible. Si se encuentra en un porcentaje de carga entre el 95% y 99%,

permitirá el paso de forma muy controlada que es lo que llamamos carga de flotación, con el fin de llenar al máximo la batería. Por otra parte, si la batería se encuentra completamente cargada, cortará el paso de corriente para evitar sobrecargas o un sobrecalentamiento del acumulador. Gracias a esto se maximiza la vida útil de las baterías.

Podemos destacar 2 tipos de reguladores de carga:

- PWM: el más convencional, suministra en el periodo de carga, los amperios en función de la tensión de la batería que estos puedan suministrar
- MPPT: también llamado maximizador, utiliza el 100% de la energía que puedan suministrar los módulos.

El usar uno u otro dependerá del tipo de placa que utilicemos. Si se trata de placas de 36 o 72 células, potencia de hasta los 200W, se usará un regulador PWM ya que estas placas tienen un voltaje en el punto de máxima potencia alto. Si usamos placas de 60 células, con potencia superior a los 200W, será de uso obligatorio el regulador MPPT, ya que estas placas tienen un voltaje menor pues priorizan el amperaje en lugar del voltaje, con lo cual será necesario siempre un regulador MPPT el cual modula el voltaje del módulo y lo adapta a las características de las baterías conectadas.

Todos los reguladores deben de estar formados por los siguientes componentes:

- Sistema de regulación mediante carga profunda flotación.
- Indicar el estado de carga de la batería.
- Detector de alarma por baja tensión de batería.
- Sensor electrónico de compensación por temperatura.
- Protección contra cortocircuitos.
- Protección contra polaridad inversa.
- Pantalla LCD para visualización de parámetros de carga.
- Debe evitar la descarga hacia el panel en oscuridad y abrir el circuito automáticamente.

6.1.1.3. Baterías.

Las baterías tienen la función de acumular la energía que se produce durante las horas de luminosidad para poder ser utilizada en la noche o durante periodos prolongados de mal tiempo. Otra función de las baterías que podemos destacar, es la de proporcionar una potencia instantánea elevada y fijar la tensión de trabajo de la instalación.

Las baterías son dispositivos capaces de transformar la energía química en eléctrica. Las baterías son recargadas desde la electricidad producida por los módulos solares a través del regulador y pueden entregar su energía a la salida de la instalación

Los parámetros que tenemos, que tener en cuenta en una batería son los siguientes:

- **Capacidad:** es la cantidad de electricidad que puede obtenerse en una descarga completa del acumulador partiendo de carga total de este. La capacidad se mide en amperios hora (Ah) y se calcula como el producto de la intensidad de descarga del acumulador durante el tiempo en el que está actuando.
- **Eficiencia de carga:** es la relación entre la energía empleada para descargar la batería y la energía realmente almacenada, es mejor que sea un valor lo más alto posible. Si la eficiencia es baja, será necesario aumentar el número de módulos para obtener los resultados deseados.
- **Autodescarga:** proceso por el cual la batería tiende a descargarse sin estar en uso.
- **Profundidad de carga:** es la cantidad de energía en tanto por ciento que se obtiene de la batería durante una determinada descarga, partiendo de que la batería está totalmente cargada. Está relacionada con la duración o vida útil de la batería.

Las características que serían deseables para las baterías a utilizar en las instalaciones solares son las siguientes:

- Buena resistencia al proceso de carga y descarga.
- Bajo mantenimiento.
- Buen funcionamiento con corrientes pequeñas.
- Amplia reserva de electrolito.
- Depósito para materiales deprendidos.
- Vasos transparentes.

Las baterías se clasifican en función de la tecnología de fabricación y de los electrolitos utilizados. A continuación, se muestran las características básicas y las diferencias entre ellas.

Tipo de batería	Tiempo de recarga	Autodescarga por mes	Nº de ciclos	Capacidad por tamaño
Plomo-acido	8-16 horas	<5%	Medio	30-50 Wh/kg
Níquel - Cadmio	1 hora	20%	Elevado	50-80 Wh/kg
Níquel - metal hydride	2-4 horas	20%	Medio	60-120 Wh/kg
Ión Litio	2-4 horas	6%	Medio-bajo	110-160 Wh/kg

Figura 6.5.- Tipos de baterías.

6.1.1.4. Inversor.

El inversor se encarga de convertir la corriente continua de la instalación en corriente alterna, igual a la utilizada en la instalación de la vivienda.

Las características deseables para un inversor, son las siguientes:

- Alta eficiencia: debe funcionar bien para un amplio rango de potencias.
- Bajo consumo de vacío: cuando no hay cargas conectadas.
- Alta fiabilidad: resistencia a los picos de arranque.
- Buena regulación de la tensión y frecuencia de salida, debe ser compatible con la instalación.
- Seguimiento del punto de máxima potencia.
- Protección contra cortocircuitos.
- Conexión y desconexión automática.
- Sistemas de medida y monitorización.

6.1.2. Ventajas y desventajas de una instalación fotovoltaica.

Las principales ventajas de una instalación fotovoltaica, son:

- Proviene de un recurso inagotable de energía.
- Pertenece a una fuente renovable.
- Es una energía limpia, no contaminante y no produce gases tóxicos, por lo que no contribuye a la formación de gases de efecto invernadero. Tampoco produce ningún tipo de alteración en los acuíferos.
- No precisa de ningún tipo de combustible, por lo que reduce el uso de combustibles fósiles.
- Los sistemas de esta instalación son sencillos y rápidos de instalar.
- El mantenimiento es sencillo y de bajo coste.
- No provoca ningún tipo de impacto sobre el suelo donde se colocan.
- Permite el ahorro en electricidad.
- Este tipo de instalación no provoca impacto acústico.
- La vida útil es amplia en torno a los 20 años, pero con los últimos avances tecnológicos se estima una duración entre 30 - 40 años.

Las desventajas de una instalación de este tipo, son las siguientes:

- Los elementos tienen un elevado coste y requiere una gran inversión inicial.
- Algunos de los procesos asociados a la fabricación de los módulos producen trifluoruro de nitrógeno y hexafluoruro de azufre, que son unos de los gases más potentes, que contribuyen a la formación de gases de efecto invernadero.
- Algunas de las células de los módulos son fabricadas con materias primas que son caras y escasas en la naturaleza.

6.1.3. Dimensionado de la instalación fotovoltaica.

Para realizar el cálculo de la instalación se debe estimar la demanda de la vivienda indicada anteriormente, para poder realizar los posteriores cálculos de la instalación fotovoltaica.

6.1.3.1. Demanda de la vivienda.

En primer lugar, para estimar la demanda, se realiza mediante una tabla donde se describen las cargas, el tipo, la tensión, la potencia y las horas de funcionamiento de cada una de ellas.

Nº Equipos	Descripción	CC/CA	Tensión (V)	Potencia (W)	Utilización	Horas/día
1	Frigorífico	CA	230	160	Diario	9
1	Microondas	CA	230	1270	Diario	0,3
1	Placas de inducción	CA	230	2300	Diario	1
1	Horno	CA	230	1300	1 día a la semana	1,2
1	Lavadora	CA	230	350	4 días a la semana	0,83
37	Lámparas 1	CC	24	20	Diario	3
9	Lámparas 2	CC	24	15	Diario	2
1	Televisor 1	CA	230	60	Diario	2
1	Televisor 2	CA	230	53	Diario	1
1	Ordenador	CA	230	90	Diario	3
1	Router wifi	CA	230	10	Diario	24
4	Cargador móvil	CA	230	5	diario	2
1	Plancha	CA	230	1200	4 días a la semana	0.67
1	Cafetera	CA	230	800	diario	0.07
1	Tostadora	CA	230	850	diario	0.06
1	Secador de pelo	CA	230	500	diario	0.35

Tabla 6.2.- Descripción de las cargas.

Para calcular el consumo en Ah/mes, se calcula con la siguiente expresión:

$$\text{Consumo} = \frac{\text{Nº de equipos} * \text{Potencia} * \text{Horas mes}}{\text{Tensión de trabajo} * \text{Rendimiento del inversor}}$$

Se puede calcular el consumo en KWh/día, con la expresión:

$$\text{Consumo} = \text{Nº de equipos} * \text{Horas día} * \text{Potencia}$$

Para poder seguir con los cálculos se tiene que separar en corriente continua y corriente alterna para calcular de forma más exacta los consumos. Ya que influye para el cálculo de dimensionado del inversor, ya que la corriente continua no es necesario tenerla en cuenta.

A estos consumos calculados se les aplica los rendimientos reales del regulador, las baterías y del inversor, también se debe de aplicar un 30% como coeficiente de seguridad. En este caso los datos obtenidos de cada uno de ellos son:

- Rendimiento de las baterías: 95%
- Rendimiento del regulador: 94%
- Rendimiento del inversor: 96%

Una vez que se obtienen estos cálculos se debe estimar el consumo diario y anual, que se obtiene con siguiente fórmula:

$$C = \frac{C_{ed/ea}}{\text{Rendimientos}}$$

Otra forma de calcular el consumo es expresarlo en Amperios hora y por día. Para este caso, la expresión empleada es la siguiente:

$$Q_{Ah} = \frac{C_{ed}}{V_{Bat}}$$

Siendo,

C_{ed} : es el consumo estimado diario.

V_{Bat} : es la tensión de trabajo de la batería de acumulación.

Se define la irradiación en Wh/m^2 , como la energía incidente por unidad de superficie durante un determinado periodo de tiempo mientras que la irradiancia en W/m^2 , se refiere a la potencia instantánea recibida por unidad de superficie y unidad de tiempo.

Para el diseño de estas instalaciones, se debe evaluar la energía que puede producir la instalación en cada mes del año, esto queda definido por el concepto de HSP de la ubicación. Esto se obtiene de la base de datos, Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS). De esa base de datos se obtiene lo siguiente:

Fixed system: inclination=35°, orientation=0°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	2.44	75.7	2.98	92.3
Feb	3.59	100	4.42	124
Mar	4.42	137	5.63	174
Apr	4.57	137	5.89	177
May	4.85	150	6.37	197
Jun	5.16	155	6.91	207
Jul	5.42	168	7.32	227
Aug	5.29	164	7.14	221
Sep	4.80	144	6.35	191
Oct	3.67	114	4.70	146
Nov	2.79	83.8	3.43	103
Dec	2.43	75.2	2.95	91.4
Yearly average	4.12	125	5.34	163
Total for year		1500		1950

Figura 6.6.- Datos obtenidos de PVGIS.

Siendo,

E_d : Promedio de la producción de electricidad a diario desde el sistema dado, en kWh.

E_m : promedio de la producción de electricidad mensual del sistema dado, en kWh.

H_d : suma del promedio diario de la irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema dado, en kWh/m^2 .

H_m : suma del promedio de irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema dado, en kWh/m^2 .

Como se ve en la tabla el mes que recibe menos irradiación por metro cuadrado es diciembre, por lo tanto, será es mes más desfavorable. Los cálculos se realizarán a partir del dato de ese mes.

6.1.3.2. Cálculo del número de módulos.

Una vez que, se conoce la radiación solar incidente, la dividimos entre la radiación solar incidente que utilizamos para calibrar los módulos igual a 1 kW/m², y obtendremos la cantidad de HSP. A efectos prácticos para este caso el valor no cambia, pero se utiliza el concepto de HSP para obtener la insolación total de un día, ya que en realidad el sol varía la intensidad a lo largo del día.

$$HSP = \text{radiación solar} / 1\text{kW/m}^2$$

Para el cálculo del número de módulos solares necesarios para satisfacer la demanda eléctrica prevista en esta vivienda. Para ello se tiene que tener en cuenta el emplazamiento y el tipo de panel que se va a emplear. Se debe utilizar la siguiente expresión:

$$N_{mod} = \frac{C_{ed}}{PMP * HSP_{crit} * PR}$$

Siendo,

Ced: el consumo diario estimado.

PMP: es la potencia pico del módulo.

HSP_{crit}: es el valor de las horas del sol pico, del peor mes.

PR: es el rendimiento energético de la instalación, es la eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, donde hay que tener en cuenta las siguientes pérdidas.

Las pérdidas que se deben de tener en cuenta, son las que se muestran a continuación:

- Pérdidas por dispersión de potencia de los módulos: la cual viene indicada por el fabricante, por lo que viene indicada como tolerancia de potencia en tanto por ciento, por las que se puede estimar estas pérdidas.
- Pérdidas por el incremento de la temperatura de las células, ya que el rendimiento de los módulos disminuye con el incremento de temperatura a la que se encuentra la superficie del panel. Al ser un elemento expuesto a la radiación solar de manera continuada es necesario que exista una buena ventilación tanto por la superficie expuesta al sol como por la parte posterior de los módulos. Incluso con buena ventilación se produce un incremento de temperatura de la superficie de los módulos con respecto a la temperatura ambiente exterior. Para el cálculo de este factor, se utiliza la siguiente expresión:

$$PT = KT * (Tc-25)$$

Siendo,

KT: el coeficiente de temperatura, medido en °C-1, este dato lo obtenemos del fabricante, si esto no es así se tomará como 0,0035. Para este caso es de 0,0038.

Tc: es la temperatura media mensual a la que trabajan las placas fotovoltaicas. Para calcular esta temperatura tomamos la siguiente expresión:

$$T_c = T_{amb} + \frac{(T_{onc} - 20^{\circ}\text{C}) * E}{800}$$

Siendo,

Tamb: la temperatura ambiente media mensual del lugar. En este caso es de 8,5.

Tonc: la temperatura de operación nominal de la célula, esto nos lo indicara el fabricante. Para este es de $46^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

E: es la radiación media en un día soleado del mes. En este caso es de 592 W/m².

- Perdidas debidas a la acumulación de suciedad en los módulos: en unas condiciones normales de emplazamiento y realizado tareas de mantenimiento y limpieza correspondiente de forma regular, los paneles fotovoltaicos no deben superar unas pérdidas del 3%.
- Perdidas por sombras: estas pérdidas se pueden estimar entorno al 4%.
- Perdidas por degradación de los módulos: estas pérdidas se deben al proceso natural de la degradación de todas las células de silicio debido a la radiación solar, estas pérdidas se pueden admitir en torno a un 1%.
- Perdidas eléctricas: en la instalación el conexionado entre módulos y con los demás componentes de la instalación, según el pliego de condiciones técnicas del IDAE, donde nos indica que la caída de tensión no podrá superar el 3%, desglosados en el 1,5% para los conductores de la parte de corriente continua y el 2% para la parte de corriente alterna, por lo tanto, se tiene que tener en cuenta un 3% de perdidas eléctricas.
- Perdidas por reflectancia: estas pérdidas hacen referencia a los efectos angulares de la reflexión en los módulos, se estima en torno al 2,9%.

6.1.3.2. Conexión entre módulos.

Para la conexión entre módulos hay que tener en cuenta el tipo de modulo, en este caso el elegido es de la marca Atersa el modelo GSE300, que tiene una tensión en el punto de máxima potencia (V_{mp}) de 36,74 V, resulta que el número de módulos necesarios que habrá que colocar en serie para alcanzar una tensión de trabajo del sistema, que es de 24 V, por lo que el número de paneles en serie se calcula con la siguiente expresión:

$$N_{serie} = 24V / V_{mp}$$

Para saber el número de ramas en paralelo, se obtiene dividiendo el número de módulos totales entre el número de módulos en serie:

$$N_{paralelo} = N_{mod.total} / N_{serie}$$

6.1.3.3. Cálculo de las baterías.

Para calcular el dimensionado de las baterías se tiene en cuenta dos valores que son, la máxima profundidad de descarga tanto estacional y diaria, y el número de días de autonomía es el valor de la capacidad nominal de las baterías. La batería elegida en este caso, es de la marca SUNLIGHT el modelo RES OPzS 3780, tiene:

- Profundidad de descarga máxima estacional, $PD_{Max,e} = 75\%$
- Profundidad de descarga máxima diaria, $PD_{Max,d} = 25\%$
- Número de días de autonomía, $N = 5$

La capacidad nominal necesaria que deben ofrecer las baterías, es la que resulte del mayor valor calculando al emplear las descargas previstas, diaria y estacional. Esta capacidad se calcula con la siguiente expresión:

$$C_{NBAT} = \frac{Q_{Ah}}{PD_{Max,d}}$$

Para calcular el valor de la capacidad nominal de las baterías es función de la descarga máxima estacional, se utiliza la siguiente expresión:

$$C_{NBAT} = \frac{Q_{Ah} * n}{PD_{Max,e}}$$

6.1.3.4. Cálculo del regulador.

Para calcular la máxima corriente que deberá soportar, tanto en la entrada como en la salida, se hará de la siguiente forma, en la entrada al regulador I_{Re} que proviene de los módulos fotovoltaicos, se emplea la siguiente expresión:

$$I_{Re} = 1,25 * I_{sc} * N_{paralelo}$$

Siendo,

I_{sc} : la intensidad de cortocircuito del módulo fotovoltaico seleccionado es Atersa el modelo GSE300, cuyo valor es $I_{sc} = 8,72$ A.

$N_{paralelo}$: es el número de ramales de paneles solares dispuestos en paralelo.

1,25: es el factor de seguridad para evitar daños al regulador.

Para el cálculo que se espera a la salida del regulador, se emplea la siguiente expresión:

$$I_{RS} = \frac{1,25 * (PDC + PAC / \eta_{inv})}{V_{BAT}}$$

Siendo,

PDC: potencia de las cargas en continua.

PAC: potencia de las cargas en alterna.

η_{inv} : es el rendimiento del inversor es del 96%.

V_{BAT} : la tensión de trabajo de la batería es 24 V.

El modelo elegido del regulador es de la marca Atersa modelo MPPT-80C que incluye MPPT, el MPPT tiene la función de determinar el instante del punto de máxima eficiencia energética.

El regulador permite una intensidad máxima de entrada ($I_{max,e}$) de 70 A y la corriente máxima de los módulos es de 218 A, por lo que deberemos emplear más de un regulador, por lo tanto para calcular el número de reguladores a emplear, se calcula:

$$N_{reguladores} = I_{Re} / I_{max,e}$$

6.1.3.5. Cálculo del inversor.

Para dimensionar el inversor se deben conocer la tensión de servicio de la batería, la tensión de entrada continua y la potencia demandada por las cargas, además se debe calcular la tensión y corriente generada en el punto de máxima potencia de funcionamiento de los paneles solares para el cálculo de la tensión de máxima potencia que ofrece el generador fotovoltaico, se obtiene de la siguiente forma:

$$V_{mp\ total} = V_{mp} * N_{serie}$$

Siendo,

$V_{mp\ total}$: la tensión de máxima potencia que ofrece el generador fotovoltaico.

V_{mp} : la tensión de máxima potencia.

N_{serie} : número de paneles conexonados en serie en cada ramal del generador.

Para el cálculo de la corriente que suministra el generador fotovoltaico cuando proporciona la máxima potencia, se calculara con la siguiente expresión:

$$I_{mp\ total} = I_{mp} * N_{paralelo}$$

Siendo,

I_{mp} : punto de máxima potencia o potencia pico del módulo.

$N_{paralelo}$: número de paneles colocados en paralelo.

La potencia nominal que debe tener el inversor, para ello se debe tener en cuenta la potencia máxima prevista en cuenta los picos de arranque que general algunos electrodomésticos, ya que estos hacen aumentar su potencia nominal durante su puesta en marcha, para calcular la potencia nominal del inversor se obtiene de la siguiente forma:

$$P = 1,35 * P_{AC}$$

Siendo,

P_{AC} : la potencia máxima prevista de consumo instantáneo en corriente alterna de las cargas.

6.1.3.6. Cálculo del cableado y protecciones.

Para la selección del cableado y las protecciones, debemos seleccionar las diferentes secciones de los conductores debido a que la intensidad de corriente que circula por cada uno de ellos será diferente dependiendo los equipos de interconexión.

