



Universidad de León



Escuela Superior y Técnica
de Ingenieros de Minas

GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA INSTALACIÓN HÍBRIDA EÓLICO-SOLAR AISLADA DE RED EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN MUROS, A CORUÑA

León, septiembre de 2015

Autor: Martín Fabeiro Monteagudo
Tutor: Ana M^a Díez Suárez

El presente proyecto ha sido realizado por D. Martín Fabeiro Monteagudo, 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 Dña. Ana M^a Díez Suárez, profesora del Grado en Ingeniería de la Energía.

Visto Bueno

Fdo.: D. Martín Fabeiro Monteagudo

El autor del Trabajo Fin de Grado

Fdo.: Dña. Ana M^a Díez Suárez

El Tutor del Trabajo Fin de Grado

RESUMEN

En este Trabajo de Fin de Grado se estudiará el diseño y dimensionado de una instalación híbrida eólico-solar aislada de red, que sea factible tecnológicamente, para una vivienda unifamiliar en Muros, A Coruña.

Sin duda, uno de los hándicaps tecnológicos y sociales a los que se enfrenta la humanidad en la actualidad es la búsqueda de fuentes de energías sostenibles y no dependientes de terceros. Para ello, es importante apostar por las energías renovables y el autoconsumo.

No cabe duda de que este tipo de energías son las que más desarrollo están teniendo en los últimos años, entre otras cosas debido a la creciente conciencia ecológica mundial. Sin embargo, a pesar de que llevan años reduciendo sus costes, aún es difícil competir con las tecnologías energéticas convencionales. No obstante, en algunas ocasiones es conveniente la instalación de estas tecnologías, ya sea por la dificultad de acceso a la red eléctrica o por otro tipo de razones, y en la actualidad las instalaciones aisladas de red están a la orden del día, así lo demuestra el gran número de empresas dedicadas en el sector a el diseño e instalación de este tipo de tecnologías.

En nuestro caso, la instalación cuenta con un grupo de generadores fotovoltaicos, un pequeño aerogenerador, y unas baterías que permitan aislar la energía producida en momentos de mayor producción para poder aprovecharla en los picos de consumo. Además cuenta también con un generador convencional para prevenir la falta de energía en caso de que existan condiciones climáticas adversas para la producción de energía mediante el sistema renovable.

ABSTRACT

In this end of degree dissertation research project I will study the design and dimensions of a hypothetical isolated wind-solar hybrid network installation, which could be feasibly implemented into a house in Muros, La Coruna.

Without question one of the major social and technological dilemmas that humanity currently faces is in its search to find new sources of sustainable energy as an alternative to its current dependency of fossil fuels.

There is no doubt that renewable energies such as these have seen the greatest developments in recent years, evidently due in part to a growing global environmental awareness. However, despite cost cutting over recent years, it is still difficult for them to compete with conventional energy technologies. Nevertheless in some cases, where access to the electric grid is difficult due to geographical location or other reasons, it is more convenient to install these technologies. As is evident by the large number of companies currently engaged in the renewable energies sector.

In the case of this project the proposed facility consists of a group of photovoltaic generators, a small wind turbine and a number of batteries which allow for the isolation of energy produced during times of increased production, in order to take advantage of peak consumption. In addition there is also a conventional generator in place to account for a possible shortage of energy in the event of adverse weather conditions.

ÍNDICE GENERAL

- 1 Memoria
- 2 Planos
- 3 Pliego de condiciones técnicas
- 4 Presupuesto
- 5 Anexo A: Estudio básico de seguridad y salud

MEMORIA

Índice de la memoria

Contenido

ABSTRACT.....	4
ÍNDICE GENERAL	1
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
1 Glosario	8
2 Introducción.....	9
2.1 Situación en España	9
2.2 Autoconsumo energético.....	11
3 Descripción del proyecto	12
3.1 Objetivo.....	12
3.2 Localización	12
3.3 Características de la vivienda.....	13
4 Normativa	14
5 Estudio de los recursos climáticos	16
5.1 Recurso solar	16
5.2 Recurso eólico	18
5.2.1 Distribución Weibull	18
5.2.2 Velocidad del viento	18
6 Componentes de la instalación.....	22
6.1 Instalación solar	22
6.1.1 Paneles fotovoltaicos.....	22
6.1.2 Reguladores	25
6.2 Instalación eólica.....	26
6.2.1 Rotor (palas + buje).....	28
6.2.2 Góndola.....	28
6.2.3 Generador	28
6.2.4 Sistema de control	28
6.2.5 Sistema de orientación	28
6.2.6 Torre.....	28
6.2.7 Regulador eólico	28
6.3 Instalación mixta	28

6.3.1	Inversores.....	28
6.3.2	Baterías	29
6.4	Descripción de la solución adoptada	31
7	Cálculo de la instalación.....	33
7.1	Cálculo de la demanda	33
7.1.1	Datos a introducir	33
7.1.2	Consumos.....	34
7.2	Dimensionado de los componentes solares	36
7.2.1	Dimensionado del número de módulos solares.....	36
7.2.2	Conexionado entre módulos	38
7.2.3	Dimensionado del regulador solar.....	39
7.3	Dimensionado de los componentes eólicos	40
7.4	Dimensionado de los componentes mixtos.....	43
7.4.1	Dimensionado de la batería.....	43
7.4.2	Dimensionado del inversor	44
7.4.3	Dimensionado del cableado y protecciones.....	45
7.4.4	Elementos de protección	46
8	Sistema de sujeción al tejado	48
	ANEXO DE CÁLCULOS.....	49
9	Cálculo de la instalación solar.....	50
9.1	Consumos eléctricos	50
9.2	Cálculo de los módulos solares	52
9.2.1	Performance Ratio	53
9.2.2	Conexionado entre módulos	55
9.3	Cálculo de la batería.....	55
9.3.1	En función de la profundidad de descarga máxima diaria	56
9.3.2	En función de la profundidad de descarga máxima estacional.....	56
9.4	Cálculo del inversor	56
9.5	Cálculo del regulador solar.....	57
9.6	Dimensionado del cableado y protecciones	58
9.6.1	Instalación en corriente continua.....	59
9.6.2	Instalaciones en corriente alterna	64
9.7	Elementos de protección	65
9.7.1	Tramo conexión con regulador (1)	66
9.7.2	Tramo conexión con regulador (2)	66

9.7.3	Tramo conexión con baterías	66
9.7.4	Tramo entre el inversor y caja de protecciones	66
10	Mantenimiento	67
10.1	Módulos fotovoltaicos.....	67
10.2	Batería	67
10.2.1	Riesgos del electrolito.....	67
10.2.2	Riesgos eléctricos.....	68
10.2.3	Riesgos de incendio	68
10.2.4	Mantenimiento básico de la batería.....	68
10.3	Regulador de carga.....	69
10.4	Inversor.....	69
10.5	Recomendaciones	69
11	Panel fotovoltaico	72
12	Regulador fotovoltaico	74
13	Batería.....	75
14	Inversor	77
15	Fusibles y demás protecciones	79
15.1	Fusibles	79
15.2	Protector magnetotérmico.....	80
15.3	Interruptor diferencial.....	80
15.4	Protector de sobretensiones.....	81
16	Tubos de protección	82
16.1	Tubo de 20mm	82
16.2	Tubo de 25 mm.....	82
16.3	Tubo de 32 mm.....	82
16.4	Tubo de 80 mm.....	82
17	Sujeciones para el tejado.....	83
18	Lista de referencias.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.- Consumo de energía primaria mundial (2006). Fuente: [14]	9
Figura 2.2.- Mix energético en España en el 2014. Fuente: [12]	10
Figura 2.3.- Consumo de energía primaria en España en 2012. Fuente [2]	11
Figura 3.1.- Localización de la instalación en la Ría de Muros e Noia. Fuente: [7]	12
Figura 3.2.- Planta baja de la vivienda	13
Figura 3.3.- Primera planta de la vivienda	13
Figura 5.1.- Medición de temperaturas de los últimos 5 años. Fuente [9]	17
Figura 5.2.- Mapa de la velocidad del viento en la Ría de Muros y Noia. Fuente [8]	19
Figura 6.1.- Esquema de una instalación solar. Fuente [6]	22
Figura 6.2.- Células monocristalina y policristalina, respectivamente. Fuente [5]	23
Figura 6.3.- Curva I-V proporcionada por el fabricante. Fuente [1]	24
Figura 6.4.- Reguladores en serie y paralelo. Fuente [1]	25
Figura 6.5.- Parque eólico en Texas, EEUU. Fuente [16]	27
Figura 6.6.- Instalación tipo mini eólica. Fuente [3]	27
Figura 6.7.- Inversor Phoenix. Fuente [15]	29
Figura 6.8.- Baterías a utilizar. Fuente [15]	30
Figura 7.1.- Producción anual del generador eólico. Fuente [8]	42
Figura 7.2.- Datos de viento del aerogenerador elegido. Fuente [4]	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.- Grado de dependencia energética en porcentaje. Fuente [10]	9
Tabla 5.1.- HSP y E (W/m ²) en el lugar de la instalación Fuente [11]	17
Tabla 5.2.- Parámetros del viento en la zona de la vivienda. Fuente [8]	19
Tabla 5.3.- Valores estacionales del viento en la zona. Fuente [8]	20
Tabla 5.4.- Estimación del valor de α según el tipo de terreno. Fuente [1]	20
Tabla 5.5.- Velocidades a 80 y a 6 metros de altura. Fuente [8]	21
Tabla 7.1.- Cargas.....	33
Tabla 7.2.- Consumos medios de temporada y anual	35
Tabla 7.3.- Consumos contando los rendimientos del equipo y margen de seguridad, en kWh.....	36
Tabla 7.4.- Velocidades a 80 y a 6 metros de altura. Fuente [8]	40
Tabla 7.5.- Valores de la conductividad del cobre. Fuente [1].	45
Tabla 7.6.- Valores de la conductividad del aluminio. Fuente [1].	46
Tabla 9.1.- Consumos en Ah/mes	50
Tabla 9.2.- Consumos en Ah/mes, Ah/día y kWh/día.....	51
Tabla 9.3.- Consumos con margen de seguridad y rendimientos en kWh.....	51
Tabla 9.4.- Valores de la conductividad del cobre. Fuente [1].	59
Tabla 9.5.- Valores de la conductividad del aluminio. Fuente [1].	59
Tabla 9.6.- Comprobación de intensidades. Fuente [13]	62
Tabla 9.7.- Relación de secciones activas y de protección. Fuente [13]	62
Tabla 9.8.- Secciones activas y de protección.....	62
Tabla 9.9.- Diámetro de los tubos de protección. Fuente [13].....	63
Tabla 9.10.- Diámetros de los tubos de protección elegidos. Fuente [13].....	63
Tabla 9.11.- Resumen tramo CA.	65

1 Glosario

ACS: Agua caliente sanitaria.

BT: Baja tensión.

EERR: Energías renovables.

IDEA: Instituto para la diversificación y ahorro de la energía.

ITC: Instrucción técnica complementaria.

PVGIS: Photovoltaic geographical information system.

UNESA: Asociación española de la industria eléctrica.

2 Introducción

Actualmente el sistema energético está basado en los combustibles fósiles. Este sistema, sin embargo, no es sostenible indefinidamente como ya se puede apreciar en la cada vez mayor dificultad para encontrar nuevas reservas y en la volatilidad de los precios de los combustibles. Además, el consumo de los combustibles fósiles está produciendo que la gran cantidad de gases emitidos a la atmósfera haga aumentar de manera exponencial la velocidad del cambio climático.

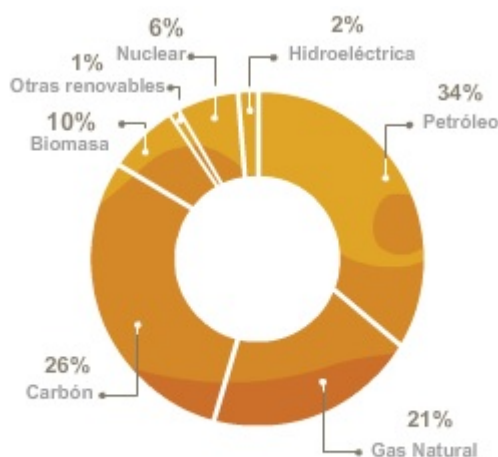


Figura 2.1.- Consumo de energía primaria mundial (2006). Fuente: [14]

Por eso, las llamadas energías renovables están a la orden del día, y aumentan cada vez más su presencia en los sistemas energéticos mundiales. Energías como la eólica, la solar o la hidráulica llevan años evolucionando y reduciendo sus costes debido a las grandes inversiones que se están realizando para mejorarlas y hacerlas más competitivas, a pesar de que la hidráulica lleva ya mucho tiempo instaurada como una forma más de generación energética.

Estas tecnologías tienen la ventaja de que generan energía a partir de recursos renovables como el viento, la luz solar o el agua, que no es necesario importar de otros países, lo que reduce la dependencia de un sector tan estratégico para un país como el energético.

2.1 Situación en España

Históricamente, el desarrollo económico de España ha sido limitado por la escasez de recursos energéticos, concretamente de hidrocarburos líquidos o gaseosos, y la calidad del carbón nacional. Este hecho ha condenado tradicionalmente el sistema energético español a la dependencia del exterior, es decir, de la importación de recursos energéticos.

Tabla 2.1.- Grado de dependencia energética en porcentaje. Fuente [10]

Año	Grado de dependencia
1975	77,4
1985	61,1
1995	72,0

1998	74,4
2003	77,9
2008	78,4
2009	77,1
2010	73,9
2011	75,4
2012	73,8
2013	70,8

Actualmente, la dependencia energética en España es la mayor de toda la Unión Europea, y a pesar de llevar en descenso varios años, como podemos ver en la tabla superior, sigue siendo una enorme carga y supone un elevadísimo coste para el país, lastrando su evolución y economía.

Así pues, en España es especialmente estratégico buscar y fomentar formas de energía autóctonas, como pueden ser las renovables, ya que además de disminuir la emisión de gases de efecto invernadero y luchar contra el cambio climático, permitirían un mayor autoabastecimiento energético.

Aquí es necesario introducir el término **mix energético**, que define la combinación de las diferentes fuentes energéticas para producir cubrir el suministro eléctrico de un país.

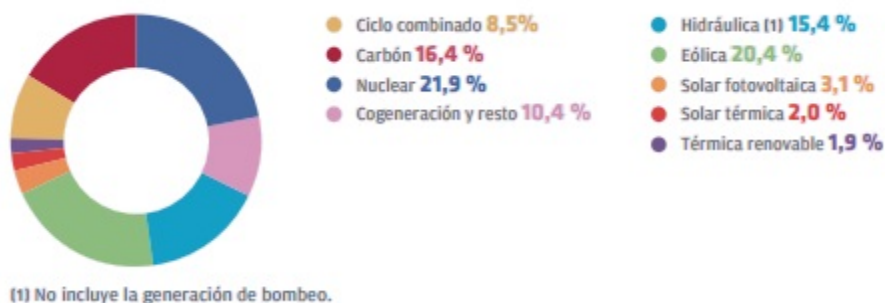


Figura 2.2.- Mix energético en España en el 2014. Fuente: [12]

Podemos ver que un 43,8% de la energía eléctrica está generada por las energías renovables (incluyendo la energía hidráulica), lo cual influye muy positivamente en ese aproximado 30% de autoabastecimiento energético. Sin embargo, ese autoabastecimiento no se refiere solamente a la generación eléctrica sino que está referido a la energía primaria. Por ello, no obstante las energías renovables están muy presentes en la generación eléctrica, no podemos ser muy optimistas ni en el autoabastecimiento ni en la sostenibilidad de nuestra energía primaria.

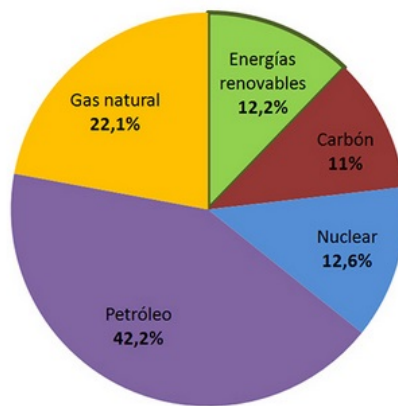


Figura 2.3.-Consumo de energía primaria en España en 2012. Fuente [2]

Podemos comprobar que los combustibles fósiles dominan esta energía primaria en España, y que estamos lejos de alcanzar el objetivo marcado por el protocolo del Kioto para el 2020 de un 20% de energía primaria renovable.

Por ello, es importante continuar con el avance renovable y limpio, y fomentar este tipo de tecnologías para alcanzar los objetivos marcados internacionalmente y colocarse a la vanguardia tanto tecnológica como de la lucha contra el cambio climático.

2.2 Autoconsumo energético

Una forma de sumarse a este avance es fomentar el autoconsumo. Esta modalidad, que está muy normalizada en países de nuestro entorno, aún no está muy implementada en nuestro país, debido entre otras cosas a la inestabilidad del marco legal en los últimos años.

Consiste en contar con instalaciones de generación eléctrica que proporcionen energía para tu propio consumo, y en caso de no necesitarla en ese momento, almacenarla o verterla a la red en función de si es una instalación aislada de red o conectada a red, respectivamente.

El tipo de instalación más común en esta modalidad de producción son las instalaciones fotovoltaicas. Estas instalaciones aprovechan la radiación emitida por el sol mediante unos paneles que generan electricidad al ser impactados por esta radiación.

Sin embargo, otro tipo de instalaciones están a la orden del día, siendo mayoritarias las instalaciones minieólicas, de minihidráulica o pequeñas calderas de biomasa.

Es muy común realizar instalaciones híbridas, con dos o más tipos de tecnologías para mejorar las perspectivas de autoabastecimiento, ya que muchas se complementan, ya que generalmente cuando uno de los recursos de generación no es frecuente (radiación solar, por ejemplo), suele aumentar el otro (viento, por ejemplo).

En este caso, se intentará implementar un sistema híbrido eólico-solar en función de las condiciones climáticas que nos encontremos.

3 Descripción del proyecto

3.1 Objetivo

El objetivo de este proyecto es el estudio y dimensionamiento de una instalación híbrida aislada de red, que genere energía eléctrica de forma fiable a partir de tecnología ya desarrollada, en este caso tecnología fotovoltaica y eólica.

Esta instalación proporcionará energía a una vivienda unifamiliar situada en el ayuntamiento de Muros, provincia de A Coruña.

A pesar de que esta zona dispone de red eléctrica, se ha apostado por una instalación aislada de red debido entre otros factores a la inseguridad jurídica actual en España para instalaciones de autoconsumo conectadas a red, así como un deseo expreso del usuario de tener una independencia de la red.

Por tanto, se realizará un estudio de la demanda energética de la vivienda para poder dimensionar los generadores de energía lo más eficientemente posible, es decir proporcionar un suministro energético pleno sin sobredimensionar la instalación.

Para ello, es necesario también analizar los recursos solar y eólico disponibles en la zona, lo cual realizaremos mediante determinadas herramientas que proporcionan organismos oficiales o comprobados y las cuales están disponibles en internet.

Finalmente, se estudiará el coste final de la instalación, así como su eficacia para cubrir la demanda energética.

3.2 Localización

La vivienda objetivo del proyecto está situada en Esteiro, un pequeño pueblo en el ayuntamiento de Muros, A Coruña. La vivienda está situada a 10 metros sobre el nivel del mar, y sus coordenadas son:

Longitud: 42° 47' 25" Norte

Latitud: 8° 59' 04" Oeste

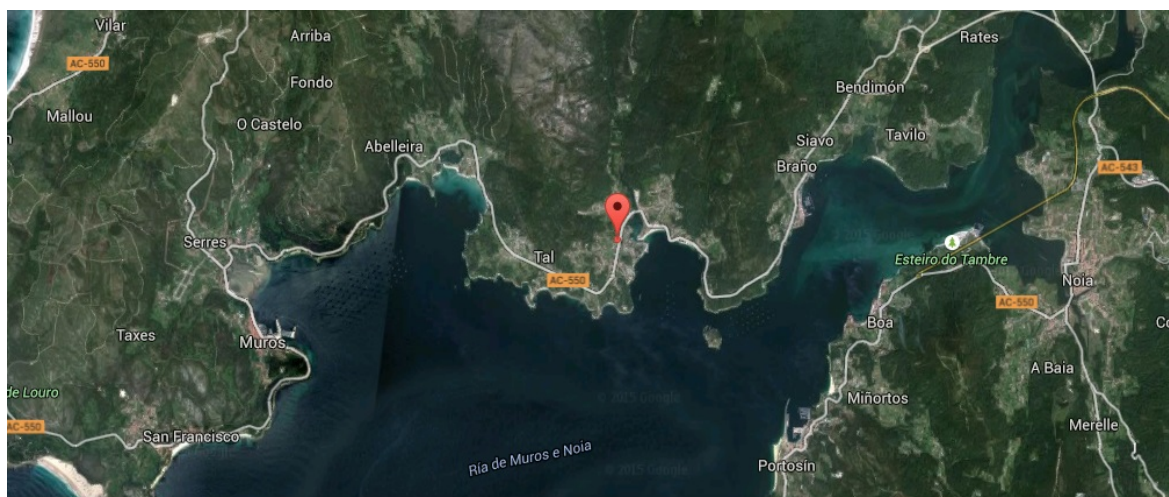


Figura 3.1.- Localización de la instalación en la Ría de Muros e Noia. Fuente: [7]

3.3 Características de la vivienda

La vivienda es una casa moderna, de 192 metros cuadrados repartidos en dos plantas. Consta de los siguientes habitáculos:

- Tres dormitorios.
- Dos baños.
- Un garaje.
- Una lavandería.
- Un estudio u oficina.
- Dos pequeños almacenes/armarios.

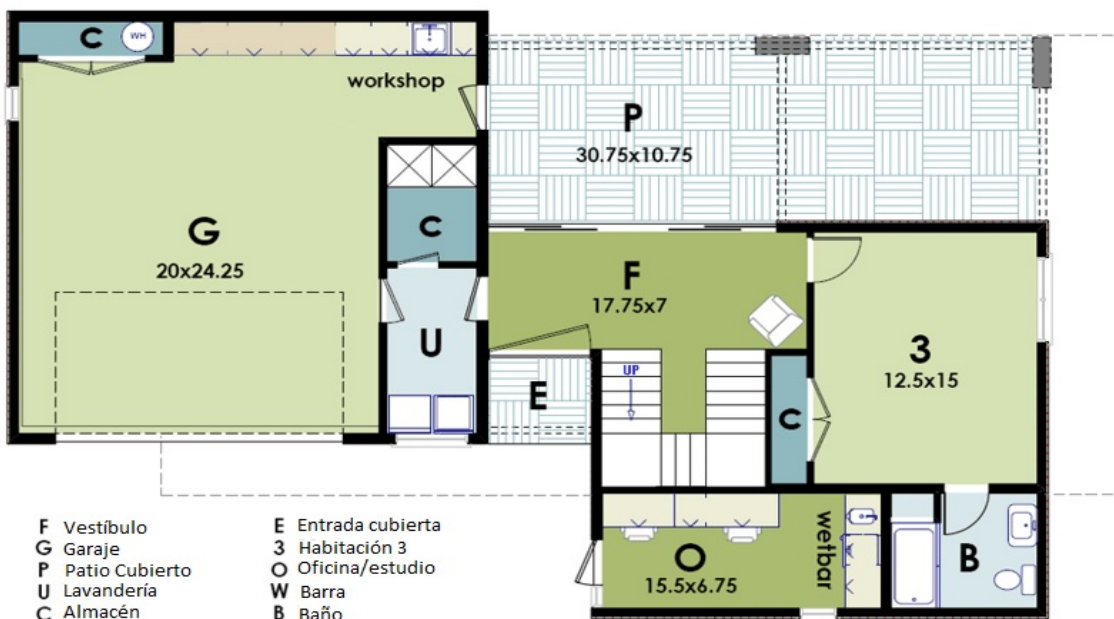


Figura 3.2.-Planta baja de la vivienda

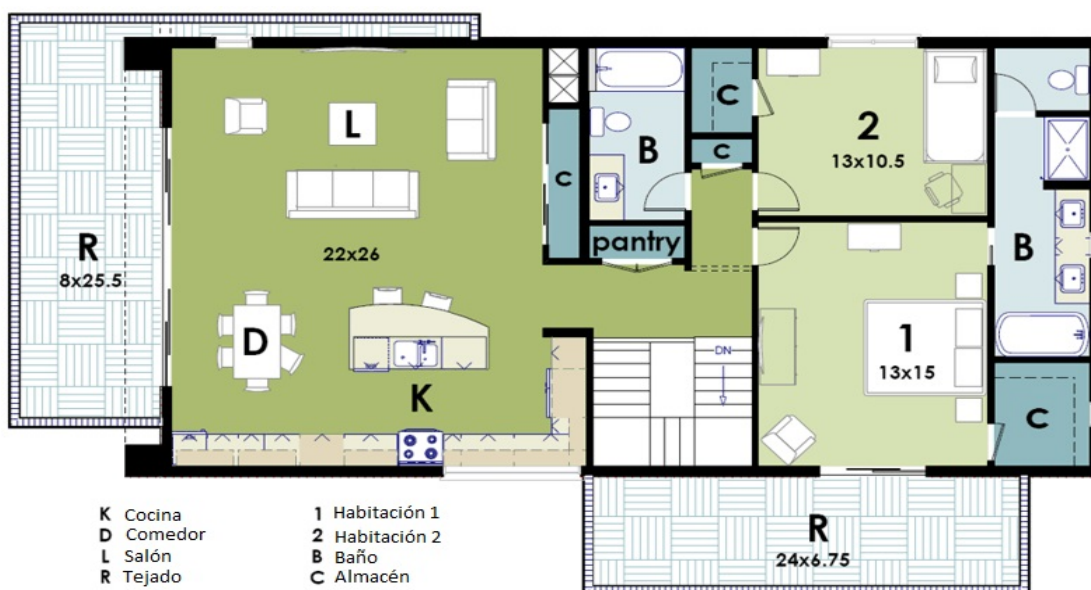


Figura 3.3.- Primera planta de la vivienda

4 Normativa

La tecnología fotovoltaica, al igual que cualquier otra tecnología de generación eléctrica, necesita una regulación estable, predecible y duradera. En caso de las energías renovables esto cobra mayor importancia dado que los costes variables son menores, y es necesaria una gran inversión inicial.

Por ello la inestabilidad regulatoria es un grave problema, no solo por ahuyentar posibles inversiones sino porque dificulta la tarea de las empresas o individuos que si han apostado por estas tecnologías.

Aquí se recogen las principales leyes que regulan la generación fotovoltaica en España:

- [Real Decreto 738/2015, de 31 de julio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica y el procedimiento de despacho en los sistemas eléctricos de los territorios no peninsulares.](#)
- [Real Decreto-ley 2/2013, de 1 de febrero, de medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero.](#)
- [Ley 15/2012, de 27 de diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética.](#)
- [Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.](#)
- [Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.](#)
- [Real Decreto-ley 14/2010, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico.](#)
- [Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.](#)

- [Real Decreto-ley 6/2009, de 30 de abril, por el que se adoptan determinadas medidas en el sector energético y se aprueba el bono social.](#)
- [Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica.](#)
- [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 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.](#)
- [Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.](#)

5 Estudio de los recursos climáticos

Es especialmente importante la evaluación y estudio de los recursos, para poder realizar de manera correcta el dimensionado de los generadores tanto solar como eólico, en función de las capacidades para producir energía de cada uno. Además, en una instalación aislada de red, donde no existe un respaldo por parte de la red eléctrica para suministrar energía en caso de no poder producir suficiente, este aspecto del proyecto es crítico. En consecuencia, se buscarán los datos más fiables posibles, siempre provenientes de organismos oficiales, y con la mayor serie posible, es decir, se valorará positivamente la existencia de datos durante un mayor número de años.

5.1 Recurso solar

El sol es una fuente de energía prácticamente inagotable actualmente. El astro genera energía a través de la fusión de átomos de hidrógeno para dar helio, y una parte de la masa del hidrógeno se convierte en energía. Esta reacción se produce en el núcleo solar, y a pesar de que solo una pequeña parte de la energía generada llega a la superficie de la tierra, equivale a unas 10.000 veces el consumo energético anual. Esto significa que solamente aprovechando el 0,01% de la energía que llega a la tierra se cubriría el consumo mundial durante un año.

A pesar de que la radiación media recibida por la atmósfera terrestre en el exterior es de aproximadamente 1366 W/m², cantidad conocida como constante solar, no toda esta radiación llega a la superficie terrestre. Una vez que la radiación se mete en la atmósfera se reduce por varias causas, como la reflexión por nubes, la absorción por moléculas, dispersión por diferentes aerosoles... Por eso, la radiación que llega a la tierra se clasifica en radiación directa y radiación difusa. Estas dos radiaciones pueden sufrir enormes variaciones en proporción y en potencia en función de las condiciones climáticas y la hora solar. La suma de estas dos radiaciones se conoce como radiación solar aprovechable.

Cabe distinguir dos definiciones relativas a la radiación solar recibida:

-**Irradiación:** Se refiere a la cantidad de radiación solar recibida en un periodo de tiempo determinado. Se mide en Wh/m².

-**Irradiancia:** Se refiere a la potencia instantánea recibida, en W/m².

Para el estudio solar se ha utilizado la web PVGIS, la cual proporciona datos solares a nivel europeo para fines relacionados con la energía solar. Es una web proporcionada por la red europea de energía y transporte.

Lo principal que se necesita conocer para medir la cantidad de radiación que incide en nuestras placas es la cantidad de Horas Solar Pico (HSP), que se definen como el tiempo en horas de una hipotética irradiancia solar constante de 1000 W/m², o lo que es lo mismo, 3,6 MJ/m².