- Para la instalación en corriente continua: se compone de dos conductores, positivo y negativo, con cable de cobre con aislamiento 0,6/1 KV y cubierta en PVC o XLPE/EPR
- Para el cálculo de las secciones de cada tramo se tomarán las secciones normalizadas que se encuentran en la Tabla 1 de la ITC-BT 19 del R.B.T

La sección de cable se calcula con la siguiente expresión:

$$S = \frac{2 * L * I}{\Delta V * C}$$

Siendo,

S= Sección del cable conductor, en mm².

L= Longitud del cable conductor, en m.

I= Intensidad, en A.

ΔV = Caída de tensión máxima permitida en los conductores. Según el IDAE, en los conductores de corriente continua se permite un hasta un 1,5%.

C= La conductividad del material que forma el conductor, en este caso cobre, cuya conductividad a 20°C es de 56 m/Ω·mm².

Valores de conductividad del cobre-Cu (m/Ω · mm2) con la temperatura T (°C)							
20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C	90 °C
56	54	52	50	48	47	45	44

Tabla 6.3.- Valores de conductividad del cobre.

Si se utilizan conductores de aluminio, se tomará como referencia la siguiente tabla:

Valores de conductividad del aluminio-Al (m/Ω · mm2) con la temperatura T (°C)					
40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C	90 °C
32	31	30	29	28	27

Tabla 6.4.- Valores de conductividad del aluminio.

6.1.3.6.1. Tramo conexión al regulador.

La sección de cable se calcula con la siguiente expresión:

$$S = \frac{2 * L * I}{\Delta V * C}$$

Siendo,

S= Sección del cable conductor, en mm².

L= Longitud del cable conductor, en m.

I= Intensidad, en A.

ΔV = Caída de tensión máxima permitida en los conductores. Según el IDAE, en los conductores de corriente continua se permite un hasta un 1,5%.

C= La conductividad del material que forma el conductor, en este caso cobre, cuya conductividad a 20°C es de 56 m/ $\Omega \cdot \text{mm}^2$.

6.1.3.6.2. Tramo de conexión a las baterías.

La sección de cable se calcula con la siguiente expresión:

$$S = \frac{2 * L * I}{\Delta V * C}$$

Siendo,

S= Sección del cable conductor, en mm².

L= Longitud del cable conductor, en m.

I= Intensidad, en A.

ΔV = Caída de tensión máxima permitida en los conductores. Según el IDAE, en los conductores de corriente continua se permite un hasta un 1,5%.

C= La conductividad del material que forma el conductor, en este caso cobre, cuya conductividad a 20°C es de 56 m/ $\Omega \cdot \text{mm}^2$.

6.1.3.6.3. Tramo de conexión al inversor.

Para el cálculo de la intensidad de corriente máxima que circula por la entrada al inversor, dependerá de la potencia en alterna máxima que puede entregar el inversor a las cargas que alimenta y de su rendimiento, se calcula de la siguiente manera:

$$I_{SD} = \frac{P}{V * \text{cosp}}$$

Siendo,

ISD: corriente alterna de salida del inversor.
P: potencia en alterna máxima del inversor.
V: tensión de la vivienda. En este caso 230V.
Cosp: según el IDAE, el valor es 1.

Para calcular la intensidad de corriente continua que alimente la entrada del inversor será calculada por la siguiente expresión:

$$I_{CC} = \frac{I_{CA}}{\mu}$$

Siendo,

ICA: corriente alterna de salida del inversor.
 μ : rendimiento del inversor.

Posteriormente se calcula la sección con la siguiente expresión:

$$S = \frac{2 * L * I}{\Delta V * C}$$

Siendo,

S= Sección del cable conductor, en mm².
L= Longitud del cable conductor, en m.
I= Intensidad, en A.

ΔV = Caída de tensión máxima permitida en los conductores. Según el IDAE, en los conductores de corriente continua se permite un hasta un 1,5%.

C = La conductividad del material que forma el conductor, en este caso cobre, cuya conductividad a 20°C es de 56 m/Ω·mm².

6.1.3.6.4. Protecciones.

Para dimensionar el cableado de protección, en relación entre los conductores de protección y activos. Se siguen las siguientes indicaciones:

Sección de los conductores activos de la instalación. S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm ²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Tabla 6.5.- Sección de las protecciones.

Se tiene que señalar también la elección de los tubos de protección para el cableado en corriente continua, el diámetro se debe elegir en relación a la tabla de Tabla 2 de la ITC-BT 21 del R.B.T, que es la siguiente:

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50
35	25	40	40	50	50
50	32	40	50	50	63
70	32	50	63	63	63
95	40	50	63	75	75
120	40	63	75	75	--
150	50	63	75	--	--
185	50	75	--	--	--
240	63	75	--	--	--

Tabla 6.6.- Diámetro exterior de los tubos.

6.1.3.6.5. Instalación en corriente alterna.

A partir de la salida del inversor, todos los tramos de corriente alterna que alimenta la instalación interior de la vivienda, se va a componer de dos conductores, fase y neutro, además del conductor de protección, el cable de cobre de tensión nominal 0,6/1 KV y aislante PVC.

Para el cálculo de la sección de los conductores activos en los tramos de corriente alterna, se utiliza la siguiente expresión:

$$S = \frac{2 * P * L}{\Delta V * V * C}$$

Siendo,

S: es la sección del cable conductor, en mm².

P: es la potencia máxima que vaya a transportar el cable, en W.

L: es la longitud del cable conductor en ese tramo, en m.

ΔV : es la caída de tensión máxima permitida en los conductores, que según se indica en el IDAE, deberá ser en los conductores de alterna como máximo el 2%.

C: es la conductividad del material que forma el conductor en este caso cobre, cuya conductividad a 20 °C es de 56m/ Ω mm². Obtenido de la tabla anterior de conductividad para cobre.

V: la tensión de línea de la red interior de la vivienda, en V.

Desde la salida del inversor hasta su conexión con el cuadro general de protección y mando.

Es el espacio donde están instalados los distintos elementos magnetotérmicos, tanto diferenciales como interruptores de corte en la instalación interior de la vivienda.

Siendo,

P: es la potencia máxima que se vaya a transportar el cable y que va a consumir la vivienda. Esta coincide con la potencia alterna máxima que puede entregar el inversor que se ha seleccionado a su salida, en este caso vale 4000 W.

L: es la longitud de cable que va desde el inversor hasta el cuadro general de protección. L = 8 m.

V: es la tensión de línea de la red interior de la vivienda, que coincide con la tensión nominal de salida del inversor. Por lo tanto, $V = 230 \text{ V}$.

ΔV : es la caída de tensión máxima permitida en los conductores, que según se indica en el IDAE, deberá ser en los conductores de alterna como máximo el 2%. Por lo tanto, $\Delta V = 0,02 * 230 = 4,6 \text{ V}$.

C: es la conductividad del material que forma el conductor en este caso cobre, cuya conductividad a $70 \text{ }^\circ\text{C}$ es de $47 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$.

6.1.3.6.6. Elementos de protección, fusibles.

Para la protección contra sobreintensidades originadas por sobrecargas o cortocircuitos se emplearán fusibles capaces de interrumpir el paso de todas las corrientes que vayan desde su valor de intensidad nominal hasta su poder de corte asignado. Para que el fusible seleccionado sea efectivo, se debe cumplir, lo siguiente:

$$I_b \leq I_n \leq 0,9 * I_{adm}$$

Siendo,

I_b : la intensidad de corriente que recorre la línea.

I_n : la intensidad nominal del fusible asignado a la línea.

I_{adm} : es la máxima intensidad admisible del cable conductor de la línea.

6.2. Biomasa.

6.2.1. Concepto.

La biomasa es un conjunto de materiales biológicos constituidos por materia orgánica disponible para la producción energética, principalmente es obtenida de los residuos de las sustancias que constituyen los seres vivos como plantas y animales. El aprovechamiento de la biomasa se puede emplear directamente o por transformación en otras sustancias que pueden ser aprovechadas más tarde como combustibles o alimentos.

Las fuentes de biomasa se clasifican en:

- Biomasa natural: es la que se produce en los ecosistemas silvestres, la extracción de biomasa de un ecosistema natural con la finalidad de usarla como combustible significa la liberación en la atmósfera de una cantidad de carbono equivalente que hasta entonces permanecía confinada en el seno del ecosistema natural. Para la explotación de la biomasa es preciso una planificación que sea sostenible.
- Biomasa residual: dentro de este tipo podemos destacar los residuos forestales, residuos agrícolas, residuos de industrias, residuos sólidos urbanos, residuos agrícolas, residuos industriales, aguas residuales, aguas residuales. Se incluyen todas las materias primas que se generan en las actividades de producción, transformación y consumo, y que no han alcanzado valor económico en el ambiente que se generan. Pueden provocar problemas de contaminación derivado de su mala gestión y si se actúa convenientemente puede ser aprovechados energéticamente con las consiguientes revalorizaciones.
- Cultivos energéticos: se desarrollan con la única finalidad de producir biomasa transformable en combustible. Se pueden clasificar de tipo forestal o agrícola.

Las principales labores de preparación de la biomasa son las siguientes:

- Cortado o troceado: trozos de leña similares en tamaño que facilita su transporte y almacenaje, su empleo directo en chimeneas, estufas o calderas.
- Astillado: se reduce la granulometría hasta en piezas de 3-10 cm llamadas astillas. Las astilladoras son máquinas que están diseñadas para el ataque a materiales blandos principalmente árboles, madera, reducen esta madera mediante un mecanismo de corte con cuchillas, estas cuchillas se montan sobre un elemento rotatorio con alta velocidad de giro. Las astilladoras pueden ser de disco o de tambor.
- Molienda: reduce en granulometría hasta tamaños de la biomasa inferior a 2-3 cm. Para ello se utilizan molinos de martillos y de tambor para biomasa seca y molino de cuchillas para biomasa húmeda.

- Secado: reducción de la humedad hasta valores requeridos para los procesos de conversión energética. El secado se puede realizar en clima seco mediante secado natural, en clima húmedo mediante secaderos rotatorios, neumáticos o de lecho fluidizado.
- Densificación: compactación de las partículas a alta presión para dar biocombustibles sólidos denominados pellets y briquetas. Este proceso se realiza a altas presiones a temperaturas de 250 – 300 °C, con partículas inferiores a 1 mm, se emplean colas naturales como hemicelulosa y lignina.

6.2.2. Combustible.

Para el uso de combustible según su estado se pueden clasificar como, sólido, líquido o gaseoso.

La biomasa sólida está constituida por materias lignocelulosas provenientes del sector agrícola o forestal, se pueden destacar algunos como, restos poda de olivos, frutales, cortezas. Paja, carcasas de frutos secos, etc. En biomasa sólida para su uso directo, se distinguen, las astillas, briquetas, pellets y el carbón vegetal.

- Astillas: el astillado se puede realizar directamente en el campo, este proceso permite transformar en astillas los restos leñosos.
- Pellets: se elaboran mediante prensas de granulación, la compactación se logra de forma natural o a través de la adición de elementos químicos. Son cilindros de dimensiones entre 7 y 20 mm de unos 5 mm de diámetro.
- Briquetas: tienen mayor densidad, se fabrican por medio de prensas, en las que el material es sometido a presiones elevadas y se calienta, ocasionando en el interior procesos termoquímicos que generan productos adherentes que favorecen la cohesión entre los elementos que forman las briquetas. Se pueden añadir adherentes artificiales para facilitar la cohesión del material y disminuir la presión del prensado.
- Carbón vegetal: se obtiene a partir de un tratamiento de biomasa leñosa obtenida de una combustión lenta y parcial de biomasa con un cierto porcentaje de humedad. Como resultado de esta pirolisis se forman un conjunto de aceites pesados y de productos como breas o aceites de pirolisis.

La biomasa líquida, se puede aplicar como combustibles de sustitución de los derivados del petróleo o como aditivos a otros combustibles. De este tipo se destacan el biodiesel y el bioetanol.

- Biodiesel: se produce a partir de aceites vegetales y grasas animales. Las fases del proceso para la obtención del biodiesel son, la transesterificación, neutralización, desgomado y lavado. Se suele utilizar puro o mezclado como combustible de automoción.
- Bioetanol: puede ser producido a partir de tres materias primas, principalmente de, azúcar procedente de caña o de remolacha, cereales mediante fermentación de los azúcares de almidón, biomasa mediante fermentación de los azúcares contenidos en la celulosa y hemicelulosa. las principales fases del proceso son, la dilución, conversión, fermentación y destilación.

6.2.3. Ventajas y desventajas de la biomasa.

Las principales ventajas que se pueden destacar de la utilización de biomasa, son:

- Proporciona elevados rendimientos.
- Permite una elevada automatización.
- Bajo coste económico.
- La diversificación y la posibilidad de hibridación de combustibles biomásicos.
- Balance neutro en emisiones de CO₂.
- Gestión de residuos de podas y limpiezas de bosques, reducción de propagación de incendios.
- Incremento del desarrollo rural.

Las desventajas que se destacan de la biomasa, son:

- Menor densidad energética que los combustibles fósiles.
- Ocupan mayor volumen, por lo que implica mayores sistemas de almacenamiento.

6.2.4. Cálculo de la instalación.

En este apartado se va a calcular tanto la instalación de calefacción como de ACS, ya que se va a utilizar una caldera mixta de biomasa. Para ello se va a realizar el siguiente proceso para obtener el cálculo de la instalación.

6.2.4.1. Cálculo de ACS.

Para calcular la demanda de ACS, como especifica el CTE se toma 30 litros/persona, por el número de ocupantes de la vivienda, se obtiene que el consumo será:

$$\text{Consumo} = 30 \text{ l/persona} * \text{N}^\circ \text{ de personas}$$

Una vez obtenido este consumo, se calcula la potencia necesaria para ACS, marcando como tiempo de calentamiento del agua en 30 minutos y con un salto térmico de 50 °C. Se toma como temperatura de 60 °C y temperatura mínima a la que se considera que esta el agua es de 10 °C.

Esta potencia se calcula, con la siguiente expresión:

$$P = m * C_p * \Delta T$$

Siendo,

m: el caudal másico del agua a calentar en Kg/h, con densidad del agua 1l/Kg.

C_p: el calor específico del agua, tomando 1 kcal/kg °C.

ΔT: el salto térmico del fluido, en °C.

Para la estimación de la demanda de ACS, lo obtenemos de la siguiente manera:

$$D_{acs} = \text{N}^\circ \text{ de ocupantes} * \text{demanda diaria} * \text{N}^\circ \text{ de días} * C_p * \Delta T$$

6.2.4.2. Cálculo de la calefacción.

Para el cálculo de la calefacción, se utiliza un ratio aproximado de 100W/m² este dato se obtiene según las características del aislamiento de la vivienda, multiplicando por la superficie de la vivienda.

$$P = \text{ratio} * S_{viv}$$

Para el cálculo de la demanda energética de calefacción, se debe estimar el número de días al año y las horas de funcionamiento. En este caso serán 210 días al año, con una media de consumo diario de 10 horas, en este caso tenemos que en cuenta el coeficiente de intermitencia del 85%. Por lo que la demanda estimada se calcula con la siguiente expresión:

$$D_{calf} = \text{Potencia} * \text{N}^\circ \text{ de horas/día} * \text{N}^\circ \text{ días/año} * \text{Coef. De intermitencia}$$

6.2.4.3. Cálculo de combustible.

Para estimar la cantidad de combustible que necesario en la instalación, en este caso el combustible utilizado en la caldera es pellets. Para ello se puede calcular con la siguiente expresión:

$$Q_{comb} = \frac{CE}{PCI}$$

Siendo,

Q_{comb} : la cantidad de combustible al año.

CE: el consumo energético al año, en kWh/año.

PCI: el poder calorífico inferior del combustible. En este caso es un tipo de pellet que tiene un poder calorífico igual a 5,06 kWh/kg.

Para obtener el volumen de combustible, se obtiene aplicando la densidad de los pellets, que en este caso se trata de 680 Kg/m³.

6.3. Otras mejoras.

6.3.1. Instalación de un recuperador de calor y renovación del aire.

Este tipo de sistemas de ventilación con recuperación de calor, desvía hacia el exterior el CO₂ y la humedad. Permite un ahorro de energía en torno al 20-30% y permite una recuperación de calor en torno al 90%.

El sistema elegido de ventilación con recuperador de calor de la marca Vaillant el sistema recoVAIR. Controla de demanda de funcionamiento y la calidad del aire gracias a un sensor de humedad.



Figura 6.7.- Recuperador de calor de la marca Vaillant el sistema recoVAIR.

6.3.2. Instalación de reductores de caudal.

Se instalarán reductores de caudal en grifos. Estos elementos se colocan en la boca de salida de agua del grifo, en sustitución de los aireadores convencionales. Garantizan un ahorro de 15% en el consumo de ACS.

6.3.3. Sustitución de cisternas de los inodoros.

Se cambian las cisternas actuales de única descarga que descargan entre 10 y 12 litros por cisternas de doble descarga que descargan 3 litros o 6 litros, ofrecen la posibilidad de seleccionar el tipo de descarga más eficiente y adecuada para cada uso concreto. Esto permite que el uso del agua sea más racional.



Universidad de León



Escuela Superior y Técnica
de Ingenieros de Minas

ANEXO DE CÁLCULOS

1. Cálculo de la instalación fotovoltaica.

1.1. Cálculo de consumo.

Para el cálculo del consumo se debe aplicar:

$$\text{Consumo} = \text{N}^{\circ} \text{ de equipos} * \text{Horas día} * \text{Potencia}$$

Se obtiene:

Nº Equipos	Descripción	Potencia (W)	Horas/día	Consumo diario (Wh)
1	Frigorífico	160	9	1440
1	Microondas	900	0,3	270
1	Placa de inducción	1800	1	1800
1	Horno	1200	1,2	1440
1	Lavadora	350	0,83	290,5
37	Lámparas 1	20	3	2220
9	Lámparas 2	15	2	270
1	Televisor 1	60	2	120
1	Televisor 2	53	1	53
1	Ordenador	90	3	270
1	Router wifi	10	24	240
4	Cargador móvil	5	2	40
1	Plancha	1200	0.67	804
1	Cafetera	800	0.07	56
1	Tostadora	850	0.06	51
1	Secador de pelo	500	0.35	175

Tabla 1.1.- Cálculo de consumos.

Total 9539,5 Wh/día

Total 9,54 kWh/día

Para estos cálculos se tienen que separar en corriente continua y corriente alterna para calcular de forma más exacta los consumos. A continuación, se desglosan los consumos, obteniendo:

CONSUMOS	Consumo (Wh/día)	9539,5
	Consumo en CC (Wh/día)	2490
	Consumo en CA (Wh/día)	7049,5
	Consumo total en CC (KWh/día)	2,49
	Consumo total en CA (KWh/día)	7,05
	Consumo total (KWh/día)	9,54
	Consumo anual (KWh)	3481,92

Tabla 1.2.- Desglose de consumos.

A estos consumos se les tiene que aplicar los rendimientos reales del regulador, las baterías y del inversor, también se debe de aplicar un 30% como coeficiente de seguridad. Con ello se obtiene el consumo estimado diario y anual.

Aplicando la fórmula ya destacada en la memoria,

$$C = \frac{C_{ed/ea}}{\text{Rendimientos}}$$

Se obtienen los siguientes resultados:

Consumo en CC: 2,49 KWh/día Margen de seguridad: 2,49 * 1,3 = 3,237 KWh/día

Rendimientos de los elementos: 3,237 / (0,95*0,94) = 3,625 KWh/día

Consumo en CA: 7,05KWh/día Margen de seguridad: 7,05 * 1,3 = 9,165 KWh/día

Rendimientos de los elementos: 9,165 / (0,95*0,94*0,96) = 10,69 KWh/día

Consumo total: 3,625 + 10,69 = 14,32 KWh/día

Consumo anual: 5225,26 KWh

Otra forma de calcular el consumo es expresarlo en Amperios hora y por día. Para esta expresión empleada, es:

$$Q_{Ah} = \frac{C_{ed}}{V_{Bat}}$$

Se obtiene:

$$Q Ah = \frac{14315Wh}{24 V} = 596,46 Ah/día$$

1.2. Número de módulos.

Se debe utilizar la siguiente expresión, como se indica anteriormente:

$$N_{mod} = \frac{C_{ed}}{PMP * HSP_{crit} * PR}$$

Las pérdidas que se deben de tener en cuenta, son las siguientes:

- Pérdidas debidas a la acumulación de suciedad en los módulos: en este caso se toma como valor el 3%.
- Pérdidas por el incremento de la temperatura de las células:

$$PT = KT * (T_c - 25)$$

$$T_c = T_{amb} + \frac{(T_{onc} - 20^\circ C) * E}{800}$$

Se obtiene:

$$T_c = 8,5 + \frac{(46 - 20^\circ C) * 592}{800} = 27,74^\circ C$$

$$PT = 0,0038 * (27,74 - 25) = 0,0104; 1,04\%$$

Por lo que el resultado de las pérdidas por el incremento de temperatura de los módulos es del 1,04%.

- Pérdidas por sombras: estas pérdidas se estiman al 4%.
- Pérdidas por degradación de los módulos: estas pérdidas se marcan en 1%.
- Pérdidas eléctricas: se tiene que tener en cuenta un 3%.
- Pérdidas por reflectancia: en este caso se estima en torno al 2,9%.

Teniendo en cuenta todas las pérdidas se obtiene que el rendimiento energético de la instalación, definido como la eficiencia alcanzada en la instalación, es de:

$$PR = 100\% - 3\% - 1,04\% - 3\% - 4\% - 1\% - 3\% - 2,9\% = 82,06 \%$$

Este resultado se introduce en la fórmula anteriormente mencionada y se obtiene de esta manera el número de módulos:

$$N_{mod} = \frac{14315Wh}{300W * 2,95 * 0,8206} = 19,71; 20 \text{ módulos}$$

Se obtienen 20 módulos, es el número que se utiliza en la instalación, se colocan en grupos de 10 módulos cada uno. Los módulos son de la marca Atersa el modelo GSE300.



Figura 1.1.- Módulo fotovoltaico de la marca Atersa el modelo GSE300.

1.3. Conexión entre módulos.

El número de paneles en serie se calcula con la siguiente expresión:

$$N_{serie} = 24V / V_{mp}$$

Se obtiene:

$$N_{\text{serie}} = 24 / 36,74 = 0,65; 1$$

Por lo que el número de paneles en serie es de 1.

Para saber el número de ramas en paralelo, lo obtenemos dividiendo el número de módulos totales entre el número de módulos en serie, obtenemos:

$$N_{\text{paralelo}} = N_{\text{mod.total}} / N_{\text{serie}}$$

Se obtiene:

$$N_{\text{paralelo}} = 20 / 1 = 20 \text{ ramas en paralelo.}$$

Por lo que la instalación estará formada por 20 ramas con un módulo cada una colocadas en paralelo.

1.4. Cálculo de baterías.

La capacidad nominal necesaria que deben ofrecer las baterías, es la que resulte del mayor valor calculando al emplear las descargas previstas, diaria y estacional. Esta capacidad la calculamos con la siguiente expresión:

$$C_{NBAT} = \frac{Q_{Ah}}{PD_{Max,d}}$$

Se obtiene:

$$C_{NBAT} = \frac{596,46}{0,25} = 2385,84 \text{ Ah}$$

Con esto se obtiene que la capacidad que deben ofrecer como mínimo la batería es de 2385,84 Ah, para generar por día 596,46 Ah/día permitiendo un 25% de descarga.

Para calcular el valor de la capacidad nominal de las baterías es función de la descarga máxima estacional, utilizaremos la siguiente expresión:

$$C_{NBAT} = \frac{Q_{Ah} * n}{PD_{Max,e}}$$

Se obtiene:

$$C_{NBAT} = \frac{596,46 * 5}{0,75} = 3976,4 \text{ Ah}$$

Para seleccionar la batería se toma como mínimo la de capacidad mayor que el valor obtenido anteriormente, por lo que la batería seleccionada en este caso, es de la marca SUNLIGHT el modelo RES OPzS 4075.



Figura 1.2.- Batería de la marca SUNLIGHT el modelo RES OPzS 4075.

1.5. Cálculo del regulador.

Se calcula mediante la expresión ya mencionada,

$$I_{Re} = 1,25 * I_{sc} * N_{paralelo}$$

Se obtiene:

$$I_{Re} = 1,25 * 8,72 * 20 = 218 \text{ A}$$

Para el cálculo que se esperará a la salida del regulador se emplea:

$$I_{RS} = \frac{1,25 * (P_{DC} + P_{AC} / \eta_{inv})}{V_{BAT}}$$

Se obtiene:

$$I_{RS} = \frac{1,25 * (9539,5 / 0,96)}{24} = 517,55 \text{ A}$$

Con estos resultados obtenidos, el regulador elegido es de la marca Atersa modelo MPPT-80C que incluye MPPT.



Figura 1.3.- Regulador de la marca Atersa modelo MPPT-80C.

Este regulador permite una intensidad máxima de entrada ($I_{max,e}$) de 70 A y nuestra corriente máxima de los módulos es de 218 A, por lo que deberemos emplear más de un regulador, por lo tanto:

$$N_{reguladores} = I_{Re} / I_{max,e} = 218 / 70 = 3,11; 4$$

Por lo que necesitamos 4 reguladores, se obtiene que, el generador fotovoltaico diseñado dispone de 20 módulos en paralelo, por lo que la instalación se divide en dos grupos, cada grupo con 10 módulos cada uno, alimentado cada grupo con dos reguladores y conectando después todas las salidas de las baterías.

Rango de tensión de entrada de del regulador seleccionado va desde 16 a 112 Vcc. En el caso de los grupos de 10 módulos cada grupo, cada regulador va a estar alimentado por 5 módulos en paralelo. La tensión máxima de potencia (V_{mp}) es la misma que la del módulo en este caso es de 36,74 V por lo que es válido ya que está dentro del rango del regulador.

Tensión máxima en circuito abierto admitida por este tipo de regulador es de 140 Vcc y la tensión de circuito abierto (V_{oc}) en el tipo de módulo de esta instalación es de 45,09 V, por lo tanto, es válido ya que es inferior al máximo permitido por el regulador.

Potencia máxima admisible por este regulador es de 5200W. Para los dos grupos cada regulador tiene conectados 5 módulos, por lo que se obtiene: $5 * 300W = 1500 W$, no supera la potencia máxima admisible del regulador, por lo que es válido.

1.6. Cálculo del inversor.

El cálculo de la tensión de máxima potencia que ofrece el generador fotovoltaico esta se obtiene de la siguiente forma:

$$V_{mp \text{ total}} = V_{mp} * N_{serie}$$

Se obtiene:

$$V_{mp \text{ total}} = 35,74 * 1 = 35,74 V$$

Para el cálculo de la corriente que suministra el generador fotovoltaico cuando proporciona la máxima potencia, esta vendrá dada por la siguiente expresión:

$$I_{mp \text{ total}} = I_{mp} * N_{paralelo}$$

Se obtiene:

$$I_{MPtotal} = 8,17 * 20 = 163,4 A$$

Para calcular la potencia nominal del inversor la calculamos de la siguiente forma:

$$P = 1,35 * P_{AC}$$

Se obtiene:

$$P = 1,35 * 7049,5 = 9516,83 \text{ W}$$

El inversor seleccionado es de la marca Victron energy modelo Quattro, cuyo pico de potencia es de 10000 W, por lo tanto, para este caso es válido ya que no supera el pico de potencia permitido por este.



Figura 1.4.- Inversor de la marca Victron energy modelo Quattro.

1.7. Cableado y protecciones.

1.7.1. Tramo de conexión al regulador.

Para obtener la sección del cable con la expresión:

$$S = \frac{2 * L * I}{\Delta V * C}$$

Esta instalación está formada por dos grupos iguales de 10 módulos fotovoltaicos, cada regulador está alimentado por 5 módulos conectados en paralelo hasta la entrada al regulador. Se toman los siguientes datos:

Tramo 1.

L= 7 m.

I = 5 * 8,17 = 40,85 A.

ΔV : la caída de potencial máxima en una tensión de 36,74 V. Con el límite del 1,5%. Por lo tanto, obtenemos 0,5511 V.

C= 47 m/ Ω ·mm², para una temperatura de trabajo de 70 °C.

$$S = \frac{2 * 7 * 40,85}{0,5511 * 47} = 22,08 \text{ mm}^2$$

La sección normalizada superior a la calculada es de 25 mm², según se indica en la tabla de intensidades admisibles al aire 40°C, lo sacamos de la tabla1 de la ITC-BT 19 del RBT intensidades admisibles (A) al aire 40°C.

Según la tabla la intensidad máxima admisible de un cable de cobre de 25 mm² de tipo 0,6/1KV y aislamiento en PVC, instalado en el interior de tubos en montaje superficial es de 84 A.

Se debe aplicar un coeficiente de reducción de 0,91 por la temperatura. La máxima intensidad admisible, la obtenemos de la siguiente forma: $I_{max} = 84 * 0,91 = 76,44 A$

En el tramo que conecta el grupo de 5 módulos con el regulador, circulara una corriente máxima igual a la suma de las corrientes de cortocircuito de los módulos que forman dicho grupo por lo tanto la intensidad máxima que pueda circular por este tramo será:
 $I = 5 * I_{sc}$

Se obtiene:

$$I = 5 * 8,72 = 43,6 A$$

Al ser la intensidad que circula por el tramo menor que la máxima admisible que puede soportar el cable, la sección elegida para el conductor en este tramo de 25 mm², es correcta.

Tramo 2.

L= 11,50 m.

$I = 5 * 8,17 = 40,85 A.$

ΔV : la caída de potencial máxima en una tensión de 36,74 V. Con el límite del 1,5%. Por lo tanto, obtenemos 0,5511 V.

C= 47 m/Ω·mm², para una temperatura de trabajo de 70 °C.

$$S = \frac{2 * 11,50 * 40,85}{0,5511 * 47} = 36,27 \text{ mm}^2$$

La sección normalizada superior a la calculada es de 50 mm², según se indica en la tabla de intensidades admisibles al aire 40°C, lo sacamos de la tabla1 de la ITC-BT 19 del RBT intensidades admisibles (A) al aire 40°C.

Según la tabla la intensidad máxima admisible de un cable de cobre de 50 mm² de tipo 0,6/1KV y aislamiento en PVC, instalado en el interior de tubos en montaje superficial es de 125 A.

Se debe aplicar un coeficiente de reducción de 0,91 por la temperatura. La máxima intensidad admisible, la obtenemos de la siguiente forma: $I_{max} = 125 * 0,91 = 113,75 A$

En el tramo que conecta el grupo de 5 módulos con el regulador, circulara una corriente máxima igual a la suma de las corrientes de cortocircuito de los módulos que forman dicho grupo por lo tanto la intensidad máxima que pueda circular por este tramo será:
 $I = 5 * I_{sc}$

Se obtiene:

$$I = 5 * 8,72 = 43,6 A$$

Al ser la intensidad que circula por el tramo menor que la máxima admisible que puede soportar el cable, la sección elegida para el conductor en este tramo de 50 mm², es correcta.

1.7.2. Tramo de conexión a las baterías.

La sección de cable se calcula con la siguiente expresión:

$$S = \frac{2 * L * I}{\Delta V * C}$$

Con los siguientes datos se obtiene:

L= 5 m.

I = 20 * 8,17= 163,4 A.

ΔV : la caída de potencial máxima en una tensión de 36,74 V. Con el límite del 1,5%. Por lo tanto, obtenemos 0,5511 V.

C= 47 m/ Ω ·mm², para una temperatura de trabajo de 70 °C.

$$S = \frac{2 * 5 * 163,4}{0,5511 * 47} = 63,08 \text{ mm}^2$$

La sección superior en este caso es de 70 mm²

Se debe aplicar un coeficiente de reducción de 0,91 por la temperatura. La máxima intensidad admisible, la obtenemos de la siguiente forma: $I_{max} = 160 * 0,91 = 145,6 A$

La intensidad máxima de corriente del tramo de conexión hacia las baterías será igual a la suma de las intensidades de cortocircuito de los 20 módulos en paralelo que constituyen el generador fotovoltaico, por lo tanto, será:

$$I = 20 * I_{sc}$$

Se obtiene:

$$I = 20 * 8,72 = 174,4 A$$

Al ser la intensidad que circula por el tramo mayor que la máxima admisible que puede soportar el cable, la sección elegida para el conductor en este tramo de 70 mm², no vale, por lo que hay que coger otra sección, pasamos a la de 120 mm² cuya máxima intensidad admisible, es: $I_{max} = 225 * 0,91 = 204,75 A$

Esta sección ya es válida ya que la intensidad que circula por el cable es menor que la máxima admisible que puede soportar.

1.7.3. Tramo de conexión al inversor.

Para ello se utiliza:

$$I_{SD} = \frac{P}{V * \cos\phi}$$

Se obtiene:

$$I_{SD} = \frac{4000W}{230V * 1} = 17,39 A$$

Con la expresión para obtener la corriente continua:

$$I_{CC} = \frac{I_{CA}}{\mu}$$

Se obtiene:

$$I_{CC} = \frac{17,39 A}{0,96} = 18,11 A$$

Para calcular la sección, con la expresión:

$$S = \frac{2 * L * I}{\Delta V * C}$$

Se obtiene con los siguientes datos:

$L = 8,50 \text{ m.}$

$I_{cc} = 18,11 \text{ A.}$

ΔV : la caída de potencial máxima en una tensión de 36,74 V. Con el límite del 1,5%. Por lo tanto, obtenemos 0,5511 V.

$C = 47 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$, para una temperatura de trabajo de 70 °C.

$$S = \frac{2 * 8,50 * 18,11}{0,5511 * 47} = 11,89 \text{ mm}^2$$

La sección será de 16 mm². Se debe aplicar un coeficiente de reducción de 0,91 por la temperatura. La máxima intensidad admisible, la obtenemos de la siguiente forma:

$$I_{max} = 66 * 0,91 = 60,06 \text{ A}$$

Al ser la intensidad que circula por el tramo menor que la máxima admisible que puede soportar el cable, la sección elegida para el conductor en este tramo de 16 mm², es correcta.

A continuación, se muestra el resumen por tramos de las secciones obtenidas.

Tramo	Longitud	Sección de cable (mm ²)	Intensidad máxima admisible (A)	Intensidad de corriente del tramo (A)
Conexión con regulador. Tramo 1	7	25	76,44	43,6
Conexión con regulador. Tramo 2	11,50	50	113,75	43,6
Conexión con baterías	5	120	204,75	174,4
Conexión con inversor	8,50	16	60,06	18,11

Tabla 1.3.-Resumen de secciones.

Cuando se dimensiona el cableado de protección, en relación entre los conductores de protección y activos, con la Tabla 1 de la ITC-BT 19 del R.B.T se obtiene en cada uno de los tramos, lo siguiente:

Tramo	Sección de cable activo (mm ²)	Sección de cable de protección (mm ²)
Conexión con regulador. Tramo 1	25	16
Conexión con regulador. Tramo 2	50	25
Conexión con baterías	120	60
Conexión con inversor	16	16

Tabla 1.4.- Resumen secciones de protección.

Se tiene que señalar también la elección de los tubos de protección para el cableado en corriente continua, con la Tabla 2 de la ITC-BT 21 del R.B.T, se obtiene para cada tramo, lo siguiente:

Tramo	Sección de cable activo (mm ²)	Sección de cable de protección (mm ²)	Diámetro de tubo protector (mm)
Conexión con regulador. Tramo 1	25	16	32
Conexión con regulador. Tramo 2	50	25	40
Conexión con baterías	120	60	63
Conexión con inversor	16	16	25

Tabla 1.5.- Resumen de secciones y diámetros de protección.

1.7.4. Instalación en corriente continua.

1.7.4.1. Desde la salida del inversor hasta su conexión con el cuadro general de protección y mando.

Con la siguiente ecuación se obtiene la sección:

$$S = \frac{2 * P * L}{\Delta V * V * C}$$

Con los siguientes datos se obtiene:

P: en este caso vale 4000 W.

L = 8 m.

V = 230 V.

ΔV : es la caída de tensión máxima permitida en los conductores, que según se indica en el IDAE, deberá ser en los conductores de alterna como máximo el 2%. Por lo tanto, $\Delta V = 0,02 * 230 = 4,6$ V

C: es la conductividad del material que forma el conductor en este caso cobre, cuya conductividad a 70 °C es de 47m/ Ω mm².

$$S = \frac{2 * 4000 * 8}{4,6 * 230 * 47} = 1,28 \text{ mm}^2$$

Para soportar este valor de corriente y según la tabla 1 de la ITC BT 19, se elegirá una sección de cable 6 mm², cuya intensidad máxima admisible es de 36 A.

Se debe aplicar un coeficiente de reducción de 0,91 por la temperatura. La máxima intensidad admisible, la obtenemos de la siguiente forma: $I_{max} = 36 * 0,91 = 32,76$ A

Y La intensidad que circula por la línea es de obtenida anteriormente es de 18,11 A. Por lo tanto, al ser la intensidad que circula por el tramo menor que la máxima admisible que puede soportar el cable, la sección elegida para el conductor en este tramo de 6 mm², es correcta.

El resumen para el tramo de corriente alterna desde la salida del inversor hasta la entrada a la instalación interior de la vivienda, es el siguiente:

Tramo	Longitud del tramo	Sección de cable activo (mm ²)	Cable de protección (mm ²)	Diámetro de tubo protector (mm)
Inversor-cuadro general de protección y mando	8	6	6	25

Tabla 1.6.- Secciones tramo del inversor al cuadro general.

1.7.4.2. Elección de los elementos de protección, fusibles.

Para que la elección de los fusibles sea la adecuada se cumple:

$$I_b < I_n < 0,9 * I_{adm}$$

A continuación, se muestra los cálculos para la obtención del fusible adecuado en cada tramo.

1.7.4.2.1. Tramo conexión del regulador.

Para el tramo de conexión del regulador, los datos de intensidad para elegir el fusible son los siguientes:

Tramo 1.

$$I_b = 43,6 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 0,9 * 76,44 = 68,80 \text{ A}$$

$$I_n \text{ (asignado)} = 50 \text{ A}$$

El fusible seleccionado es de la marca DFElectric el modelo NH1 con una intensidad de 50 A.

Tramo 2.

$$I_b = 43,6 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 0,9 * 113,75 = 102,38 \text{ A}$$

$$I_n \text{ (asignado)} = 80 \text{ A}$$

El fusible seleccionado es de la marca DFElectric el modelo NH1 con una intensidad de 80 A.

1.7.4.2.2. Tramo conexión de baterías.

Para el tramo de conexión de las baterías, los resultados son los siguientes:

$$I_b = 174,4 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 0,9 * 204,75 = 184,28 \text{ A}$$

$$I_n \text{ (asignado)} = 175 \text{ A}$$

El fusible seleccionado es de la marca Victron Energy el modelo MEGA-FUSE con una intensidad de 175 A.

1.7.4.2.3. Tramo conexión del inversor.

Para el tramo de conexión del inversor los resultados son los siguientes:

$$I_b = 18,11 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 0,9 * 60,06 = 54,05 \text{ A}$$

$$I_n \text{ (asignado)} = 32 \text{ A}$$

El fusible seleccionado es de la marca DFElectric el modelo NH1 con una intensidad de 32 A.