Su cálculo depende de dos factores, **K** y **H**:

- Factor de corrección **K**: Utilizado para definir la inclinación que tendrán los paneles en nuestra instalación, en función de la latitud de la instalación.
- Factor de corrección **H**: Es la energía en megajulios que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal un día medio de cada mes, y varía según la localización.

En este caso, la web PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) proporciona los valores directos de las horas solares pico en función de la inclinación y orientación de los paneles, en el presente proyecto de 40 y 0°, respectivamente. Más adelante estos ángulos serán debidamente explicados.

También conocemos los valores de E, que es en un día soleado para el mes con la peor HSP de las dos temporadas de consumo.

Tabla 5.1.- HSP y E (W/m2) en el lugar de la instalación. Fuente [11]

Mes	Ene	Feb	Mar	May	Abr	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
kWh/m2	2,43	3,74	5,00	5,35	5,54	5,90	6,04	6,17	5,82	4,24	2,95	2,49	4,64
Enero													589
Octubre													610

Además de la radiación solar, es necesario conocer también la temperatura ambiente de la zona, para poder estimar pérdidas. Para ello se ha recurrido a informaciones proporcionadas por la Xunta de Galicia, a través de su agencia de meteorología Meteogalicia.

A pesar de que no existe una estación meteorológica en el ayuntamiento de la instalación, si se puede comprobar que existe una en las proximidades, a unos 30 kilómetros y aproximadamente con la misma altitud, la cual para efectos de temperatura nos es válida.

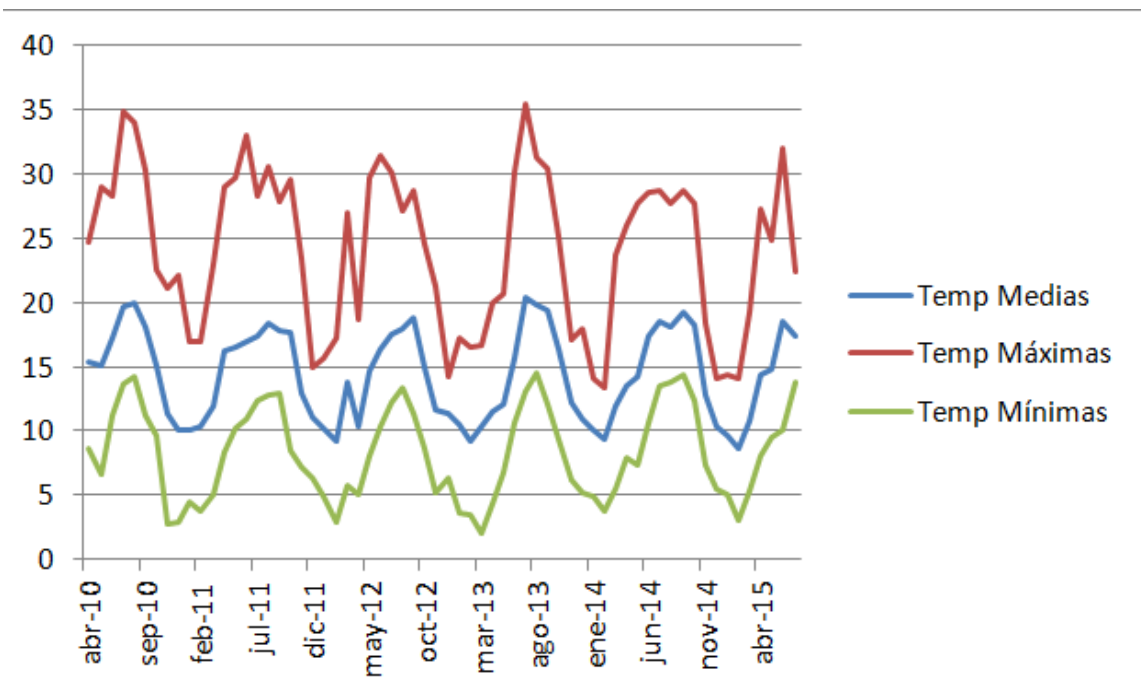


Figura 5.1.- Medición de temperaturas de los últimos 5 años. Fuente [9]

5.2 Recurso eólico

El viento es una masa de aire en movimiento. Como tal, posee una energía cinética que puede ser aprovechada para generar energía eléctrica. La cantidad de energía que posee el viento, antes de pasar por el rotor, depende de tres factores: la velocidad del viento, la densidad del aire, y el área barrida por el rotor. Se puede estimar siguiendo la siguiente fórmula:

$$P = \frac{S * \rho * V^3}{2}$$

Donde:

- **P** es potencia, en W.
- **ρ** es densidad, en Kg/m³.
- **S** es la superficie barrida por el rotor, en m².
- **V** es la velocidad del viento, en m/s.

De esta ecuación se puede llegar a la conclusión de que la potencia es proporcional al cubo de la velocidad y al tamaño del rotor.

Por tanto, antes de instalar un aerogenerador es importante conocer el potencial eólico de la zona, y luego analizar el tamaño del rotor a instalar. Con esto, se conseguiría poder realizar un análisis aproximado del aporte de energía producida por el aerogenerador.

5.2.1 Distribución Weibull

La curva de potencia da la potencia generada por el aerogenerador en relación a la velocidad del viento. Esta curva es propia de cada tipo de aerogenerador, y es una de las curvas más significativas de los mismos. Para conocer la potencia entregada por el aerogenerador, es necesario conocer el perfil de velocidades del viento.

Para conocer y describir la evolución de la velocidad del viento, debido a su carácter cambiante, es preciso utilizar métodos estadísticos para describir su evolución a lo largo de un periodo de tiempo determinado.

Existen varias funciones para describir la frecuencia de las velocidades del viento, siendo las más importantes y utilizadas la de Weibull y la de Rayleigh.

La distribución Weibull muestra en tanto por ciento la distribución de la velocidad de viento a lo largo de un periodo de tiempo en un lugar determinado.

Consta de dos parámetros, lo que hace que sea bastante versátil, a pesar de que para tener fiabilidad es necesario contar con datos de periodos de tiempo relativamente largos.

Generalmente, proporcionando los parámetros Weibull es posible obtener la potencia generada por un aerogenerador.

5.2.2 Velocidad del viento

En el IDAE existe un atlas de viento disponible donde poder recoger información sobre la velocidad y dirección del viento a 80 metros de determinadas zonas.

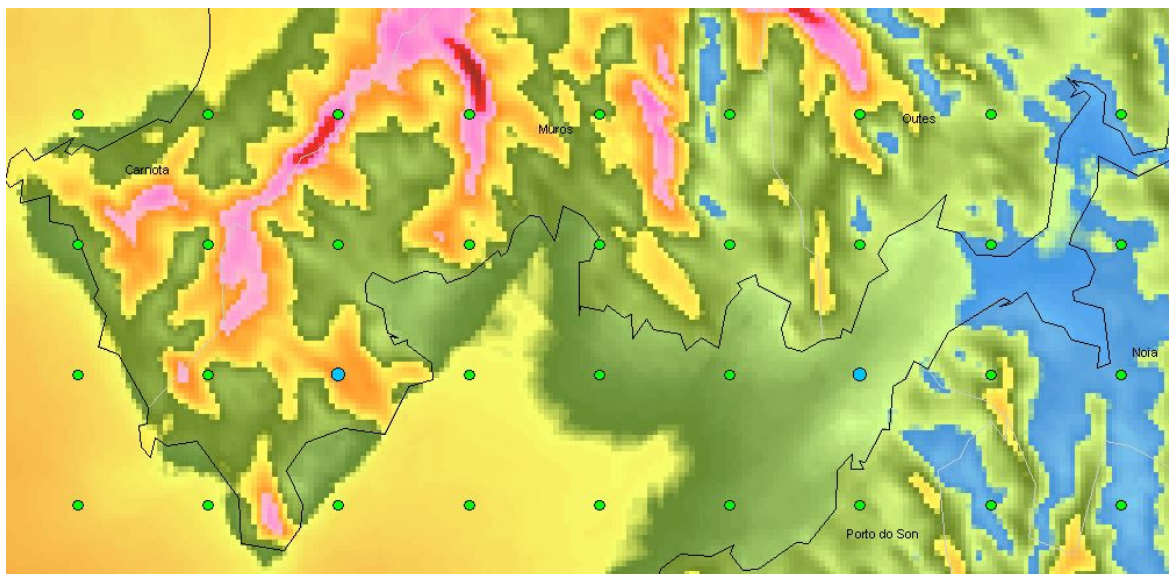


Figura 5.2.- Mapa de la velocidad del viento en la Ría de Muros y Noia. Fuente [8]

Se observa que es una zona muy protegida a los vientos del norte, y a la vez poco expuesta a los del sur, los más predominantes de la zona. Esto hace que no posea los vientos más elevados de la ría, pero a pesar de todo es interesante dar un primer vistazo al potencial eólico y realizar una estimación que ayudará en los cálculos posteriores (el color más rojizo en la imagen superior indica mayores velocidades de viento, mientras que el verde-azulado indica velocidades más bajas).

Tabla 5.2.- Parámetros del viento en la zona de la vivienda. Fuente [8]

Dirección	Frecuencia (%)	Velocidad (m/s)	Potencia (%)	Weibull C (m/s)	Weibull K
N	5,01	4,589	2,36	5,059	2,416
NNE	11	5,526	8,95	6,157	2,572
NE	11,53	6,295	14,2	7,012	2,482
ENE	9,19	6,573	13,84	7,415	2,363
E	3,68	5,014	2,73	5,611	2,042
ESE	2,3	3,973	0,75	4,414	2,289
SE	2,49	3,777	0,84	4,321	2,05
SSE	4,88	5,041	3,81	5,766	2,105
S	10,23	6,671	19,35	7,725	2,089
SSW	8,57	5,657	10,16	6,479	1,967
SW	7,08	5,265	6,3	6,039	2,126
WSW	5,64	5,036	4,76	5,84	2,021
W	5,66	4,983	4,8	5,723	1,906

WNW	5	4,671	3,6	5,611	2,104
NW	3,97	4,327	2,08	5,016	2,063
NNW	3,77	4,158	1,49	4,662	2,213

También se cuenta con los valores medios estacionales, siempre a 80 metros de altura:

Tabla 5.3.- Valores estacionales del viento en la zona. Fuente [8]

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Velocidad (m/s)	5,57	4,83	5,61	5,97
Weibull C (m/s)	6,17	5,39	6,35	6,83
Weibull K	2,255	2,13	1,995	2,097

Conociendo la velocidad del viento a una cierta altura, es posible calcular su velocidad a otra altura en la misma zona, siguiendo la expresión:

$$V_1 = V_2 * \left(\frac{h_1}{h_2}\right)^\alpha$$

Siendo:

- V1, la velocidad que se desea estimar, a una altura h1.
- V2, la velocidad conocida, a una altura h2.
- h1, la altura a la que se desea estimar la velocidad del viento.
- h2, la altura de referencia.
- α , es un coeficiente que depende de la rugosidad del terreno.

Tabla 5.4.- Estimación del valor de α según el tipo de terreno. Fuente [1]

Tipo de terreno	α
Liso (mar, arena, nieve)	0,10 - 0,13
Rugosidad moderada (hierba, cultivos)	0,13 - 0,20
Rugoso (bosques, edificaciones)	0,20 - 0,27
Muy rugoso (ciudades)	0,27 - 0,40
Promedio mundial	0,14

La variación de velocidad al variar la altura depende principalmente de la rugosidad del terreno, por lo que es necesario elegir bien el factor de rugosidad. En este caso, la vivienda se encuentra en una zona con árboles y casas relativamente cercanas, por lo que se va a elegir un valor entre 0,20 y 0,27, propio de un terreno rugoso. Para el cálculo se utiliza un 0,25.

Tabla 5.5.- Velocidades a 80 y a 6 metros de altura. Fuente [8]

	Velocidad a 80 m (m/s)	Velocidad a 6 m (m/s)
N	4,589	2,52919403
NNE	5,526	3,04561478
NE	6,295	3,46944355
ENE	6,573	3,62266123
E	5,014	2,7634297
ESE	3,973	2,1896901
SE	3,777	2,08166613
SSE	5,041	2,77831055
S	6,671	3,67667322
SSW	5,657	3,11781448
SW	5,265	2,90176652
WSW	5,036	2,77555484
W	4,983	2,74634427
WNW	4,671	2,57438774
NW	4,327	2,38479463
NNW	4,158	2,29165151
Velocidad media	5,09725	2,80931233

Se puede apreciar que la velocidad del viento a 6 metros del altura (la altura aproximada del rotor del aerogenerador) es bastante baja, por lo que se hace necesario la elección de un micro aerogenerador de especialmente baja potencia, o incluso plantear la posibilidad de excluir el aerogenerador de la instalación e intentarlo solamente con los módulos fotovoltaicos.

6 Componentes de la instalación

6.1 Instalación solar

El aprovechamiento de la energía solar sin ningún elemento mecánico intermediario se denomina energía solar pasiva, y es utilizada desde mucho tiempo atrás. Sin embargo, hoy en día poseemos la tecnología necesaria para aprovechar no solo esta energía pasiva, sino ir un paso más allá y aprovechar una mayor cantidad de energía solar consiguiendo mayores posibilidades de utilización y un mayor rendimiento.

Para aprovechar esta energía solar, denominada como energía solar activa, existen numerosas aplicaciones, siendo las dos más utilizadas a nivel residencial las siguientes:

-**Energía solar térmica:** Consiste en aprovechar la energía térmica que nos llega del sol para calentar agua o algún fluido, con diferentes fines. No nos centraremos más en este tipo de tecnologías.

-**Energía solar fotovoltaica:** Este tipo de energía se produce al generar energía a partir de la radiación solar recibida por un dispositivo semiconductor, denominado célula fotovoltaica. Un grupo de células fotovoltaicas se conoce como panel fotovoltaico. En esta tecnología vamos a profundizar más.

Básicamente, una instalación solar simple de uso residencial se conforma por los siguientes elementos:

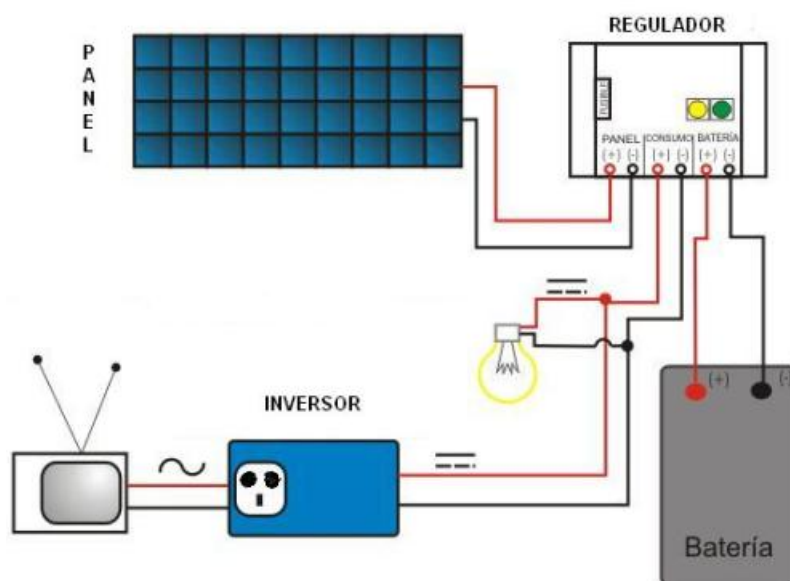


Figura 6.1.- Esquema de una instalación solar. Fuente [6]

6.1.1 Paneles fotovoltaicos

Cada panel o módulo está formado por varias células fotovoltaicas unidas internamente entre sí. Estas células están protegidas por varias capas de vidrio ultratransparente templado por la parte superior, mientras que por la parte posterior poseen aislante eléctrico generalmente sintético, por ejemplo tedlar, y poliéster. Su estudiado diseño le permite alcanzar largas vidas útiles manteniendo el rendimiento de fabricación, estando garantizado un 80% del rendimiento durante los primeros 25 años.

6.1.1.1 Tecnologías más comunes en los paneles fotovoltaicos

Existen numerosas tecnologías para las células solares, como células de Arseniuro de Galio o Teluro de Cadmio. Sin embargo, en la actualidad la gran mayoría de las células están basadas en silicio, ya sea silicio cristalino o amorfo:

-Silicio cristalino. Los paneles de silicio cristalino poseen más de un 80% de cuota de mercado, siendo además la tecnología más madura del sector.

Existen dos configuraciones en silicio cristalino, el monocristalino y el policristalino. No existen grandes diferencias entre ambas, salvo que el silicio monocristalino posee una eficiencia ligeramente superior, aunque en paneles ambos poseen rendimientos comprendidos entre el 10 y el 17%, aproximadamente. A pesar de ser las tecnologías más comunes, son especialmente sensibles a las sombras y a las temperaturas, siendo afectadas negativamente el voltaje y la potencia al aumentar la temperatura.

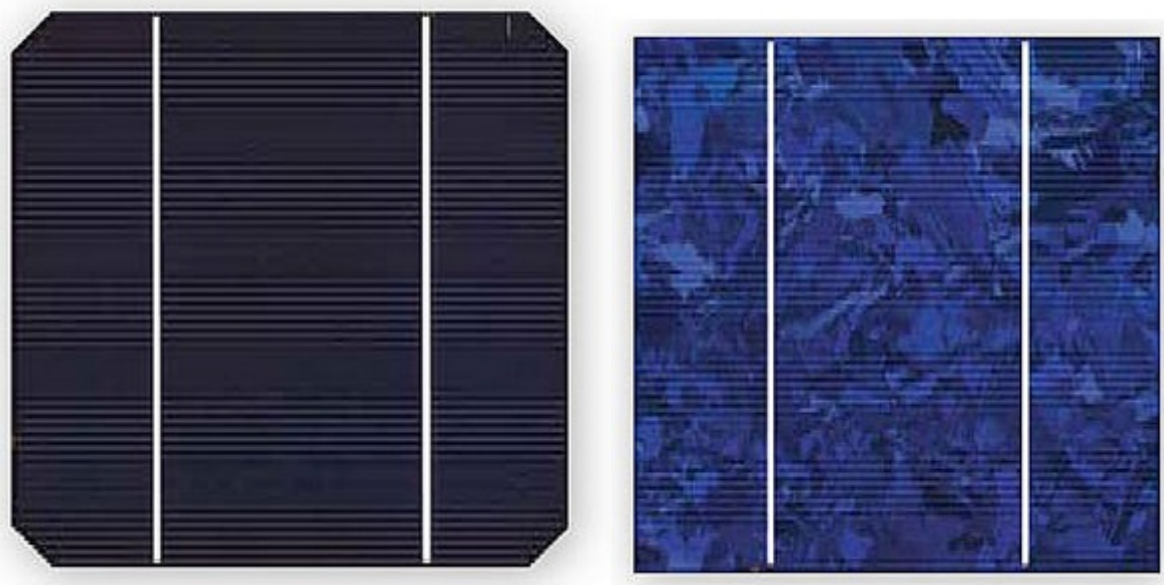


Figura 6.2.- Células monocristalina y policristalina, respectivamente. Fuente [5]

-Silicio amorfo. Son los mayores representantes a la hora de fabricar paneles de capa fina. En comparación con los paneles de silicio cristalino, tienen un precio considerablemente menor, lo que ha contribuido a disminuir los precios en la industria fotovoltaica. Sin embargo, poseen un rendimiento mucho menor, rondando entre el 5 y el 7%. Esto implica que para una misma potencia se necesite una superficie mucho mayor. A pesar de esto, es destacable su menor afectación por sombras o por el efecto de altas temperaturas, y su buen funcionamiento bajo un cielo limpio. También mencionar que con esta tecnología es posible hacer paneles fotovoltaicos flexibles, gracias a que su relativamente baja temperatura de depósito permite hacer paneles con sustratos plásticos.

6.1.1.2 Parámetros de los paneles fotovoltaicos

Debido a la abundancia de tecnologías a la hora de fabricar células fotovoltaicas, es preciso buscar unas condiciones estándar para poder comparar diferentes paneles.

Para ello, se han desarrollado las llamadas "STANDARD TEST CONDITIONS", obteniendo resultados bastante uniformes y comparables. Básicamente, las condiciones estándar de medida son:

- Irradiancia: 1 kW/m².
- Temperatura de la célula: 25°C.
- Distribución espectral, o factor de masa del aire: AM1,5, incidencia normal.

Además de las condiciones estándar de medida, existen las llamadas condiciones estándar de operación, definidas de la siguiente forma:

- Irradiancia: 800 W/m².
- Temperatura ambiente: 20°C.
- Distribución espectral, o factor de masa del aire: AM1,5, incidencia normal.
- Velocidad del viento: 1m/s.

Una vez definidas las condiciones de medida, los parámetros más importantes son:

- **Potencia pico (wp):** representa la potencia pico que suministra el panel cuando trabaja bajo las condiciones estándar de medida.
- **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.

Es importante también conocer la curva IV, que debe ser suministrada por el fabricante:

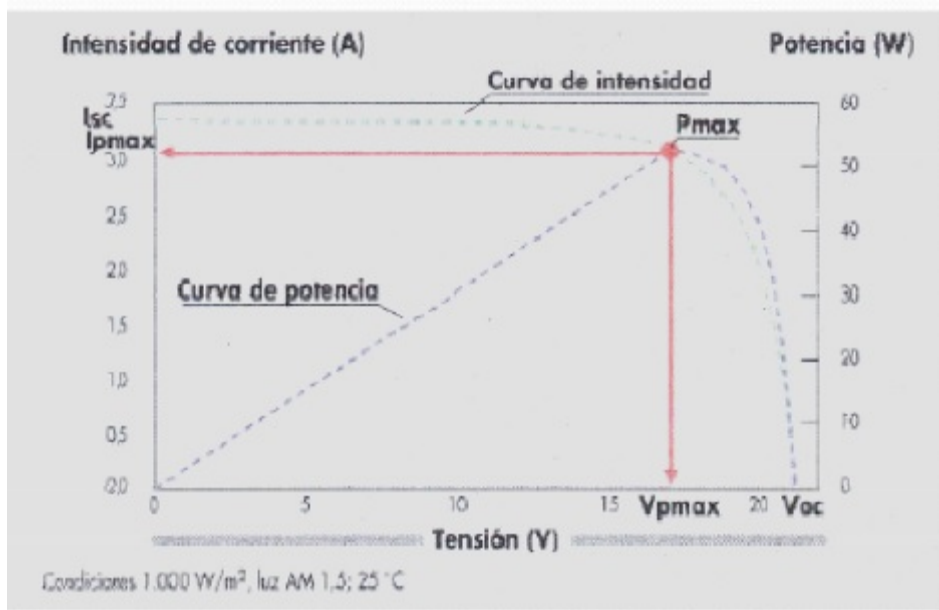


Figura 6.3.- Curva I-V proporcionada por el fabricante. Fuente [1]

Donde:

I_{scg} : Intensidad de cortocircuito del panel fotovoltaico.

V_{ocg} : Tensión de circuito abierto del generador.

P_{maxg} : Potencia máxima que nos entrega el generador.

Esta curva permite con un primer vistazo conocer la potencia máxima proporcionada por el panel, así como otros parámetros característicos importantes como la intensidad de cortocircuito o la tensión de circuito abierto.

6.1.2 Reguladores

La finalidad de los reguladores es proporcionar la regulación y control de la carga y descarga de la batería. Principalmente protege a las baterías de sobrecargas y descargas de gran profundidad. Es decir, evita que la batería continúe recibiendo carga cuando ya ha alcanzado su máxima carga, y evita que la batería se descargue más allá de su valor de mínima carga. Esto aumenta en gran medida la vida útil y rentabilidad de las baterías, una parte esencial de los sistemas fotovoltaicos.

Son los encargados también de controlar la tensión que le llega a las baterías, ya que son el primer y único paso intermedio entre los paneles y estas. Gracias a ello, se permite cargar las baterías aun cuando el voltaje de carga de estas es relativamente menor al voltaje de producción de los paneles solares.

Los reguladores deben desconectar la batería o incluso el consumo en caso de que se ponga en riesgo la batería. Además deben dar a conocer el estado de carga de la batería, ya sea de forma sonora, luminosa, etc. Se pueden conectar en serie o en paralelo en función del tipo de regulador y de la potencia, siendo en general lo más adecuado conectarlo en serie para potencias altas y en paralelo para potencias bajas.

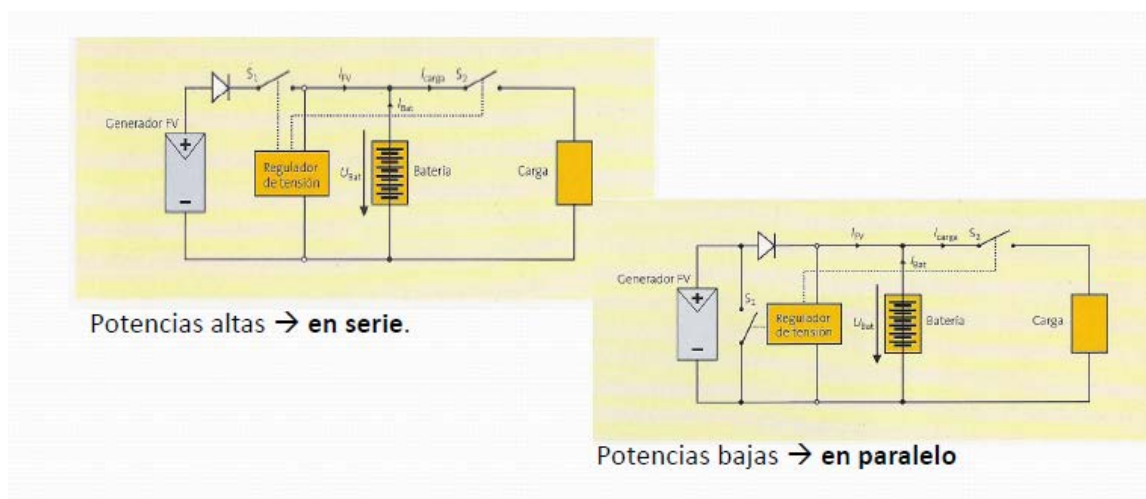


Figura 6.4.- Reguladores en serie y paralelo. Fuente [1]

Todo regulador debería poseer:

- Sistema de regulación mediante carga profunda flotación (u otro método).
- Indicar el estado de la batería.
- 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.

Y por supuesto debe evitar abrir el circuito hacia los paneles en la oscuridad.

Los parámetros más importantes que determinan su operación son:

-Intensidad Máxima de Carga o de generación: Máxima intensidad de corriente procedente del campo de paneles que el regulador es capaz de admitir.

-Intensidad máxima de consumo: Máxima corriente que puede pasar del sistema de regulación y control al consumo.

-Voltaje final de carga: Voltaje de la batería por encima del cual se interrumpe la conexión entre el generador fotovoltaico y la batería, o reduce gradualmente la corriente media entregada por el generador fotovoltaico.

Los reguladores más completos poseen un seguimiento del punto de máxima potencia, que varía la tensión a la que trabaja para conseguir sacar el máximo rendimiento, entre otras funciones.

6.2 Instalación eólica

La energía eólica es de las primeras formas de energía aprovechadas por el ser humano, ya sea en forma de energía cinética para mover barcos como en los primeros molinos de cereales. Sin embargo, la evolución tecnológica ha incrementado de forma increíble sus posibilidades.

Hoy en día, el principal aprovechamiento eólico se hace generando electricidad a partir de la energía cinética del viento. Esto se hace principalmente de dos formas:

-**Grandes parques eólicos:** Suelen estar alejados de los centros de consumo, y generan la gran mayoría de la energía eólica. Constan de grandes aerogeneradores, algunos con potencias superiores al megavatio, y se sitúan en puntos especialmente favorables a la generación eólica (lugares expuestos a mucho viento y muy constante, como cimas o valles).

-**Pequeños aerogeneradores:** Suelen ser instalaciones de uno o varios aerogeneradores de baja potencia, para suministrar energía a una aplicación concreta (como una vivienda o una granja). Suelen estar situados en lugares remotos con difícil acceso a la red, pero cada vez son más las instalaciones con acceso a la red que optan por esta opción para disminuir su dependencia energética de la red convencional. Suelen necesitar velocidades de viento de entre 4 y 6 m/s para su funcionamiento óptimo.

Una instalación eólica de micro generación para uso residencial es comparable a una solar fotovoltaica, cambiando el generador fotovoltaico por un generador eólico.