A continuación, se muestra el resumen de los distintos fusibles que se emplean para cada tramo.

Tramo	I _b	I _n	I _{adm}
Conexión con regulador. Tramo 1	43,6 A	50 A	68,80 A
Conexión con regulador. Tramo 2	43,6 A	80 A	102,38 A
Conexión con baterías	174,4 A	175 A	184,28 A
Conexión con inversor	18,11 A	32 A	54,05 A

Tabla 1.7.- Resumen de los fusibles por tramos.

1.7.4.2.4. Tramo conexión del inversor al cuadro general de protección y mando.

Para el cuadro de protecciones se utilizarán un interruptor diferencial de la marca Schneider modelo iID Clase AC de 25 A, interruptor magnetotérmico de la marca Schneider del modelo iK60N de 32 A.

Se debe instalar protección contra sobretensiones, para ello se instala un pararrayos autovalvular de la marca OBO BETTERMANN el modelo MC 50-B-OS.

2. Cálculo de la instalación de la caldera de biomasa.

2.1. Cálculo para ACS.

Para el estimar el consumo de ACS se aplica:

$$\text{Consumo} = 30 \text{ l/persona} * \text{N}^\circ \text{ de personas}$$

Se obtiene:

$$\text{Consumo} = 30 \text{ l/persona} * 4 \text{ personas} = 120 \text{ l/día}$$

Una vez estimado el consumo, se calcula la potencia necesaria para ACS, marcando como tiempo de calentamiento del agua en 30 minutos y con un salto térmico de 50 °C. Se toma como temperatura de 60 °C y temperatura mínima a la que se considera que está el agua es de 10 °C.

Se calcula con la siguiente expresión:

$$P = m * C_p * \Delta T$$

Se obtiene:

$$P = 120 \text{ Kg}/0,5\text{h} * 1 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C} * 50^\circ\text{C} = 12000 \text{ Kcal/h}$$

Esto se pasa a Kw multiplicando por las Kcal que contiene un Kw, por lo que se obtiene:

$$P = 12000 \text{ Kcal/h} * 1 \text{ kwh}/860 \text{ kcal} = 13,95 \text{ kw}$$

Para la estimación de la demanda de ACS, se calcula con la siguiente expresión:

$$DACS = \text{N}^\circ \text{ de ocupantes} * \text{demanda diaria} * \text{N}^\circ \text{ de días} * C_p * \Delta T$$

Se obtiene:

$$\begin{aligned} DACS &= 4 \text{ ocupante} * 30 \text{ l/ocupante} * 365 \text{ días} * 1 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C} * 50^\circ\text{C} = 2190000 \text{ Kcal/año} \\ &= 2546,51 \text{ KWh/año} \end{aligned}$$

2.2. Cálculo para calefacción.

Para obtener la demanda de calefacción se obtiene multiplicando por la superficie de la vivienda. Se obtiene:

$$P = 100 \text{ W/m}^2 * 114,29 \text{ m}^2 = 11429 \text{ W} = 11,43 \text{ KW}$$

Por lo que para elegir la caldera se elige la potencia máxima necesaria, en este caso es la obtenida para ACS con 13,95 KW. En este caso redondeamos a 15 KW. En este caso la caldera elegida es de la marca ÖKOFEN el modelo PELLEMATIC P15.

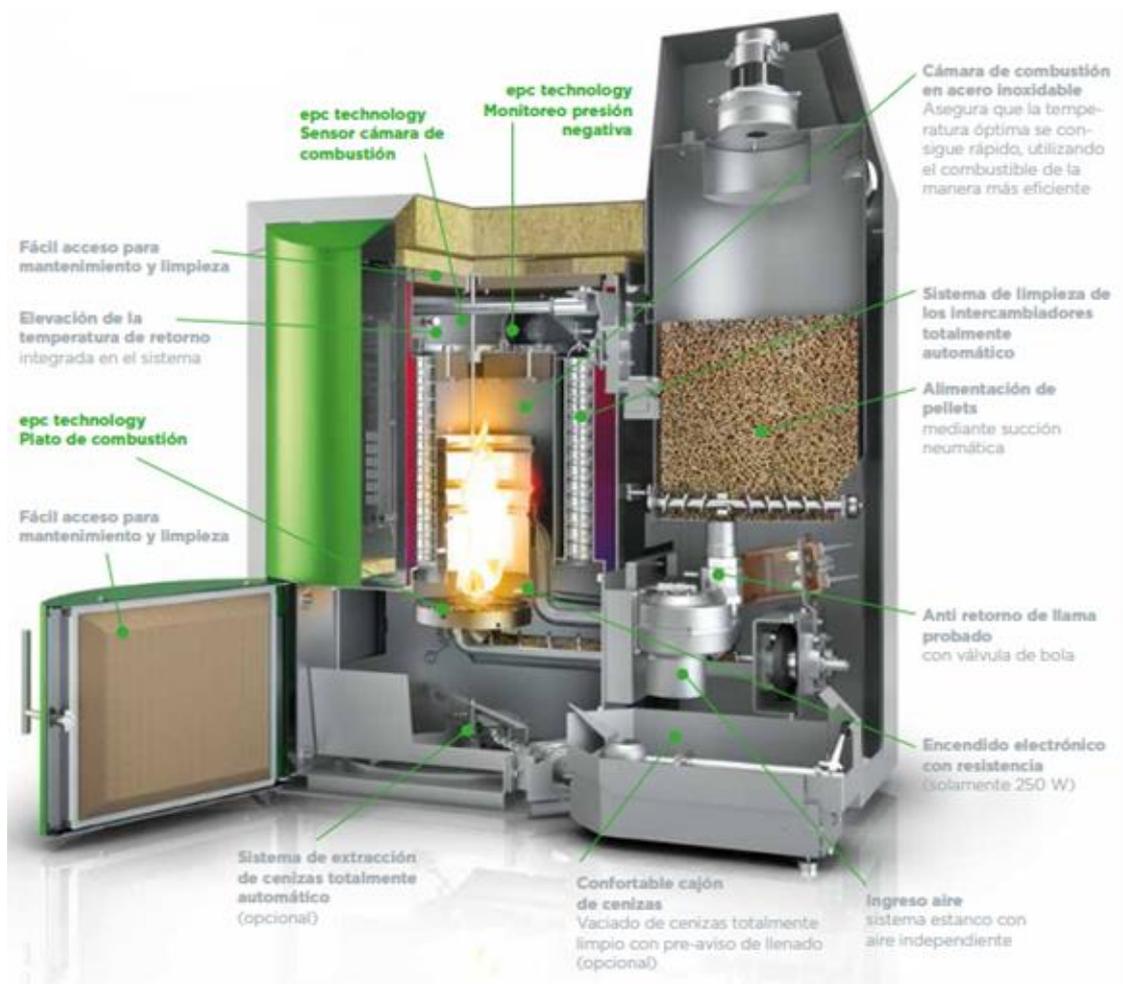


Figura 2.1.- Caldera de biomasa de la marca ÖKOFEN el modelo PELLEMATIC P15.

Para el cálculo de la demanda energética de calefacción, se debe estimar el número de días al año y las horas de funcionamiento. En este caso serán 210 días al año, con una media de consumo diario de 10 horas, en este caso tenemos que en cuenta el coeficiente

de intermitencia del 85%. Por lo que la demanda estimada se calcula de la siguiente manera:

$$D_{calf} = Potencia * N^{\circ} \text{ de horas/día} * N^{\circ} \text{ días/año} * Coef. \text{ De intermitencia}$$

Se obtiene:

$$D_{calf} = 15 \text{ Kw} * 10 \text{ horas/día} * 210 \text{ día/año} * 0,85 = 26775 \text{ kWh/año}$$

La demanda total será la suma de ambas, por lo que sería:

$$D_{total} = D_{calf} + DACS$$

Se obtiene:

$$D_{total} = 26775 \text{ kWh/año} + 2546,51 \text{ kWh/año} = 29321,51 \text{ kWh/año}$$

Si el rendimiento de la caldera es de 94,7% el consumo energético obtenido de la caldera es de:

$$CE = D_{total} / R.Cald = 29321,51 \text{ kWh/año} / 0,947 = 30962,52 \text{ kWh/año}$$

2.3. Cálculo de combustible.

El cálculo de combustible se obtiene mediante la fórmula:

$$Q_{comb} = \frac{CE}{PCI}$$

Donde se obtiene:

$$Q_{comb} = \frac{30962,52 \text{ kWh/año}}{5,06 \text{ kWh/Kg}} = 6119,08 \text{ Kg/año}$$

Para obtener el volumen de combustible, lo obtenemos aplicando la densidad de los pellets, en este caso se trata de 680 Kg/m³. Por lo que se obtiene

$$V_{comb} = 6119,08 \text{ Kg/año} / 680 \text{ Kg/m}^3 = 9 \text{ m}^3/\text{año}$$



Universidad de León



Escuela Superior y Técnica
de Ingenieros de Minas

ANEXO DE FICHAS TÉCNICAS

1. Módulo fotovoltaico.

A-xxxP GSE (xxx = potencia nominal)

Características eléctricas

Potencia Máxima (Pmax)	280 W	285 W	290 W	295 W	300 W	305 W	310 W
Tensión Máxima Potencia (Vmp)	35.59 V	35.83 V	36.07 V	36.38 V	36.74 V	37.06 V	37.32 V
Corriente Máxima Potencia (Imp)	7.88 A	7.96 A	8.04 A	8.11 A	8.17 A	8.24 A	8.31 A
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	44.12 V	44.35 V	44.53 V	44.76 V	45.09 V	45.40 V	45.72 V
Corriente en Cortocircuito (Isc)	8.41 A	8.48 A	8.57 A	8.65 A	8.72 A	8.80 A	8.87 A
Eficiencia del Módulo (%)	14.39	14.65	14.91	15.17	15.42	15.68	15.94
Tolerancia de Potencia (W)				0/+5			
Máxima Serie de Fusibles (A)				15			
Máxima Tensión del Sistema				DC 1000 V (IEC) / DC 600 V (UL)			
Temperatura de Funcionamiento Normal de la Célula (°C)				46±2			

Características eléctricas medidas en Condiciones de Test Standard (STC), definidas como: Irradiación de 1000 w/m², espectro AM 1.5 y temperatura de 25 °C. Tolerancias medida STC: ±3% (Pmp); ±10% (Isc, Voc, Imp, Vmp).

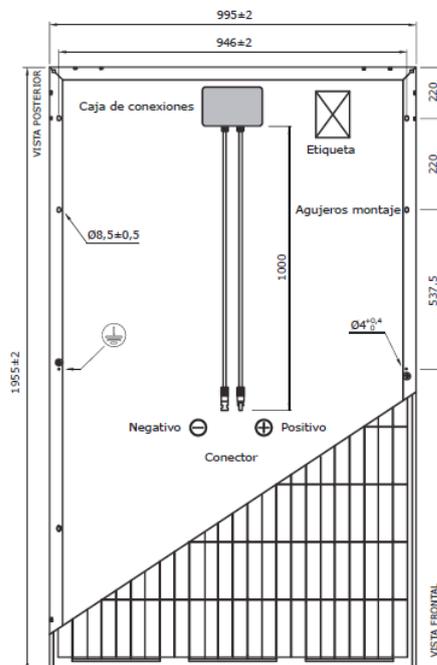
Especificaciones mecánicas

Dimensiones (± 2.0 mm.)	1955x995x50 mm.
Peso	23.5 kg
Máx. carga estática, frontal (nieve y viento)	5400 Pa
Máx. carga estática, posterior (viento)	2400 Pa

Materiales de construcción

Cubierta frontal (material/tipo/espesor)	Cristal templado/grado PV/3.2 mm.
Células (cantidad/tipo/dimensiones)	72 células (6x12)/Policristalina/156 x 156 mm.
Marco (material/color)	Aleación de aluminio anodizado/plata
Caja de conexiones (protección/nº diodos)	IP65/3 diodos
Cable (longitud/sección)/ Conector	1000 mm./ 4 mm² / Compatible MC4

Vista genérica construcción módulo



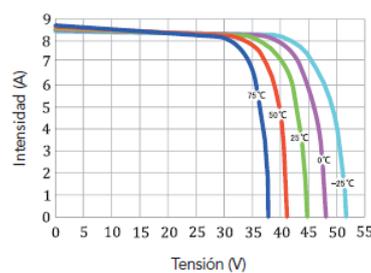
Características de temperatura

Coef. Temp. de Isc (TK Isc)	0.07% /°C
Coef. Temp. de Voc (TK Voc)	-0.30% /°C
Coef. Temp. de Pmax (TK Pmax)	-0.38% /°C
Temperatura de Funcionamiento	-40 a +85 °C

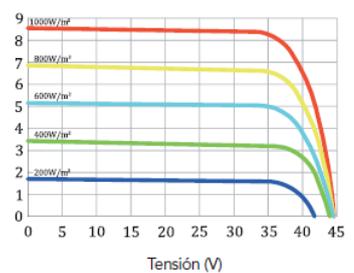
Embalaje

Módulos/palé	20 pzas
Palés/contenedor 40'	22 pzas
Módulos/contenedor 40'	440 pzas

Temperatura Varia (A-290P GSE)



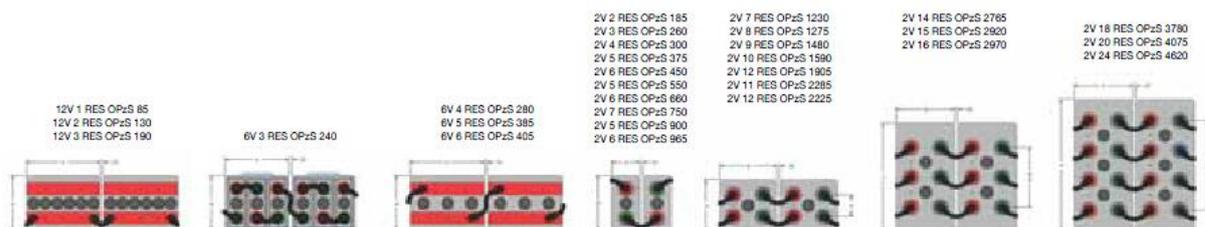
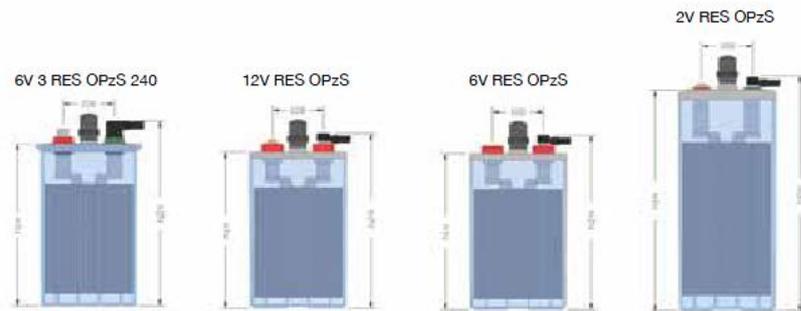
Irradiación Varia (A-290P GSE)



2. Batería.

Type	Positive Plates Number	Number of Poles	Nom. capacity (Ah at 20°C)					Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)	Height* (mm)	Poles Distance	Filled Weight (approx. kg)	Dry Weight (approx. kg)	Internal Resistance (mOhm)	Short Circuit Current (A)
			C240 1.85 Vpc	C120 1.85 Vpc	C48 1.80V pc	C24 1.80 Vpc	C12 1.80 Vpc									
2V 2 RES OPzS 185	2	2	197	187	168	148	132	103	206	355	369	-	14	8	1.620	1240
2V 3 RES OPzS 260	3	2	274	263	235	209	188	103	206	355	369	-	16	11	1.083	1860
2V 4 RES OPzS 300	4	2	310	300	272	243	224	103	206	355	369	-	18	13	0.847	2380
2V 5 RES OPzS 375	5	2	391	378	343	307	281	124	206	355	369	-	21	15	0.671	3000
2V 6 RES OPzS 450	6	2	470	454	411	368	338	145	206	355	369	-	26	19	0.575	3500
2V 5 RES OPzS 550	5	2	574	553	498	444	413	124	206	471	485	-	28	21	0.608	3300
2V 6 RES OPzS 660	6	2	686	661	596	530	494	145	206	471	485	-	34	24	0.518	3900
2V 7 RES OPzS 750	7	2	780	750	676	602	564	166	206	471	485	-	39	28	0.453	4450
2V 5 RES OPzS 900	5	2	948	904	797	695	639	145	206	646	660	-	42	29	0.537	3750
2V 6 RES OPzS 965	6	2	1006	966	859	754	703	145	206	646	660	-	46	33	0.447	4500
2V 7 RES OPzS 1230	7	4	1286	1230	1088	950	877	191	210	646	660	80	60	43	0.378	5350
2V 8 RES OPzS 1275	8	4	1330	1278	1139	1001	934	191	210	646	660	80	64	47	0.327	6200
2V 9 RES OPzS 1480	9	4	1546	1484	1319	1157	1076	233	210	646	660	110	73	53	0.292	6950
2V 10 RES OPzS 1590	10	4	1656	1592	1419	1248	1165	233	210	646	660	110	78	57	0.261	7750
2V 12 RES OPzS 1905	12	4	1985	1908	1695	1487	1391	275	210	646	660	140	91	66	0.228	8850
2V 11 RES OPzS 2285	11	4	2369	2286	2064	1830	1698	275	210	797	811	140	111	76	0.238	8500
2V 12 RES OPzS 2225	12	4	2294	2226	2024	1807	1701	275	210	797	811	140	115	81	0.225	9000
2V 14 RES OPzS 2765	13	6	2868	2770	2505	2224	2069	397	212	772	786	110	143	96	0.195	10350
2V 15 RES OPzS 2920	15	6	3019	2921	2650	2361	2208	397	212	772	786	110	149	103	0.176	11500
2V 16 RES OPzS 2970	16	6	3065	2972	2710	2424	2279	397	212	772	786	110	155	109	0.160	12800
2V 18 RES OPzS 3780	18	8	3917	3780	3419	3038	2811	487	212	772	786	110	184	125	0.140	14450
2V 20 RES OPzS 4075	20	8	4217	4076	3696	3291	3057	487	212	772	786	110	201	135	0.125	16200
2V 24 RES OPzS 4620	24	8	4769	4620	4199	3747	3508	576	212	772	786	140	230	158	0.108	18800
6V 3 RES OPzS 240	3	2	252	242	221	199	184	233	203 +	345	377	-	41	30	1.138	1780
6V 4 RES OPzS 280	4	2	293	283	261	237	223	272	205	332	361	-	47	35	0.900	2240
6V 5 RES OPzS 385	5	2	403	389	355	320	298	380	205	332	361	-	61	44	0.760	2660
6V 6 RES OPzS 405	6	2	422	408	376	341	323	380	205	332	361	-	67	51	0.667	3040
12V 1 RES OPzS 85	1	2	91	86	78	71	65	272	205	332	361	-	38	24	3.226	620
12V 2 RES OPzS 130	2	2	137	132	121	111	106	272	205	332	361	-	49	38	1.613	1260
12V 3 RES OPzS 190	3	2	199	191	176	161	155	380	205	332	361	-	70	53	1.138	1780

* Includes installed connectors and shrouds



3. Regulador.

MPPT 50C

MPPT 80C

SISTEMA ÓPTIMO DE CARGA SOLAR CON CAPACIDAD DE DETECCIÓN DEL PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA

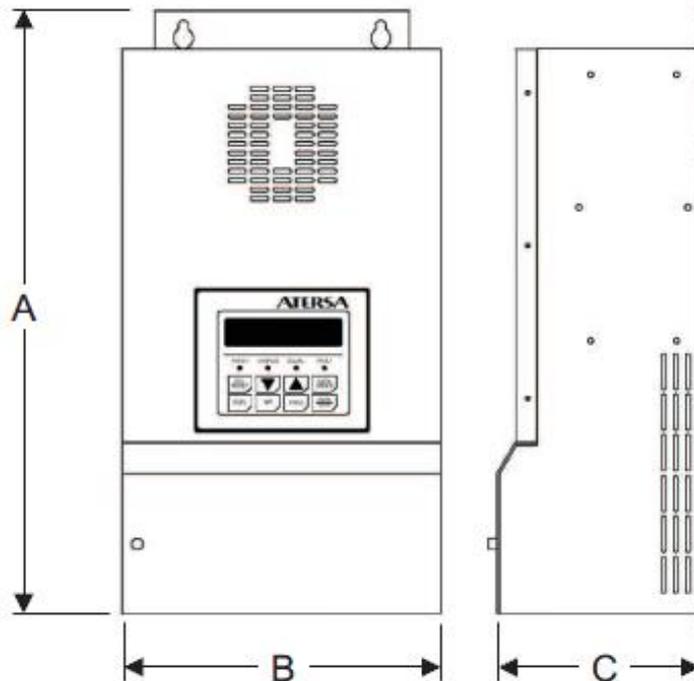


El Regulador-Seguidor MPPT es un cargador de baterías solar con una alta fiabilidad y cuya característica más importante es la maximización de la energía capturada por el conjunto fotovoltaico en la batería mediante el uso de avanzada tecnología de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT).

Características Principales

- MPPT (seguidor de punto de máxima potencia) integrado, manejo de carga de batería, información del estado de carga.
- Potencia de salida permanente sin reducción a temperatura ambiente de hasta 50°C.
- Monitor de energía de batería integrado, rastrea la producción y consumo de potencia para calcular la energía restante en la batería. Estado de carga SOC (state-of-charge) se muestra en porcentaje full, Amper-horas, Watt-horas. Además el cargador solar almacena 90 días de carga de energía.
- Alimenta baterías de plomo ácido, gel y AGM. Carga de 4 etapas con parámetros ajustables.
- Se pueden conectar módulos FV en serie hasta 112 VCC (140VCC máx).
- Sencilla conexión en paralelo de hasta 16 unidades para corrientes elevadas.
- Carga precisa de baterías de 12V/24V/36V/48V con fácil configuración.
- Función de compensación de temperatura integrada para carga segura y completa.

MODELOS	MPPT - 50C	MPPT - 80C
Corriente de salida máxima (continua hasta 50°C de temperatura ambiente)	50A	80A
Tensión de baterías	12, 24, 36, 48 VCC Normal	
Corriente de entrada de FV máx.	40A	70A
Rango de tensión de entrada	16 ~ 112 VCC operando 140 VCC máx. Tensión de circuito abierto	
Potencia máx. del campo FV	3250W (máx. al igualar una batería 48V a 64V en 50A)	5200W (máx. al igualar una batería 48V a 64V en 80A)
Modos de regulación de carga	Carga plena o Bulk, Absorción, flotación, Ecuilización manual/automática	
Compensación de temperatura de batería BTS	5mV por °C, por celda de 2V Batería de 12V: 16 ~ 112 VCC Batería de 24V: 32 ~ 112 VCC Batería de 36V: 36 ~ 112 VCC Batería de 48V: 48 ~ 112 VCC	
Capacidad de conversión de CC a CC		
Estado	Pantalla LCD muestra tensión de entrada y corriente, tensión de salida y corriente, modo de carga, estado de carga de la batería SOC	
Registro de datos	Registra la energía colectada en 90 días, pantalla LCD WH, KWH, AH	
Monitorización de energía	Pantalla LCD muestra el estado de la carga, AH, WH y corriente de descarga. Es preciso usar un shunt de 50mV/500A	
Relés auxiliares	Tres relés independientes de contacto A (SPST) para control de equipos externos	
Temperatura de operación	Potencia completa de salida hasta +50°C ambiente	
Potencia de reposo	<2W	
Dimensiones (AxBxC) mm.	267,7x196x147	414,8x225x147
Peso (kg.)	4,3	7,1



4. Inversor.

Inversor/cargador MultiPlus

800VA – 5kVA

Compatible con baterías de Litio-Ion

www.victronenergy.com



MultiPlus
24/3000/70

Multi funcional, con gestión de potencia inteligente

El MultiPlus reúne, en una sola carcasa compacta, un potente inversor sinusoidal, un sofisticado cargador de baterías con tecnología adaptable y un conmutador de transferencia de CA de alta velocidad. Además de estas funciones principales, el MultiPlus dispone de varias características avanzadas, tal y como se describe más abajo.

Dos salidas CA

La salida principal dispone de la función "no-break" (sin interrupción). El MultiPlus se encarga del suministro a las cargas conectadas en caso de apagón o de desconexión de la red eléctrica/generador. Esto ocurre tan rápido (menos de 20 milisegundos) que los ordenadores y demás equipos electrónicos continúan funcionando sin interrupción.

La segunda salida sólo está activa cuando a una de las entradas del MultiPlus le llega alimentación CA. A esta salida se pueden conectar aparatos que no deberían descargar la batería, como un calentador de agua, por ejemplo (segunda salida disponible sólo en los modelos con conmutador de transferencia de 50A).

Potencia prácticamente ilimitada gracias al funcionamiento en paralelo

Hasta 6 Multis pueden funcionar en paralelo para alcanzar una mayor potencia de salida. Seis unidades 24/5000/120, por ejemplo, darán una potencia de salida de 25 kW/30 kVA y una capacidad de carga de 720 amperios.

Capacidad de funcionamiento trifásico

Además de la conexión en paralelo, se pueden configurar tres unidades del mismo modelo para una salida trifásica. Pero eso no es todo: se pueden conectar en paralelo hasta 6 juegos de tres unidades que proporcionarán una potencia de salida de 75 kW / 90 kVA y más de 2000 amperios de capacidad de carga.

PowerControl – Potencia limitada del generador, del pantalán o de la red

El Multi es un cargador de baterías muy potente. Por lo tanto, usará mucha corriente del generador o de la red del pantalán (casi 10 A por cada Multi de 5kVA a 230 VCA). En el Panel Multi Control puede establecerse una corriente máxima proveniente del generador o del pantalán. El MultiPlus tendrá en cuenta las demás cargas CA y utilizará la corriente sobrante para la carga, evitando así sobrecargar el generador o la red del pantalán.

PowerAssist – Aumento de la capacidad eléctrica del pantalán o del generador

Esta función lleva al principio de PowerControl a otra dimensión. Permite que el MultiPlus complemente la capacidad de la fuente alternativa. Cuando se requiera un pico de potencia durante un corto espacio de tiempo, como pasa a menudo, MultiPlus compensará inmediatamente la posible falta de potencia de la corriente del pantalán o del generador con potencia de la batería. Cuando se reduce la carga, la potencia sobrante se utiliza para recargar la batería.

Cargador variable de cuatro etapas y carga de bancadas de baterías dobles

La salida principal proporciona una potente carga al sistema de baterías por medio de un avanzado software de "carga variable". El software ajusta con precisión el proceso automático de tres etapas adaptándose a las condiciones de la batería y añade una cuarta etapa para prolongados periodos de carga lenta. El proceso de carga variable se describe con más detalle en la hoja de datos del Phoenix Charger y en nuestro sitio web, en el apartado "Información Técnica". Además de lo anterior, el MultiPlus puede cargar una segunda batería utilizando una salida de carga limitada independiente, pensada para cargar una batería de arranque del motor principal o del generador (dicha salida disponible únicamente en los modelos de 12V y 24V).

La configuración del sistema no puede ser más sencilla

Una vez instalado, el MultiPlus está listo para funcionar.

Si ha de cambiarse la configuración, se puede hacer en cuestión de minutos mediante un nuevo procedimiento de configuración del conmutador DIP. Con los conmutadores DIP se puede incluso programar el funcionamiento en paralelo y el trifásico: ¡sin necesidad de ordenador!

También se puede utilizar un VE.Net en vez de los conmutadores DIP.

Y hay disponible un sofisticado software (VE.Bus Quick Configure y VE.Bus System Configurator) para configurar varias nuevas y avanzadas características.



MultiPlus Compact
12/2000/80

MultiPlus	12 voltios 24 voltios 48 voltios	C 12/800/35 C 24/800/16	C 12/1200/50 C 24/1200/25	C 12/1600/70 C 24/1600/40	C 12/2000/80 C 24/2000/50	12/3000/120 24/3000/70 48/3000/35	24/5000/120 48/5000/70
PowerControl		Si	Si	Si	Si	Si	Si
PowerAssist		Si	Si	Si	Si	Si	Si
Conmutador de transferencia (A)		16	16	16	30	16 ó 50	50
Funcionamiento en paralelo y en trifásico		Si	Si	Si	Si	Si	Si
INVERSOR							
Rango de tensión de entrada (V CC)		9,5 – 17 V		19 – 33 V	38 – 66 V		
Salida		Tensión de salida: 230 VAC ± 2%			Frecuencia: 50 Hz ± 0,1% (1)		
Potencia cont. de salida a 25 °C (VA) (3)		800	1200	1600	2000	3000	5000
Potencia cont. de salida a 25 °C (W)		700	1000	1300	1600	2500	4500
Potencia cont. de salida a 40 °C (W)		650	900	1200	1450	2200	4000
Pico de potencia (W)		1600	2400	3000	4000	6000	10.000
Eficacia máxima (%)		92 / 94	93 / 94	93 / 94	93 / 94	93 / 94 / 95	94 / 95
Consumo en vacío (W)		8 / 10	8 / 10	8 / 10	9 / 11	15 / 15 / 16	25 / 25
Consumo en vacío en modo de ahorro (W)		5 / 8	5 / 8	5 / 8	7 / 9	10 / 10 / 12	20 / 20
Consumo en vacío en modo de búsqueda (W)		2 / 3	2 / 3	2 / 3	3 / 4	4 / 5 / 5	5 / 6
CARGADOR							
Entrada CA		Rango de tensión de entrada: 187-265 V CA		Frecuencia de entrada: 45 – 65 Hz		Factor de potencia: 1	
Tensión de carga de 'absorción' (V CC)		14,4 / 28,8 / 57,6					
Tensión de carga de flotación (V CC)		13,8 / 27,6 / 55,2					
Modo de almacenamiento (V CC)		13,2 / 26,4 / 52,8					
Corriente de carga batería casa (A) (4)		35 / 16	50 / 25	70 / 40	80 / 50	120 / 70 / 35	120 / 70
Corriente de carga batería de arranque (A)		4 (solo modelos de 12 y 24V)					
Sensor de temperatura de la batería		Si					
GENERAL							
Salida auxiliar (A) (5)		n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	Si (16A)	Si (25A)
Relé programable (6)		Si					
Protección (2)		a - g					
Puerto de comunicación VE.Bus		Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema					
Puerto com. de uso general (7)		n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	Si (8)	Si
Remote on-off		Si					
Características comunes		Temperatura de funcionamiento: -20 a + 50°C (refrigerado por aire) Humedad (sin condensación): máx. 95%					
CARCASA							
Características comunes		Material y color: aluminio (azul RAL 5012)			Categoría de protección: IP 21		
Conexiones de la batería		cables de batería de 1,5 metros			Pernos M8	Cuatro pernos M8 (2 conexiones positivas y 2 negativas)	
Conexión 230 V CA		Conector G-ST18i			Abrazadera de resorte	Bornes de tornillo de 13 mm. ² (6 AWG)	
Peso (kg)		10	10	10	12	18	30
Dimensiones (al x an x p en mm.)		375x214x110			520x255x125	362x258x218	444x328x240
NORMATIVAS							
Seguridad		EN 60335-1, EN 60335-2-29					
Emisiones / Inmunidad		EN55014-1, EN 55014-2, EN 61000-3-3					
Directiva de automoción		2004/104/EC					
1) Puede ajustarse a 60 Hz; 120 V 60 Hz si se solicita							
2) Claves de protección:							
a) cortocircuito de salida		3) Carga no lineal, factor de cresta 3:1					
b) sobrecarga		4) a 25 °C de temperatura ambiente					
c) tensión de la batería demasiado alta		5) Se desconecta si no hay fuente CA externa disponible					
d) tensión de la batería demasiado baja		6) Relé programable que puede configurarse, entre otros, como alarma general, subvoltaje CC o señal de arranque para el generador					
e) temperatura demasiado alta		Capacidad nominal CA: 230V/4A					
f) 230 V CA en la salida del inversor		Capacidad nominal CC: 4A hasta 35VDC, 1A hasta 60VDC					
g) ondulación de la tensión de entrada demasiado		7) Entre otras funciones, para comunicarse con una batería BMS de Lítio-Ion					

5. Fusibles.

NH1	I_n	REFERENCIA	PODER DE CORTE	EMBALAJE
	(A)		(kA)	Unid./DA, JA
	25	373210 (UL)	30	1/30
	32	373215 (UL)	30	1/30
	40	373225 (UL)	30	1/30
	50	373230 (UL)	30	1/30
	63	373235 (UL)	30	1/30
	80	373240 (UL)	30	1/30
	100	373245 (UL)	30	1/30
	125	373250 (UL)	30	1/30
	160	373255 (UL)	30	1/30

6. Interruptor diferencial.

Datos técnicos iID Clase AC

Características principales

Según la norma IEC 60947

Tensión de aislamiento (U_i)	500 V
Grado de contaminación	3
Tensión asignada impulsional (U_{imp})	6 kV

Según la norma IEC 61008-1

Poder de corte y conexión ($I_m/I_{\Delta m}$)	1.500 A	
Resistencia a la onda de corriente de choque tipo 10/20 μ s	Tipos AC y A (no selectiva s)	250 A
	Tipos AC, A (selectiva s)	3 kA
	Tipo Asi	3 kA
Corriente de cortocircuito nominal condicional ($I_{nc}/I_{\Delta c}$)	Con iC60N/H/L	Igual a el poder de corte de iC60
	Con fusible	10.000 A

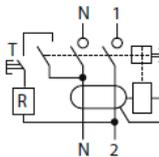
Características adicionales

Grado de protección	Dispositivo únicamente	IP20	
	Dispositivo en cofret modular	IP40	
Endurancia (apertura-cierre)	Eléctrica (AC1)	16 a 63 A	15.000 ciclos
		80 a 100 A	10.000 ciclos
	Mecánica		20.000 ciclos
Temperatura de funcionamiento	Tipo AC	-5 °C a +60 °C	
	Tipos A y Asi	-25 °C a +60 °C	
Temperatura de almacenamiento		-40 °C a +85 °C	

Nota: Interruptores diferenciales de tipo selectivos y bloques diferenciales Vigi iC60, consultar.

Interruptor Diferencial IID

Nº de Polos	Tensión V	Sensibilidad (mA)	Calibre (A)	Referencia ID Clase AC
2P	230	10	16	A9R10216
		10	25	A9R10225
		30	25	A9R71225
		30	40	A9R71240
		30	63	A9R71263
		30	80	A9R11280
		300	25	A9R74225
		300	40	A9R74240
		300	63	A9R74263
		300	80	A9R14280
		300	100	A9R14291



7. Interruptor magnetotérmico.

Tipo	In (A)	Referencias Curva C	Ancho en pasos 9mm
1P	6	A9K24106	2
	10	A9K24110	
	16	A9K24116	
	20	A9K24120	
	25	A9K24125	
	32	A9K24132	
	40	A9K24140	

Distribución Terminal, Terciario

Interruptor automático iK60N 50/60 Hz		
Poder de corte de cortocircuito nominal (kA), según IEC 60898-1		Poder de corte de servicio (Ics)
F/N	230 V	100% de Ion
Calibre (In) 1 a 40 A	6.000 A	

* Alimentación eléctrica superior o inferior

Datos técnicos

Características principales		
Según la norma IEC 60898-1		
Tensión asignada de aislamiento (Ui)		440 V CA
Grado de contaminación		2
Tensión asignada impulsional (Uimp)		4 kV
Disparo térmico	Temperatura de referencia	30 °C
	Degradación por temperatura	Ver capítulo 10
Disparo magnético	Curva C	5 a 10 In
Clase de limitación		3
Poder de corte y conexión nominal de un polo individual (Ion1)		Ion1 = Icn

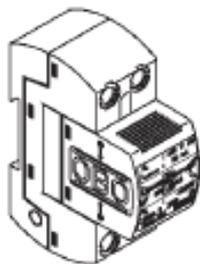
Características adicionales		
Grado de protección (IEC 60529)	Dispositivo en cofre modular	IP40 Clase de aislamiento II
Endurancia (apertura-cierre)	Eléctrica	10.000 ciclos
	Mecánica	20.000 ciclos
Categoría de sobretensión (IEC 60364)		III
Temperatura de funcionamiento		-25 °C a +60 °C
Temperatura de almacenamiento		-40 °C a +85 °C

Peso (g)

Interruptor automático	
Tipo	iK60N
1P	100
2P	200

8. Protección de sobretensiones.

MCD 50-B-OS



Artículo	EAN 13	Para acometida	Tensión nominal	Tensión residual	Capacidad de descarga	Emb.	Código
					10/350 μ s		
MCD 50-B	4012195541158	Para fase \rightarrow neutro	230 V	$\leq 1,3$ KV	50 KA	1	5096849
MCD 50-B/0	4012195544517	Cartucho recambio	230 V	$\leq 1,3$ KV	50 KA	1	5096822
MCD 125-B/NPE	4012195541400	Para neutro \rightarrow tierra	230 V	$\leq 1,3$ KV	125 KA	1	5096865
MCD 50-B-OS	4012195068167	Para fase \rightarrow neutro (con indicación óptica)	230 V	$\leq 1,3$ KV	50 KA	1	5096852
MCD 50-B/0-OS	4012195068228	Cartucho recambio (con indicación óptica)	230 V	$\leq 1,3$ KV	50 KA	1	5096827

9. Caldera de biomasa.

DATOS TÉCNICOS PELLEMATIC

Tipo caldera		PE(S)10	PE(S)12	PE(S)15	PE(S)20	PE(S)25	PE(S)32
Potencia nominal	kW	10	12	15	20	25	32
Potencia carga parcial	kW	3	3,4	5	6	8	10
B - Ancho - total	mm	1130	1130	1130	1130	1186	1186
C - Ancho - caldera	mm	700	700	700	700	756	756
H - Altura - caldera	mm	1090	1090	1090	1090	1290	1290
D - Altura - aspiración	mm	1392	1392	1392	1392	1592	1592
F - Altura - extra aspiración	mm				302		
T - Profundidad - caldera	mm	814	814	814	814	870	870
V - Profundidad - panel quemador	mm				508		
Medida entrada	mm	690	690	690	690	750	750
Impulsión/retorno - dimensión	pg	1"	1"	1"	1"	5/4"	5/4"
A - Impulsión/retorno - altura conexión	mm	905	905	905	905	1110	1110
E - Salida humos - altura conexión	mm	606	645	645	645	844	844
Peso	kg	242	242	246	250	316	320
Eficiencia potencia nominal	%	92,4	92,5	94,7	92,4	91,9	91,4
Eficiencia carga parcial	%	92,75	92,1	91,1	91	91,1	91,2
Contenido agua	l	64	64	64	64	104	104
Temperatura cámara de combustión	°C				800-1100		
Requisito tiro pot nom/carga parcial	mbar				0,08/0,03		
Temperatura humos potencia nominal*	°C				160		
Temperatura humos carga parcial*	°C				100		
Caudal humos potencia nominal	kg/h	18,9	24,2	30,4	40,6	51,1	65,8
Caudal humos carga parcial	kg/h	5,5	7,4	10,3	12,2	16,4	20,4
Volumen humos potencia nominal	m³/h	21,9	28,6	37,6	50,2	63,2	81,4
Volumen humos carga parcial	m³/h	5,8	6,9	10,9	13	17,4	21,8
Diámetro salida de humos (en la caldera)	mm	130	130	130	130	150	150
Diámetro chimenea		según cálculo de chimenea					
Tipo de chimenea		resistente a la humedad					
Conexión eléctrica		230 VAC, 50 Hz, 13 A con tornillo sinfín, 16 A con sistema neumático					