Figura 6.5.- Parque eólico en Texas, EEUU. Fuente [16]

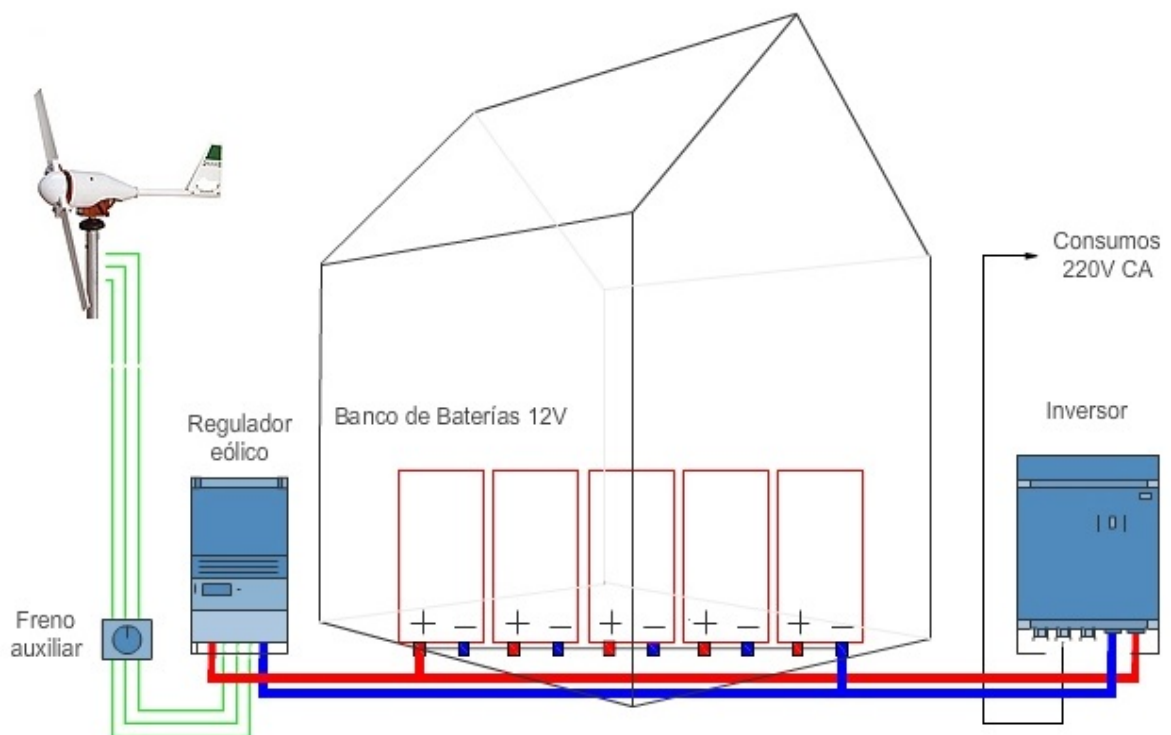


Figura 6.6.- Instalación tipo mini eólica. Fuente [3]

Los componentes principales de una instalación mini eólica son:

6.2.1 Rotor (palas + buje)

Es el encargado de aprovechar la energía cinética del viento para transformarla en energía mecánica en las partes móviles del aerogenerador. Existen múltiples configuraciones y modelos, desde los aerogeneradores de eje vertical (su ventaja principal es que no necesitan sistema de orientación) como el modelo Darrieus, hasta los aerogeneradores más convencionales de eje horizontal con un número de palas que puede variar.

6.2.2 Góndola

Es el compartimento donde están albergados el generador, el multiplicador y demás componentes de regulación y control.

6.2.3 Generador

Transforma la energía mecánica que llega al rotor en energía eléctrica.

6.2.4 Sistema de control

Evita que el aerogenerador alcance velocidades peligrosas activando el sistema de freno de emergencia.

6.2.5 Sistema de orientación

Ayuda a mantener la orientación adecuada del aerogenerador con respecto a la dirección del viento. Existen varias alternativas, y las más comunes son motores que asisten el movimiento del rotor o veletas de cola.

6.2.6 Torre

Su función es mantener el aerogenerador en una zona elevada, y por tanto, más expuesta al viento que a nivel del suelo. Existen infinidad de alturas y formas diferentes.

6.2.7 Regulador eólico

Posee la misma función que el regulador fotovoltaico. Consigue suministrar una energía de calidad y controla el nivel de las baterías, desviando si es necesario el suministro del generador.

De nuevo su función es controlar el estado de carga de las baterías. Es un elemento fundamental para alargar la vida de la instalación y de las baterías.

6.3 Instalación mixta

Hay elementos que son compartidos por la instalación eólica y la instalación solar:

6.3.1 Inversores

Los inversores son una pieza fundamental en la mayoría de los sistemas fotovoltaicos o eólicos, y por supuesto los mixtos, ya que son los encargados de transformar la corriente continua producida en corriente alterna, consumida por la mayoría de los electrodomésticos, además de adecuar la frecuencia y tensión a la de la red.

Las principales funciones de un inversor son: conversión de corriente DC/AC, modulación de la onda de salida, regulación del valor eficaz de la tensión de salida y generalmente también se encargan de seguir el punto de máxima potencia de los módulos generadores.



Figura 6.7.- Inversor Phoenix. Fuente [15]

Los inversores, gracias a su fácil distribución y mantenimiento, además de reducido ruido ambiental y también bajo precio, son ideales tanto para sistemas domésticos como para sistemas industriales. Generalmente están especialmente diseñados para este tipo de instalaciones solares, por lo que están protegidos contra situaciones anómalas pero posibles en estos sistemas como:

- Temperatura del inversor elevada.
- Tensión o intensidad del generador fotovoltaico baja.
- Polarización inversa.
- Sobretensiones transitorias.
- Fallos del aislamiento.
- Protección anti-isla.

6.3.2 Baterías

Debido al perfil estacionario o no constante de muchas de las energías renovables, es necesario conseguir una acumulación de la energía cuando se produce en exceso para poder seguir consumiendo cuando no hay producción. Es decir, las baterías son necesarias debido a que el perfil de consumo no coincide con el perfil de producción.

Existen varios métodos de almacenamiento de energía, como puede ser transformándola en energía mecánica/potencial mediante el bombeo hidráulico o volante de inercia. Sin embargo, los métodos más comunes son el almacenamiento directo o mediante transformación a energía química. Dentro de estos métodos entran las baterías plomo-ácido o las baterías electroquímicas.

Entre sus funciones, destacan:

- Almacenamiento de energía para poder suministrarla cuando no hay aportación energética de los generadores.
- Suministrar potencia instantánea superior de la que el campo de paneles o aerogenerador podrían generar, aún en los momentos más desfavorables.
- Mantener un nivel de tensión estable.

Las características a considerar en las baterías son:

-**Capacidad:** Es la cantidad de electricidad que puede obtenerse de la batería, estando inicialmente cargada al máximo. Generalmente se mide en amperios hora (Ah) para un tiempo de descarga determinado. Es usual referirse a tiempos de descarga de 100 horas.

-**Eficiencia de carga:** Relación entre la energía utilizada para cargar la batería y la energía almacenada realmente.

-**Autodescarga:** Proceso por el cual la batería o acumulador tiende a descargarse sin estar en uso.

-**Profundidad de descarga:** Máximo valor de la energía, en porcentaje, que puede ser descargada de una batería totalmente cargada manteniendo sus condiciones normales de uso y duración.

El sistema de acumulación suele ser un conjunto de baterías conectadas en paralelo o en serie de modo que requieran el menor mantenimiento posible y total funcionalidad.

Existen varios tipos de baterías en diferentes fases de desarrollo, como las de Plomo-Ácido, Níquel-Cadmio, Níquel-Zinc, Zinc-Cloro. Las más utilizadas son las de Plomo-Ácido, ya que son las que mejor se adaptan a los sistemas fotovoltaicos además de poseer la tecnología más conocida, aunque sin embargo en función de la aplicación es posible que la batería más adecuada sea otra diferente.

Hay varias condiciones a tener en cuenta que afectan al funcionamiento de la batería, como son la densidad de la misma o la temperatura.



Figura 6.8.- Baterías a utilizar. Fuente [15]

6.4 Descripción de la solución adoptada

La solución más adecuada para esta instalación consta de una instalación solamente fotovoltaica, prescindiendo de la eólica debido al poco viento en la zona, con unas baterías para asegurar el suministro en caso de varios días sin producción solar.

El sistema de paneles fotovoltaicos está formado por 17 paneles de la casa *“Exiom Solution, modelo EX260P-60”* instalados en paralelo, en 4 ramales que constan de 4, 4, 4, y 5 paneles cada rama, respectivamente, instalados con una inclinación de 40°C y una orientación sur, al igual que el tejado donde estarán instalados.

La estructura de soporte será el *“gancho para tejados de pizarra, Fijaciones para tejados ZEBRA, de la casa WURTH”*. Soportará la carga de los paneles, cediendo las mayores cargas a la estructura del tejado. Sin embargo, el instalador tendrá libertad para cambiar las fijaciones en función de su experiencia profesional y de campo. Siempre estará instalada de forma que no produzca sombra sobre los paneles fotovoltaicos.

Todos los componentes de la instalación deberán estar homologados según la normativa vigente, tanto estatal como europea, y se deberán conocer sus características.

El regulador elegido es el *“BlueSolar Charge Controller MPPT 150/70”*, y la instalación contará con 4 reguladores en total, uno instalado al final de cada rama de paneles fotovoltaicos.

El sistema de acumulación, o batería, consta con una batería del modelo *“Batería Ecosafe TZS16 3050 Ah 2V OPzS”*, la cual consta de 12 vasos de 2 voltios cada uno. Permite seguir suministrando energía eléctrica aún cuando los paneles fotovoltaicos no produzcan energía eléctrica.

Para suministrar energía eléctrica a los consumos en corriente alterna, la instalación cuenta con un inversor modelo *“Phoenix 24/5000”*, con una potencia pico de 10 000 W.

Para la protección de los conductores eléctricos, se ha optado por la instalación de diferentes tubos protectores, como el *“tubo flexible corrugado de PVC de 20, 25 y 32 mm de diámetros”*, y un *“tubo curvable corrugado de PVC de 80 mm de diámetro”*, para diferentes los tramos.

A la hora de proteger la instalación contra sobrecargas o cortocircuitos que puedan dar lugar a sobreintensidades, se ha optado por dotar a la misma de diferentes fusibles en los tramos de corriente continua, concretamente los modelos *“NI 105-50N, de la casa Fuselco”*, con una corriente nominal de 50 A, *“NI 105-40N, de la casa Fuselco”*, con una corriente nominal de 40 A, y *“NI 105-157N, de la casa Fuselco”*, con una corriente nominal de 175 A. En cuanto a la línea de corriente alterna, consta con varios equipos de

protección, como un interruptor magnetotérmico, modelo *“DE LS63 C-2P-20, de la casa Direct Electro”*, y un interruptor diferencial modelo *“Interruptor Diferencial Tipo A sin retardo, 5SM3 312-6, de la casa Siemens”*.

7 Cálculo de la instalación

Para realizar el cálculo de la instalación, hemos de estimar en primer lugar el consumo o demanda para después realizar los cálculos de la instalación solar y la eólica.

7.1 Cálculo de la demanda

Para estimar la demanda realizamos unas tablas en las que introducimos los datos (número de equipos, tipo, potencia, etc).

7.1.1 Datos a introducir

En esta tabla nos encontramos con los siguientes apartados en forma de columnas:

- **Nº de orden:** Simplemente nos ayudará a mantener un orden y a identificar en las siguientes hojas de cálculo los diferentes equipos.
- **Nº de equipos:** Aquí introducimos el número de equipos de cada tipo. Por ejemplo, si en la vivienda existen 2 ordenadores, aquí introduciremos un 2.
- **Descripción:** El tipo de equipo o nombre del electrodoméstico de consumo.
- **CC/CA:** En función de que un equipo consuma tensión en corriente continua (CC) o en corriente alterna (CA), ya que existen pérdidas diferentes al contar o no con el inversor.
- **Tensión (V):** La tensión a la que funcione para equipo, en función de si son de CC o de CA.
- **Potencia (W):** Introducimos la potencia que consume cada equipo.
- **Horas día:** El número de horas al día que funcionará cada equipo.
- **Días y meses:** Este apartado es importante, ya que en función de la estación del año se tienen unos consumos mayores o menores. También es importante tener en cuenta el número de días a la semana que funcione un determinado equipo en la casa. Aquí, por falta de espacio, cada mes viene representado por su letra inicial en mayúscula.

Tabla 7.1.- Cargas

Nº ORDEN	Nº Equipos	Descripción	CC/CA	Tensión (V)	Potencia (W)	Horas día	Días y meses
1	1	Equipo de música	CA	230	50	4	Diario
2	5	Accesorios varios	CA	230	150	1	Diario
3	1	Frigorífico	CC	24	250	2	Diario
4	15	Lámparas	CC	24	18	3	Diario (M, A, M, J, J, A, S, O)
5	1	Televisor	CC	24	100	1	Diario

6	1	Microondas	CA	230	650	0,25	Diario
7	1	Vitrocerámica	CA	230	1100	1	Diario
8	1	Horno	CA	230	1000	1,5	4 días por semana
9	2	Ordenador	CA	230	30	4	Diario
10	1	Lavadora	CA	230	400	1,5	Diario (N, D, E, F)
11	1	Ventilador	CA	230	50	1,2	Diario (M, A, M, J, J, A, S, O)
12	15	Lámparas	CC	24	18	5	Diario (N, D, E, F)
13	1	Router WIFI	CA	230	10	24	Diario
14	1	Aire acondicionado	CA	230	800	3	Diario (M, A, M, J, J, A, S, O)
15	1	Termo eléctrico	CA	230	800	3	Diario (M, A, M, J, J, A, S, O)

Una vez establecidos e introducidos los electrodomésticos o equipos que se van a utilizar, se puede pasar a calcular la energía consumida por cada uno de ellos en cada temporada. Esto se realiza con la siguiente tabla de cálculo: *consumos*.

7.1.2 Consumos

Una vez introducidos los datos en la tabla anterior, es posible calcular el consumo estimado para los diferentes meses modelo. Existen dos meses modelo diferentes: el correspondiente a los meses más cálidos (marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre) y el correspondiente a los meses más adversos o fríos (noviembre, diciembre, enero, febrero).

Se consigue calcular el consumo en Ah/mes según la expresión:

$$\text{Consumo} = \frac{N^{\circ} \text{ de equipos} * \text{Potencia} * \text{Horas mes}}{\text{Tensión de trabajo} * \text{Rendimiento del inversor}}$$

También se consigue calcular el consumo en kWh/día según la siguiente expresión:

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

Así obtendríamos los consumos en kWh/día y Ah/mes. Estos dos resultados serán utilizados para el correspondiente cálculo de los componentes.

Es necesario mencionar que se utilizan dos métodos diferentes y por tanto los resultados no son equivalentes, ya que en el caso del cálculo del consumo en amperios hora al mes, ya se tiene en cuenta el rendimiento del inversor.

Así, se obtienen los consumos medios de cada mes modelo:

- Los meses más cálidos coinciden con los de mayor consumo. Debido a la necesidad de dimensionar la instalación fotovoltaica de forma que produzca lo suficiente en los meses de menos sol, quedaría sobredimensionada para los meses de verano. Para evitar eso, se ha añadido al consumo de los meses cálidos un termo eléctrico que ayude a calentar agua para diversos usos (ACS, por ejemplo), siempre cuidando no aumentar el consumo demasiado para que los meses de invierno sigan siendo los críticos de la instalación.
- Los meses más fríos, a pesar de un mayor consumo en equipos como la iluminación (debido a un menor número de horas de sol), tendrán un menor consumo como ya se ha visto gracias al termo eléctrico utilizado en verano.

Para calcular el consumo anual medio se calcula el consumo de cada temporada y se suman.

Cabe destacar que siempre es posible, en caso del consumo superar a la producción en los meses de verano, desenchufar los termos de agua caliente, añadidos solo para compensar ese exceso de producción.

Es necesario desglosar el consumo en corriente continua y corriente alterna para poder calcular de la manera más precisa posible los consumos, ya que para la corriente continua no es necesario tener en cuenta el rendimiento del inversor.

Tabla 7.2.- Consumos medios de temporada y anual

Mes 1	Consumo en Wh/día (Cd'')	9362
	Número de días	245
	Consumo total en kWh	2 293,69
	Consumo en CC en Wh/día	1410
	Consumo en CA en Wh/día	7 952,5
	Consumo total en CC en kWh	345,45
	Consumo total en CA en kWh	1 948,24
Mes 2	Consumo en Wh/día (Cd'')	5 642
	Número de días	120
	Consumo total en kWh	677,04
	Consumo en CC Wh/día	1 950
	Consumo en CA Wh/día	3 692,5
	Consumo total en CC kWh	234

Consumo anual	Consumo total en CA kWh	443,04
	Consumo anual en kWh	2 970,73

Así, teniendo en cuenta un margen de seguridad del 30% y los rendimientos de los equipos utilizados (baterías, inversor y regulador), el consumo en las dos temporadas es:

Tabla 7.3.- Consumos contando los rendimientos del equipo y margen de seguridad, en kWh.

Mes 1	Consumo CC margen de seguridad	450
	Consumo CC con rendimientos de los equipos	499
	Consumo CC diario	2
	Consumo CA margen de seguridad	2 532
	Consumo CA con rendimientos de equipos	2 955
	Consumo CA diario	12
	Consumo diario mensual combinado	14
Mes 2	Consumo CC margen de seguridad	304,2
	Consumo CC con rendimientos de equipos	340
	Consumo CC diario	2,8
	Consumo CA margen de seguridad	576
	Consumo CA con rendimientos de equipos	672
	Consumo CA diario	5,6
	Consumo diario mensual combinado	8,4
Consumo anual		3 626

7.2 Dimensionado de los componentes solares

7.2.1 Dimensionado del número de módulos solares

El panel escogido es una placa de la casa Exiom Solution, concretamente el modelo **EX260P-60**.

Para determinar el número de paneles solares, se utiliza la siguiente expresión:

$$N_{mod} = \frac{C_{ed}}{P_{mp} * HSP_{cri} * PR}$$

Donde:

C_{ed} , es el consume diario estimado.

P_{mp} , es la potencia pico del módulo solar escogido en condiciones estándar de medida.

HSP_{cri} , valor de las horas solar pico en el peor mes.

PR, es el "Performance Ratio", definido como la eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo. Se tienen en cuenta varias pérdidas:

- Pérdidas por dispersión de potencia de los módulos.
- Pérdidas por incremento de temperatura de las células fotovoltaicas.
- Pérdidas debido a la acumulación de suciedad en los módulos.
- Pérdidas por sombras.
- Pérdidas por degradación de los módulos.
- Pérdidas eléctricas.
- Pérdidas por reflectancia.

7.2.1.1 Performance Ratio

Se calculan los diferentes tipos de pérdidas que componen el performance ratio.

-Pérdidas por dispersión de potencia de los módulos: Debido a que los módulos pueden desarrollar potencias diferentes entre ellos, cuando estos se conectan en serie puede aparecer una pérdida de potencia debida a que el valor de la intensidad de corriente de paso será igual a la del menor panel de los colocados en serie. El fabricante da un valor de un 5%.

-Pérdidas por incremento de temperatura de las células fotovoltaicas (Pt): Se sabe que el rendimiento de los módulos fotovoltaicos disminuye con el aumento de temperatura. Al estar expuesto a la radiación solar de forma continua, es fácil que el panel eleve su temperatura con respecto a la temperatura ambiente. Para calcular las pérdidas por temperatura, se suele utilizar la siguiente expresión:

$$P_t = K_t * (T_c - 25)$$

Siendo:

K_t , el coeficiente de temperatura medido en °C-1.

T_c , es la temperatura media mensual a la que trabajan los paneles. Para calcular esta temperatura se utiliza la siguiente expresión:

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

Donde:

T_{amb} , temperatura media mensual en el lugar de la instalación.

T_{onc} , temperatura de operación nominal de la célula. Es definida como la temperatura que alcanzan las células cuando son sometidas a las condiciones estándar de operación.

E , es la radiación media en un día soleado en el mes en cuestión.

Una vez conocido T_c , podemos calcular P_t .

-Pérdidas debidas a la acumulación de suciedad en los módulos: si se realizan de manera correcta y periódica las tareas de mantenimiento y limpieza, estas pérdidas no deberían ser mayores a un 3%.

-Pérdidas por sombras: se pueden estimar en torno a un 4%.

-Pérdidas por degradación de los módulos: se deben a la degradación natural de las células de silicio expuestas a la radiación solar, que generalmente se admiten en un 1%.

-Pérdidas eléctricas: se siguen las recomendaciones del “Pliego de Condiciones Técnicas” del IDAE, el cual indica que estas pérdidas no pueden superar el 3%.

-Pérdidas por reflectancia: son debidas a efectos angulares de la reflexión de los módulos. Según la Universidad de Ginebra, son del orden de 2,9%.

Una vez conocidas todas las pérdidas, se puede calcular el performance ratio.

Una vez conocido el performance ratio, se calcula el número de paneles utilizando la expresión ya introducida arriba:

$$N_{mod} = \frac{C_{ed}}{(P_{mp} * HSP_{cri} * PR)}$$

Esto daría que para cubrir toda la demanda eléctrica de la instalación bastarían 17 paneles EX260P-60.

Se realiza la comprobación de que también se cubre la demanda con 17 paneles en el mes más crítico de la temporada de verano.

Así, dimensionando la instalación para el mes de enero, esta es adecuada para satisfacer el consumo eléctrico en los meses de verano, coincidente con la mayor demanda.

7.2.2 Conexión entre módulos

Para establecer si el conexionado entre los módulos solares será en serie o paralelo, es necesario conocer la tensión en el punto de máxima potencia (V_{mp}) del panel seleccionado. En este caso, esta tensión es de 30,7 voltios. Contando con una tensión de trabajo de 24 V, el número de paneles que habrá que colocar en serie para alcanzar la tensión de trabajo (V_t) sigue la expresión:

$$N_s = \frac{V_t}{V_{mp}}$$

Según esta ecuación, el número de paneles en serie es de **1**.

Para determinar el número de ramas en paralelo, se divide el número de módulos totales entre el número de módulos en serie:

$$N_p = \frac{N_{mod}}{N_s}$$

Por tanto, finalmente el generador fotovoltaico que proporcionaría energía suficiente para toda la instalación costaría de 17 ramas con 1 panel cada una colocadas en paralelo.

7.2.3 Dimensionado del regulador solar

El regulador solar elegido es el “BlueSolar Charge Controller MPPT 150/70”

Se debe calcular la máxima corriente que deberá soportar, tanto a la entrada como a la salida.

Para calcular la intensidad de entrada proveniente de los paneles fotovoltaicos se utilizará la siguiente expresión:

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

Donde:

I_{Re} : Máxima corriente de entrada al regulador.

I_{SC} : Intensidad de cortocircuito del módulo fotovoltaico seleccionado.

$N_{paralelo}$: Número de ramales de paneles fotovoltaicos dispuestos en paralelo.

1,25: Factor de seguridad para evitar daños al regulador.

Para calcular la máxima corriente de salida esperada del regulador, se empleará la siguiente expresión:

$$I_{Re} = \frac{1,25 * (P_{DC} + \frac{P_{AC}}{\mu_{inv}})}{V_{Bat}}$$

Donde:

I_{Re} : Máxima corriente de entrada al regulador.

1,25: Factor de seguridad para evitar daños al regulador.

P_{DC} : Potencia de las cargas en continua. Su valor se estima en función de las cargas eléctricas de la instalación.

P_{AC} : Potencia de las cargas en alterna. Su valor se estima en función de las cargas eléctricas de la instalación.

μ_{inv} : El rendimiento del inversor.

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

En caso de que el regulador (unitario) no permita una corriente de entrada tan grande como la existente, se podrán colocar más de un regulador:

$$N_{Reguladores} = \frac{I_{Re}}{I_{Max,e}}$$

Siendo:

$N_{Reguladores}$: El número de reguladores necesarios.

I_{Re} : Máxima corriente de entrada existente.

$I_{Max,e}$: Máxima corriente de entrada aceptada por el regulador.

Es necesario comprobar los parámetros de diseño del regulador:

- Rango de tensión de entrada del regulador: Cada regulador va a ser alimentado por 17 ramales en paralelo con 1 panel fotovoltaico cada uno, por lo que la tensión de entrada será la tensión en el punto de máxima potencia de los paneles, en este caso de 30,7 V.
- Tensión máxima en circuito abierto admitida por el regulador: la tensión máxima en circuito abierto del módulo es de 38,2 V.
- Potencia máxima admisible por el regulador: La potencia total de entrada en el regulador será de 17 ramales por la potencia de cada panel, es decir, una potencia de 4420 W.

7.3 Dimensionado de los componentes eólicos

Lo primero para realizar el correcto dimensionado de los componentes eólicos es volver a comprobar el potencial eólico.

Tabla 7.4.- Velocidades a 80 y a 6 metros de altura. Fuente [8]

	Velocidad a 80 m (m/s)	Velocidad a 6 m (m/s)
N	4,589	2,52919403
NNE	5,526	3,04561478
NE	6,295	3,46944355
ENE	6,573	3,62266123
E	5,014	2,7634297
ESE	3,973	2,1896901

SE	3,777	2,08166613
SSE	5,041	2,77831055
S	6,671	3,67667322
SSW	5,657	3,11781448
SW	5,265	2,90176652
WSW	5,036	2,77555484
W	4,983	2,74634427
WNW	4,671	2,57438774
NW	4,327	2,38479463
NNW	4,158	2,29165151
Velocidad media	5,09725	2,80931233

Así, se comprueba que existe una velocidad media del viento en la zona del emplazamiento de 2,80931233 metros/segundo, una velocidad bastante baja para pensar en aplicaciones eólicas.

Sin embargo, utilizamos la aplicación del IDAE para calcular la energía que sería producida por cierto aerogenerador, suministrando su curva de potencia, para calcular la energía producida en el emplazamiento por el aerogenerador escogido, en este caso un **Bornay 600**.

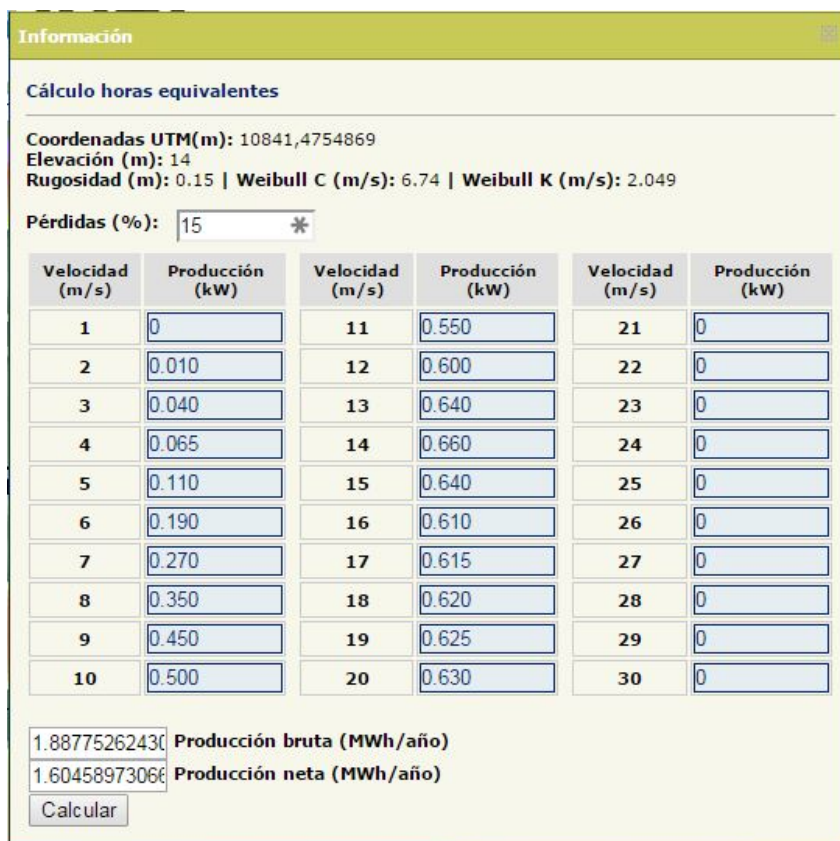


Figura 7.1.- Producción anual del generador eólico. Fuente [8]

A pesar de que la producción que proporciona la aplicación del IDAE es relativamente buena, hay que tener en cuenta que esta aplicación puede tener fallos de entre un 30 y un 60% de la producción, al estimar el viento de una manera no demasiado precisa.

En el peor de los escenarios, si la producción estimada está un 60% sobrecalculada, solo se llegaría a producir alrededor de 0,7 MWh/año brutos. Con esta cantidad de energía generada la viabilidad del sistema eólico entraría en serias dudas.

Además, si se observan los datos técnicos del aerogenerador, se puede comprobar:

Velocidad de viento

Para arranque	3,5 m/s
Para potencia nominal	11 m/s
Para frenado automático	13 m/s
Máxima velocidad de viento	60 m/s

Figura 7.2.- Datos de viento del aerogenerador elegido. Fuente [4]

La velocidad del viento para potencia nominal alcanza unos 11 m/s, una velocidad muy por encima de la velocidad media de la zona de la instalación, a pesar de haber escogido uno de los aerogeneradores más pequeños y más polivalentes del mercado. Si se

comprueban los datos técnicos de más aerogeneradores, se obtienen los mismos resultados de una insuficiencia de viento.

También se puede comprobar que incluso la velocidad de arranque es superior a la velocidad media de la zona, lo que quiere decir que la mayor parte del tiempo el aerogenerador no produciría energía eléctrica. Se podría pensar en montar el aerogenerador a una mayor altura, pero generalmente en microaerogeneradores no se utiliza esta solución, por lo que será desechada también.

Así, finalmente la opción de añadir un microaerogenerador será desechada debido a los costes que produciría a cambio de una cantidad de energía muy pequeña en comparación de lo que podría generar con otras condiciones de viento.

7.4 Dimensionado de los componentes mixtos

Debido a que finalmente se prescinde de la parte eólica, se dimensionarán todos los componentes como si se tratase de una instalación fotovoltaica simple.

7.4.1 Dimensionado de la batería

La batería elegida es la batería “Batería Ecosafe Energys TZS16 3050 Ah 2V OPzS”.

Consta de 12 vasos en serie, de 2V cada uno, para alcanzar los 24V de la instalación.

Para el dimensionado de las baterías, existen dos parámetros importantes: la máxima profundidad de descarga y el número de días de autonomía.

- Profundidad de descarga máxima estacional: 75%
- Profundidad de descarga máxima diaria: 25%
- Número de días de autonomía: 5

Utilizando las descargas máximas previstas se puede calcular la capacidad nominal (C_{NBAT}).

7.4.1.1 En función de la profundidad de descarga máxima diaria

Se utilizará la siguiente ecuación:

$$C_{NBAT} = \frac{Q_{AH}}{PD_{MaxD}}$$

Siendo:

C_{NBAT} : Capacidad nominal de la batería.