Las temperaturas de los humos pueden variar

Sujeto a cambios técnicos

10. Silo Textil.



Referencia	Largo x Ancho	Capacidad estimada
S110H	1 100 x 1 100 / H = 135 cm	450 kg (carga manual)
Altura mínima = 215 cm / Capacidad máxima 240 cm		
S160EU	1 700 x 1 700	2,0 - 2,5 t
S190EU	2 040 x 2 040	2,8 - 3,2 t
S2216EU	2 300 x 1 700	2,7 - 3,1 t
S2219EU	2 300 x 2 040	3,0 - 3,4 t
S220EU	2 300 x 2 300	3,1 - 3,6 t
S2619EU	2 580 x 2 040	3,0 - 3,6 t
S2622EU	2 580 x 2 300	3,6 - 4,2 t
S260EU	2 580 x 2 580	4,0 - 4,6 t

11. Pellets.



PELLETS DE MADERA	
FORMATO	Pellet de Madera Enplus-A1
INFORMACION SEGÚN UNE-EN 14961-2:2012	
	D06 ±0,5 10<L<30
Humedad	≤ 10%
Cenizas	≤ 0,7%
Durabilidad	DU 99,5
Cantidad de Finos	(F1.0) < 0,1
Diámetro	6 mm
Densidad Aparente (kg/m ³)	680
P.C.I a.r. (MJ/kg)	18,2

12. Recuperador de calor.

	recoVAIR 150/4 D/L	recoVAIR 260/4	recoVAIR 360/4	recoVAIR 260/4 E	recoVAIR 360/4 E
Medidas					
Alto	250 mm	900 mm	900 mm	900 mm	
Ancho	1420 mm	595 mm	595 mm	595 mm	
Profundo	600 mm	630 mm	630 mm	630 mm	
Peso	41 kg	41 kg	41 kg	41 kg	
Datos técnicos					
Caudal volumétrico máximo	150 m³/h	260 m³/h	360 m³/h	260 m³/h	360 m³/h
Presión disponible a caudal máximo	130 Pa	180 Pa	180 Pa	180 Pa	180 Pa
Potencia sonora	≤49 LwA dB(A)	<55 LwA dB(A)	<60 LwA dB(A)	<55 LwA dB(A)	<60 LwA dB(A)
Presión sonora a 1 m de distancia desde la unidad	25 LP dB(A)	25 LP dB(A)	25 LP dB(A)	25 LP dB(A)	25 LP dB(A)
Índice de recuperación de energía en todo el rango de	nassiv haus	90%	90%	90%	90%
Diámetro interior conductos	150 mm	180 mm	180 mm	180 mm	180 mm



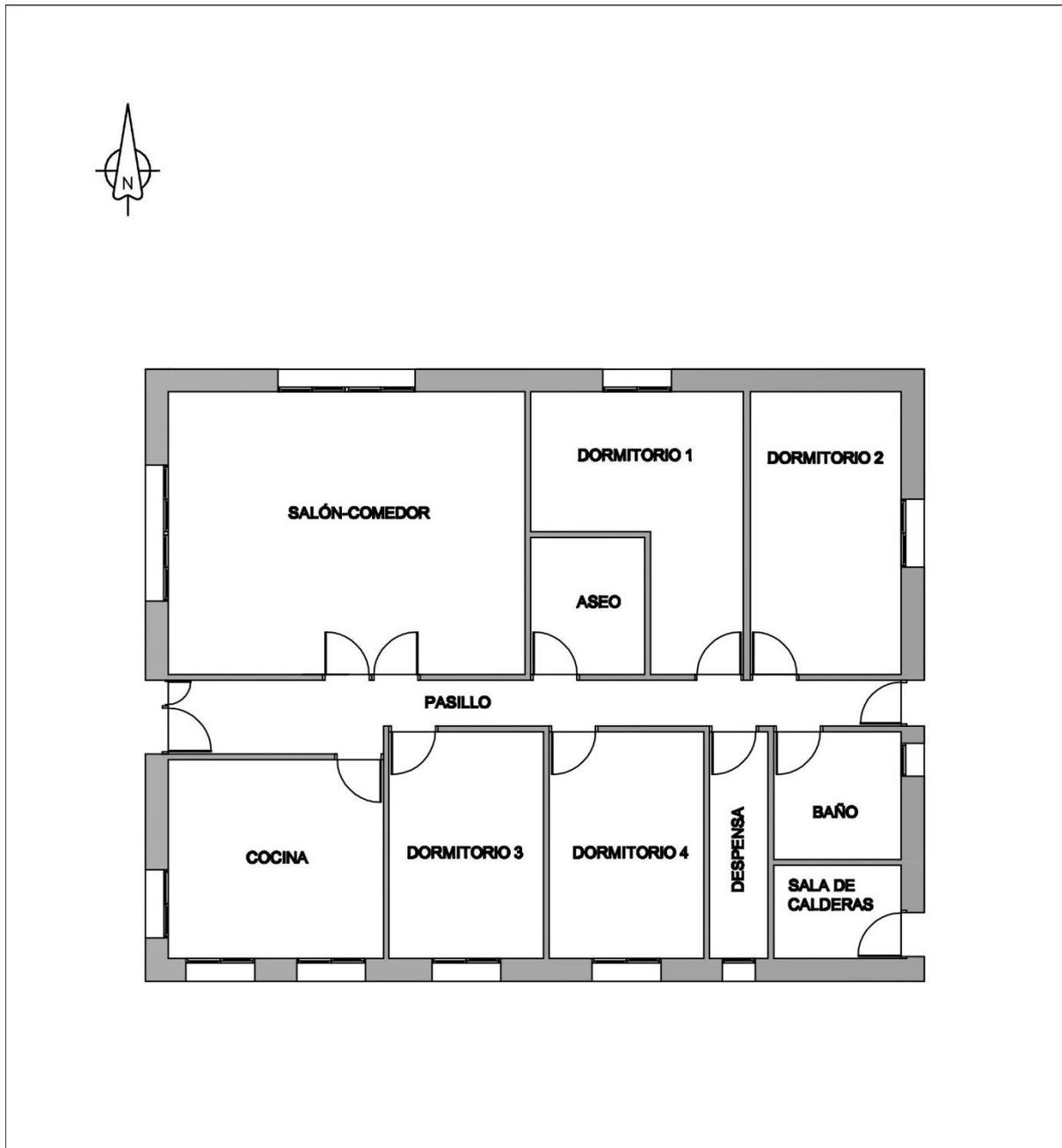
Universidad de León



Escuela Superior y Técnica
de Ingenieros de Minas

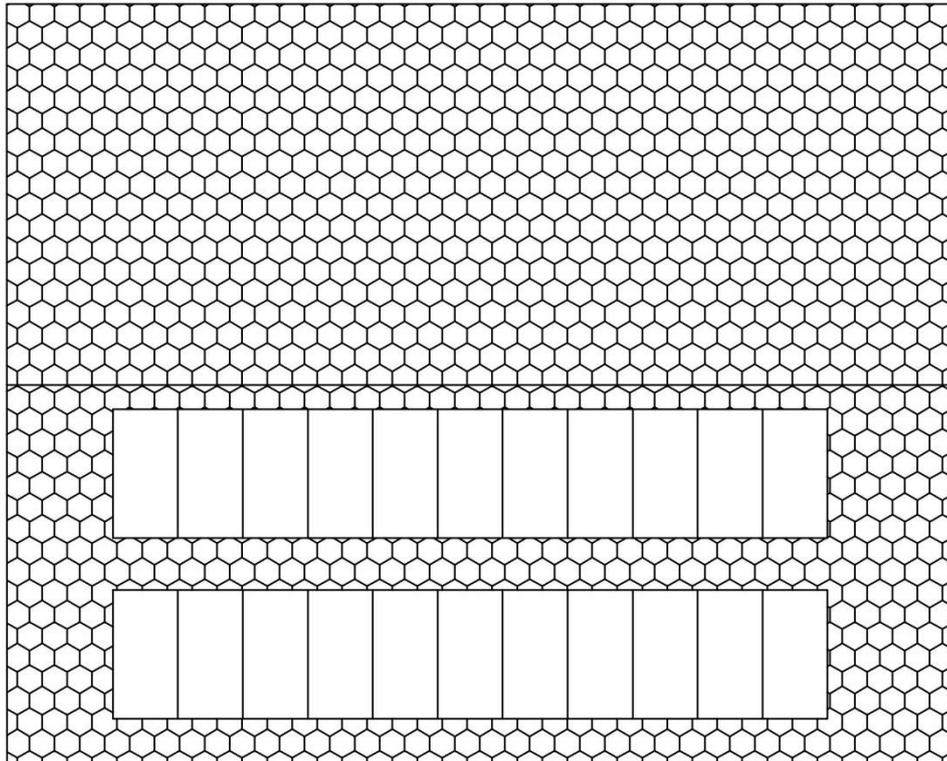
PLANOS

1. Plano de distribución de la vivienda.



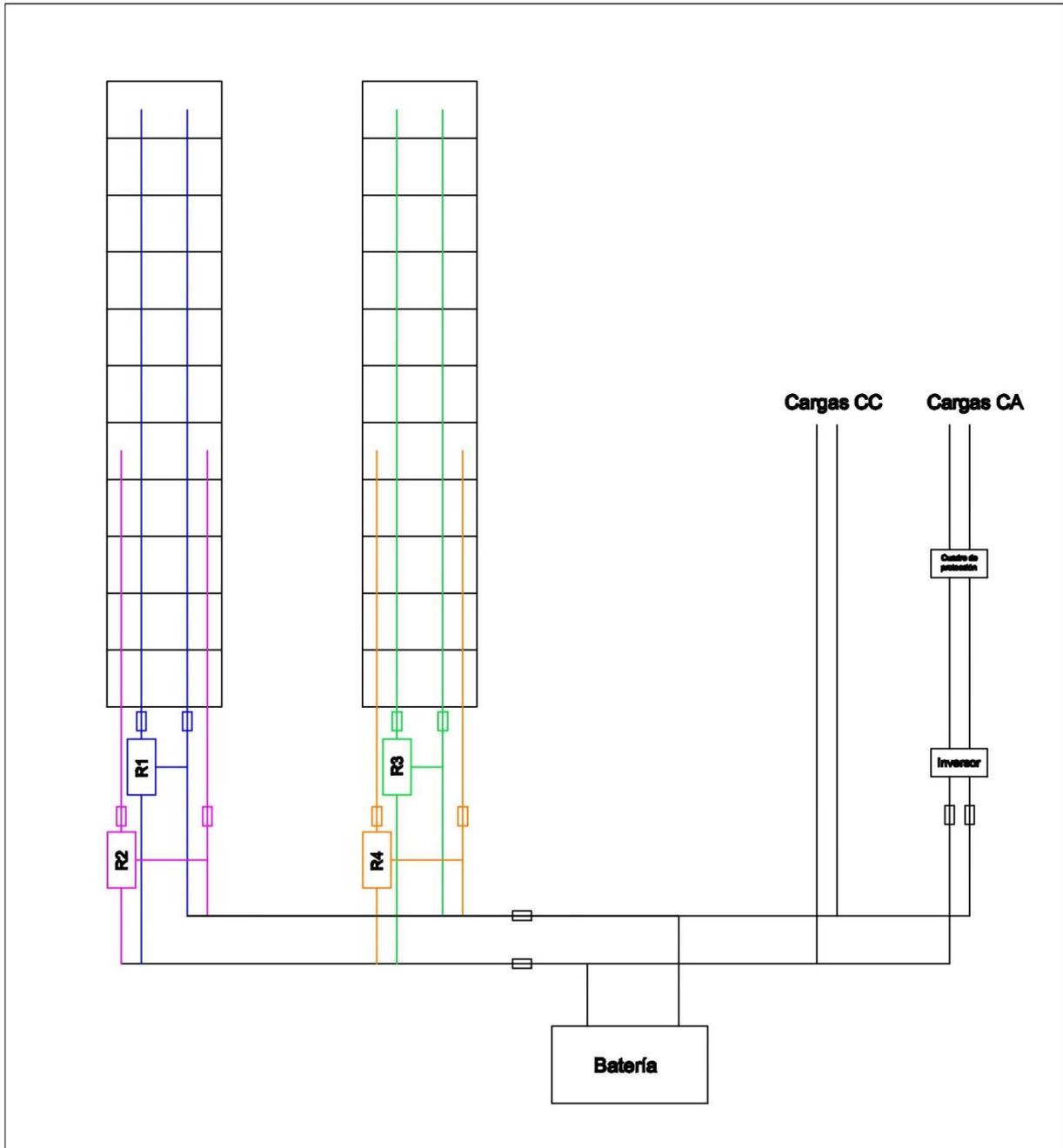
 UNIVERSIDAD DE LEÓN 	
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS	
GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA	
PROYECTO DE	Modificación de las instalaciones energéticas en una vivienda unifamiliar
PLANO DE	Distribución de la vivienda
ESCALA	1/100
FECHA	07-2016
Lucía Barrios Diez	
Fdo.:	
PLANO Nº	
1	

2. Plano de la cubierta de la vivienda.



		UNIVERSIDAD DE LEÓN ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS			
GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA					
PROYECTO DE		Modificación de las instalaciones energéticas en una vivienda unifamiliar			
PLANO DE		Cubierta de la vivienda con la instalacion fotovoltaica			
ESCALA	1/100	Lucía Barrios Diez Fdo.:		PLANO N ^o	
FECHA	07-2016			2	

3. Plano del esquema de la instalación de la vivienda.



 UNIVERSIDAD DE LEÓN ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS 	
GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA	
PROYECTO DE Modificación de las instalaciones energéticas en una vivienda unifamiliar	
PLANO DE	Esquema de la instalacion fotovoltaica
ESCALA	1/100
FECHA	07-2016
Fdo.:.....	
Lucía Barrios Díez	
Nº 3	

4. Plano de perfil de la cubierta.



		UNIVERSIDAD DE LEÓN ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS			
GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA					
PROYECTO DE		Modificación de las instalaciones energéticas en una vivienda unifamiliar			
PLANO DE		Perfil de la cubierta con la instalación de los módulos			
ESCALA	1/100	Lucía Barrios Díez Fdo.:			PLANO N°
FECHA	07-2016				4



Universidad de León



Escuela Superior y Técnica
de Ingenieros de Minas

PLIEGO DE CONDICIONES

1. Objeto.

Tiene por objeto fijar las condiciones que se deben cumplir en una instalación aislada de la red. Este sirve de guía para los instaladores y que define las especificaciones mínimas que debe de cumplir dicha instalación para asegurar su calidad, rendimiento de la tecnología y el beneficio del usuario.

Este se aplica a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones. En determinados casos se podrán adoptar soluciones distintas a las establecidas por este documento, siempre que se justifiquen su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad.

2. Instalación fotovoltaica.

Todas las instalaciones deberán cumplir con las exigencias de protecciones y seguridad de las personas, señaladas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Como norma general, se tiene que asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico de clase I para equipos y materiales.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad para proteger a las personas frente a contactos directos e indirectos, especialmente en instalaciones con tensiones de operación superiores a 120 Vcc. Para este tipo de instalaciones se recomienda la utilización de equipos y materiales de aislamiento eléctrico de clase II.

Se deben incluir todas las protecciones necesarias para proteger a la instalación frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.

Los componentes que estén colocados a la intemperie se protegerán contra los agentes atmosféricos. Los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65, y los de interior, IP20.

Los equipos electrónicos de la instalación cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas podrán ser certificadas por el fabricante).

2.1. Generadores fotovoltaicos.

Todos los módulos deberán satisfacer las siguientes especificaciones:

- UNE-EN 61215: para módulos de silicio cristalino.
- UNE-EN 61646: para módulos fotovoltaicos de capa delgada.
- UNE-EN 62108: para módulos de concentración.

El módulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo, nombre o logotipo del fabricante, y el número de serie, trazable a la fecha de fabricación, que permita su identificación individual.

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

Los marcos laterales, serán de aluminio o de acero inoxidable.

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales, referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 5\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.

Cuando las tensiones nominales en continua sean superiores a 48 V, la estructura del generador y los marcos metálicos de los módulos estarán conectados a una toma de tierra, que será la misma que la del resto de la instalación.

Se instalarán los elementos necesarios para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del generador.

2.2. Estructura de soporte.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos y se incluirán todos los accesorios que se precisen.

La estructura de soporte y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las normas del fabricante.

La estructura soporte de los módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el CTE.

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

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

La tornillería empleada deberá ser de acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando los de sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

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

Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirá la Norma MV-102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las Normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor mínimo de 80 micras, para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

2.3. Acumuladores de plomo-acido.

La máxima profundidad de descarga (referida a la capacidad nominal del acumulador) no debe exceder del 80 % en instalaciones donde se prevea que descargas tan profundas no serán frecuentes.

Se protegerá, especialmente frente a sobrecargas, a las baterías con electrolito gelificado, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

La capacidad inicial del acumulador debe ser superior al 90 % de la capacidad nominal. En todo caso, se deberán seguir las recomendaciones del fabricante para aquellas baterías que requieran una carga inicial.

La autodescarga del acumulador a 20°C no excederá el 6% de su capacidad nominal por mes.

La vida del acumulador, definida como la correspondiente hasta que su capacidad residual caiga por debajo del 80 % de su capacidad nominal, debe ser superior a 1000 ciclos, cuando se descarga el acumulador hasta una profundidad del 50 % a 20 °C.

El acumulador será instalado siguiendo las recomendaciones del fabricante. Siempre deberá:

- Situarse en un lugar ventilado y de acceso restringido.
- Se deberán adoptar las medidas de protección necesarias para evitar cortocircuitos accidentales.

Los datos mínimos proporcionados por el fabricante serán:

- Tensión nominal, en V.
- Polaridad de los terminales.
- Capacidad nominal, en Ah.
- Fabricante y número de serie.

2.4. Reguladores de carga.

Las baterías se deben proteger contra sobrecargas y sobredescargas. En general, estas protecciones serán realizadas por el regulador de carga, aunque dichas funciones podrán incorporarse en otros equipos siempre que se asegure una protección equivalente.

La precisión en las tensiones de corte efectivas respecto a los valores fijados en el regulador será del 1 %.

- La tensión final de carga debe asegurar la correcta carga de la batería.
- La tensión final de carga debe corregirse por temperatura a razón de $-4 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ a $5 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ por vaso, y estar en el intervalo de $\pm 1 \%$ del valor especificado.
- Se permitirán sobrecargas controladas del acumulador para evitar la estratificación del electrolito o para realizar cargas de igualación.

Los reguladores de carga estarán protegidos frente a cortocircuitos en la línea de consumo.

Las pérdidas de energía diarias causadas por el autoconsumo del regulador en condiciones normales de operación deberán ser inferiores al 3 % del consumo diario de energía.

Las tensiones de reconexión de sobrecarga y sobredescarga serán distintas de las de desconexión, o bien estarán temporizadas, para evitar oscilaciones desconexión-reconexión.

Los datos mínimos proporcionados por el fabricante serán:

- Tensión nominal, en V.
- Corriente máxima, en A.
- Nombre y logotipo del fabricante y el número de serie.
- Polaridad de terminales y conexiones.