Q_{AH} : Energía diaria consumida en amperios/hora.

PD_{MaxD} : Profundidad de descarga máxima diaria de la batería.

7.4.1.2 En función de la profundidad de descarga máxima estacional

Se utilizará la siguiente expresión:

$$C_{NBAT} = \frac{Q_{AH} * n}{PD_{MaxE}}$$

Siendo:

C_{NBAT} : Capacidad nominal de la batería.

Q_{AH} : Energía diaria consumida en amperios/hora.

n : Número de días de autonomía.

PD_{MaxE} : Profundidad de descarga máxima estacional de la batería.

Por tanto, el valor mínimo de la capacidad de la batería será el máximo obtenido por los métodos anteriores.

7.4.2 Dimensionado del inversor

El inversor seleccionado es de la casa Victron, en concreto el modelo "Phoenix 24/5000", con una potencia pico de 10 000 W.

Para el dimensionado del inversor es necesario conocer la tensión de trabajo de la batería, la tensión de entrada en continua y la potencia demandada por las cargas.

Además se debe calcular la tensión y corriente en el punto de máxima potencia de los paneles solares.

Para calcular la tensión de máxima potencia del generador fotovoltaico se utiliza la siguiente expresión:

$$V_{MPtotal} = V_{MP} * N_{serie}$$

Siendo:

$V_{MPtotal}$: Valor de la tensión de máxima potencia total.

V_{MP} : Valor de la tensión en el punto de máxima potencia de un panel fotovoltaico.

N_{serie} : Número de paneles fotovoltaicos en serie.

Para calcular la corriente de máxima potencia del generador fotovoltaico se utiliza la siguiente expresión:

$$I_{MPtotal} = I_{MP} * N_{paralelo}$$

Siendo:

$I_{MPtotal}$: Valor de la intensidad de máxima potencia total.

I_{MP} : Valor de la intensidad en el punto de máxima potencia de un panel fotovoltaico.

$N_{paralelo}$: Número de paneles fotovoltaicos en paralelo.

Para calcular la potencia del inversor, es necesario tener en cuenta la potencia consumida en corriente alterna y un margen de seguridad del 35% para compensar el pico de intensidad producido al encender o arrancar algunos equipos eléctricos.

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

Siendo:

P_{inv} : La potencia del inversor.

1,35: El margen de seguridad para proteger al inversor de los picos de arranque.

P_{AC} : La potencia consumida en corriente alterna. Su valor se estima en función de las cargas eléctricas de la instalación.

7.4.3 Dimensionado del cableado y protecciones

Es necesario dimensionar un cableado para cada tramo de la instalación ya que circulan diferentes intensidades por los diferentes tramos del circuito, en función de los equipos interconectados.

7.4.3.1 Instalación en corriente continua

Todos los tramos en corriente continua constan de dos conductores en activo (positivo y negativo) en cable de cobre con aislamiento 0,6/1 kV y cubierta de policloruro de vinilo (PVC) o de polietileno reticulado / etileno-propileno (XLPE/EPR).

La sección del cable se calculará según la siguiente expresión:

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

Donde:

S = Sección del cable conductor, en mm^2

L = Longitud del cable conductor, en m.

I = Intensidad, en amperios.

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 $m/\Omega \cdot mm^2$. Para más temperaturas existe la siguiente tabla:

Tabla7.5.- Valores de la conductividad del cobre. Fuente [1]

Valores de conductividad del cobre-Cu ($m/\Omega \cdot mm^2$) 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

En caso de utilizar conductores de aluminio, se utilizará la siguiente tabla como referencia:

Tabla 7.6.- Valores de la conductividad del aluminio. Fuente [1]

Valores de conductividad del aluminio-Al ($m/\Omega \cdot mm^2$) con la temperatura T ($^{\circ}C$)						
40 $^{\circ}C$	50 $^{\circ}C$	60 $^{\circ}C$	70 $^{\circ}C$	80 $^{\circ}C$	90 $^{\circ}C$	
32	31	30	29	28	27	

7.4.3.2 Instalaciones en corriente alterna

A la salida del inversor, los conductores que alimenten la instalación de la vivienda lo harán a través de dos conductores, fase y neutro, además del conductor de protección.

Para calcular las secciones de los diferentes tramos, se utilizará la siguiente expresión:

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

Siendo:

S: La sección del cable conductor, en mm^2 .

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

L: La longitud del cable conductor, en m.

ΔV : La caída de tensión máxima permitida en los conductores, que según indicaciones del I DAEE, deberá ser en los conductores de alterna como máximo del 2%.

C: La conductividad del material que forma el conductor, en este caso cobre, cuya conductividad a 20 $^{\circ}C$ es de $56 m/\Omega \cdot mm^2$. Para otras temperaturas se puede consultar la tabla 7.5 anterior.

V: La tensión de línea de la red interior de la vivienda, en voltios (V).

7.4.4 Elementos de protección

Es importante la elección y existencia de elementos de protección contra sobrecargas o cortocircuitos que puedan dar lugar a sobreintensidades. En este caso se utilizarán fusibles, los cuales para su adecuado sobredimensionamiento deben de cumplir:

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

Siendo:

I_b : La intensidad de corriente que recorre la línea.

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

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

8 Sistema de sujeción al tejado

El sistema de sujeción elegido es el *“Gancho para tejados de pizarra, Fijaciones para tejados ZEBRA, de la casa WURTH”*.

Sin embargo, se da la opción al instalador de poder cambiarlo de acuerdo a su experiencia práctica sobre el terreno.

ANEXO DE CÁLCULOS

9 Cálculo de la instalación solar

9.1 Consumos eléctricos

En este capítulo se concretan los cálculos para el estudio del consumo eléctrico de la instalación, con el fin de dimensionar correctamente las plataformas generadoras.

Conocidos ya los equipamientos eléctricos que van a realizar un consumo, se realizan los cálculos correspondientes para estimar el consumo, tanto en Ah como en kWh.

Para calcular los Ah/mes, se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{Consumo} = \frac{N^{\circ} \text{ de equipos} * \text{Potencia} * \text{Horas mes}}{\text{Tensión de trabajo} * \text{Rendimiento del inversor}}$$

Tabla 9.1.- Consumos en Ah/mes

Orden	Nº equipos	Tipo	Potencia (W)	Tensión (V)	Horas día	Días mes	Consumo CC (Ah/mes)	Consumo CA (Ah/mes)	Consumo mes (Ah/mes)	T1	T2
1	1	CA	50	230	4	30	0	266	266	266	266
2	1	CC	150	24	1	30	250	0	199	199	
3	1	CC	250	24	2	30	625	0	625	625	625
4	15	CC	18	24	3	30	1013	0	1013	1013	0
5	1	CC	100	24	1	30	125	0	125	125	125
6	1	CA	650	230	0,25	30	0	216	216	216	216
7	1	CA	1100	230	1	30	0	1463	1463	1463	1463
8	1	CA	1000	230	1	30	0	1064	1064	1064	1064
9	2	CA	30	230	4	30	0	319	319	319	319
10	1	CA	400	230	1,5	24	0	798	798	0	798
11	1	CA	50	230	1,2	30	0	80	80	80	0
12	15	CC	18	24	5	30	1688	0	1688	0	1688
13	1	CA	10	230	24	30	0	319	319	319	319
14	1	CA	800	230	3	30	0	3191	3191	3191	0
15	1	CA	800	230	3	30	0	3191	3191	3191	0
									Total:	12072	7082

Así pues, para calcular los kWh/día, se utiliza:

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

Tabla 9.2.- Consumos en Ah/mes, Ah/día y kWh/día

Mes 1	CM= Consumo total en Ah/mes	12 072
	Cd= Consumo total en Ah/día	402,39
	Cd''= Consumo total en Wh/día	9 362
Mes 2	CM= Consumo total en Ah/mes	7 082
	Cd= Consumo total en Ah/día	236,06
	Cd''= Consumo total en Wh/día	5642

Como se ha visto, existen dos temporadas de consumo. La correspondiente a verano, con un mayor consumo, coincidente también con la época de mayor producción solar. El consumo en esta época es de 9362 Wh/día. La época invernal, que abarca la mayoría del año, incluyendo de marzo a octubre, con un consumo de 5642 Wh/día.

Es necesario tener en cuenta el rendimiento de los equipos y el margen de seguridad del 30% para dimensionar la instalación correctamente. Según esto, el consumo pasa a ser:

Tabla 9.3.- Consumos con margen de seguridad y rendimientos en kWh.

Mes 1	Consumo CC margen de seguridad	$345,45 * 1,3$	450
	Consumo CC con rendimientos de los equipos	$\frac{450}{(0,96 * 0,98)}$	493
	Consumo CC diario	$\frac{493}{245}$	2,01
	Consumo CA margen de seguridad	$1948,24 * 1,3$	2 532
	Consumo CA con rendimientos de equipos	$\frac{2532}{0,98 * 0,94 * 0,96}$	2 955
	Consumo CA diario	$\frac{2955}{245}$	12
	Consumo diario mensual combinado		14
Mes 2	Consumo CC margen de seguridad	$234 * 1,3$	304,2
	Consumo CC con rendimientos de equipos	$\frac{304,2}{0,96 * 0,98}$	340

	Consumo CC diario	$\frac{340}{120}$	2,8
	Consumo CA margen de seguridad	$443,04 * 1,3$	576
	Consumo CA con rendimientos de equipos	$\frac{576}{0,96 * 0,94 * 0,98}$	672
	Consumo CA diario	$\frac{672}{120}$	5,6
	Consumo diario mensual combinado		8,4
Consumo anual		3 626	

9.2 Cálculo de los módulos solares

Como ya se ha explicado, la expresión para calcular el número de módulos solares es:

$$N_{mod} = \frac{C_{ed}}{P_{mp} * HSP_{cri} * PR}$$

Ahora, substituyendo en la expresión los valores de esta instalación:

C_{ed} , es el consume diario estimado. Para esta instalación 8,4 kWh, en la temporada de consumo coincidente con el peor mes solar, mientras que en la otra temporada el consumo es de 14 kWh.

P_{mp} , es la potencia pico del módulo solar escogido en condiciones estándar de medida, en nuestro caso 260 W.

HSP_{cri} , valor de las horas solar pico en el peor mes, para el presente proyecto enero, con 2,43 kWh/m². En el mes de octubre el valor es de 4,24 kWh/m².

PR , es el "Performance Ratio", definido como la eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo. Se tienen en cuenta varias pérdidas:

- Pérdidas por dispersión de potencia de los módulos.
- Pérdidas por incremento de temperatura de las células fotovoltaicas.
- Pérdidas debido a la acumulación de suciedad en los módulos.
- Pérdidas por sombras.
- Pérdidas por degradación de los módulos.
- Pérdidas eléctricas.
- Pérdidas por reflectancia.

9.2.1 Performance Ratio

Se substituyen los valores en las ecuaciones para calcular las diferentes pérdidas:

-Pérdidas por dispersión de potencia de los módulos: Debido a que los módulos pueden desarrollar potencias diferentes entre ellos, cuando estos se conectan en serie puede aparecer una pérdida de potencia debida a que el valor de la intensidad de corriente de paso será igual a la del menor panel de los colocados en serie. El fabricante da un valor de un 5%.

-Pérdidas por incremento de temperatura de las células fotovoltaicas (P_t): Se sabe que el rendimiento de los módulos fotovoltaicos disminuye con el aumento de temperatura. Al estar expuesto a la radiación solar de forma continua, es fácil que el panel eleve su temperatura con respecto a la temperatura ambiente. Para calcular las pérdidas por temperatura, se suele utilizar la siguiente expresión:

$$P_t = K_t * (T_c - 25)$$

Siendo:

K_t , el coeficiente de temperatura medido en $^{\circ}\text{C}^{-1}$. El fabricante proporciona un valor de 0,0042 $^{\circ}\text{C}^{-1}$.

T_c , es la temperatura media mensual a la que trabajan los paneles. Para calcular esta temperatura se utiliza la siguiente expresión:

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

Donde:

T_{amb} , temperatura media mensual en el lugar de la instalación. Para este caso, en el mes de enero la temperatura media mensual es de 10,12 $^{\circ}\text{C}$. En octubre la temperatura media es de 16,42 $^{\circ}\text{C}$.

T_{onc} , temperatura de operación nominal de la célula. Es definida como la temperatura que alcanzan las células cuando son sometidas a las condiciones estándar de operación. En nuestro caso es de $45 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

E , es la radiación media en un día soleado en el mes en cuestión. En este caso, para enero, es de 589 W/m^2 . En octubre es de 610 W/m^2 .

Entonces;

$$T_c = 10,12 + \frac{(450 - 20) * 589}{800} = 28,25^{\circ}\text{C}$$

$$T_{c'} = 16,42 + \frac{(45 - 20) * 610}{800} = 35,48^{\circ}\text{C}$$

Una vez conocido T_c , podemos calcular P_t :

$$P_t = 0,0042 * (28,25 - 25) = 0,0148$$

$$P_{t'} = 0,0042 * (35,48 - 25) = 0,044$$

Esto significa que las pérdidas por incremento de temperatura para enero son un 1,48%, mientras que para octubre son de 4,4%..

-Pérdidas debidas a la acumulación de suciedad en los módulos: si se realizan de manera correcta y periódica las tareas de mantenimiento y limpieza, estas pérdidas no deberían ser mayores a un 3%.

-Pérdidas por sombras: se pueden estimar en torno a un 4%.

-Pérdidas por degradación de los módulos: se deben a la degradación natural de las células de silicio expuestas a la radiación solar, que generalmente se admiten en un 1%.

-Pérdidas eléctricas: se siguen las recomendaciones del "Pliego de Condiciones Técnicas" del IDAE, el cual indica que estas pérdidas no pueden superar el 3%.

-Pérdidas por reflectancia: son debidas a efectos angulares de la reflexión de los módulos. Según la Universidad de Ginebra, son del orden de 2,9%.

Una vez conocidas todas las pérdidas, se puede calcular el performance ratio:

$$PR = 100 - 5 - 1,48 - 3 - 4 - 1 - 3 - 2,9 = 79,62\%$$

$$PR' = 100 - 5 - 4,4 - 3 - 4 - 1 - 3 - 2,9 = 76,7\%$$

Ahora se calcula el número de paneles utilizando la expresión ya introducida arriba:

$$N_{mod} = \frac{C_{ed}}{(P_{mp} * HSP_{cri} * PR)}$$

Sustituyendo:

$$N_{mod} = \frac{8400}{260 * 2,43 * 0,7962} = 16,698 \text{ paneles}$$

Por tanto, para cubrir toda la demanda eléctrica de la instalación bastarían 17 paneles EX260P-60.

Se realiza la comprobación de que también se cubre la demanda con 17 paneles en el mes más crítico de la temporada de verano.

$$N_{mod} = \frac{14000}{260 * 4,24 * 0,767} = 16,55 \text{ paneles}$$

Así, dimensionando la instalación para el mes de enero, esta es adecuada para satisfacer el consumo eléctrico en los meses de verano, coincidente con la mayor demanda.

9.2.2 Conexión entre módulos

Para establecer si el conexionado entre los módulos solares será en serie o paralelo, es necesario conocer la tensión en el punto de máxima potencia (V_{mp}) del panel seleccionado. En este caso, esta tensión es de 30,7 voltios. Contando con una tensión de trabajo de 24 V, el número de paneles que habrá que colocar en serie para alcanzar la tensión de trabajo (V_t) sigue la expresión:

$$N_s = \frac{V_t}{V_{mp}}$$

Sustituyendo:

$$N_s = \frac{24}{30,7} = 0,781$$

Es decir, el número de paneles en serie es de 1.

Para determinar el número de ramas en paralelo, se divide el número de módulos totales entre el número de módulos en serie:

$$N_p = \frac{N_{mod}}{N_s}$$

Entonces:

$$N_p = \frac{17}{1} = 17 \text{ ramas en paralelo}$$

Por tanto, finalmente el generador fotovoltaico que proporcionaría energía suficiente para toda la instalación costaría de 17 ramas con 1 panel cada una colocadas en paralelo.

9.3 Cálculo de la batería

En el dimensionado de las baterías, existen dos parámetros importantes: la máxima profundidad de descarga y el número de días de autonomía.

- Profundidad de descarga máxima estacional: 75%
- Profundidad de descarga máxima diaria: 25%
- Número de días de autonomía: 5

Utilizando las descargas máximas previstas se puede calcular la capacidad nominal (C_{NBAT}).

9.3.1 En función de la profundidad de descarga máxima diaria

Se utilizará la siguiente ecuación:

$$C_{NBAT} = \frac{Q_{AH}}{PD_{MaxD}}$$

Substituyendo:

$$C_{NBAT} = \frac{402}{0,25} = 1608 \text{ Ah}$$

9.3.2 En función de la profundidad de descarga máxima estacional

Se utilizará la siguiente expresión:

$$C_{NBAT} = \frac{Q_{AH} * n}{PD_{MaxE}}$$

Substituyendo:

$$C_{NBAT} = \frac{402 * 5}{0,75} = 2680 \text{ Ah}$$

Por tanto, el valor mínimo de la capacidad de la batería será el máximo obtenido por los métodos anteriores.

Así se comprueba como válido el valor de la capacidad de la batería escogida, de 3050 Ah.

9.4 Cálculo del inversor

Para el dimensionado del inversor es necesario conocer la tensión de trabajo de la batería, la tensión de entrada en continua y la potencia demandada por las cargas.

Además se debe calcular la tensión y corriente en el punto de máxima potencia de los paneles solares.

Para calcular la tensión de máxima potencia del generador fotovoltaico se utiliza la siguiente expresión:

$$V_{MPtotal} = V_{MP} * N_{serie}$$

Substituyendo:

$$V_{MPtotal} = 30,7 * 1 = 30,7 V$$

Para calcular la corriente de máxima potencia del generador fotovoltaico se utiliza la siguiente expresión:

$$I_{MPtotal} = I_{MP} * N_{paralelo}$$

Substituyendo:

$$I_{MPtotal} = 8,47 * 17 = 144 A$$

Para calcular la potencia del inversor, es necesario tener en cuenta la potencia consumida en corriente alterna y un margen de seguridad del 35% para compensar el pico de intensidad producido al encender o arrancar algunos equipos eléctricos.

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

P_{AC} se estima en 4 000 W, siendo el consumo diario en los meses de mayor consumo de 12 000 W.

Entonces:

$$P_{inv} = 1,35 * 4000 = 5400 W$$

El inversor debe soportar una potencia de 5 400 W. Se comprueba así que el inversor seleccionado, con una potencia pico de 10 000 W, es apto para la instalación.

9.5 Cálculo del regulador solar

Se debe calcular la máxima corriente que deberá soportar, tanto a la entrada como a la salida.

Para calcular la intensidad de entrada proveniente de los paneles fotovoltaicos se utilizará la siguiente expresión:

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

Substituyendo:

$$I_{Re} = 1,25 * 8,91 * 17 = 189,34 A$$

Para calcular la máxima corriente de salida esperada del regulador, se empleará la siguiente expresión:

$$I_{Re} = \frac{1,25 * (P_{DC} + P_{AC}/\mu_{inv})}{V_{Bat}}$$

Los valores de P_{DC} y P_{AC} están estimados en 500 y 4 000 W.

Entonces, substituyendo en la expresión:

$$I_{Re} = \frac{1,25 * (500 + 4000/0,94)}{24} = 247,67 A$$

En este caso, la instalación consta de 4 ramales, por lo que hay 4 reguladores. La intensidad se reparte entre los 4 de tal modo:

$$I_{unit} = \frac{247,67}{4} = 61,91 A$$

Es necesario comprobar los parámetros de diseño del regulador:

- Rango de tensión de entrada del regulador: Cada regulador va a ser alimentado por 4 ramales en paralelo con 4 paneles fotovoltaicos cada uno, exceptuando un ramal con 5, por lo que la tensión de entrada será la tensión en el punto de máxima potencia de los paneles, en este caso de 30,7 V.
- Tensión máxima en circuito abierto admitida por el regulador: la tensión máxima en circuito abierto del módulo es de 38,2 V.
- Potencia máxima admisible por el regulador: La máxima potencia de entrada en el regulador del mayor ramal es de 1 300 W.

El regulador elegido cumple las tres condiciones, por lo que es válido para la instalación.

9.6 Dimensionado del cableado y protecciones

Es necesario dimensionar un cableado para cada tramo de la instalación ya que circulan diferentes intensidades por los diferentes tramos del circuito, en función de los equipos interconectados.

9.6.1 Instalación en corriente continua

Todos los tramos en corriente continua constan de dos conductores en activo (positivo y negativo) en cable de cobre con aislamiento 0,6/1 kV y cubierta de policloruro de vinilo (PVC) o de polietileno reticulado / etileno-propileno (XLPE/EPR).

La sección del cable se calculará según la siguiente expresión:

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

Donde:

S= Sección del cable conductor, en mm^2

L= Longitud del cable conductor, en m.

I= Intensidad, en amperios.

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 $m/\Omega \cdot mm^2$. Para más temperaturas existe la siguiente tabla:

Tabla 9.4.- Valores de la conductividad del cobre. Fuente [1]

Valores de conductividad del cobre-Cu ($m/\Omega \cdot mm^2$) 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

En caso de utilizar conductores de aluminio, se utilizará la siguiente tabla como referencia:

Tabla 9.5.- Valores de la conductividad del aluminio. Fuente [1]

Valores de conductividad del aluminio-Al ($m/\Omega \cdot mm^2$) con la temperatura T (°C)						
40°C	50°C	60°C	70°C	80°C	90°C	
32	31	30	29	28	27	

9.6.1.1 Tramo desde la salida de la caja de los módulos hasta el regulador

En este caso, la instalación consta de 3 tramos iguales y 1 un poco diferente, ya que al constar de un panel fotovoltaico más, deberá estar dimensionado para una mayor intensidad.

Para los tres tramos iguales:

L= 3 metros.

I= 33,88 amperios. Ya que 4 paneles, por una intensidad unitaria de 8,47 A, produce una intensidad total de 33,88 A.

$\Delta V = 0,4605$ voltios. Respetando el límite del 1,5 impuesto por el IDAE, la caída de potencial máxima en una tensión de 30,7 V, es de 0,4605 V.

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

Substituyendo:

$$S = \frac{2 * 3 * 33,88}{0,4605 * 47} = 9,39 \text{ mm}^2$$

Es decir, se utilizará una sección de **10 mm²**.

En el caso de la rama con 5 paneles;

$$S = \frac{2 * 3 * 42,35}{0,4605 * 47} = 11,74 \text{ mm}^2$$

Se utilizará una sección de **16 mm²**.

9.6.1.2 Tramo de conexión con la batería

Se toman los siguientes valores:

$L = 10$ metros.

$I = 151,47$ amperios. Ya que 17 paneles, por una intensidad unitaria de cortocircuito de 8,91 A, produce una intensidad total de 151,47 A.

$\Delta V = 0,4605$ voltios. Respetando el límite del 1,5 impuesto por el IDAE, la caída de potencial máxima en una tensión de 30,7 V, es de 0,4605 V.

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

Substituyendo:

$$S = \frac{2 * 10 * 151,47}{0,4605 * 47} = 139,97 \text{ mm}^2$$

Se utilizará una sección de **150 mm²**.

9.6.1.3 Tramo de conexión con el inversor

Se toman los siguientes valores:

$L = 10$ metros.

$I=20,8$ A. Para calcular la intensidad que circula por el tramo de entrada hacia el inversor es necesario conocer la potencia y la tensión que suministra en alterna, así como su rendimiento.

$$I_{ca} = \frac{P}{V * \text{Cos } \theta}$$

Siendo:

I_{ca} = Intensidad de salida en corriente alterna del inversor.

P = Potencia máxima del inversor en alterna, en este caso 2500 W.

V = Voltaje en alterna, igual a 230 V.

$\text{Cos } \theta$ = Factor de potencia, según el IDAE, se estima en la unidad.

$$I_{ca} = \frac{4500}{230 * 1} = 19,56 \text{ A}$$

Entonces para calcular la intensidad a la entrada:

$$I_{cc} = \frac{I_{ca}}{\mu}$$

Sustituyendo:

$$I_{cc} = \frac{19,56}{0,94} = 20,8 \text{ A}$$

$\Delta V= 0,4605$ voltios. Respetando el límite del 1,5 impuesto por el IDAE, la caída de potencial máxima en una tensión de 30,7 V, es de 0,4605 V.

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

Entonces;

$$S = \frac{2 * 10 * 20,8}{0,4605 * 47} = 19,22 \text{ mm}^2$$

La sección será de 25 mm².

Se debe comprobar que las intensidades que circulan por los diferentes tramos. Se utiliza un factor de corrección de temperatura de 0,91, ya que los valores de intensidad máxima admisible expresados en el ITC-BT vienen dados para una temperatura de 40°C.

Tabla 9.6.- Comprobación de intensidades. Fuente [13]

Tramo	Sección (mm^2)	Intensidad máxima admisible (A)	Intensidad de tramo (A)
Conexión con regulador (1)	10	45,5	33,88
Conexión con regulador (2)	25	76,44	42,35
Conexión con baterías	150	236	151,47
Conexión con inversor	25	76,44	20,8

Como vemos, se cumplen todos los valores máximos, por lo que está dimensionado de forma correcta.

A la hora de dimensionar el cableado de de protección, se deben seguir las siguientes indicaciones:

Tabla 9.7.- Relación de secciones activas y de protección. Fuente [13]

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

Entonces, obtenemos las siguientes secciones:

Tabla 9.8.- Secciones activas y de protección.

Tramo	Sección de los conductores activos (mm^2)	Sección mínima de los conductores de protección (mm^2)
Conexión con regulador (1)	10	10
Conexión con regulador (2)	25	16
Conexión con baterías	150	75
Conexión con inversor	25	16

Es importante también la adecuada elección de los tubos de protección para el cableado en corriente continua, el diámetro de los cuales será elegido en función de la siguiente tabla:

Tabla 9.9.- Diámetro de los tubos de protección. Fuente [13]

Sección nominal de los conductores (mm^2)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
10	16	20	25	32	32
25	20	32	32	40	40
150	40	63	75	75	-

Entonces, el diámetro de los tubos es:

Tabla 9.10.- Diámetros de los tubos de protección elegidos. Fuente [13]

Tramo	Sección de los conductores activos (mm^2)	Sección mínima de los conductores de protección (mm^2)	Diámetro del tubo protector (mm^2)
Conexión con regulador (1)	10	10	25
Conexión con regulador (2)	25	16	32
Conexión con baterías	150	75	75
Conexión con inversor	25	16	32

Los tubos de protección elegidos son los siguientes:

En los tramos “Conexión con regulador (1)” y “Conexión con inversor”, se utiliza un tubo flexible corrugado de PVC de 25 mm de diámetro.

En el tramo “Conexión con regulador (2)”, se utiliza un tubo flexible corrugado de PVC de 32 mm de diámetro.

En el tramo “Conexión con baterías”, se utiliza un tubo curvable corrugado de PVC de 80 mm de diámetro.

9.6.2 Instalaciones en corriente alterna

A la salida del inversor, los conductores que alimenten la instalación de la vivienda lo harán a través de dos conductores, fase y neutro, además del conductor de protección.

Para calcular las secciones de los diferentes tramos, se utilizará la siguiente expresión:

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

Siendo:

S: La sección del cable conductor, en mm^2 .

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

L: La longitud del cable conductor, en m.

ΔV : La caída de tensión máxima permitida en los conductores, que según indicaciones del IDAE, deberá ser en los conductores de alterna como máximo del 2%.

C: La conductividad del material que forma el conductor, en este caso cobre, cuya conductividad a 20°C es de $56 m/\Omega \cdot mm^2$. Para otras temperaturas se puede consultar la tabla 7.5 anterior.

V: La tensión de línea de la red interior de la vivienda, en voltios (V).

9.6.2.1 Desde la salida del inversor hasta su conexión con el cuadro general de protección

Los componentes de la ecuación toman los siguientes valores:

P= 5 400 W. Es la potencia máxima de salida del inversor.

L= 5 m. La distancia hasta el cuadro general de protección.

V= 230 V. La tensión de consumo de la vivienda.

$\Delta V= 4,6 V$. El IDAE estima el máximo de caída permitido en un 2% de los 230 V.

C= $47 m/\Omega \cdot mm^2$, valor para 70 °C.

$$S = \frac{2 * 5400 * 5}{4,6 * 47 * 230} = 1,08 mm^2$$

La sección normalizada inmediatamente superior corresponde a $6 mm^2$.

La intensidad que circula por la línea es de 19,56 A. Se debe comprobar que este valor no supera el valor de intensidad máxima permitido para circular por un cable de $6 mm^2$ de sección.

Según el ITB-BT, la corriente máxima que puede circular por esa sección es de 36 A. Aplicando el coeficiente de corrección de temperatura de 0,91, se obtiene:

$$I_{max} = 36 * 0,91 = 32,76 A$$

Se comprueba así que la sección elegida puede transportar esa cantidad de corriente.

El cable de protección también constará de una sección de 6 mm².

Tabla 9.11.- Resumen tramo CA.

Tramo	Longitud del tramo (m)	Sección del cable activo (mm ²)	Sección del cable de protección (mm ²)	Diámetro del tubo protector (mm)
Inversor-Cuadro de protección	5	6	6	20

El tubo de protección elegido es un tubo flexible corrugado de PVC de 20 mm de diámetro.

La elección del cableado, tanto en los tramos de corriente continua como en los tramos de corriente alterna, queda a elección del instalador, siempre respetando las condiciones aquí indicadas.

9.7 Elementos de protección

Es importante la elección y existencia de elementos de protección contra sobrecargas o cortocircuitos que puedan dar lugar a sobreintensidades. En este caso se utilizarán fusibles, los cuales para su adecuado sobredimensionamiento deben de cumplir:

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

Siendo:

I_b : La intensidad de corriente que recorre la línea.

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

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

Existen varios tramos diferentes con fusibles:

9.7.1 Tramo conexión con regulador (1)

En este tramo, los componentes de la ecuación toman los siguientes valores:

$$I_b = 33,88 \text{ A.}$$

$$I_{adm} = 45,5 \text{ A.}$$

Substituyendo en la ecuación:

$$33,88 \leq I_n \leq 40,95$$

El fusible elegido es el modelo "NI 105-40N, de la casa Fuselco", con una corriente nominal de 40 A.

9.7.2 Tramo conexión con regulador (2)

En este tramo, los componentes de la ecuación toman los siguientes valores:

$$I_b = 42,35 \text{ A.}$$

$$I_{adm} = 77,44 \text{ A.}$$

Substituyendo en la ecuación:

$$42,35 \leq I_n \leq 69,696$$

El fusible elegido es el modelo "NI 105-50N, de la casa Fuselco", con una corriente nominal de 50 A.

9.7.3 Tramo conexión con baterías

En este tramo, los componentes de la ecuación toman los siguientes valores:

$$I_b = 151,47 \text{ A.}$$

$$I_{adm} = 236 \text{ A.}$$

Substituyendo en la ecuación:

$$151,47 \leq I_n \leq 212,4$$

El fusible elegido es el modelo "NI 105-157N, de la casa Fuselco", con una corriente nominal de 175 A.

9.7.4 Tramo entre el inversor y caja de protecciones

En este caso, al ser un tramo en corriente alterna, las protecciones serán diferentes:

Se utilizarán un protector magnetotérmico de 20 A, modelo "DE LS63 C-2P-20, de la casa Direct Electro", y un interruptor diferencial modelo "Interruptor Diferencial Tipo A sin retardo, 5SM3 312-6, de la casa Siemens", de 25 A.

Además, la instalación cuenta con una protección contra sobretensiones, en concreto el modelo "DG S PV SCI 150 (952 551), de la casa DEHN". Su instalación se realizará siguiendo las instrucciones del fabricante.

10 Mantenimiento

Las instalaciones solares fotovoltaicas, en su conjunto, son fáciles de mantener. Sin embargo, una instalación que no tenga el mantenimiento adecuado fácilmente tendrá problemas en un plazo más o menos corto.

Hay tareas de mantenimiento que de no llevarse a cabo conducirán simplemente a una reducción del rendimiento de la instalación, pero la omisión de otras podrían provocar el deterioro de algunos de los elementos o el acortamiento de su vida útil.

10.1 Módulos fotovoltaicos

El mantenimiento básico del panel solar fotovoltaico comprende las acciones siguientes:

- Limpiar sistemáticamente la cubierta frontal de vidrio del panel solar fotovoltaico (se recomienda que el tiempo entre una limpieza y otra se realice teniendo en cuenta el nivel de suciedad ambiental). La limpieza debe efectuarse con agua y un paño suave; de ser necesario, emplee detergente.
- Verifique que no haya terminales flojos ni rotos, que las conexiones estén bien apretadas y que los conductores se hallen en buenas condiciones.
- Podar sistemáticamente los árboles que puedan provocar sombra en el panel solar fotovoltaico. No poner objetos cercanos que puedan dar sombra, como los tanques de agua y las antenas.

10.2 Batería

La batería de acumulación es el elemento de los sistemas solares fotovoltaicos de pequeña potencia que representa mayor peligro para cualquier persona necesitada de manipularla (aunque sea para un mantenimiento básico), tanto por sus características eléctricas como por las químicas.

Por tanto, antes de reflejar las reglas de mantenimiento básico se exponen los riesgos fundamentales que pueden ocurrir, así como algunas recomendaciones y consideraciones que deben tenerse en cuenta para evitar accidentes.

10.2.1 Riesgos del electrólito

El electrólito utilizado en las baterías de acumulación de plomo-ácido (comúnmente usadas en estos sistemas) es ácido diluido, el cual puede causar irritación e incluso quemaduras al contacto con la piel y los ojos. Si por alguna razón el electrólito hace contacto con los ojos se deben enjuagar inmediatamente con abundante agua durante un minuto, manteniendo los ojos abiertos.

Si el contacto es con la piel, lave inmediatamente con abundante agua la zona afectada. En ambos casos, después de esta primera acción neutralizadora, solicite rápidamente atención médica.

10.2.2 Riesgos eléctricos

La batería de acumulación puede presentar riesgos de cortocircuitos. Se recomienda al manipularlas observar las siguientes reglas:

- Quitarse relojes, anillos, cadenas u otros objetos metálicos de adorno personal que pudieran entrar en contacto accidentalmente con los bornes de la batería de acumulación.
- Usar herramientas con mangos aislados eléctricamente.

10.2.3 Riesgos de incendio

Las baterías de acumulación presentan riesgos de explosión y por consiguiente de incendio, debido a que generan gas hidrógeno. Se recomienda lo siguiente:

- Proporcionar una buena ventilación en el lugar de ubicación de la batería de acumulación para evitar acumulación de gases explosivos.
- Mantener el área de la batería de acumulación fuera del alcance de llamas, chispas y cualquier otra fuente que pueda provocar incendio.
- No provocar chispas poniendo en cortocircuito la batería para comprobar su estado de carga, pues también puede provocar explosión.

10.2.4 Mantenimiento básico de la batería

- Verificar que el local de ubicación de las baterías de acumulación esté bien ventilado y que las baterías se encuentren protegidas de los rayos solares.
- Mantener el nivel de electrolito en los límites adecuados (adicionar solamente agua destilada cuando sea necesario para reponer las pérdidas ocasionadas durante el gaseo). Se recomienda, en la práctica, que siempre el electrolito cubra totalmente las placas, entre 10 y 12 mm por encima del borde superior. En caso de que la caja exterior de la batería de acumulación sea transparente y posea límites de nivel del electrolito, este se situará entre los límites máximo y mínimo marcados por el fabricante.
- Limpiar la cubierta superior de la batería y proteger los bornes de conexión con grasa antioxidante para evitar la sulfatación.
- Verificar que los bornes de conexión estén bien apretados.

- Verificar que el uso de las baterías sea el adecuado y que su estructura de soporte esté segura y en buen estado.

10.3 Regulador de carga

El regulador de carga no necesita mantenimiento. Todos los componentes del sistema PV deben comprobarse como mínimo una vez al año, de acuerdo con las indicaciones de los respectivos fabricantes. Hay que tener en cuenta las siguientes acciones:

- Asegurar la ventilación del disipador de calor.
- Comprobar los dispositivos de descarga de tracción.
- Comprobar que las conexiones estén firmemente instaladas.
- Apretar los tornillos, si hiciera falta.

10.4 Inversor

- Verificar que el área de ubicación del inversor se mantenga limpia, seca y bien ventilada.
- Verificar que el inversor esté protegido de los rayos solares.
- Comprobar que el inversor funciona adecuadamente y que no se producen ruidos extraños dentro de él. En caso de que la operación sea defectuosa o no funcione, contactar al personal especializado.

10.5 Recomendaciones

- Desconectar los equipos electrodomésticos en los días de tormentas eléctricas fuertes y ciclones para evitar que una descarga atmosférica pueda averiarlos.
- No conectar al sistema equipos electrodomésticos o de otro tipo que no hayan sido considerados en el diseño, sin consultar a los especialistas, ya que una sobrecarga por consumo excesivo puede provocar su mal funcionamiento.
- No permitir que otros usuarios se conecten a su instalación.
- No conectar equipos de potencia superior a la del inversor CD/CA, pues esta sobrecarga puede dañarlo.
- Almacenar el agua destilada en recipientes plásticos o de cristal; siempre que se vaya a añadir agua destilada a la batería de acumulación, usar también embudo de plástico o cristal (en ningún caso emplear recipientes metálicos).
- Fijarse regularmente en los indicadores lumínicos del controlador de carga y en caso de notar que alguno de ellos no enciende, contactar inmediatamente al personal especializado.

- Si alguna lámpara no enciende y el tubo fluorescente no está fundido ni defectuoso, revisar tanto el fusible como el interruptor. Si alguno está defectuoso, reemplazarlo por otro.

ANEXO: FICHAS TÉCNICAS

11 Panel fotovoltaico



EXIOM SOLUTION SA was created by a group of professionals with an extensive experience in renewable energies who have worked in various areas within this sector. Our can advise you about any problems that may arise in the distribution of materials or in the design and operation of power plants. EXIOM SOLUTION SA seek to become a world leader in turnkey solutions for our clients.

EXIOM SOLUTION S.A. nace de la unión de un grupo de profesionales con amplia experiencia en energías renovables que han trabajado en distintos ámbitos dentro de este sector. Le asesoremos a cerca de cualquier problema que pueda surgir tanto en la distribución de materiales como en el diseño y funcionamiento de las plantas. En EXIOM SOLUTION S.A buscamos convertirnos en un referente mundial de soluciones llave en mano para nuestros clientes.

EX250P(B)-60

POLYCRYSTALLINE | POLICRISTALINO

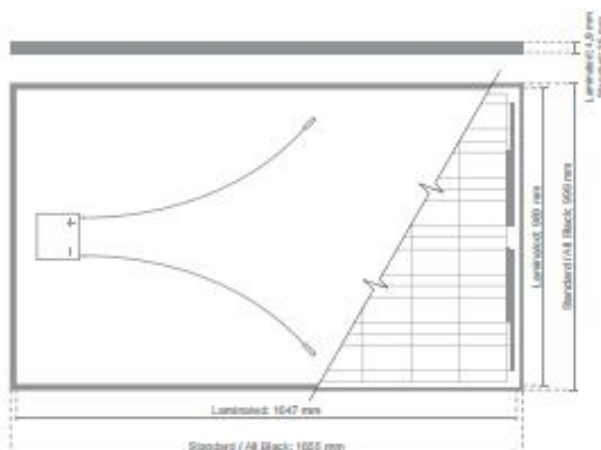
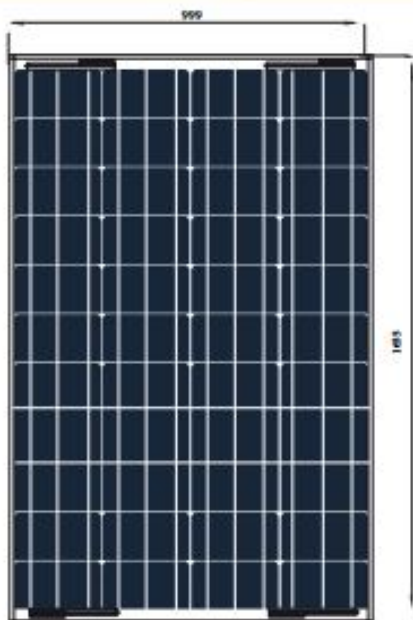
Exiom Solution designs, manufactures and delivers high-performance solar electric technology worldwide. Our high-efficiency solar cell let us manufacture the different kinds of panels to get the most efficient in your installations.

Exiom Solution diseña, fabrica y distribuye la más alta calidad en Energía Solar. La alta eficiencia de nuestras células solares nos permite producir diferentes tipos de paneles para a su vez dar la mayor eficiencia posible a sus instalaciones.



MECHANICAL DATA DATOS MECÁNICOS
Dimensions Dimensiones: 1655*999*40 1655*992*40 (B)
Weight Peso (kg): 20
Cable Cable: TÜV Certified 4mm ²
Glass Cristal: High transmission glass 3.2mm
Junction Box Caja de conexiones: 6 Bypass-Diode
WORKING CONDITIONS CONDICIONES DE TRABAJO
Max. System Voltage Max. Voltaje Sistema: 1.000 V
Series Fuse Rating Fusible en serie: 15 A
Mechanical Load Carga mecánica: ≥ 5.400 Pa
Operating Temperature Temp. funcionamiento: -40~+85
Application class Aplicación clase: A
WARRANTIES GARANTÍA
10 years workmanship warranty 10 años de garantía de obra
12 years 90% Power output 12 años al 90% de producción
25 years 80% Power output 25 años al 80% de producción

TIPO TIPO		EX240P-60	EX245P-60	EX250P-60	EX255P-60	EX260P-60
bTL 1000 W/M ² Module Temperature 25°C A.M. 1,5	Power Output	240	245	250	255	260
	Max. Power Tolerance Tolerancia potencia máx.	+5 (%)				
	Module Efficiency Eficiencia Módulo	14.9 (%)	15.2 (%)	15.5 (%)	15.9 (%)	16.2 (%)
	Voltage Máximo voltage, VMP	29.7 (V)	30.0 (V)	30.2 (V)	30.4 (V)	30.7 (V)
	Current Tensión máxima actual, IMP	8.08 (A)	8.18 (A)	8.27 (A)	8.38 (A)	8.47 (A)
	Voltage Open Circuit Tensión circuito abierto, VOC	37.3 (V)	37.5 (V)	37.8 (V)	38.0 (V)	38.2 (V)
Short Circuit Current Corriente de cortocircuito, ISC		8.60 (A)	8.67 (A)	8.75 (A)	8.83 (A)	8.91 (A)
NOCT 800W/M ² Environment Temperature 20°C A.M. 1,5	Power Output	181.7	185.5	189.3	193.1	196.9
	Voltage Máximo voltage, VMP	27.1 (V)	27.3 (V)	27.6 (V)	27.8 (V)	28.0 (V)
	Current Strom, IMP	6.71 (A)	6.79 (A)	6.87 (A)	6.96 (A)	7.03 (A)
	Current Tensión máxima actual, IMP	33.9 (V)	34.1 (V)	34.3 (V)	34.5 (V)	34.7 (V)
	Short Circuit Current Corriente de cortocircuito, ISC	7.37 (A)	7.43 (A)	7.50 (A)	7.57 (A)	7.63 (A)



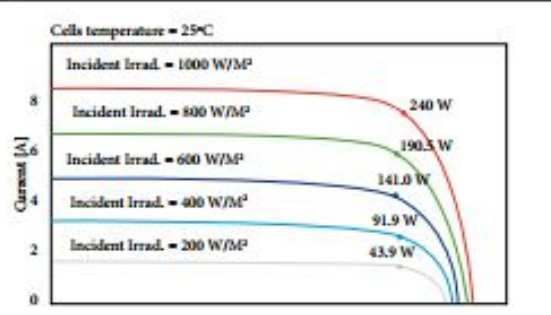
TEMP. COEFFICIENTS | COEFICIENTES DE TEMPERATURA

Temp. Coefficient of P _{MAX} Coeficiente de temp. P _{MAX} :	-0.442%/°C
Temp. Coefficient of I _{SC} Coeficiente de temp. I _{SC} :	0.088 %/°C
Temp. Coefficient of V _{OC} Coeficiente de temp. V _{OC} :	-0.352 %/°C
NOCT:	45±2°C

CERTIFICATES | CERTIFICADOS

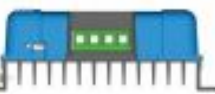


I-V CURVES



12 Regulador fotovoltaico

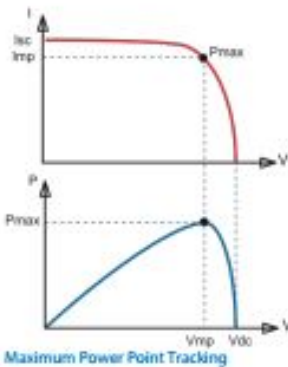
BlueSolar charge controllers with screw- or MC4 PV connection
MPPT 150/45 MPPT 150/60 MPPT 150/70 www.victronenergy.com



Solar charge controller
MPPT 150/70-Tr



Solar charge controller
MPPT 150/70-MC4



Upper curve:
Output current (I) of a solar panel as function of output voltage (V).
The maximum power point (MPP) is the point Pmax along the curve where the product I x V reaches its peak.

Lower curve:
Output power P = I x V as function of output voltage.
When using a PWM (not MPPT) controller the output voltage of the solar panel will be nearly equal to the voltage of the battery, and will be lower than Vmp.

Ultra-fast Maximum Power Point Tracking (MPPT)

Especially in case of a clouded sky, when light intensity is changing continuously, an ultra-fast MPPT controller will improve energy harvest by up to 30% compared to PWM charge controllers and by up to 10% compared to slower MPPT controllers.

Advanced Maximum Power Point Detection in case of partial shading conditions

If partial shading occurs, two or more maximum power points may be present on the power-voltage curve.

Conventional MPPTs tend to lock to a local MPP, which may not be the optimum MPP.

The innovative BlueSolar algorithm will always maximize energy harvest by locking to the optimum MPP.

Outstanding conversion efficiency

No cooling fan. Maximum efficiency exceeds 98%.

Flexible charge algorithm

Fully programmable charge algorithm (see the software page on our website), and eight preprogrammed algorithms, selectable with a rotary switch (see manual for details).

Extensive electronic protection

Over-temperature protection and power derating when temperature is high.

PV short circuit and PV reverse polarity protection.

PV reverse current protection.

Internal temperature sensor

Compensates absorption and float charge voltage for temperature.

Real-time data display options

- Apple and Android smartphones, tablets and other devices: see the VE.Direct to Bluetooth Smart dongle
- ColorControl panel



BlueSolar charge controller	MPPT 150/45	MPPT 150/60	MPPT 150/70
Battery voltage	12 / 24 / 48 V Auto Select (software tool needed to select 36 V)		
Rated charge current	45 A	60 A	70 A
Maximum PV power, 12V 1a,b)	650 W	800 W	1000 W
Maximum PV power, 24V 1a,b)	1300 W	1720 W	2000 W
Maximum PV power, 48V 1a,b)	2600 W	3440 W	4000 W
Maximum PV open circuit voltage	150V absolute maximum coldest conditions 145V start-up and operating maximum		
Maximum efficiency	98 %		
Self-consumption	10 mA		
Charge voltage 'absorption'	Default setting: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6 V (adjustable)		
Charge voltage 'float'	Default setting: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2 V (adjustable)		
Charge algorithm	multi-stage adaptive		
Temperature compensation	-16 mV / °C resp. -32 mV / °C		
Protection	Battery reverse polarity (fuse, not user accessible) PV reverse polarity / Output short circuit / Over temperature		
Operating temperature	-30 to +60°C (full rated output up to 40°C)		
Humidity	95 %, non-condensing		
Data communication port and remote on-off	VE.Direct (see the data communication white paper on our website)		
Synchronized parallel operation	Not possible		
ENCLOSURE			
Colour	Blue (RAL 5012)		
PV terminals 2)	35 mm ² / AWG2 (Tr models), or Dual MC4 connector (MC4 model)		
Battery terminals	35 mm ² / AWG2		
Protection category	IP43 (electronic components), IP22 (connection area)		
Weight	3 kg		
Dimensions (h x w x d)	200 x 250 x 95 mm		
STANDARDS			
Safety	EN/IEC 62109		
1a)	If more PV power is connected, the controller will limit input power to the stated maximum.		
1b)	PV voltage must exceed Vbat + 5V for the controller to start. Thereafter minimum PV voltage is Vbat + 1V		
2)	MC4 models: several splitter pairs will be needed to parallel the strings of solar panels		

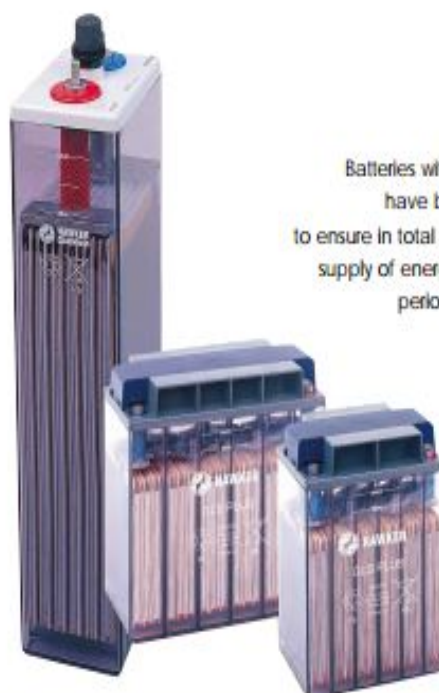
13 Batería



TUBULAR VENTED CELLS

High performance solar series in transparent container

- Rural housing
- Telecommunications
- Buoys
- Lighting/Instrumentation



Batteries with tubular positive plates have been specially designed to ensure in total safety an uninterrupted supply of energy during low sunshining periods and during the night.

Their good resistance in cycling and the low water consumption permit a long life expectancy with reduced maintenance.

FEATURES AND BENEFITS

RELIABILITY AND ROBUSTNESS:

- positive tubular plates diecast for longer life duration
- Lead antimony alloy limiting the self-discharge rate and optimizing the number of cycles for a long life expectancy.

INSTALLATION AND MAINTENANCE:

- insulated and bolted connectors
- large electrolyte reserve for yearly watering.

YOUR LOCAL DEALER:

SunFields Europe
 Santiago de Compostela, Spain
 Tel: +34 981 59 58 56
 Mail: info@sfe-solar.com
 www.sfe-solar.com

SAFETY:

- insulation of connectors and terminals ensures personnel safety
- each cell is equipped with a acidproof, flame arrester plug.

Notice: all cells are available in dry charged.

STANDARDS:

the manufacture of this range is in full compliance with the ISO 9001 standard.

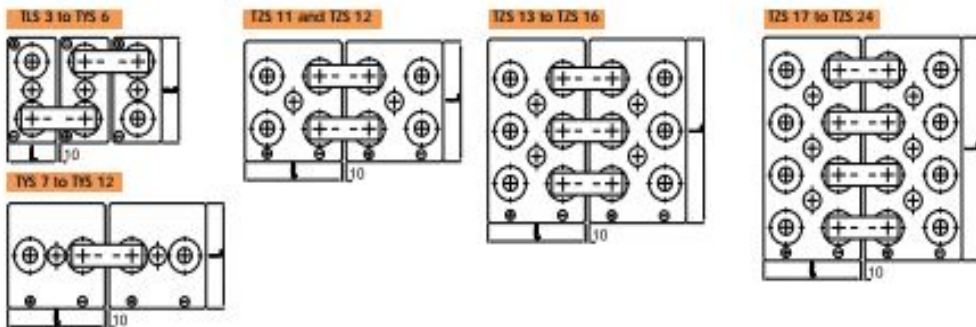
Tubular vented cells high performance solar series in transparent container

The specific lead antimony alloy used for the tubular positive plate and a 1.240 specific gravity at 25°C at max. level provide to this range good performance and long life expectancy for energy storage in solar and wind-driven systems, and with long maintenance interval for watering.

TECHNICAL CHARACTERISTICS PER CELL

TYPE	Number of terminals	Capacity in Ah			Dimensions in mm			Weight in kg		Acid volume Ø
		T° 25°C			Length (L)	Width (B)	Height	Dry weight	Filled weight	
		10 h (1.80V)	120 h (1.85V)	240 h (1.85V)						
TLS 3	2	180	245	256	103	206	389	11.4	16.4	4.1
TLS 4	2	220	300	313	103	206	389	13.6	18.4	3.9
TLS 5	2	270	367	383	124	206	389	16.1	22.2	4.9
TLS 6	2	323	440	460	145	206	389	18.8	26	5.8
TYS 4	2	340	460	481	124	206	505	18.5	27	6.9
TYS 5	2	390	530	554	124	206	505	21.5	29.7	6.6
TYS 6	2	470	640	669	145	206	505	24.9	34.7	7.9
TYS 7	2	550	745	778	166	206	505	28.4	39.8	9.2
TYS 5	2	590	802	838	145	206	684	29.9	43.9	11.3
TYS 6	2	670	915	956	145	206	684	34	47.7	11
TYS* 7	2	816	1 120	1 170	191	210	684	40.6	59	14.8
TYS* 8	2	900	1 220	1 275	191	210	684	44.7	62.7	14.5
TYS* 9	2	1 040	1 415	1 478	233	210	684	50.4	73.1	18.3
TYS* 10	2	1 120	1 523	1 591	233	210	684	54.5	76.8	18
TYS* 11	2	1 260	1 714	1 790	275	210	684	60.1	87.3	21.9
TYS* 12	2	1 340	1 825	1 910	275	210	684	64.2	91	21.6
TZS 11	4	1 560	2 130	2 225	275	210	829	78.8	112.9	27.5
TZS 12	4	1 710	2 335	2 440	275	210	829	84	117.6	27.1
TZS 13	6	1 940	2 640	2 758	399	214	813	97.9	147.1	39.7
TZS 14	6	2 040	2 775	2 899	399	214	813	102.5	151.7	39.6
TZS 15	6	2 150	2 925	3 056	399	214	813	108.2	156.4	38.9
TZS 16	6	2 240	3 060	3 187	399	214	813	118.3	161	38.9
TZS 17	8	2 430	3 310	3 458	487	212	813	126.2	186.3	48.5
TZS 18	8	2 555	3 480	3 636	487	212	813	131.8	191	47.8
TZS 20	8	2 800	3 810	3 981	487	212	813	141.1	200.1	47.6
TZS 22	8	3 090	4 210	4 400	576	212	813	156.2	227.8	57.7
TZS 24	8	3 360	4 580	4 785	576	212	813	167.5	237.3	56.3

All the weights and dimensions are subject to normal production tolerances.



Monoblocs (12 V and 6 V) in transparent container

TECHNICAL CHARACTERISTICS PER BLOC

TYPE	Capacity in Ah			Dimensions in mm			Weight in kg		Acid volume Ø
	T° 25°C			Length	Width	Height	Dry weight	Filled weight	
	10 h (1.80V)	120 h (1.85V)	240 h (1.85V)						
GLS 12/60 12V	62	76	80	272	205	380	22.0	34.8	10.3
GLS 12/100 12V	108	141	148	272	205	380	32.3	44.4	9.8
GLS 12/150 12V	162	212	222	380	205	380	45.7	63.6	14.4
GLS 6/210 6V	216	283	296	272	205	380	30.3	43.3	10.5
GLS 6/270 6V	270	374	392	380	205	380	38.6	57.0	15.0
GLS 6/310 6V	324	424	444	380	205	380	43.8	62.2	14.8

14 Inversor

Inversores Phoenix www.victronenergy.com

1200VA - 5000VA (por módulo)



Phoenix Inverter 24/5000

SinusMax - Diseño superior

Desarrollado para uso profesional, la gama de inversores Phoenix es ideal para innumerables aplicaciones. El criterio utilizado en su diseño fue el de producir un verdadero inversor sinusoidal con una eficiencia optimizada pero sin comprometer su rendimiento. Al utilizar tecnología híbrida de alta frecuencia, obtenemos como resultado un producto de la máxima calidad, de dimensiones compactas, ligero y capaz de suministrar potencia, sin problemas, a cualquier carga.

Potencia de arranque adicional

Una de las características singulares de la tecnología SinusMax consiste en su muy alta potencia de arranque. La tecnología de alta frecuencia convencional no ofrece un rendimiento tan extraordinario. Los inversores Phoenix, sin embargo, están bien dotados para alimentar cargas difíciles, como frigoríficos, compresores, motores eléctricos y aparatos similares.

Potencia prácticamente ilimitada gracias al funcionamiento en paralelo y trifásico.

Hasta 6 unidades del inversor pueden funcionar en paralelo para alcanzar una mayor potencia de salida. Seis unidades 24/5000, por ejemplo, proporcionarán 24 kW / 30 kVA de potencia de salida. También es posible su configuración para funcionamiento trifásico.

Transferencia de la carga a otra fuente CA: el conmutador de transferencia automático

Si se requiere un conmutador de transferencia automático, recomendamos usar el inversor/cargador MultiPlus en vez de este. El conmutador está incluido en este producto y la función de cargador del MultiPlus puede deshabilitarse. Los ordenadores y demás equipos electrónicos continuarán funcionando sin interrupción, ya que el MultiPlus dispone de un tiempo de conmutación muy corto (menos de 20 milisegundos).

Interfaz para el ordenador

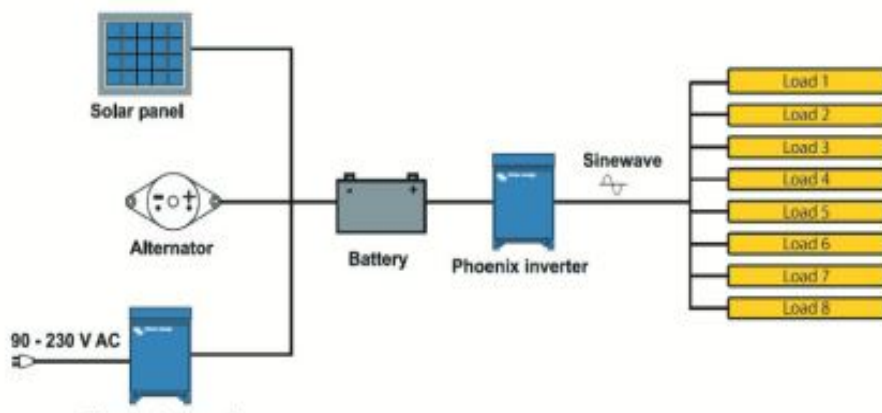
Todos los modelos disponen de un Puerto RS-485. Todo lo que necesita conectar a su PC es nuestro interfaz MK2 (ver el apartado "Accesorios"). Este interfaz se encarga del aislamiento galvánico entre el inversor y el ordenador, y convierte la toma RS-485 en RS-232. También hay disponible un cable de conversión RS-232 en USB. Junto con nuestro software VEConfigure, que puede descargarse gratuitamente desde nuestro sitio Web www.victronenergy.com, se pueden personalizar todos los parámetros de los inversores. Esto incluye la tensión y la frecuencia de salida, los ajustes de sobretensión o subtensión y la programación del relé. Este relé puede, por ejemplo, utilizarse para señalar varias condiciones de alarma distintas, o para arrancar un generador. Los inversores también pueden conectarse a VENet, la nueva red de control de potencia de Victron Energy, o a otros sistemas de seguimiento y control informáticos.