2.5. Inversores.

Los inversores se conectarán a la salida de consumo del regulador de carga o en bornes del acumulador. En los bornes del acumulador se asegurará la protección frente a sobrecargas y sobredescargas. Estas protecciones podrán estar incorporadas en el propio inversor o se realizarán con un regulador de carga, en cuyo caso el regulador debe permitir breves bajadas de tensión en el acumulador para asegurar el arranque del inversor.

El inversor debe asegurar una correcta operación en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema.

Los inversores estarán protegidos frente a las siguientes situaciones:

- Tensión de entrada fuera del margen de operación.
- Desconexión del acumulador.
- Cortocircuito en la salida de corriente alterna.
- Sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.

El autoconsumo del inversor sin carga conectada será menor o igual al 2 % de la potencia nominal de salida.

Las pérdidas de energía diaria ocasionadas por el autoconsumo del inversor serán inferiores al 5 % del consumo diario de energía.

Los datos mínimos que debe proporcionar el fabricante serán:

- Tensión nominal, en V.
- Corriente máxima, en A.
- El nombre y logotipo del Fabricante y el número de serie.
- Polaridad de terminales y conexiones.
- Potencia nominal, en VA.
- Tensión nominal de entrada, en V.
- Tensión, en VRMS y la frecuencia nominal de salida, en Hz.
- Polaridad y terminales.

2.6. Cableado.

Los conductores necesarios tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, incluyendo cualquier terminal intermedio, al 1,5 % a la tensión nominal continua del sistema.

la longitud de cables necesaria deberá ser la adecuada para evitar los esfuerzos sobre los elementos de la instalación y sobre los propios cables.

Los cables de la parte continua y los cables colocados en el exterior deberán seguir la norma UNE 21123.

2.7. Protecciones y puesta a tierra.

De acuerdo con el Real Decreto 1663/2000, artículo 12, sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

El sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos.

La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. Se prestará especial atención a la protección de la batería frente a cortocircuitos mediante un fusible.

2.8. Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento.

Con la empresa instaladora se creará un contrato de mantenimiento de todos los elementos de la instalación, este contrato tendrá una duración de al menos 3 años. Este mantenimiento conlleva como mínimo una revisión anual.

Se realizarán las siguientes operaciones de mantenimiento: la instalación se debe mantener dentro de los límites aceptables de funcionamiento, revisión de las conexiones de las protecciones y del cableado, revisión del estado de los módulos y de las estructuras de estos.

2.8.1. Programa de mantenimiento.

En este apartado se definen las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica aisladas de la red de distribución eléctrica.

Se definen dos escalones de actuación, el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo, estos engloban todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación, para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma.

En el plan de mantenimiento preventivo, se destacan las siguientes actividades:

- Operaciones de inspección visual.
- Verificación de las actuaciones, que se deben mantener dentro de los límites aceptables.
- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc.
- Comprobación del estado de los módulos: situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
- Estructura soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación, etc.
- Baterías: nivel del electrolito, limpieza y engrasado de terminales, etc.
- Regulador de carga: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento de indicadores, etc.
- Inversores: estado de indicadores y alarmas.
- Revisión de las caídas de tensión en el cableado de continua.
- Revisión de los elementos de seguridad y protecciones: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.

En el plan de mantenimiento correctivo, se destacan las siguientes actividades:

- Todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Esto incluye:
 - La visita a la instalación cada vez que, el usuario lo requiera por avería grave en la instalación.
 - El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
 - Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

Las operaciones de mantenimiento realizadas se registrarán en un libro de mantenimiento.

2.9. Garantías.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la entrega de la instalación.

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía será de 8 años.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del sistema debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

La garantía incluye tanto la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, como la mano de obra. Quedan incluidos los tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

Se debe incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si, en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente este lo comunicará al fabricante.

El suministrador deberá atender el aviso en un plazo máximo de 48 horas si la instalación no funciona, o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas con la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los

perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

3. Instalación de la caldera de biomasa.

3.1. Caldera.

La caldera de biomasa debe disponer de la certificación CE, además la debe contener los siguientes sistemas de seguridad:

- Interruptor de flujo: el objeto de este es que permite la posibilidad de detener la circulación del fluido en el interior de la caldera.
- Dispositivo de interrupción de funcionamiento del sistema de combustión: su función es interrumpir la combustión en el caso de alcanzarse temperaturas extremas o si existe un retroceso de los productos de la combustión.
- Dispositivo anti retorno de la llama: se deberá evitar el retroceso de la llama de la caldera hacia el silo de almacenamiento. La caldera debe disponer de una compuerta de cierre estanca contra el retroceso de la combustión ya que esta impedirá la entrada de combustible a la caldera. En este caso se trata de una válvula de bola.
- Válvula de seguridad: se debe de tarar a un bar por encima de la presión de trabajo de generador y en la zona de descarga deberá estar conducida hasta el sumidero.
- Sistema de eliminación de calor residual: para ello se utilizan depósitos de inercia.
- Vaso de expansión.

3.2. Sala de calderas.

Los requisitos generales que debe cumplir una sala de calderas de biomasa, son los siguientes:

- La sala de calderas no deberá ser utilizada para otras actividades.
- El acceso a esta sala no debe realizarse a través de una apertura en el suelo o en el techo, se debe emplear una puerta doble.
- La puerta debe tener las dimensiones adecuadas para permitir el movimiento sin riesgo o daño de aquellos equipos que deban ser reparados fuera de la sala.
- La toma de ventilación no podrá estar comunicada con otras salas cerradas.
- El cerramiento de la sala no debe permitir filtraciones de humedad.

- La iluminación de la sala debe ser la suficiente para realizar los trabajos de mantenimiento. El valor mínimo de iluminación para este caso es de 200 lux con una uniformidad media de 0,5.

3.3. Silo de almacenamiento.

El silo de almacenamiento debe de cumplir las siguientes características:

- Las paredes, suelo y techos no deben permitir las filtraciones de humedad.
- Si existe riesgo de incendio se deben realizar las tareas de mantenimiento y reparación.
- El silo debe ser capaz de soportar la presión del combustible almacenado.

3.4. Seguridad.

Las principales actividades de seguridad que se deben realizar en este caso son las siguientes:

- Los equipos y aparatos deberán estar situados de manera que facilite su limpieza, mantenimiento o reparación.
- Los elementos de medida, control y protección y maniobra se deben instalar en lugares visibles y accesibles.
- Las tuberías se instalarán en lugares que permitan el acceso a sus accesorias y a las mismas.

3.5. Programa de mantenimiento.

Este este caso para el mantenimiento se destaca la realización de un mantenimiento preventivo, que está formado por las siguientes actividades:

- Comprobación y limpieza de la chimenea.
- Limpieza del quemador de la caldera.
- Limpieza y retirada de cenizas, en este caso es automático y tiene un piloto de aviso de llenado.
- Revisión del vaso de expansión.
- Revisión del sistema de agua.
- Comprobación de los niveles de agua en los circuitos.
- Comprobación de las válvulas del circuito.
- Revisión y limpieza de los filtros de agua.

- Revisión de los intercambiadores, en este caso la limpieza de los mismos es automática.
- Revisión del recuperador de calor.
- Revisión del estado de aislamiento térmico.
- Comprobación del estado de almacenamiento del combustible.



Universidad de León



Escuela Superior y Técnica
de Ingenieros de Minas

PRESUPUESTO

1. Cuadro de descompuestos.

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Modificación instalaciones energéticas en una vivienda

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO INSTALACIONES					
FOTOVOLTAICA					
PANEL	20,000 u		330,00	6.600,00	
FOTOVOL					
REGULADOR	4,000 u		959,30	3.837,20	
BATERÍA	1,000 u		746,00	746,00	
INVERSOR	1,000 u		2.878,00	2.878,00	
CCABLE 6MM2	8,000 m		1,14	9,12	
CABLE 16MM2	8,500 m		2,90	24,65	
CABLE 25MM2	7,000 m		4,28	29,96	
CABLE 50MM2	11,500 m		8,78	100,97	
CABLE 120MM2	5,000 m		19,40	97,00	
CONECTORES	32,000 u		6,50	208,00	
TUBO PVC	5,000 m		1,24	6,20	
63MM					
TUBO PVC	11,500 m		0,92	10,58	
40MM					
TUBO PVC	7,000 m		0,69	4,83	
32MM					
TUBO PVC	16,500 m		0,43	7,10	
25MM					
FUSIBLE	8,000 u		13,09	104,72	
REGUL					
FUSIBLE BATER	2,000 u		23,60	47,20	
FUSIBLE INVER	2,000 u		13,09	26,18	
INTERR. DIFER	1,000 u		22,90	22,90	
INTERR.	1,000 u		24,51	24,51	
MAGNE					
PARARRAYOS	1,000 u		188,00	188,00	
ESTRUCTURA	20,000 u		72,00	1.440,00	
MOOI.1c	40,000 h	Oficial 3ª instalador	15,12	604,80	
MOOI.1e	40,000 h	Peón ordinario instalador	14,82	592,80	
TOTAL PARTIDA				17.610,72	

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISIETE MIL SEISCIENTOS DIEZ EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

BIOMASA

CALDERA	1,000 u		7.830,00	7.830,00	
BIOMA					
SILO TEXTIL	1,000 u		1.286,00	1.286,00	
PELLETS	2,000 t		169,21	338,42	
MOOI.1c	16,000 h	Oficial 3ª instalador	15,12	241,92	
MOOI.1e	16,000 h	Peón ordinario instalador	14,82	237,12	
TOTAL PARTIDA				9.933,46	

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE MIL NOVECIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS

OTROS

GRIFOS DUCHA	2,000 u		6,49	12,98	
GRIFOS	4,000 u		5,90	23,60	
LAVABO					
INODOROS	2,000 u		26,92	53,84	
RECUP. CALOR	1,000 u		2.370,00	2.370,00	
ACCES.	1,000 u		2.052,00	2.052,00	
RECUP.					
MOOI.1c	16,000 h	Oficial 3ª instalador	15,12	241,92	
MOOI.1e	16,000 h	Peón ordinario instalador	14,82	237,12	
TOTAL PARTIDA				4.991,46	

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y UN EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS

2. Cuadro de precios.

CUADRO DE PRECIOS 2

Modificación instalaciones energéticas en una vivienda

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO INSTALACIONES			
FOTOVOLTAICA			
		Mano de obra.....	1.197,60
		Resto de obra y materiales.....	16.413,12
		TOTAL PARTIDA.....	17.610,72
BIOMASA			
		Mano de obra.....	479,04
		Resto de obra y materiales.....	9.454,42
		TOTAL PARTIDA.....	9.933,46
OTROS			
		Mano de obra.....	479,04
		Resto de obra y materiales.....	4.512,42
		TOTAL PARTIDA.....	4.991,46

3. Presupuesto.

PRESUPUESTO

Modificación instalaciones energéticas en una vivienda

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO INSTALACIONES			
	FOTOVOLTAICA			
		1,00	17.610,72	17.610,72
	BIOMASA			
		1,00	9.933,46	9.933,46
	OTROS			
		1,00	4.991,46	4.991,46
	TOTAL CAPÍTULO INSTALACIONES.....			32.535,64
	TOTAL.....			32.535,64

4. Mediciones.

MEDICIONES

Modificación instalaciones energéticas en una vivienda

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPITULO INSTALACIONES							
FOTOVOLTAICA							1,00
BIOMASA							1,00
OTROS							1,00

5. Resumen.

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Modificación instalaciones energéticas en una vivienda

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
INSTALACIONES		32.535,64	100,00
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	32.535,64	
	13,00% Gastos generales.....	4.229,63	
	6,00% Beneficio industrial.....	1.952,14	
	SUMA DE G.G. y B.I.	6.181,77	
	21,00% I.V.A.....	8.130,66	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	46.848,07	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	46.848,07	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CUARENTA Y SEIS MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS con SIETE CÉNTIMOS

Junio de 2016.

El promotor

La dirección facultativa



Universidad de León



Escuela Superior y Técnica
de Ingenieros de Minas

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. Objeto.

Según el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

El artículo 4, indica la obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras. Se debe elaborar un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior 450759,39 €.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

Por lo que, en los proyectos de las obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

Según el artículo 6, el estudio básico de seguridad y salud, de deberá contener los siguientes aspectos:

- Deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra.
- Identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello.
- Destacar los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas. En su caso, tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del anexo II.
- Señalar las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

2. Características de la obra.

2.1. Datos de la obra y ubicación.

La obra consiste en la ejecución de una instalación completa de paneles fotovoltaicos, colocación de una caldera de biomasa, y la colocación de varios elementos adicionales para mejorar las condiciones energéticas, en una vivienda unifamiliar de una planta (122 m²). Localizada en la provincia de León, dentro del ayuntamiento del municipio de Soto y Amio, en Camposalinas (Latitud: 42°44'22.97" N, Longitud: 5°53'34.73" O).

2.2. Situación y características de los servicios cercanos.

En el lugar de la obra se dispondrá de botiquines de primeros auxilios a disposición de todos los trabajadores.

El centro de salud más cercano está ubicado, en La Magdalena (Avda. La Magdalena, Nº 4) a unos 11 Km de la obra.

El complejo asistencial universitario está ubicado, en León (Altos de Nava s/n 24071 – León) a 37 Km de la obra.

2.3. Tipos de trabajos en la obra.

Para la instalación de los paneles fotovoltaicos tanto el trabajo mecánico como eléctrico y la colocación de la caldera de biomasa para el suministro de calefacción y ACS.

A continuación, se destacan los principales trabajos a realizar para llevar a cabo la obra:

- Distribución de los equipos y materiales en la obra.
- Instalación de protecciones en la cubierta.
- Armado de las estructuras de los paneles.
- Colocación de los paneles y de los medios auxiliares.
- Instalación del cableado y de los cuadros eléctricos.
- Eliminar la caldera anterior y los elementos que la forman.
- Colocación de la nueva caldera y los elementos de esta.
- Colocación de elementos adicionales (recuperador de calor, grifos...)

2.4. Maquinaria y herramientas.

La principal maquinaria y herramientas que se van a utilizar en los trabajos anteriormente señalados son las siguientes:

- Camión con pluma.
- Barandillas.
- Andamios tubulares apoyados.
- Escaleras de mano.
- Poleas, aparejos.
- Bancos de trabajo.
- Aparatos de izado.
- Pinzas amperimétricas.
- Comprobador de secuencia de fases.
- Medidor de puesta a tierra.
- Medidor de aislamiento.
- Equipos de soldadura.
- Taladradoras manuales.
- Radiales y esmeriles.
- Corta tubos.
- Pistolas de silicona.
- Herramientas de mano.

2.5. Medidas preventivas generales.

Según el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, establece unas disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el lugar de trabajo.

Para la elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

La eficacia de la señalización no deberá resultar disminuida por la concurrencia de señales o por otras circunstancias que dificulten su percepción o comprensión.

La señalización de seguridad y salud en el trabajo no deberá utilizarse para transmitir informaciones o mensajes distintos o adicionales a los que constituyen su objetivo propio. Cuando los trabajadores a los que se dirige la señalización tengan la capacidad o la facultad visual o auditiva limitadas, incluidos los casos en que ello sea debido al uso de equipos de protección individual, deberán tomarse las medidas suplementarias o de sustitución necesarias.

La señalización deberá permanecer en tanto persista la situación que la motiva.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser, según los casos, limpiados, mantenidos y verificados regularmente, y reparados o sustituidos cuando sea necesario, de forma que conserven en todo momento sus cualidades intrínsecas y de funcionamiento. Las señalizaciones que necesiten de una fuente de energía dispondrán de alimentación de emergencia que garantice su funcionamiento en caso de interrupción de aquella, salvo que el riesgo desaparezca con el corte del suministro.

2.5.1. Colores de seguridad.

El real decreto establece, los colores de seguridad, que podrán formar parte de una señalización de seguridad. En el siguiente cuadro se muestra un resumen de los colores de seguridad, su significado y otras indicaciones sobre su uso:

Color	Significado	Indicaciones y precisiones
Rojo	Señal de prohibición.	Comportamientos peligrosos.
	Peligro – alarma.	Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia, evacuación.
	Material y equipos contraincendios	Identificación y localización.
Amarillo o amarillo anaranjado	Señal de advertencia	Atención, precaución, verificación.
Azul	Señal de obligación.	Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar un equipo de protección individual.
Verde	Señal de salvamento o de auxilio.	Puertas, salidas, pasajes, material, puestos de salvamento o de socorro, locales.
	Situación de seguridad.	Vuelta a la normalidad

Tabla 2.1.- Colores de seguridad.

Cuando el color de fondo sobre el que tenga que aplicarse el color de seguridad pueda dificultar la percepción de este último, se utilizará un color de contraste que enmarque o se alterne con el de seguridad, de acuerdo con la siguiente tabla:

Color de seguridad	Color de contraste
Rojo	Blanco
Amarillo o amarillo anaranjado	Negro
Azul	Blanco
verde	Blanco

Tabla 2.2.- Color de fondo.

2.5.2. Señales en forma de panel.

La forma y colores de estas señales se definen, en función del tipo de señal de que se trate.

Los pictogramas serán lo más sencillos posible, evitándose detalles inútiles para su comprensión.

Las señales serán de un material que resista lo mejor posible los golpes, las inclemencias del tiempo y las agresiones medioambientales.

Las dimensiones de las señales, así como sus características colorimétricas y fotométricas, garantizarán su buena visibilidad y comprensión.

Las señales se instalarán preferentemente a una altura y en una posición apropiadas en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a la zona de riesgo.

El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y fácilmente visible. Si la iluminación general es insuficiente, se empleará una iluminación adicional o se utilizarán colores fosforescentes o materiales fluorescentes.

A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí.

Las señales deberán retirarse cuando deje de existir la situación que las justificaba.

2.5.3. Señales luminosas y acústicas.

En Real Decreto señala las características y requisitos de las señales luminosas, y las características y requisitos de uso de las señales acústicas.

La luz emitida por la señal deberá provocar un contraste luminoso apropiado respecto a su entorno, en función de las condiciones de uso previstas. Su intensidad deberá asegurar su percepción, sin llegar a producir deslumbramientos.

La superficie luminosa que emita una señal podrá ser de color uniforme, o llevar un pictograma sobre un fondo determinado.

Si un dispositivo puede emitir una señal tanto continua como intermitente, la señal intermitente se utilizará para indicar, con respecto a la señal continua, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida.

No se utilizarán al mismo tiempo dos señales luminosas que puedan dar lugar a confusión, ni una señal luminosa cerca de otra emisión luminosa apenas diferente.

Cuando se utilice una señal luminosa intermitente, la duración y frecuencia de los destellos deberán permitir la correcta identificación del mensaje, evitando que pueda ser percibida como continua o confundida con otras señales luminosas.

Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.

La señal acústica deberá tener un nivel sonoro superior al nivel de ruido ambiental, de forma que sea claramente audible, sin llegar a ser excesivamente molesto. No deberá utilizarse una señal acústica cuando el ruido ambiental sea demasiado intenso.

El tono de la señal acústica o, cuando se trate de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de los impulsos, deberá permitir su correcta identificación y clara distinción frente a otras señales acústicas o ruidos ambientales.

No deberán utilizarse dos señales acústicas simultáneamente.

Si un dispositivo puede emitir señales acústicas con un tono o intensidad variables o intermitentes, o con un tono o intensidad continuos, se utilizarán las primeras para indicar, por contraste con las segundas, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida.

El sonido de una señal de evacuación deberá ser continuo.

Una señal luminosa o acústica indicará, al ponerse en marcha, la necesidad de realizar una determinada acción, y se mantendrá mientras persista tal necesidad.

Al finalizar la emisión de una señal luminosa o acústica se adoptarán de inmediato las medidas que permitan volver a utilizarlas en caso de necesidad.