Nuevas aplicaciones para inversores de alta potencia

Las posibilidades que ofrecen los inversores de alta potencia conectados en paralelo son realmente asombrosas. Para obtener ideas, ejemplos y cálculos de capacidad de baterías, le rogamos consulte nuestro libro "Electricity on board" (electricidad a bordo), disponible gratuitamente en Victron Energy y descargable desde www.victronenergy.com.



Phoenix Inverter Compact 24/1600



Inversor Phoenix	C12/1200 C24/1200	C12/1600 C24/1600	C12/2000 C24/2000	12/3000 24/3000 48/3000	24/5000 48/5000
Funcionamiento en paralelo y en trifásico	Sí				
INVERSOR					
Rango de tensión de entrada (V DC)	9,5 – 17V 19 – 33V 38 – 66V				
Salida	Salida: 230V ± 2% / 50/60Hz ± 0,1% (1)				
Potencia cont. de salida 25 °C (VA) (2)	1200	1600	2000	3000	5000
Potencia cont. de salida 25 °C (W)	1000	1300	1600	2500	4500
Potencia cont. de salida 40 °C (W)	900	1200	1450	2200	4000
Pico de potencia (W)	2400	3000	4000	6000	10000
Eficacia máx. 12/ 24 /48 V (%)	92 / 94	92 / 94	92 / 92	93 / 94 / 95	94 / 95
Consumo en vacío 12 / 24 / 48 V (W)	8 / 10	8 / 10	9 / 11	15 / 15 / 16	25 / 25
Consumo en vacío en modo AES (W)	5 / 8	5 / 8	7 / 9	10 / 10 / 12	20 / 20
Consumo en vacío modo Search (W)	2 / 3	2 / 3	3 / 4	4 / 5 / 5	5 / 6
GENERAL					
Relé programable (3)	Sí				
Protección (4)	a - g				
Puerto de comunicación VE.Bus	Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema				
On/Off remoto	Sí				
Características comunes	Temperatura de funcionamiento: -20 a +50°C (refrigerado por ventilador) Humedad (sin condensación): Máx. 95%				
CARCASA					
Características comunes	Material y color: aluminio (azul RAL 5012) Tipo de protección: IP 21				
Conexiones de la batería	cables de batería de 1,5 metros se incluye		Pernos M8	2+2 Pernos M8	
Conexiones 230 V CA	Enchufe G-ST18i		Abrazadera-resorte	Bornes atornillados	
Peso (kg)	10		12	18	30
Dimensiones (al x an x p en mm.)	375x214x110		520x255x125	362x258x218	444x328x240
NORMATIVAS					
Seguridad	EN 60335-1				
Emissiones / Inmunidad	EN 55014-1 / EN 55014-2				
Directiva de automoción	2004/104/EC	2004/104/EC		2004/104/EC	
1) Puede ajustarse a 60 Hz, y a 240 V. 2) Carga no lineal, factor de potencia 3:1 3) Relé programable que puede configurarse en alarma general, subintensión de CD o como señal de arranque de un generador (es necesario el interfaz MK2 y el software VEConfigure) Capacidad nominal CA 230V / 4A Capacidad nominal CC 4 A hasta 35VDC, 1 A hasta 60VDC 4) Protección: a) Cortocircuito de salida b) Sobrecarga c) Tensión de la batería demasiado alta d) Tensión de la batería demasiado baja e) Temperatura demasiado alta f) 230 V CA en la salida del inversor g) Ondulación de la tensión de entrada demasiado alta					



Panel de Control para Inversor Phoenix

También puede utilizarse en un inversor/cargador MultiPlus cuando se desea disponer de un conmutador de transferencia automática, pero no de la función como cargador. La luminosidad de los LED se reduce automáticamente durante la noche.



Funcionamiento y supervisión controlados por ordenador

Hay varias interfaces disponibles:

- **Convertidor MK2.2 VE.Bus a RS232**
Se conecta al puerto RS232 de un ordenador (ver "Guía para el VEConfigure")
- **Convertidor MK2-USB VE.Bus a USB**
Se conecta a un puerto USB (ver Guía para el VEConfigure)
- **Convertidor VE.Net a VE.Bus**
Interfaz del VE.Net (ver la documentación VE.Net)
- **Convertidor VE.Bus a NMEA 2000**

- **Victron Global Remote**

El Global Remote de Victron es un módem que envía alarmas, avisos e informes sobre el estado del sistema a teléfonos móviles mediante mensajes de texto (SMS). También puede registrar datos de monitores de baterías Victron, Multi, Quattro e Inversores en una web mediante una conexión GPRS. El acceso a esta web es gratuito.

- **Victron Ethernet Remote**

Para conectar a Ethernet.



Monitor de baterías BMV

El monitor de baterías BMV dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de medición de alta resolución de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo, como la fórmula Peukert, para determinar exactamente el estado de la carga de la batería. El BMV muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería.

15 Fusibles y demás protecciones

15.1 Fusibles

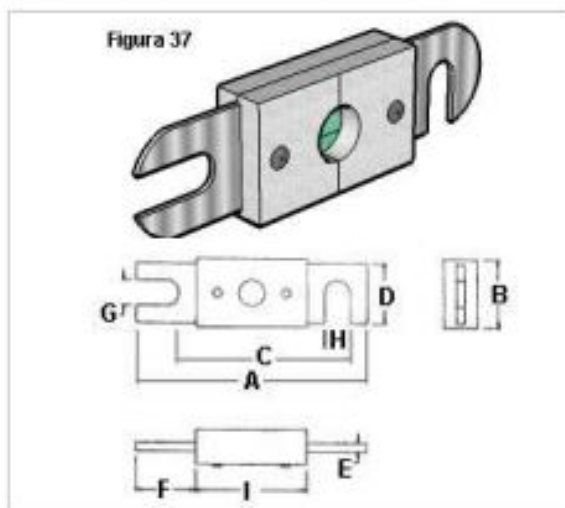




Fusibles DELTA M.R.
Fusibles Especiales

Hoja de dato W0030

MODELO NI105-N



Los fusibles DELTA modelo NI105 de fusión Normal, son diseñados para la protección de sistemas con baterías de corriente continua en camiones motorizados.

Información General.

- Los fusibles NI105 se fabrican para uso en 32 V dc o 130 V ac
- Para protección de cables en equipos móviles con baterías.
- Elemento de cobre con plateado electroлитico.
- Cuerpo sellado no combustible.
- Ventanilla de mica para visualizar estado del fusible.



Características mecánicas

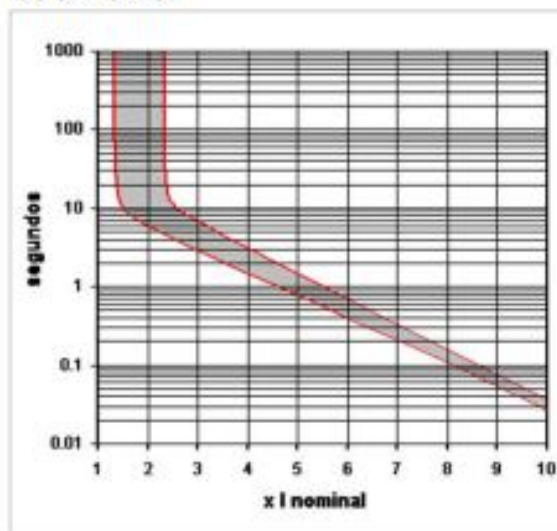
Número	Modelo	Figura	Material del cuerpo	A	B	C	D	E	F	G	H	I
105	NI	37	Fibra cemento	83	22	62.5	19		22.5	8.5	8.5	37

Nota: Dimensiones en milímetros.

Características eléctricas

Código	Amper	Volts DC/AC	Fusión
NI105-40N	40	32/130	N
NI105-50N	50	32/130	N
NI105-60N	60	32/130	N
NI105-70N	70	32/130	N
NI105-75N	75	32/130	N
NI105-80N	80	32/130	N
NI105-100N	100	32/130	N
NI105-150N	150	32/130	N
NI105-170N	170	32/130	N
NI105-175N	175	32/130	N
NI105-200N	200	32/130	N
NI105-225N	225	32/130	N
NI105-250N	250	32/130	N
NI105-275N	275	32/130	N
NI105-300N	300	32/130	N
NI105-320N	320	32/130	N
NI105-350N	350	32/130	N
NI105-375N	375	32/130	N
NI105-400N	400	32/130	N
NI105-425N	425	32/130	N
NI105-450N	450	32/130	N
NI105-475N	475	32/130	N
NI105-500N	500	32/130	N

Zona de operación fusible DELTA NI105 fusión normal

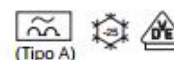


15.2 Protector magnetotérmico



Magnetotérmicos DE LS63 C - 2 polos			
DE LS63 C-2P-1	C 1A,	2 polos, 2 módulos, 10kA	8,51 €
DE LS63 C-2P-2	C 2A,	2 polos, 2 módulos, 10kA	8,51 €
DE LS63 C-2P-3	C 3A,	2 polos, 2 módulos, 10kA	8,51 €
DE LS63 C-2P-4	C 4A,	2 polos, 2 módulos, 10kA	8,51 €
DE LS63 C-2P-6	C 6A,	2 polos, 2 módulos, 10kA	7,11 €
DE LS63 C-2P-10	C 10A,	2 polos, 2 módulos, 10kA	7,11 €
DE LS63 C-2P-16	C 16A,	2 polos, 2 módulos, 10kA	7,11 €
DE LS63 C-2P-20	C 20A,	2 polos, 2 módulos, 10kA	7,11 €
DE LS63 C-2P-25	C 25A,	2 polos, 2 módulos, 10kA	7,11 €
DE LS63 C-2P-32	C 32A,	2 polos, 2 módulos, 10kA	7,11 €
DE LS63 C-2P-40	C 40A,	2 polos, 2 módulos, 10kA	7,11 €
DE LS63 C-2P-50	C 50A,	2 polos, 2 módulos, 10kA	7,11 €
DE LS63 C-2P-63	C 63A,	2 polos, 2 módulos, 10kA	7,11 €

15.3 Interruptor diferencial



Datos técnicos

		Sin retardo	SIGRES	Superresistente	Selectivo
Normas		IEC/EN 61008-1 (VDE 0664-10); IEC/EN 61008-2-1 (VDE 0664-11); IEC/EN 61543 (VDE 0664-30)			
Aprobado según		IEC 61008-1, IEC 61008-2-1; DIN EN 61008-1, DIN EN 61008-2-1			
Resistencia a las corrientes de choque	según DIN VDE 0432-2	kA	hasta 1	hasta 3	hasta 5
con forma de onda de la corriente 8/20 µs					
Poder asignado de corte		A	10000		
Tensión de empleo mínima para la función del dispositivo de comprobación		V AC	100		
Sección de los bornes/de los conductores					
• para 2 UM	con $I_n = 16 A, 25 A, 40 A$	mm ²	1,0 ... 16		
	con $I_n = 100 A, 125 A$	mm ²	1,5 ... 50	--	--
• para 2,5 UM	con $I_n = 63 A, 80 A$	mm ²	1,5 ... 25		
• para 4 UM	con $I_n = 25 A, 40 A, 63 A, 80 A$	mm ²	1,5 ... 25		
	con $I_n = 100 A, 125 A$	mm ²	2,5 ... 50	--	2,5 ... 50
Pares de apriete de los bornes					
• hasta $I_n = 80 A$		Nm	2,5 ... 3,0		
• con $I_n = 100 A, 125 A$		Nm	3,0 ... 3,5	--	3,0 ... 3,5
Alimentación de red			superior o inferior	inferior	superior o inferior
Posición de montaje			cualquiera		
Grado de protección	según DIN EN 60529 (VDE 0470-1)		IP20, con los conductores conectados		
Protección contra contactos directos	según DIN EN 50274 (VDE 0660-514)		protección contra el contacto directo con los dedos y el dorso de la mano		
Vida útil del aparato	ciclo de comprobación según IEC/EN 61008	ciclos de maniobra	> 10000		
Temperatura de almacenamiento		°C	-40 ... +75		
Temperatura ambiente		°C	-25 ... +45, señalado con		
Resistencia a las influencias climáticas	según IEC 60068-2-30		28 ciclos (55 °C; 95 % de humedad relativa del aire)		
Sin CFC y sin silicona			sí		

15.4 Protector de sobretensiones

datos técnicos: DEHNguard® modular (Y)PV SCI ...

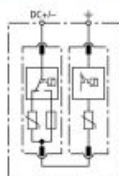


DG S PV SCI 150 (952 551)

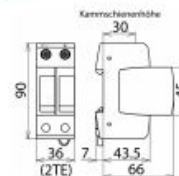
- Unidad completa modular precableada para su uso en sistemas fotovoltaicos formado por pieza base y módulos de protección enchufables
- Dispositivo combinado de desconexión y cortocircuito con aislamiento eléctrico seguro en el módulo de protección, previene el riesgo de incendio causado por arcos de conmutación en continua (tecnología patentada SCI)
- Sustitución segura de los módulos de protección sin formación de arco voltaico gracias al fusible dc integrado



Fotografía no vinculante



Esquema del DG S PV SCI 150



Dimensiones del DG S PV SCI 150

Descargador de sobretensiones modular unipolar para instalaciones PV, con dispositivo de conmutación DC de 3 etapas.

Tipo	DG S PV SCI 150
Art. Nr.	952 551
DPS según EN 50539-11	Tipo 2
Máxima tensión PV (U _{CPV})	≤ 150 V
Resistencia a cortocircuito (ISCPV)	1000 A
Corriente nominal de descarga (8/20 μs) [(DC+/DC-) → PE] (I _n)	10 kA
Corriente máxima de descarga (8/20 μs) [(DC+/DC-) → PE] (I _{max})	20 kA
Nivel de protección (U _p)	≤ 0,8 kV
Nivel de protección con 5 kA (U _p)	≤ 0,6 kV
Tiempo de respuesta (t _r)	≤ 25 ns
Margen de temperatura de servicio (T _u)	-40 °C ... +80 °C
Estado operativo / defectuoso	verde / rojo
Número de puertos	1
Sección de conexión (min.)	1,5 mm ² rígido / flexible
Sección de conexión (max.)	35 mm ² rígido / 25 mm ² flexible
Montaje sobre	Carril DIN 35 mm según EN 60715
Material de la carcasa	Termoplástico, color rojo, UL 94 V-0
Lugar de instalación	Interior
Clase de protección	IP 20
Medidas de montaje	2 módulo(s), DIN 43880
Certificaciones	KEMA, UL, CSA
Peso	182 g
Número aduanero	85363030
GTIN	4013364136687
UPE	1 unidad

Queda reservado el derecho a introducir modificaciones, en cuanto a la redacción, contenidos técnicos e información relativa a medidas, pesos y materiales en función de los avances de la técnica. Las fotografías no son vinculantes.

16 Tubos de protección

16.1 Tubo de 20mm

 **TCQ BG222710** 0,19 €/m (MA,ON)

Tubo flexible corrugado de PVC, de 20 mm de diámetro nominal, aislante y no propagador de la llama, resistencia al impacto de 1 J, resistencia a compresión de 320 N y una rigidez dieléctrica de 2000 V

16.2 Tubo de 25 mm

 BG22_02 - Tubo flexible para la protección de conductores eléctricos de material plástico (E,C)

 **TCQ BG222810** 0,25 €/m (MA,ON)

Tubo flexible corrugado de PVC, de 25 mm de diámetro nominal, aislante y no propagador de la llama, resistencia al impacto de 1 J, resistencia a compresión de 320 N y una rigidez dieléctrica de 2000 V

16.3 Tubo de 32 mm

 **TCQ BG222910** 0,38 €/m (MA,ON)

Tubo flexible corrugado de PVC, de 32 mm de diámetro nominal, aislante y no propagador de la llama, resistencia al impacto de 1 J, resistencia a compresión de 320 N y una rigidez dieléctrica de 2000 V

16.4 Tubo de 80 mm

 **TCQ BG22RG10** 1,26 €/m (MA,ON)

Tubo curvable corrugado de PVC, de 80 mm de diámetro nominal, aislante y no propagador de la llama, resistencia al impacto de 6 J, resistencia a compresión de 250 N,

17 Sujeciones para el tejado

FIJACIONES PARA TEJADOS ZEBRA®

Gancho para tejados de pizarra

Acero inox. A2

Compensación de altura hasta 15 mm

→ Los desniveles del tejado se pueden compensar sin problemas con el carril de montaje.

Ángulo adaptador completamente premontado

→ El carril de montaje 47x37 y 60x37 se puede fijar al gancho para tejados sin necesidad de trabajos previos.

Estribo estriado

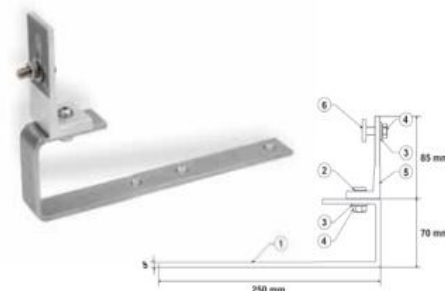
→ Unión óptima de fuerza y forma.

Valores máximos de carga*

- Presión en paralelo a la superficie del tejado: 0,54 kN
 - Presión en vertical respecto a la superficie del tejado: 0,78 kN
 - Tracción en vertical respecto a la superficie del tejado: -1,13 kN
- * con apoyo sobre la teja

Nota:

Para fijar el gancho para tejados a las vigas, recomendamos respectivamente tres tornillos para madera ASSY® 3.0 de cabeza avellanada 6x100 mm, inox. A2 (Art. N° 0180 160 100).



- [1] Gancho para tejados inox. A2, Art. N° 0865 996 10
 [2] ISO 7380 M10 x 20, inox. A2
 [3] Arandela de bloqueo, inox. A4
 [4] DIN 934, inox. A2
 [5] Ángulo adaptador, Art. N° 0865 999 10
 [6] Tornillo de martillo M8x25, inox. A2

Ø agujero base en mm	Art. N°	U/E pzas.
6,5	0865 996 81	20

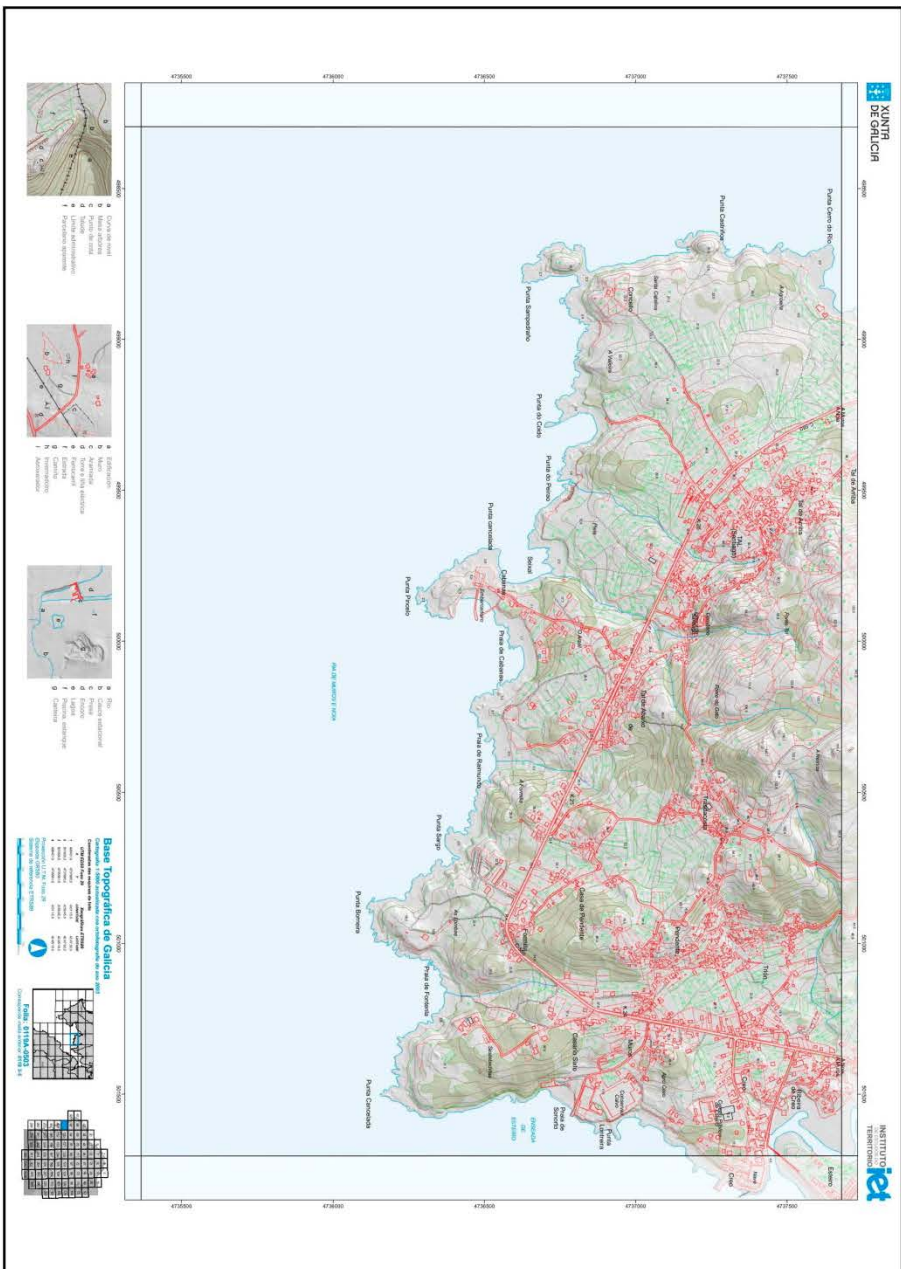
18 Lista de referencias

- [1] Ana María Diez Suarez; *Tema 5, Sistemas eléctricos aislados*
- [2] Asociación de empresas de energías renovables;
<http://appa.es/01energias/07primaria.php>
- [3] Blog Renovgal; <http://www.renovgal.es/minieolica.php>
- [4] Bornay; <http://www.bornay.com/es>
- [5] Electricidad gratuita; <http://www.electricidad-gratuita.com/energia%20fotovoltaica.html>
- [6] Energías renovables; <http://energias-renovables-y-limpias.blogspot.com.es/2012/07/disenio-de-una-instalacion-electrica.html>
- [7] Guía de buenas prácticas;
- [8] IDAE Atlas de viento; <http://atlaseolico.idae.es/meteosim/>
- [9] Meteogalicia; <http://www.meteogalicia.es/web/index.action>
- [10] Ministerio de industria, turismo y comercio;
<http://www.minetur.gob.es/energia/balances/Balances/Paginas/Balances.aspx>
- [11] PVGIS web europea energía y transporte;
<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/DRcalc.php>
- [12] Red Eléctrica de España;
http://www.ree.es/sites/default/files/downloadable/avance_informe_sistema_electrico_2014b.pdf
- [13] Reglamento baja tensión;
- [14] Repsol; <http://www.repsol.com>
- [15] Victron energy; <http://www.victronenergy.com>

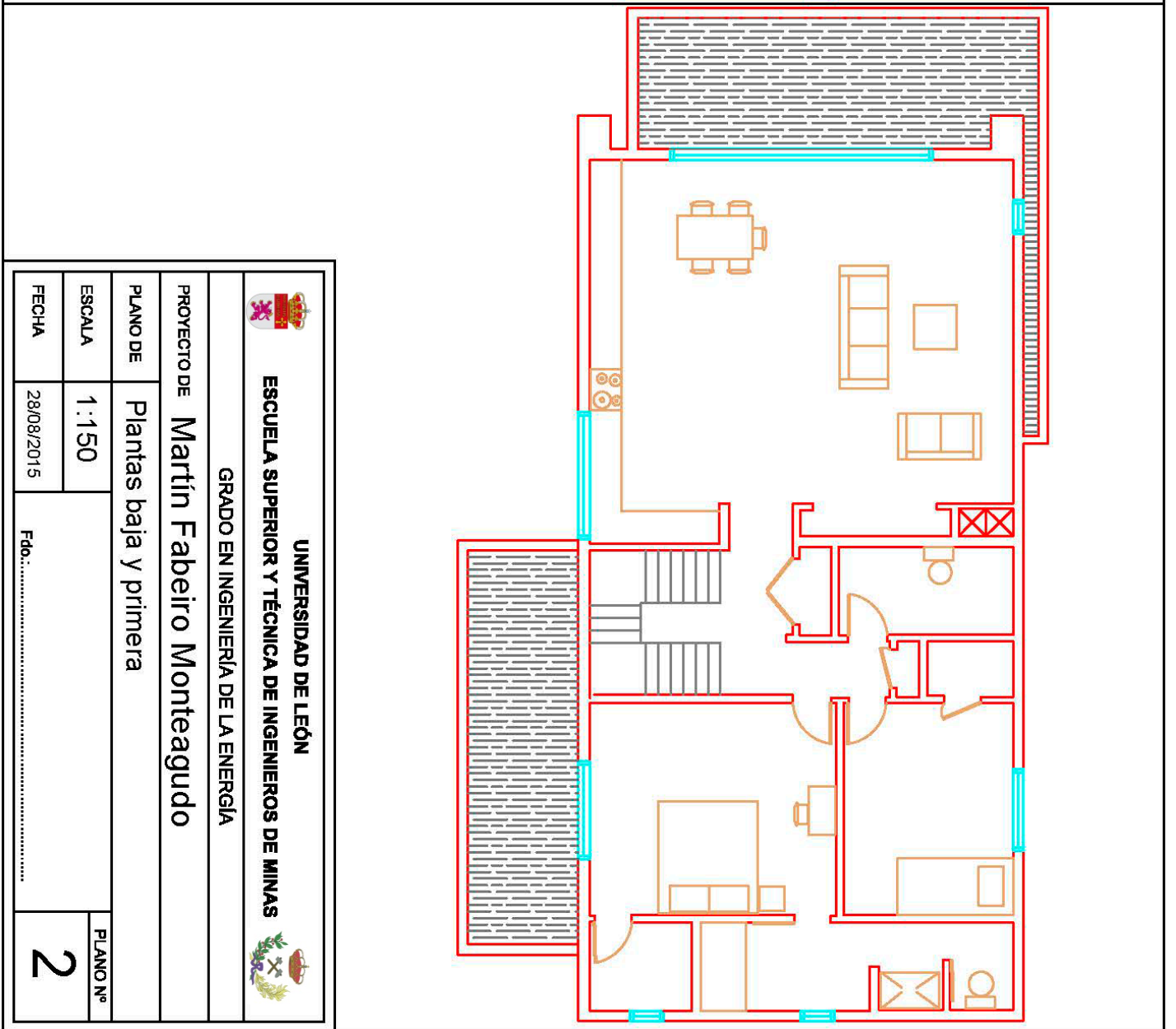
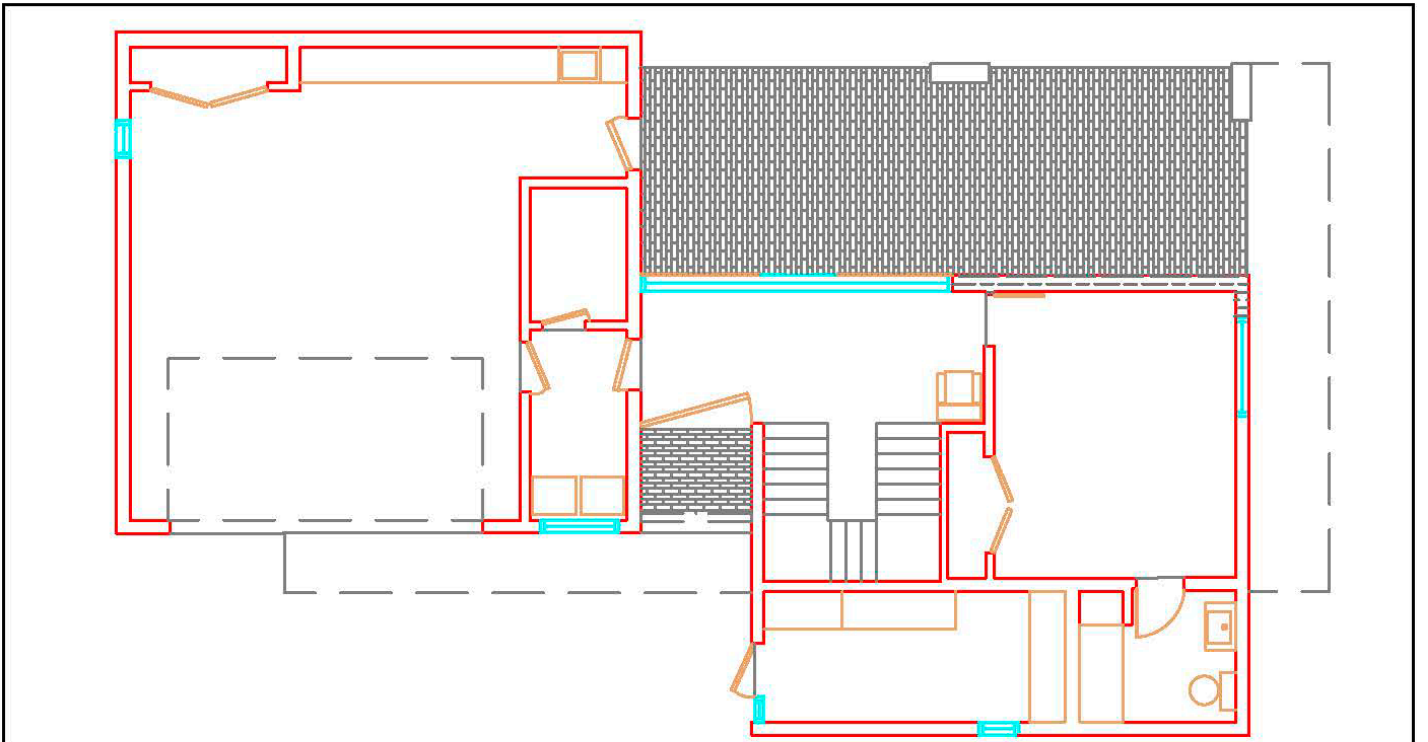
PLANOS

Indice

- 1 Ubicación
- 2 Plantas baja y primera
- 3 Tejado e instalación
- 4 Instalación con protecciones



UNIVERSIDAD DE LEÓN ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS	
GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA	
PROYECTO DE Martín Fabeiro Monteaquedo	
PLANO DE Ubicación	
ESCALA 1:5000	PLANO Nº 1
FECHA 28/08/2015	
Fdo.:	



UNIVERSIDAD DE LEÓN
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS



GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

PROYECTO DE **Martín Fabeiro Monteagudo**

PLANO DE Plantas baja y primera

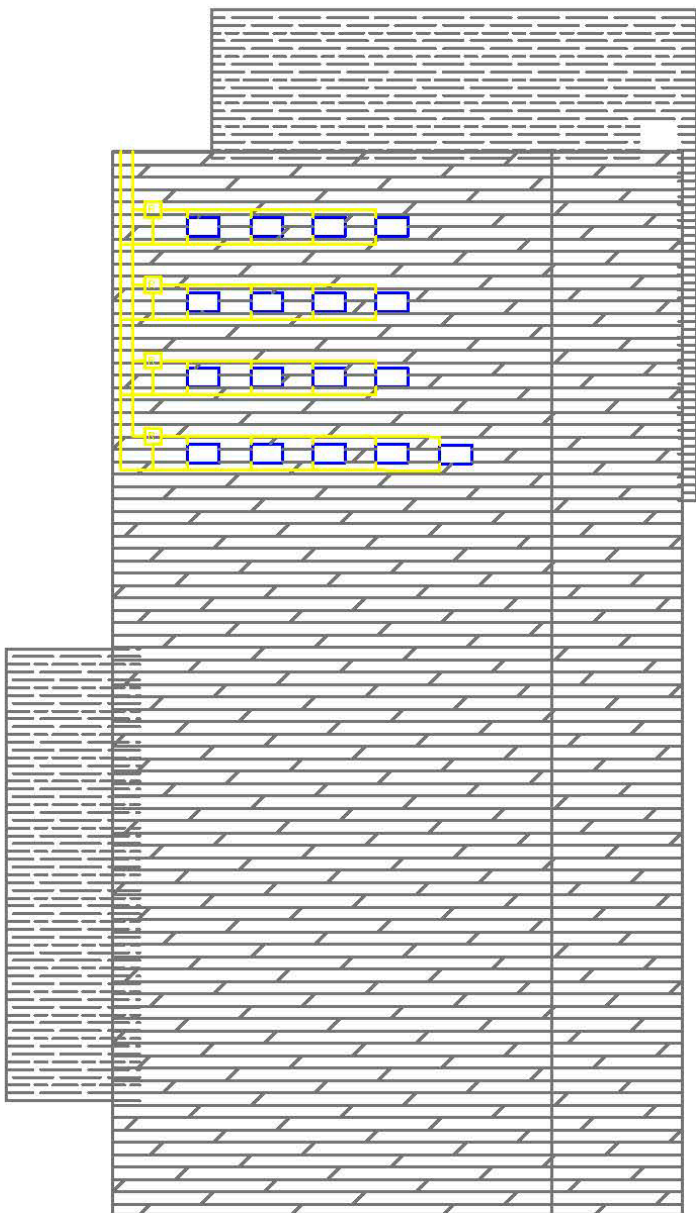
ESCALA 1:150

PLANO Nº

FECHA 28/08/2015

Fdo.:

2



UNIVERSIDAD DE LEÓN
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS



GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

PROYECTO DE **Martín Fabero Monteagudo**

PLANO DE **Tejado e instalación**

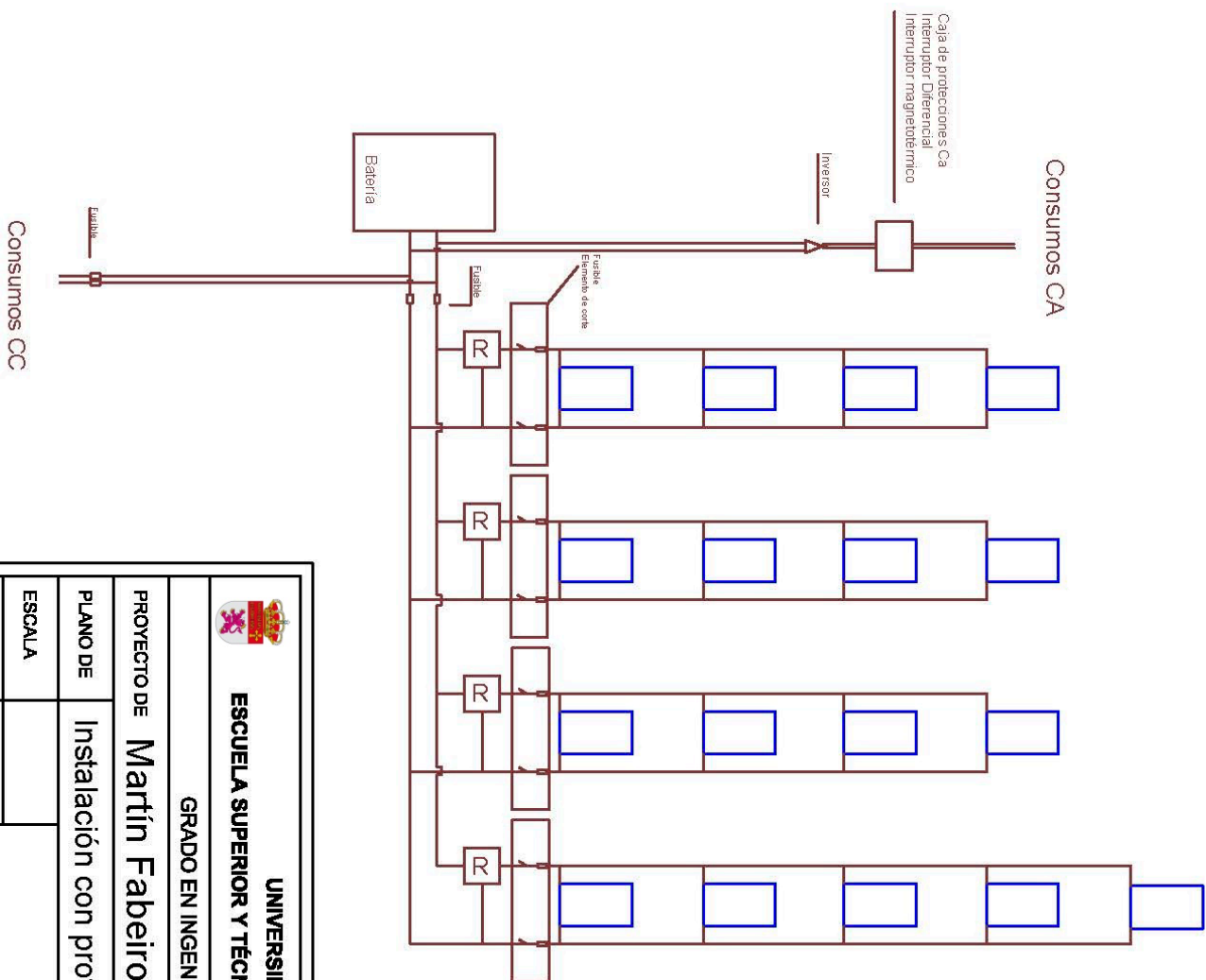
ESCALA **1:150**

PLANO Nº

FECHA **28/08/2015**

Fdo.:

3



UNIVERSIDAD DE LEÓN
ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS



GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

PROYECTO DE **Martín Fabeiro Monteagudo**

PLANO DE **Instalación con protecciones**

ESCALA

PLANO Nº

FECHA

28/08/2015

Fdo:.....

4

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Índice

Contenido

Índice.....	92
1 Condiciones de materiales y equipos.....	93
1.1 Generalidades	93
1.2 Sistemas generadores fotovoltaicos	93
1.3 Estructura de soporte	95
1.4 Inversores.....	96
1.5 Cableado.....	98
1.6 Conexión a red	98
1.7 Medidas.....	98
1.8 Protecciones.....	98
1.9 Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas	98
1.10 Armónicos y compatibilidades electromagnéticas	99
1.11 Medidas de seguridad.....	99

1 Condiciones de materiales y equipos

1.1 Generalidades

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

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

El funcionamiento de la instalación no provocará averías en la red, previéndose los elementos necesarios para evitar estas averías. Tampoco se producirán disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

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

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

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

1.2 Sistemas generadores fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos deberán incorporar el marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.

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

- UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- UNE-EN 61646: Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicaciones terrestres. Cualificación del diseño y aprobación de tipo.
- UNE-EN 62108. Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV). Cualificación del diseño y homologación.

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

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

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

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

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

- 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, si existen, serán de aluminio o 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 $\pm 3\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.
- Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.
- Será deseable una alta eficiencia de las células.
- La estructura del generador se conectará a tierra.
- Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

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

1.3 Estructura de soporte

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

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

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

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

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 estructura

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

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

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

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

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

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

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

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

1.4 Inversores

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

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

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

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

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

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

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

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

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

Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

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

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiación solar un 10% superior a las CEM. Además soportará picos de un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- El rendimiento de potencia del inversor (cociente entre la potencia activa de salida y la potencia activa de entrada), para una potencia de salida en corriente alterna igual al 50 % y al 100% de la potencia nominal, será como mínimo del 92% y del 94% respectivamente. El cálculo del rendimiento se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 6168: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- El autoconsumo de los equipos (pérdidas en “vacío”) en “stand-by” o modo nocturno deberá ser inferior al 2 % de su potencia nominal de salida.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

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

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

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

1.5 Cableado

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

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

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

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

1.6 Conexión a red

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

1.7 Medidas

Todas las instalaciones cumplirán con el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

1.8 Protecciones

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

En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 Hz y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

1.9 Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas

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

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

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

1.10 Armónicos y compatibilidades electromagnéticas

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

1.11 Medidas de seguridad

Las centrales fotovoltaicas, independientemente de la tensión a la que estén conectadas a la red, estarán equipadas con un sistema de protecciones que garantice su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia central, de manera que no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

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

Todas las centrales fotovoltaicas con una potencia mayor de 1 MW estarán dotadas de un sistema de teledesconexión y un sistema de telemedida. La función del sistema de teledesconexión es actuar sobre el elemento de conexión de la central eléctrica con la red de distribución para permitir la desconexión remota de la planta en los casos en que los requisitos de seguridad así lo recomienden. Los sistemas de teledesconexión y telemedida serán compatibles con la red de distribución a la que se conecta la central fotovoltaica, pudiendo utilizarse en baja tensión los sistemas de telegestión incluidos en los equipos de medida previstos por la legislación vigente.

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

PRESUPUESTO

ÍNDICE

Contenido

ÍNDICE	101
1 Materiales.....	102
2 Sumas parciales	104

2 Materiales

En este apartado se reflejan las diferentes cantidades de materiales o elementos a adquirir:

Capítulo 01		Materiales		
Código	Concepto	Cantidad	Unidad	Precio
E1-1	Elementos eléctricos	-	-	-
E1-2	Panel fotovoltaico Exiom Solution	17	Ud	302,50 €
Trescientos dos euros con 5 céntimos				
E1-3	Regulador solar Blue Charge	4	Ud	514,25 €
Quinientos catorce euros con veinticinco céntimos				
E1-4	Batería Ecosafe Energy	1	Ud	722,37 €
Setecientos veintidós euros con treinta y siete céntimos				
E1-5	Inversor Phoenix	1	Ud	2.476,80 €
Dos mil cuatrocientos setenta y seis euros con ochenta céntimos				
E1-6	Tubo Flexible PVC 25 mm	3	m	0,25 €
Cero euros con veinticinco céntimos				
E1-7	Tubo Flexible PVC 32 mm	10	m	0,38 €
Cero euros con treinta y ocho céntimos				
E1-8	Tubo Curvable PVC 80 mm	10	m	1,26 €
Un euro con veintiséis céntimos				
E1-9	Tubo Flexible PVC 20 mm	5	m	0,19 €
Cero euros con diez y nueve céntimos				
E1-10	Fusible NI 105-40N	1	Ud	37,28 €
Treinta y siete euros con veintiocho euros				
E1-11	Fusible NI 105-50N	1	Ud	37,28 €
Treinta y siete euros con veintiocho euros				
E1-12	Fusible NI 105- 157N	1	Ud	37,28 €

Treinta y siete euros con veintiocho euros			
E1-13	Magnetotérmico DE LS63 C-2P-20	1	Ud 7,11 €
Siete euros con once céntimos			
E1-14	Interruptor diferencial 5SM3 312-6	1	Ud 18,21 €
Dieciocho euros con veintiún céntimos			
E1-15	Protector sobretensiones	1	Ud 183,20 €
Ciento ochenta y tres euros con veinte céntimos			
E1-16	Fijaciones ZEBRA (II)	8	Ud 54,45 €
Cincuenta y cuatro euros con cuarenta y cinco céntimos			
E1-17	Fijaciones ZEBRA (I)	1	Ud 48,36 €
Cuarenta y ocho euros con treinta y seis céntimos			
E1-18	Partida para imprevistos	1	- 10%
Diez por ciento			
E1-19	Gastos generales	1	- 10%
Diez por ciento			
E1-20	Beneficios	1	- 6%
Seis por ciento			

3 Sumas parciales

Capítulo 01 Materiales					
Código	Concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Precio total
E1-1	Elementos eléctricos	-	-	-	-
E1-2	Panel fotovoltaico Exiom Solution	17	Ud	302,50 €	5.145,50 €
Cinco mil ciento cuarenta y cinco euros con cincuenta céntimos					
E1-3	Regulador solar Blue Charge	4	Ud	514,25 €	2.057 €
Dos mil cincuenta y siete euros					
E1-4	Batería Ecosafe Energy	1	Ud	722,37 €	722,37 €
Setecientos veintidós euros con treinta y siete céntimos					
E1-5	Inversor Phoenix	1	Ud	2.476,80 €	2.476,80 €
Dos mil cuatrocientos setenta y seis euros con ochenta céntimos					
E1-6	Tubo Flexible PVC 25 mm	3	m	0,25 €	0,75 €
Cero euros con setenta y cinco céntimos					
E1-7	Tubo Flexible PVC 32 mm	10	m	0,38 €	3,80 €
Tres euros con ochenta céntimos					
E1-8	Tubo Curvable PVC 80 mm	10	m	1,26 €	12,60 €
Doce euros con sesenta céntimos					
E1-9	Tubo Flexible PVC 20 mm	5	m	0,19 €	0,95 €
Cero euros con noventa y cinco céntimos					
E1-10	Fusible NI 105-40N	1	Ud	37,28 €	37,28 €
Treinta y siete euros con veintiocho euros					
E1-11	Fusible NI 105-50N	1	Ud	37,28 €	37,28 €
Treinta y siete euros con veintiocho euros					
E1-12	Fusible NI 105-157N	1	Ud	37,28 €	37,28 €
Treinta y siete euros con veintiocho euros					

E1-13	Magnetotérmico DE LS63 C-2P-20	1	Ud	7,11 €	7,11 €
Siete euros con once céntimos					
E1-14	Interruptor diferencial 5SM3 312-6	1	Ud	18,21 €	18,21 €
Dieciocho euros con veintiún céntimos					
E1-15	Protector sobretensiones	1	Ud	183,20 €	183,20 €
Ciento ochenta y tres euros con veinte céntimos					
E1-16	Fijaciones ZEBRA (II)	8	Ud	54,45 €	435,60 €
Cuatrocientos treinta y cinco euros con sesenta céntimos					
E1-17	Fijaciones ZEBRA (I)	1	Ud	48,36 €	48,36 €
Cuarenta y ocho euros con treinta y seis céntimos					
E1-18	Partida para imprevistos	1	-	10%	1.122,41 €
Mil ciento veintidós euros con cuarenta y un céntimos					
E1-19	Gastos generales	1	-	10%	1.122,41 €
Mil ciento veintidós euros con cuarenta y un céntimos					
Total materiales					13.468,91 €
Trece mil cuatrocientos sesenta y ocho euros con noventa y un céntimos					
E1-12	Beneficios	1	-	6%	808,14
Ochocientos ocho euros con catorce céntimos					
Total obra					14.277.05 €
Catorce mil doscientos setenta y siete euros con cinco céntimos					

ANEXO A: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Indice

Contenido

1	Introducción.....	110
1.1	Justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud	110
1.2	Objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud.....	110
1.3	Metodología de evaluación de riesgos	110
1.4	Valoración cuantitativa del riesgo.....	111
1.4.1	Probabilidad o frecuencia de ocación del riesgo	111
1.4.2	Severidad del riesgo.....	112
1.4.3	Valoración del riesgo	113
2	Identificación de la obra	114
2.1	Tipo de obra	114
2.2	Plazo de ejecución.....	114
2.3	Número de trabajadores.....	114
2.4	Ubicación de la obra e instalaciones cercanas.....	114
3	Fases de obra de objeto del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud	115
3.1	Instalaciones eléctricas y audiovisuales.....	115
3.1.1	Identificación y valoración de riesgos.....	115
3.1.2	Medidas preventivas.....	115
4	Trabajo anexos a las fases de obra	118
4.1	Circulación, accesos, pasillos y superficies de tránsito.....	118
4.1.1	Identificación de riesgos	118
4.1.2	Medidas preventivas.....	118
4.2	Manipulación de cargas	119
4.2.1	Características de la carga	119
4.2.2	Esfuerzo físico necesario.....	119
4.2.3	Características del medio de trabajo	119
4.2.4	Exigencias de la actividad	120
4.2.5	Factores de riesgo individuales.....	120
4.3	Trabajos en altura	120
4.3.1	Identificación de los riesgos.....	120
4.3.2	Medidas preventivas.....	120
5	Protecciones colectivas a utilizar	122

5.1	Señalización.....	122
5.1.1	Tipos de señales.....	122
5.1.2	Cintas de señalización.....	123
5.2	Iluminación.....	123
5.3	Barandillas de protección.....	124
5.3.1	Riesgos a evitar.....	124
5.3.2	Partes constitutivas de la barandilla.....	124
6	Medios auxiliares y herramientas a utilizar.....	126
6.1	Escaleras.....	126
6.1.1	Identificación de riesgos.....	126
6.1.2	Escaleras manuales.....	126
6.1.3	Escaleras de madera.....	127
6.1.4	Escaleras metálicas.....	127
6.1.5	Escaleras tijera.....	127
6.2	Equipos de protección individual.....	128
6.3	Andamios.....	128
6.3.1	Andamios colgados.....	128
6.3.2	Características.....	129
6.3.3	Normas preventivas generales.....	130
6.4	Vehículos pesados.....	131
6.4.1	Identificación de riesgos.....	131
6.4.2	Medidas preventivas.....	131
6.5	Herramientas utilizadas.....	131
6.5.1	Taladro portátil.....	131
6.5.2	Herramientas manuales.....	133
6.5.3	Alicates.....	134
6.5.4	Cuchillos.....	135
6.5.5	Destornilladores.....	136
6.5.6	Sierras.....	137
6.5.7	Tijeras.....	138
6.6	Actuación y asistencia sanitaria en caso de accidente.....	139
6.6.1	Medicina preventiva y primeros auxilios.....	139
6.6.2	Medidas de emergencia.....	140
6.6.3	Instrucciones de emergencia.....	143
6.7	Formación de los trabajadores.....	144

7	Legislación aplicable al presente Estudio Básico de Seguridad y Salud	145
7.1	Normas en el ámbito de la seguridad y salud	145
7.1.1	Protecciones personales	146
7.1.2	Manipulación de cargas	146
7.1.3	Manipulación de cargas con la grúa	147

4 Introducción

4.1 Justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud

El Real Decreto 1627/1.997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que son proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Por tanto, es necesario comprobar que se dan todos los siguientes supuestos:

- a) El Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) es inferior a 450.759,07 euros.
- b) La duración estimada de la obra no es superior a 30 días o no se emplea en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente. En este caso el plazo de ejecución previsto es de 5 días y el número de trabajadores será de 4 personas.
- c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo opr tal al suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, no sea superior a 500.
- d) Las obras no serán de túneles, galerías, conducciones subterráneas ni presas.

4.2 Objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud

Conforma se especifica en el apartado 2 del Artículo 6 del R.D. 1627/1.997, el Estudio Básico deberá precisar:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier 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 del Real Decreto.)
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsible trabajos posteriores.

4.3 Metodología de evaluación de riesgos

El procedimiento de Evaluación de Riesgos (EVR) empleado en el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se basa en la visita a los diferentes puestos de trabajo de la empresa en la presente obra y en la observación de las operaciones de trabajo que se llevan a cabo. Se ha tomado como base metodológica las soluciones propuestas en los siguientes documentos:

“Evaluación de Riesgos Laborales” (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, junio de 1996).

“Directrices para la Evaluación de Riesgos en el Lugar de Trabajo” (Dirección General Vª. Empleo, Relaciones Laborales y Asuntos Sociales, Comisión Europea, 1996).

Las observaciones efectuadas permiten identificar aquellas posibles situaciones de peligro que pueden afectar a los operarios o a las instalaciones donde se desarrolla la actividad.

Posteriormente se asocia cada una de las situaciones de peligro identificadas a una posible forma de accidente que puede sufrir el operario.

A continuación se procede a la valoración cuantitativa de las consecuencias que pueden derivarse, o lo que es lo mismo, a la evaluación de riesgo.

4.4 Valoración cuantitativa del riesgo

La evaluación del riesgo se obtiene asociando a cada una de las situaciones de peligro detectadas una probabilidad de que se produzca el accidente y una magnitud del posible daño causado.

Para la probabilidad de ocurrencia se han fijado tres niveles posibles: bajo, medio, alto. La severidad del daño ocasionado (consecuencias) también se divide en tres niveles: leve, media, grave.

La valoración final del riesgo es asociado a una anomalía/observación detectada viene representada por el producto de la severidad del daño y la probabilidad de que ocurra el hecho.

4.4.1 Probabilidad o frecuencia de ocasión del riesgo

Según los criterios siguientes, se rellena la columna de probabilidad de la tabla, para cada riesgo identificado.

- BAJA:

- El factor de riesgo puede provocar un daño únicamente en circunstancias ocasionales o desafortunadas.

- No se han dado casos o se han dado sólo cuando se han verificado extrañas circunstancias.

- No existe ninguna correlación entre la actividad laboral y el factor de riesgo.

- Existe una correlación entre la actividad laboral y la disminución del número de accidentes y/o enfermedades profesionales dentro de un periodo significativo (tres, cinco años).

- MEDIA:

- El factor de riesgo puede provocar un daño, aunque no sea de forma directa o automática.

- Se han identificado casos que por su tipología han provocado daños.

-La actividad laboral comporta la necesidad de utilización de herramientas de trabajo en marcha.

- Existe una correlación entre la actividad y/o el factor de riesgo y la irregularidad del desarrollo de accidentes y/o de enfermedades profesionales durante un período significativo (tres, cinco años).

- ALTA:

- Se han registrado daños para los distintos tipos considerados (incidentes, averías, accidentes, enfermedades profesionales).

- La actividad laboral requiere una organización particular del trabajo porque presenta interferencias, superposiciones, incompatibilidad de operaciones, etc.

- Existe una correlación entre la actividad y/o factor de riesgo y el número de incidentes y/o enfermedades profesionales dentro de un período significativo (tres, cinco años).

- Se han identificado situaciones de riesgo potenciales de daños graves.

4.4.2 Severidad del riesgo

Según los siguientes criterios se rellena la columna Severidad de la tabla para cada riesgo identificado.

- LEVE:

- Debido a la naturaleza del riesgo podría producirse una inhabilitación temporal con una baja por accidente de trabajo y/o enfermedad inferior o igual a 3 días.

- Debido a la naturaleza del riesgo podría producirse en la propia actividad una tipología de incidente, durante una fase de la misma que podría causar daños leves a personas y/o cosas.

- Se encuentran presentes agentes biológicos del grupo 1, sustancias y/o preparados tóxicos por ingestión, nocivos por inhalación y/o contacto con la piel o irritantes.

- MEDIA:

- Debido a la naturaleza del riesgo podría producirse una inhabilitación temporal con una baja por accidente y/o enfermedad entre 3 y 30 días.

- Debido a la naturaleza del riesgo podría producirse en la propia actividad una tipología de incidente, durante una fase de la misma, que podría causar daños moderados personas y/o cosas y/u ocasionar contaminación del ambiente.

- Se encuentran presentes agentes biológicos del grupo 2, sustancias y/o preparados tóxicos por ingestión, inhalación y/o contacto con la piel, inflamables o comburentes.

- GRAVE:

- Debido a la naturaleza del riesgo podría producirse una inhabilitación temporal con una baja por accidente y/o enfermedad superior a 30 días.
- Debido a la naturaleza del riesgo podrían producirse efectos irreversibles (muerte, pérdida de miembros y/o de capacidades funcionales, o enfermedades profesionales).
- Se encuentran presentes agentes biológicos de los grupos 3 y/o 4, sustancias y/o preparados cancerígenos muy tóxicos por ingestión, inhalación y/o contacto con la piel, altamente inflamables, explosivos.

4.4.3 Valoración del riesgo

La valoración del riesgo se efectúa mediante el producto de los valores correspondientes de probabilidad y severidad, como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 1.1.- Valoración del riesgo

		SEVERIDAD		
		LEVE	MEDIA	GRAVE
PROBABILIDAD	BAJA	Riesgo trivial	Riesgo tolerable	Riesgo moderado
	MEDIA	Riesgo tolerable	Riesgo moderado	Riesgo importante
	ALTA	Riesgo moderado	Riesgo importante	Riesgo intolerable

5 Identificación de la obra

5.1 Tipo de obra

La obra objeto de este EBSS, consiste en la ejecución de la fase de obra para desarrollar la actividad de:

INSTALACIÓN HÍBRIDA EÓLICO-SOLAR.

5.2 Plazo de ejecución

El plazo de ejecución de la fase de obra contratada se estima en 5 días.

5.3 Número de trabajadores

Durante la ejecución de las obras se estima la presencia de unos 4 trabajadores aproximadamente, además de la dirección facultativa de nuestra empresa, que efectuará visitas periódicas de inspección y control.

5.4 Ubicación de la obra e instalaciones cercanas

La obra estará ubicada en Esteiro, en el ayuntamiento de Muros, A Coruña, con coordenadas:

Longitud: 42° 47' 25" Norte

Latitud: 8° 59' 04" Oeste

El centro de salud más cercano está en dirección Muros, A Coruña, por la carretera AC-550, a 8 kilómetros de distancia de la obra. Sus coordenadas son:

Longitud: 42° 47' 19,9" Norte

Latitud: 9° 04' 06" Oeste

El complejo hospitalario más cercano es el Hospital Clínico Universitario de Santiago de Compostela, a 48 kilómetros de distancia de la obra. Sus coordenadas son:

Longitud: 42° 52' 12,5" Norte

Latitud: 8° 33' 50,4" Oeste

Durante la ejecución de las obras existirán a disposición de todos los trabajadores, fácilmente localizables y visibles, botiquines de primeros auxilios.

Toda esta información estará en conocimiento de todo el personal y trabajadores que tengan contacto con la obra.

6 Fases de obra de objeto del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud

6.1 Instalaciones eléctricas y audiovisuales

6.1.1 Identificación y valoración de riesgos

Tabla 3.1.- Riesgos en instalaciones eléctricas y audiovisuales

Riesgos	Probabilidad	Severidad	Evaluación del Riesgo
1.-Caidas de personas a distinto nivel.	ALTA	GRAVE	INTOLERABLE
4.-Caida de objetos por manipulación.	BAJA	LEVE	TRIVIAL
5.-Caida de objetos.	MEDIA	MEDIA	MODERADO
9.-Golpes con objetos o herramientas.	MEDIA	LEVE	TOLERABLE
10.-Proyección de fragmentos o partículas.	ALTA	LEVE	TOLERABLE
13.-Sobreesfuerzos.	MEDIA	MEDIA	MODERADO
15.-Contactos térmicos.	BAJA	MEDIA	TOLERABLE
16.-Contactos eléctricos.	ALTA	GRAVE	IMPORTANTE
26.-O. R.: manipulación de materiales abrasivos.	ALTA	LEVE	MODERADO
28.-Enfermedades causadas por agentes físicos.	MEDIA	MEDIA	MODERADO

6.1.2 Medidas preventivas

Puesta a punto de la obra para realizar esta actividad:

Dados los trabajos que se desarrollan en la actividad debe de asegurarse que ya están construidas las instalaciones de Higiene y Bienestar definitivas para la ejecución del resto de la obra.

Se seguirán las siguientes medidas preventivas:

- El tendido de las mangueras de suministro eléctrico de las máquinas herramientas se realizará junto a paramentos verticales o de forma que no coincida con zonas de paso y/o acopio de materiales.
- La iluminación mediante portátiles se realizará utilizando portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de 'protección de bombilla alimentada a 24 voltios.
- Las herramientas eléctricas deben ser revisadas por un especialista al menos una vez cada seis meses, aunque no existan anomalías visibles.
- En zonas peatonales, el tendido de líneas aéreas provisionales se realizará de forma aérea preferentemente, con altura mínima de 2 metros.
- El tendido de suministro eléctrico provisional se realizará suficientemente alejado del suministro de agua.
- Se evitará hacer masa en la instalación durante las operaciones de soldadura eléctrica para evitar el riesgo de contactos eléctricos indirectos.
- Comprobar toma de tierra de maquinaria utilizada y sistema de protección de doble aislamiento en herramienta eléctrica portátil. Caso de utilizar máquina-

herramienta no protegidas con doble aislamiento en zonas húmedas se deberá utilizar un transformador de seguridad que reduzca la tensión a 24 V.