La eficacia y buen funcionamiento de las señales luminosas y acústicas se comprobará antes de su entrada en servicio, y posteriormente mediante las pruebas periódicas necesarias.

Las señales luminosas y acústicas intermitentes previstas para su utilización alterna o complementaria deberán emplear idéntico código.

2.5.4. Protecciones colectivas.

Las principales protecciones colectivas para la obra son las siguientes:

- Protecciones metálicas para evitar riesgos de caídas desde la cubierta.
- Mamparas protectoras para separar los puestos donde se genere riesgo de proyecciones de partículas, de soldadura, etc.
- En el lugar de trabajo colocar extintor de polvo polivalente.
- Los materiales se mantendrán colocados para evitar riesgos de caídas o golpes.
- El material sobrante se retirará frecuentemente a los lugares autorizados para ello.

2.5.4.1. Barandillas.

Se coloca una barandilla alrededor de la cubierta. Estas deben tener la resistencia adecuada para retener a una persona estarán sujetas mediante puntales o soportes metálicos. Tendrán una altura de 90 cm. Las principales partes que forman la barandilla son las siguientes:

- Barandilla: es la barra superior, es la destinada a proporcionar sujeción utilizando la mano.
- Barra horizontal: es el elemento intermedio entre el plinto y la barandilla, es la parte que asegura la protección para evitar que pase el cuerpo de una persona.
- Plinto: es el elemento apoyado en el suelo que impide la caída de objetos.
- Montante: es el elemento vertical donde se fijan la barandilla, la barra horizontal y el plinto, estos elementos van sujetos de forma rígida por la parte interior de estos.

Las principales barandillas que se pueden destacar son, la barandilla de enrejados y las barandillas con pasamanos en escaleras fijas.

2.5.4.2. Andamios.

Es una plataforma que descansa sobre los travesaños, estos se colocan en ángulo de 90° con respecto a la cara de la vivienda y sujetos en ambos extremos por unos tubos horizontales llamados largueros que se colocan paralelos a la pared de la vivienda. Existen tres tipos de andamios:

- Tubulares.
- Sobre borriquetas.
- Colgados.

Las obligaciones que se deben de tener en cuenta para el uso de los andamios son las siguientes:

- Antes de iniciar el montaje se hará un reconocimiento del terreno para determinar el tipo de apoyo a emplear.
- Los arriostramientos y anclajes se colocarán en los puntos más resistentes de la fachada de la vivienda, nunca sobre barandillas, rejas, etc.
- Los elementos que forman los andamios tienen que estar en buen estado y se debe tener un uso adecuado de estos.
- Se debe realizar pruebas de carga.
- Las plataformas deben disponer de protecciones perimetrales tanto posterior, anterior y en los laterales.
- La unión de las plataformas no debe superar los ocho metros.
- Las personas que utilizan los andamios deben de utilizar equipos de protección individual como cinturones de seguridad.
- La zona inferior de los andamios debe estar acotada y mantener la zona limpia.

2.5.4.3. Escalera de mano.

Los principales tipos de escaleras de mano son:

- Escaleras de un solo tramo.
- Escaleras extensibles.
- Escaleras portátiles.
- Escaleras de tijera.

En las escaleras se deben de cumplir las siguientes medidas preventivas:

- Deben sujetarse a un lugar fijo y deberá sobrepasar al menos un metro por encima del lugar donde se quiere llegar.
- Para la colocación de las escaleras es importante que tengan una inclinación entre 15° y 20° y se debe separar de la pared en torno a un cuarto de la longitud de la escalera.
- Se deben apoyar sobre suelos estables y contra una superficie sólida y fija, de manera que no pueda resbalar.
- Las escaleras dobles se debe colocar una cadena o cuerdas resistentes para evitar que se deslicen.
- Deben de estar provistas de zapatas antideslizantes.
- Las bajadas y subidas se deben realizar siempre de frente y con las manos libres.
- No se manipularán ni se transportarán cargas que pongan en peligro la seguridad de la persona.
- No podrán ser usadas simultáneamente por más de una persona.

2.5.5. Protecciones individuales.

Los equipos de protecciones individuales, deben de cumplir los requisitos señalados en la siguiente normativa:

- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, establece las disposiciones mínimas para garantizar una protección adecuada del trabajador/a durante su utilización y desde el punto de vista de la seguridad del producto.
- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, establece los requisitos que deben cumplir los EPI (equipo de protección individual), desde su diseño y fabricación hasta su comercialización, con el fin de garantizar la salud y seguridad de los usuarios.

El uso de estos equipos viene señalado en la siguiente normativa:

- Real Decreto 773/1997 sobre utilización de equipos de protección individual.
- Directiva 89/656/CEE del Consejo relativa a la utilización de equipos de protección individual.
- Guía Técnica INSHT relativa a la utilización de EPI.
- Textos legales en los que se hace referencia al uso de EPI para riesgos específicos.

2.5.5.1. Condiciones que deben reunir los equipos de protección.

Los equipos de protección individual deberán proporcionar una protección eficaz frente a los riesgos que motivan su uso, sin suponer por sí mismos u ocasionar riesgos adicionales ni molestias innecesarias. Los equipos de protección deberán:

- Responder a las condiciones existentes en el lugar de trabajo.
- Tener en cuenta las condiciones anatómicas y fisiológicas y el estado de salud del trabajador.
- Adecuarse al portador, tras los ajustes necesarios.

En caso de riesgos múltiples que exijan la utilización simultánea de varios equipos de protección individual, deberán ser compatibles entre sí y mantener su eficacia en relación con el riesgo o riesgos correspondientes.

2.5.5.2. Utilización y mantenimiento de los equipos de protección individual.

Los equipos de protección individual deberán realizarse las actividades de utilización, el almacenamiento, el mantenimiento, la limpieza, la desinfección cuando proceda, y la reparación de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Salvo en casos particulares excepcionales, los equipos de protección individual solo podrán utilizarse para los usos previstos.

Las condiciones en que un equipo de protección deba ser utilizado, en particular en lo que se refiere al tiempo durante el cual haya de llevarse, estos se determinarán en función de:

- La gravedad del riesgo.
- El tiempo o frecuencia de exposición al riesgo.
- Las condiciones del puesto de trabajo.
- Las prestaciones del propio equipo.

La obligación de los trabajadores con los equipos de protección individual, son las siguientes:

- Utilizar y cuidar correctamente los equipos de protección individual.
- Colocar el equipo de protección individual después de su utilización en el lugar indicado para ello.
- Informar de inmediato a su superior jerárquico directo de cualquier defecto, anomalía o daño apreciado en el equipo de protección individual utilizado que, a su juicio, pueda entrañar una pérdida de su eficacia protectora.

Las protecciones individuales que se deben utilizar en este caso, son las siguientes:

- Casco de seguridad.
- Arnés de seguridad.
- Cuerda de sujeción.
- Ropa de protección.
- Guantes contra agresiones mecánicas.
- Guantes contra las agresiones de origen eléctrico.
- Guantes contra las agresiones de origen térmico.
- Faja elástica para la sujeción de la cintura.
- Calzado de seguridad.
- Pantallas faciales.
- Pantallas para soldadura.
- Equipos filtrantes de partículas.
- Protectores auditivos.

2.5.5.3. Casco de seguridad.

El casco de seguridad es una prenda para cubrir la cabeza del trabajador. El casco es capaz de cumplir las siguientes condiciones:

- Permite desviar los objetos que caigan.

- Permite disipar la energía del impacto, de manera que no se transmita a la cabeza y el cuello.

Las principales partes del casco son, el casquete, visera, ala, arnés, banda de cabeza, banda de nuca y barboquejo.

Los cascos están generalmente fabricados con materiales termoplásticos como policarbonatos, polietileno o de policarbonato con fibra de vidrio.

La deben utilizarse cascos con salientes interiores ya que pueden provocar lesiones graves en caso de que se produzca un golpe lateral.

Si se realizan trabajos en contacto con conductores eléctricos, estos deben de carecer de orificios de ventilación, de remaches y de otro tipo de piezas metálicas.

Cuando se realizan trabajos en altura se deben emplear cascos con barboquejo.

2.5.5.4. Arnés de seguridad.

El arnés se utiliza para evitar las caídas. Los principales elementos que forman el arnés son, el tirante, la banda secundaria, la banda subglútea, banda de muslo, elemento de ajuste y el elemento de enganche.

Las principales características que debe cumplir el arnés, son:

- La cincha estará elaborada de lino, algodón, lana de primera calidad o fibra sintética, en ocasiones también se emplea cuero.
- Tendrá una anchura comprendida entre 10 y 20 cm y con espesor superior a 4 mm y su longitud será la más reducida posible.
- Debe resistir la fuerza suficiente para retener la caída de la persona.
- Los puntos de anclaje deben ser seguros y accesibles.
- Los elementos de amarre no deben pasar por cantos o aristas agudas.
- Antes de su uso se revisarán, se desecharán si tienen algún defecto.
- Deben contener anillas por donde pasarán las cuerdas de sujeción, estas no podrán ir sujetas mediante remaches.
- La cuerda de sujeción será de nylon o de cáñamo, está prohibido el cable metálico. La longitud de la cuerda debe tener longitudes lo más cortas posibles y no deben ser interrumpidas por elementos cortantes.
- De debe comprobar los anclajes.

2.5.5.5. Ropa de protección.

La ropa de protección se puede clasificar según el riesgo. En este caso se tendrán en cuenta las siguientes:

- Ropa de protección frente a riesgos de tipo mecánico: está diseñada para proteger frente a rozaduras, pinchazos, cortes e impactos.
- Ropa de protección frente a riesgos eléctricos: en este caso como se trata de baja tensión se emplean ropa elaboradas con algodón o mezclas algodón – poliéster.
- Ropa de protección contra el calor: diseñada para proteger frente a agresiones térmicas.

Algunas de las consideraciones a tener en cuenta en el uso de la ropa, son las siguientes:

- La manga y la pernera se deben ajustar bien al cuerpo y los botones siempre deben de estar cerrados.
- Los trajes de soldador deben de estar elaborados con fibras naturales con tratamientos ignífugos o de cuero resistente al calor.
- La ropa debe de estar en buen estado y limpia.
- En algunos casos la ropa debe de estar provista de partes fluorescentes y estas partes deben de conservarse en perfecto estado.

2.5.5.6. *Guantes de seguridad.*

Los guantes dependiendo el uso se pueden fabricar de algodón, piel, metálicos o de fibras sintéticas.

Tanto para los guantes de protección contra los riesgos mecánicos, como para los riesgos eléctricos y térmicos, se deben de tener en cuenta las siguientes las siguientes recomendaciones:

- Adecuada higiene de las manos.
- Para elegir los guantes se debe tener en cuenta la sensibilidad al tacto y elegir los que proporcionen mayor protección.
- Se deben de elegir de la talla correcta.
- Deben de estar provistos de un forro absorbente para evitar la producción de sudor.

2.5.6. *Primeros auxilios.*

El lugar de la obra dispondrá de material de primeros auxilios, que debe ser el adecuado en cuanto a las características de la obra, al número de trabajadores y a los riesgos que estén expuestos.

Se debe disponer como mínimo de un botiquín portátil que debe contener:

- Alcohol.
- Agua oxigenada.

- Yodo.
- Crema antiséptica.
- Pomada para contusiones.
- Pomada de corticoides.
- Analgésicos.
- Colirio para los ojos.
- Algodón hidrófilo.
- Gasas estériles.
- Esparadrapo.
- Apósitos adhesivos.
- Vendas.
- Torniquete.
- Tablillas para inmovilización.
- Manta termoestable.
- Tijeras.
- Pinzas.
- Guantes de látex.

2.5.7. Formación del personal sobre riesgos laborales.

La formación sobre prevención de riesgos laborales tiene como finalidad, informar y formar a los trabajadores de los riesgos que conllevan los trabajos que van a realizar y darles a conocer las técnicas en prevención, todo ello para mantener la seguridad de todas las personas de la obra.

Cada trabajador deberá tener en su posesión la documentación que le acredite la cualificación en prevención de riesgos laborales. Los principales documentos que deben de tener son:

- Certificado de información de los riesgos del trabajo a ejecutar.
- Certificación de los riesgos de los trabajos que se vayan a ejecutar en la misma obra y al mismo tiempo.
- Certificado de la asistencia al curso de formación de Prevención de Riesgos Laborales, de carácter general, y del riesgo específico que deriven el trabajo a ejecutar.

2.6. Riesgos y medidas preventivas.

2.6.1. Distribución de los equipos y materiales en la obra.

2.6.1.1. *Evaluación de los riesgos.*

Para las actividades que se llevan a cabo en este trabajo, se deben destacar los siguientes riesgos:

- Accidentes derivados del manejo de vehículos.
- Impactos sobre personas.
- Atrapamientos.
- Sobreesfuerzos.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos.

2.6.1.2. *Medidas preventivas.*

Las posibles medidas que se deben tener en cuenta en este apartado, son las siguientes:

- Se debe utilizar los vehículos adecuados y que estos se encuentren en perfectas condiciones.
- La pluma debe las características adecuadas para los materiales que va a manejar. Antes de manejar la carga los apoyos telescópicos deben de estar perfectamente apoyados. Se debe tener en cuenta el peso que aguantan los brazos telescópicos. Esta debe de estar provista de anclajes de seguridad.
- No deben colocar personas debajo de la carga de la pluma.
- El operario de que maneja la pluma, debe mantener la visual de carga, evitar las oscilaciones de la misma, deberá tener especial cuidado con los obstáculos próximos a la carga.
- La distribución de los materiales debe ser la adecuada para evitar la obstaculización de la zona de obra.
- Evitar los obstáculos en la zona de paso.

2.6.2. Instalación de protecciones en la cubierta.

2.6.2.1. *Evaluación de los riesgos.*

Para este trabajo, se pueden destacar los posibles riesgos:

- Daños de atrapamientos.
- Daños de sobreesfuerzos.

- Caída de personas a distinto o mismo nivel.
- Caída de objetos.

2.6.2.2. *Medidas preventivas.*

Las posibles medidas que se deben tener en cuenta en este apartado, son las siguientes:

- Los trabajadores deben de tener los conocimientos necesarios para montar las estructuras de las protecciones.
- Colocación de las barandillas y de los andamios.
- Uso de casco en las inmediaciones de la obra.
- En los trabajos de la cubierta se deben utilizar arnés de seguridad.
- Las herramientas de mano deben de tener sistemas anti caída.
- Evitar los obstáculos en la zona. Tener la zona limpia y despejada de materiales.

2.6.3. Armado de las estructuras de los paneles.

2.6.3.1. *Evaluación de los riesgos.*

A continuación, se destacan los posibles riesgos en este trabajo:

- Caídas a distinto nivel.
- Daños de sobreesfuerzos.
- Daños de atrapamientos.
- Caídas de elementos de la estructura.
- Caídas de herramientas de mano.
- Proyección de virutas en los ojos.
- Quemaduras por soldaduras
- Cortes o golpes, con las herramientas o con materiales utilizados.

2.6.3.2. *Medidas preventivas.*

Las posibles medidas que se deben tener en cuenta en este apartado, son:

- Los trabajadores tienen que tener colocado en arnés de seguridad.
- Colocar una estructura de trabajo en la cubierta.
- Utilización de escaleras de mano.
- Se debe utilizar el casco de seguridad, guantes y calzado de seguridad.
- Los elementos de la estructura deben de estar colocados en asentamientos estables y colocación de sujeciones y elementos de inmovilización.

- Las zonas de paso deben de estar despejadas de materiales.
- Las herramientas de mano, deben de tener sistemas anti caída.
- Si se realizan actividades que generen virutas, se deben de colocar gafas o pantallas de seguridad.
- Si se realizan operaciones de soldaduras, se deben colocar las pantallas de protección.

2.6.4. Colocación de los paneles y de los medios auxiliares.

2.6.4.1. *Evaluación de los riesgos.*

A continuación, se pueden destacar los posibles riesgos:

- Caídas a distinto nivel.
- Daños de sobreesfuerzos.
- Daños por cortes o golpes.
- Caídas de elementos.
- Caídas de herramientas de mano.

2.6.4.2. *Medidas preventivas.*

Las posibles medidas que se deben tener en cuenta en este apartado, son:

- Para evitar los sobreesfuerzos se deben de repartir las cargas.
- La colocación de los paneles se debe realizar de forma firme y sujetando correctamente.
- Se utilizarán los guantes y a las botas de seguridad.

2.6.5. Instalación del cableado y de los cuadros eléctricos.

2.6.5.1. *Evaluación de los riesgos.*

A continuación, se destacan los posibles riesgos en esta actividad:

- El principal riesgo en este apartado son los posibles contactos eléctricos tanto directos como indirectos.

2.6.5.2. *Medidas preventivas.*

Las principales medidas que se deben tener en cuenta en este apartado, son:

- Las tomas de corriente donde se enchufen las herramientas o máquinas eléctricas estarán alojadas en cuadros eléctricos.
- Los cuadros eléctricos deben disponer de puesta a tierra y protecciones magnetotérmicas.

2.6.6. Eliminar la caldera anterior y los elementos que la forman.

2.6.6.1. *Evaluación de los riesgos.*

A continuación, se destacan los posibles riesgos en esta actividad:

- Caídas al mismo nivel.
- Golpes o cortes con los elementos que forman la caldera.

2.6.6.2. *Medidas preventivas.*

Las principales medidas que se deben tener en cuenta en este apartado, son:

- Mantener la zona limpia y despejada.
- Eliminar los residuos obtenidos y llevarlos al sitio especializado.
- Utilización de guantes y botas de seguridad.

2.6.7. Colocación de la nueva caldera y los elementos de esta.

2.6.7.1. *Evaluación de los riesgos.*

A continuación, se destacan los posibles riesgos en esta actividad:

- Caídas al mismo nivel.
- Golpes o cortes con los elementos que forman la caldera.

2.6.7.2. *Medidas preventivas.*

Las principales medidas que se deben tener en cuenta en este apartado, son:

- Mantener la zona limpia y despejada.
- Utilización de guantes y botas de seguridad.

2.6.8. Colocación de elementos adicionales.

2.6.8.1. *Evaluación de los riesgos.*

A continuación, se destacan los posibles riesgos en esta actividad:

- Caídas al mismo nivel.
- Golpes o cortes con los elementos que forman la caldera.

2.6.8.2. *Medidas preventivas.*

Las principales medidas que se deben tener en cuenta en este apartado, son:

- Mantener la zona limpia y despejada.
- Utilización de guantes y botas de seguridad.

Lista de referencias.

- Ana M^a Diez Suárez. Tema: Sistemas fotovoltaicos aislados. Asignatura: Energías Renovables.
- Programa Office Excel 2016.
- Programa AutoCad 2015.
- Programa Presto 8.8.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Plataforma SigPac.
- Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN).
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT).
- Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS).
- Google maps.
- Agencia estatal de meteorología (AEMET).
- <http://noticias.juridicas.com>
- <http://www.lacasasostenible.com/casas-pasivas.html>
- <http://www.idealista.com>
- <http://www.eltiempo24.es>
- <http://www.renovablesverdes.com>
- <https://www.sedigas.es>
- <http://irena.masdar.ac.ae/?map=714>
- <http://www.technosun.com>
- <http://www.solarmania.com>
- <http://www.ecodist.es/calderas-pellet-okofen/.pdf>
- <http://www.clickrenovables.com>
- <http://ingemecanica.com>
- <http://solar-energia.net/>
- <http://www.lacasasostenible.com/calefaccion-solar.html>
- <http://www.solisclima.es/cogeneracion>
- <http://www.atersa.com>
- <http://www.df-sa.es/es/>
- <http://www.schneider-electric.es/es/>
- <https://www.victronenergy.com.es/>
- <http://www.okofen.es/>
- <http://www.vaillant.es/usuarios/>