- En la realización de entronques aéreo - subterráneos se deberá prestar atención a la ejecución de la operación, que debe incluir los siguientes pasos: Apertura con corte visible de los circuitos o instalaciones solicitadas, Enclavamiento, Verificación de la ausencia de tensión y Puesta a tierra y en cortocircuito.
- Guardar distancias de seguridad respecto a líneas eléctricas aéreas de 3 metros para media tensión y 5 metros para alta tensión.
- Serán de obligado cumplimiento, según indicaciones del Coordinador de Seguridad y Salud y de la Dirección Facultativa, las "Prescripciones de seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas" redactadas por la Comisión Técnica Permanente de la Asociación de Medicina y Seguridad en el trabajo UNESA para la Industria Eléctrica (AMYS).

6.1.2.1 *Proceso*

El personal encargado del montaje de la instalación debe conocer los riesgos específicos y el empleo de los medios auxiliares necesarios para realizarlos con la mayor seguridad posible.

Para evitar el riesgo de caída al mismo nivel se deberá mantener el tajo limpio y ordenado.

Para evitar el riesgo de caída a distinto nivel se respetarán las barandillas de seguridad ya instaladas en las actividades anteriores (balconeras, cornisas, etc.).

En la manipulación de materiales deberán considerarse posiciones ergonómicas para evitar golpes heridas y erosiones.

Los operarios que realicen el transporte del material deberán usar casco de seguridad, guantes de cuero y lona (tipo americano), mono de trabajo y botas de cuero de seguridad.

En la fase de obra de apertura y cierre de rozas se esmerará el orden y la limpieza del tajo, para evitar el riesgo de tropiezos.

La iluminación mínima en las zonas de trabajo debe ser de 100 lux, medidos a una altura sobre el pavimento de dos metros.

La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla; alimentados a 24 Voltios.

Las escaleras de mano a utilizar, serán de tipo tijera, dotados con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos de caída a distinto nivel debido a trabajos realizados sobre superficies inseguras.

Las pruebas de funcionamiento de la instalación, serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.

Antes de hacer entrar en carga la instalación, se hará una revisión en profundidad de la misma.

6.1.2.2 Medios auxiliares previstos

En este apartado consideraremos los elementos auxiliares que se utilizará para realizar los trabajos de esta actividad:

- Escaleras de mano
- Plataforma elevadora
- Andamios móviles
- Andamios tubulares

6.1.2.3 Equipos de protección individual

- Cascos de seguridad.
- Guantes de cuero y lona (tipo americano).
- Guantes aislantes, en caso de que se precise. Botas de seguridad.
- Botas aislantes.
- Botas de cuero con polainas.
- Mono de trabajo.
- Arnés de seguridad anticaída, si lo precisaran.
- Protección de ojos y cara.
- Banqueta aislante y/o alfombrilla aislante.
- Pértiga aislante.
- Gafas antiimpactos (al realizar rozas).
- Protección de los oídos (al realizar rozas).
- Mascarilla con filtro mecánico antipolvo (al realizar rozas).
- Pantalla con cristal inactivo, si lo precisaran.
- Mandil de cuero.

Los Equipos de Protección individual cumplirán en todo momento los requisitos establecidos por el R.D. 773/1997, del 30 de mayo y las correspondientes Normas UNE.

7 Trabajo anexos a las fases de obra

7.1 Circulación, accesos, pasillos y superficies de tránsito

7.1.1 Identificación de riesgos

- Caída de personas al mismo nivel (por suelos irregulares, obstáculos, superficies con sustancias resbaladizas, etc.)
- Pisadas sobre objetos (punzantes, cortantes, etc.)
- Golpes contra objetos inmóviles (palets, cajas, etc. fuera de su área de almacenamiento.)
- Caída de personas a diferente nivel.
- Posibilidad de atropello de vehículos

7.1.2 Medidas preventivas

Se estará a lo indicado en el artículo 11 A del Anexo IV del R.D. 1627/97 de 24/10/97 respecto a vías de circulación y zonas peligrosas.

En ambos casos los pasos deben ser de superficies regulares, bien compactados y nivelados, si fuese necesario realizar pendientes se recomienda que estas no superen un 11% de desnivel. Todas estas vías estarán debidamente señalizadas y periódicamente se procederá a su control y mantenimiento. Si existieran zonas de acceso limitado deberán estar equipadas con dispositivos que eviten el paso de los trabajadores no autorizados.

El paso de vehículos en el sentido de entrada se señalizará con limitación de velocidad a 10 ó 20 km/h y ceda el paso. Se obligará la detención con una señal de STOP en lugar visible del acceso en sentido de salida.

En las zonas donde se prevé que puedan producirse caídas de personas o vehículos deberán ser balizadas y protegidas convenientemente.

Las maniobras de camiones y/u hormigonera deberán ser dirigidas por un operario competente, y deberán colocarse topes para las operaciones de aproximación y vaciado.

El grado de iluminación natural será suficiente y en caso de luz artificial (durante la noche o cuando no sea suficiente la luz natural) la intensidad será la adecuada.

En su caso se utilizarán portátiles con protección antichoques. Las luminarias estarán colocadas de manera que no supongan riesgo de accidentes para los trabajadores (art. 9).

Si los trabajadores estuvieran especialmente a riesgos en caso de avería eléctrica, se dispondrá iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

El suelo será regular, uniforme y estará limpio y exento de sustancias resbaladizas (aceites y otras sustancias que puedan producir caídas al mismo nivel). Cuando el suelo esté mojado, después de ser fregado, se colocará un cartel indicativo de riesgo de caída al mismo nivel debido a superficie mojada.

Las aberturas en el suelo y pasos elevados estarán protegidas (mediante barandillas fijas o extraíbles, u otras soluciones que proporcionen suficientes garantías de seguridad).

Las zonas de paso estarán delimitadas mediante señalización en el suelo en el caso de que se combinen la circulación de peatones, vehículos y almacenamiento de mercancías.

Las zonas de paso estarán libres de obstáculos para evitar golpes, tropiezos y garantizarán la visibilidad para evitar posibles atropellos. Los pasillos peatonales tendrán una anchura de 1,2 m para los principales y 1 m para los secundarios.

Las zonas de paso junto a instalaciones peligrosas estarán debidamente protegidas con cerramientos, balizamientos, etc. que impidan el libre acceso de personal no autorizado.

7.2 Manipulación de cargas

En la aplicación de lo dispuesto en el anexo del R.D. 487/97 se tendrán en cuenta, en su caso, los métodos o criterios a que se refiere el apartado 3 del artículo 5 del R.D. 39/1997, e 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

7.2.1 Características de la carga

La manipulación manual de una carga puede presentar un riesgo, en particular dorsolumbar, en los casos siguientes:

- Cuando la carga es demasiado pesada o demasiado grande. Cuando es voluminosa difícil de sujetar.
- Cuando está en equilibrio inestable o su contenido corre el riesgo de desplazarse.
- Cuando está colocada de tal modo que debe sostenerse o manipularse a distancia del tronco o con torsión o inclinación del mismo.
- Cuando la carga, debido a su aspecto exterior o a su consistencia, puede ocasionar lesiones al trabajador, en particular en caso de golpe.

7.2.2 Esfuerzo físico necesario

Un esfuerzo físico puede entrañar un riesgo, en particular dorsolumbar, en los casos siguientes:

- Cuando es demasiado importante.
- Cuando no puede realizarse más que por un movimiento de torsión o de flexión del tronco.
- Cuando puede acarrear un movimiento brusco de la carga.
- Cuando se realiza mientras el cuerpo está en posición inestable.
- Cuando se trate de alzar o descender la carga con necesidad de modificar el agarre.

7.2.3 Características del medio de trabajo

Las características del medio de trabajo pueden aumentar el riesgo, en particular dorsolumbar en los casos siguientes:

- Cuando el espacio libre, especialmente vertical, resulta insuficiente para el ejercicio de la actividad de que se trate.
- Cuando el suelo es irregular y, por tanto, puede dar lugar a tropiezos o bien es resbaladizo para el calzado que lleve el trabajador.
- Cuando la situación o el medio de trabajo no permite al trabajador la manipulación manual de cargas a una altura segura y en una postura correcta.
- Cuando el suelo o el plano de trabajo presentan desniveles que implican la manipulación de la carga en niveles diferentes.
- Cuando el suelo o el punto de apoyo son inestables.
- Cuando la temperatura, humedad o circulación del aire son inadecuadas.
- Cuando la iluminación no sea adecuada. Cuando exista exposición a vibraciones.

7.2.4 Exigencias de la actividad

La actividad puede entrañar riesgo, en particular dorsolumbar, cuando implique una o varias de las exigencias siguientes:

- Esfuerzos físicos demasiado frecuentes o prolongados en los que intervenga en particular la columna vertebral.
- Período insuficiente de reposo fisiológico o de recuperación.
- Distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte.
- Ritmo impuesto por un proceso que el trabajador no pueda modular.

7.2.5 Factores de riesgo individuales

Constituyen factores individuales de riesgo:

- La falta de aptitud física para realizar las tareas en cuestión.
- La inadecuación de las ropas, el calzado u otros efectos personales que lleve el trabajador.
- La insuficiencia o inadaptación de los conocimientos o de la formación.
- La existencia previa de patología dorsolumbar.

7.3 Trabajos en altura

7.3.1 Identificación de los riesgos

Caídas de personas a diferente nivel.

7.3.2 Medidas preventivas

En las operaciones con riesgo de caída en altura los operarios disponen de equipos de protección individual adecuado, el equipo está debidamente certificado.

Los operarios conocen el uso correcto del equipo de protección individual contra caídas de altura.

Los operarios realizan revisiones, siempre, antes de su uso.

Se realizan revisiones periódicas de los equipos de protección individual anticaídas, por lo menos una vez al año, por el fabricante o personal competente.

Después de una caída no se vuelve a utilizar el equipo hasta que el fabricante o técnico competente lo ha revisado y validado.

El equipo de protección anticaídas consta de un arnés, absorbedor de energía, elemento de amarre (cuerda, cable, etc.) y conectores (gancho o mosquetón).

Los usuarios conocen el uso correcto del absorbedor de energía.

Todos los componentes están debidamente certificados según la actual normativa sobre equipos de protección individual.

La longitud del elemento de amarre nunca excede de 2 metros.

Siempre se sujeta el equipo de protección individual a un punto de anclaje seguro.

Las instrucciones de uso del fabricante, respecto del absorbedor de energía, han de especificar toda la información pertinente sobre:

Las características requeridas para un punto de anclaje seguro y la distancia libre mínima necesaria bajo el usuario que es la suma de la distancia de parada y una distancia suplementaria de 2,5 metros. Esta última abarca el alargamiento del arnés anticaídas y el espacio libre bajo los pies del usuario después de la parada.

La forma correcta de conectar el absorbedor de energía a un punto de anclaje seguro, a un arnés anticaídas y a otros componentes de un sistema anticaída.

8 Protecciones colectivas a utilizar

8.1 Señalización

El Real Decreto 485/1997, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el trabajo, indica que deberá utilizarse una señalización de seguridad y salud a fin de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

8.1.1 Tipos de señales

Los diferentes tipos de señales son:

Tabla 5.1.- Tipos de señales

Señales de advertencia	
Forma	Triangular
Color de fondo	Amarillo
Color de contraste	Negro
Color de símbolo	Negro
Señales de prohibición	
Forma	Redonda
Color de fondo	Blanco
Color de contraste	Rojo
Color de símbolo	Negro
Señales de obligación	
Forma	Redonda
Color de fondo	Azul
Color de símbolo	Blanco
Señales de salvamento o socorro	
Forma	Rectangular
Color de fondo	Verde
Color de símbolo	Blanco
Señales de equipos contra incendio	

Forma	Rectangular
Color de fondo	Rojo
Color de símbolo	Blanco

8.1.2 Cintas de señalización

En caso de señalar obstáculos, zonas de caída de objetos, caída de personas a distinto nivel, choques, golpes, etc., se señalará con los antes dichos paneles o bien se delimitará la zona de exposición al riesgo con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinadas 45°.

8.2 Iluminación

Según el Anexo IV del R.D. 486/97 de 14 de abril, sobre Iluminación de los lugares de trabajo se establecen los niveles mínimos de iluminación:

Tabla 5.2.- Nivel mínimo de iluminación

Zonas del lugar de trabajo	Nivel min (lux)
Baja exigencia visual	100
Exigencia visual moderada	200
Exigencia visual alta	500
Exigencia visual muy alta	1000
Áreas o locales de uso ocasional	25
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando concurren las siguientes circunstancias:

- En áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choque u otros accidentes.
- En las zonas donde se efectúen tareas, y un error de apreciación visual durante la realización de las mismas, pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros.

Los accesorios de iluminación exterior serán estancos a la humedad.

Portátiles manuales de alumbrado eléctrico: 24 voltios.

Prohibición total de utilizar iluminación de llama.

8.3 Barandillas de protección

Se utilizarán como cerramiento provisional de huecos verticales y perimetrales de plataformas de trabajo, susceptibles de permitir la caída de personas u objetos desde una altura superior a 2 m; estarán constituidas por balaustre, rodapié de 20 cm aproximados de altura, travesaño intermedio y pasamanos superior, de 90 cm. de altura, sólidamente anclados todos sus elementos entre sí y serán lo suficientemente resistentes.

Debido a la intensidad de su uso en las distintas fases de obra detallamos a continuación sus distintas tipologías, riesgos y medidas preventivas.

8.3.1 Riesgos a evitar

Caída de personal a distinto nivel.

Caídas de objetos desde una plataforma de trabajo.

8.3.2 Partes constitutivas de la barandilla

- Barandilla: es la barra superior, sin asperezas, destinada a poder proporcionar sujeción utilizando la mano. El material será madera o hierro situado a 90 cm del suelo y su resistencia será la mencionada de 150 Kg por metro lineal.
- Barra horizontal o listón intermedio: es el elemento situado entre el plinto y la barandilla, asegurando una protección suplementaria tendente a evitar que pase el cuerpo de una persona.
- Plinto o rodapié: es un elemento apoyado sobre el suelo que impide la caída de objetos. Estará formado por un elemento plano y resistente (una tabla de madera puede ser utilizada) de una altura entre los 15 y 30 cm. El rodapié no solamente sirve para impedir que el pie de las personas que resbalen pase por debajo de la barandilla y listón intermedio, sino también para evitar permanentemente la caída de materiales y herramientas. Esta faceta de su cometido hay que tenerla presente en su diseño pues es muy importante.
- Montante: es el elemento vertical que permite el anclaje del conjunto guardacuerpo al borde de la abertura a proteger. En él se fijan la barandilla, el listón intermedio y el plinto.
- Todos los elementos fijados al montante irán sujetos de forma rígida por la parte interior de los mismos.

8.3.2.1 Tipos de montantes

- Montante incorporable al forjado. Básicamente consiste en introducir en el hormigón del forjado, cuando se está hormigonando, un cartucho en el cual se

introducirá luego el montante soporte de la barandilla. Este cartucho podrá ser de cualquier material, ya que su única misión es servir de encofrado para dejar un agujero en el hormigón para introducir el montante. El cartucho se deberá tapar mientras no se coloque el montante, para que no se tapone de suciedad. Las dimensiones de dicho agujero serán ligeramente mayores que el montante para que se pueda introducir fácilmente y, si existe mucha holgura, una vez introducido se afianzará con cunas.

- Montante de tipo puntal. El montante es un puntal metálico, en el cual no se pueden clavar las maderas de la barandilla. Si la barandilla es metálica y se ata al puntal con alambres o cuerdas, existe el peligro de deslizamiento, con lo que perdería todo su efecto de protección.
- Montantes tipo "sargento". El montante es de tubo cuadrado y se sujeta en forma de pinza al forjado. La anchura de esta pinza es graduable, de acuerdo con el espesor del forjado. En el mismo van colgados unos soportes donde se apoyan los diferentes elementos de la barandilla.

9 Medios auxiliares y herramientas a utilizar

9.1 Escaleras

9.1.1 Identificación de riesgos

Caídas al mismo o distinto nivel.

Caídas al vacío.

Deslizamiento por apoyo incorrecto.

Vuelco lateral por apoyo irregular.

Rotura por defectos ocultos o mal estado de los elementos.

Los derivados por usos inadecuados.

9.1.2 Escaleras manuales

Se prohíbe la utilización de escaleras de mano para salvar alturas superiores a 5 metros.

Las escaleras de mano, estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad.

Las escaleras de mano estarán firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso.

Las escaleras de mano, se instalarán de tal forma, que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior, $1/4$ de la longitud del larguero entre apoyos. El ascenso y descenso a través de escaleras de mano, cuando salven alturas superior a 2 m., se realizará dotado de arnés de seguridad amarrado a un cable de seguridad paralelo por el que circulará libremente un mecanismo paracaídas.

Se prohíbe transportar pesos sobre las escaleras de mano.

Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano, sobre lugares u objetos poco firmes.

El acceso de operarios por las escaleras de mano, se realizará de uno en uno. Se inspeccionarán previamente los puntos de apoyo y amarre.

Cuando sean de madera, los peldaños serán ensamblados y los largueros serán de una sola pieza.

En cualquier caso dispondrán de zapatas antideslizantes en su extremo inferior y estarán fijadas con garras o ataduras en su extremo superior para evitar deslizamientos.

La base de las escaleras de mano no se apoyará en ladrillos, bovedillas, cajas, etc. o sobre lugares u objetos poco resistentes o poco estables que puedan reducir su estabilidad.

Está prohibido el empalme de dos escaleras, a no ser que se utilicen dispositivos especialmente preparados para ello.

Las escaleras de mano no podrán salvar más de 5 m., a menos que estén reforzados en su centro, quedando prohibido el uso de escaleras de mano para alturas superiores a 7 m.

Para cualquier trabajo en escaleras a más de 2 metros sobre el nivel del suelo, es obligatorio el uso de arnés de seguridad sujeto a un punto sólidamente fijado.

Las escaleras de mano sobrepasarán 1 metro el punto de apoyo superior.

El ascenso y descenso por escaleras de mano se hará de frente a las mismas.

No se utilizarán simultáneamente por dos trabajadores.

No se utilizarán transportando ningún tipo de carga.

9.1.3 Escaleras de madera

Las escaleras de madera a utilizar, tendrán los largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos.

Los peldaños de madera estarán ensamblados.

Las escaleras de madera estarán protegidas por barnices transparentes y nunca con pintura.

9.1.4 Escaleras metálicas

Los largueros serán de una sola pieza, sin deformaciones o abolladuras que mermen su seguridad.

Las escaleras metálicas estarán pintadas con pintura antioxidación.

El empalme de escaleras metálicas se realizará mediante la instalación de los dispositivos industriales fabricados para tal fin.

9.1.5 Escaleras tijera

Botas de goma o de P.V.C., con puntera reforzada y plantillas anti-objetos punzantes o cortantes.

Son de aplicación las condiciones enunciadas en los apartados anteriores.

Las escaleras de tijera estarán dotadas en su articulación superior, de topes de seguridad de apertura y hacia la mitad de su altura, de cadenilla de limitación de apertura máxima.

Las escaleras de tijera no se utilizarán nunca a modo de borriquetas.

Las escaleras de tijera no se utilizarán, si la posición necesaria sobre ellas para realizar un determinado trabajo obliga a ubicar los pies en los 3 últimos peldaños.

Las escaleras de tijera o dobles, de peldaños, estarán provistas de cuerdas o cadenas que impidan su abertura al ser utilizadas y topes en su extremo superior.

9.2 Equipos de protección individual

- Ropa de trabajo.
- Casco de polietileno.
- Botas de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Cinturón de seguridad tipo arnés (para alcanzar alturas de más de 2 m).

9.3 Andamios

9.3.1 Andamios colgados

9.3.1.1 Identificación de riesgos

Caída a distinto nivel.

Desplome del andamio y/o de su carga.

Contacto con energía eléctrica.

Caída de objetos.

Atrapamientos.

Los inherentes al propio trabajo a ejecutar sobre el andamio.

9.3.1.2 Medidas preventivas

- Anclaje de pescantes

Suplementar mediante pletinas transversales los taladros del forjado, atornillándolas a la cara inferior del mismo de modo que la sollicitación de esfuerzos a las colas del pescante se reparta al menos en dos puntos resistentes del forjado-nervios-viguetas.

Los ganchos instalados en elemento resistente del forjado serán de acero tratado y no quebradizo, además de galvanizado.

La separación entre pescantes no deberá exceder de 3 m.

- Sustentación de pescantes por contrapeso

Queda expresamente prohibido en la Ordenanza de la Construcción, Vidrio y Cerámica. No obstante y en caso de ser imprescindible su empleo, sólo se autorizará por orden escrita de la Dirección Técnica de la obra y bajo su responsabilidad.

- Mecanismos de elevación

Estarán provistos de sistema de descenso autofrenante y dispositivo de parada.

Los movimientos de ascenso y descenso deberán ejecutarse con los andamios libres de materiales y cargas y con el mínimo indispensable de trabajadores.

Se revisarán al comienzo de la jornada el estado de las liras, cables, carracas, etc.

La prueba de carga del andamio se realizará próxima al suelo, el gancho de cuelgue del cable al pescante o gancho del forjado debe tener pestillo de seguridad.

Se deben instalar ruedas en la plataforma del andamio para impedir enganches en las operaciones de ascenso y descenso.

9.3.2 Características

9.3.2.1 Longitud y superficie

No debe exceder de 8 m.

Las andamiadas estarán unidas y articuladas por un cierre de seguridad. La longitud de la plataforma por unidad no debe exceder de 3 m.

Se prohibirán pasarelas de tablonés entre barquillas de andamios colgados.

La plataforma se suspenderá de un mínimo de dos trócolas (mecanismos de elevación).

La anchura mínima de la plataforma será de 0,60 m. y debidamente arriostrada y atada.

El izado y descenso de las andamiadas se realizarán simultáneamente evitando la inclinación de las mismas.

No se sobrecargarán de materiales las plataformas.

9.3.2.2 Barandillas

Barandilla 0,90 m. listón intermedio y rodapié en su parte posterior, laterales y en su parte delantera.

9.3.2.3 Acceso a la plataforma

Las plataformas se amarrarán a elementos resistentes del edificio con el fin de impedir cualquier movimiento oscilatorio del andamio.

El sistema de sujeción se realizará mediante tope o latiguillo o mediante puntal.

9.3.3 Normas preventivas generales

Los andamios colgados serán instalados por personal conocedor del sistema correcto de montaje del modelo que se va a utilizar.

A su recepción en obra se revisarán los elementos componentes de los andamios colgados.

Los taladros de los forjados que atraviesen la bovedilla, serán suplementados mediante pletinas instaladas atornilladas a la cara inferior del forjado de tal forma, que transfieran las solicitaciones a las dos viguetas (o nervios) contiguos más próximos.

La separación entre la cara delantera de la andamiada y el paramento vertical en el que se trabaja, no será superior a 40 cm. en prevención de caídas de personas, durante los trabajos en posición vertical.

Se prohíben las "pasarelas de tablones" entre guindolas de andamios colgados. Se utilizarán siempre "módulos normalizados".

Las guindolas de andamios colgados siempre se suspenderán de un mínimo de dos "trócolas" o "carracas". Se prohíbe, el cuelgue de una lateral y el apoyo del opuesto en, bidones, escalones, pilas de material y asimilables.

El izado o descenso de andamiadas se realizará accionando todos los medios de elevación al unísono, utilizando para ello a todo el personal necesario en prevención del riesgo de caídas por tropiezo o resbalón al caminar por superficies inclinadas.

El izado o descenso de una guindola de andamio colgado por medio de una sola persona, se ejecutará accionando alternativamente los mecanismos de ascenso o descenso procurando mantenerla lo más nivelada posible.

Se colgarán de los "puntos fuertes" dispuestos en la estructura, tantos cables de seguridad (líneas de vida) como operarios deban permanecer en las andamiadas. A estos cables de seguridad, se anclará el fiador corredero del arnés de seguridad en prevención de caídas de personas al vacío.

La carga en las andamiadas permanecerá siempre uniformemente repartida en prevención de basculamientos por sobrecargas indeseables.

Se establecerán una serie de pies derechos a los que se amarrará la cuerda de banderolas de señalización, en torno a las zonas con riesgo de caídas de objetos bajo los andamios colgados.

Se revisarán los cables de sustentación de los andamios colgados. Todos aquellos que tengan el 5% de hilos rotos, serán marcados para su sustitución inmediata.

El andamio dispondrá de doble cable de seguridad según lo dispuesto en el RD 1215/97.

Se prohíbe la anulación de cualquier dispositivo de seguridad de los andamios colgados.

9.4 Vehículos pesados

9.4.1 Identificación de riesgos

Atropellos

Golpe o impacto con la maquinaria del vehículo (grúas, palas...)

Atrapamientos

Accidentes

9.4.2 Medidas preventivas

Utilización de señales sonoras y luminosas a la hora de utilizar la maquinaria.

Utilización del cinturón de seguridad.

Despejar la zona de trabajo tanto de medios materiales como humanos.

9.5 Herramientas utilizadas

9.5.1 Taladro portátil

9.5.1.1 Identificación de riesgos

Proyección de fragmentos o partículas.

Rotura de la broca.

Contacto indirecto con energía eléctrica.

Golpes contra objetos.

9.5.1.2 Medidas preventivas

El personal dedicado al uso de la taladradora portátil, será conocedor del manejo correcto de la herramienta, para evitar los accidentes por pericia.

Debe comprobarse que el aparato no carezca de alguna de las piezas de su carcasa de protección, en caso de deficiencia no debe utilizarse hasta que esté completamente restituido.

Antes de su utilización debe comprobarse el buen estado del cable y de la clavija de conexión, en caso de observar alguna deficiencia debe devolverse la máquina para que sea reparada.

Los cables eléctricos se revisarán periódicamente, serán rechazados los que tengan el aislamiento deteriorado.

En los locales húmedos se usarán elementos aislantes, (guantes, banquetas).

La desconexión nunca se hará mediante tirón brusco.

Deben evitarse los recalentamientos del motor y las brocas.

Se desconectará la herramienta para cambiar de útil y se comprobará que está parada.

No debe intentarse realizar taladros inclinados, puede fracturar la broca y producir lesiones.

La broca estará bien apretada. Quitar la llave de aprieto.

No se deberá dejar la herramienta hasta que se encuentre totalmente parada.

No intente agrandar el orificio oscilando alrededor de la broca, puede fracturarse la broca y producir serias lesiones.

No intente realizar un taladro en una sola maniobra. Primero marque el punto a taladrar con un puntero, segundo aplique la broca y emboquille.

La conexión y el suministro eléctrico a los taladros portátiles se realizarán mediante manguera antihumedad a partir del cuadro de planta, dotado de las correspondientes protecciones.

Se prohíbe expresamente depositar en el suelo o dejar abandonado conectado a la red eléctrica el taladro portátil.

9.5.2 Herramientas manuales

9.5.2.1 Identificación de riesgos

Golpes y cortes en manos ocasionados por las propias herramientas durante el trabajo normal con las mismas.

Lesiones oculares por partículas provenientes de los objetos que se trabajan y/o de la propia herramienta.

Golpes en diferentes partes del cuerpo por despido de la propia herramienta o del material trabajado.

Esguinces por sobreesfuerzos o gestos violentos.

Riesgo a terceros por caída de herramientas desde altura.

9.5.2.2 Causas principales

Abuso de herramientas para efectuar cualquier tipo de operación.

Uso de herramientas inadecuadas, defectuosas, de mala calidad o mal diseñadas.

Uso de herramientas de forma incorrecta. Herramientas abandonadas en lugares peligrosos. Herramientas transportadas de forma peligrosa. Herramientas mal conservadas.

Durante trabajos en altura, con riesgo de caída de herramientas encima de otros operarios o transeúntes, no se ha tenido en cuenta su fijación (a mano, a cuerpo, a estructura, etc.)

9.5.2.3 Medidas preventivas

Las medidas preventivas se pueden dividir en cuatro grupos que empiezan en la fase de diseño de la herramienta, las prácticas de seguridad asociadas a su uso, las medidas preventivas específicas para cada herramienta en particular y finalmente la implantación de un adecuado programa de seguridad que gestione la herramienta en su adquisición, utilización, mantenimiento y control, almacenamiento y eliminación.

Prácticas de seguridad

El empleo inadecuado de herramientas de mano son origen de una cantidad importante de lesiones partiendo de la base de que se supone que todo el mundo sabe cómo utilizar las herramientas manuales más corrientes.

A nivel general se pueden resumir en seis las prácticas de seguridad asociadas al buen uso de las herramientas de mano:

- Selección de la herramienta correcta para el trabajo a realizar.
- Mantenimiento de las herramientas en buen estado.
- Uso correcto de las herramientas.
- Evitar un entorno que dificulte su uso correcto.
- Guardar las herramientas en lugar seguro.
- Asignación personalizada de las herramientas siempre que sea posible.

9.5.3 Alicates

9.5.3.1 Deficiencias típicas

Quijadas melladas o desgastadas.

Pinzas desgastadas.

Utilización para apretar o aflojar tuercas o tornillos.

Utilización para cortar materiales más duros del que compone las quijadas.

Golpear con los laterales.

Utilizar como martillo la parte plana.

9.5.3.2 Medidas preventivas

Los alicates de corte lateral deben llevar una defensa sobre el filo de corte para evitar las lesiones producidas por el desprendimiento de los extremos cortos de alambre.

Quijadas sin desgastes o melladas y mangos en buen estado. Tornillo o pasador en buen estado.

Herramienta sin grasas o aceites.

Los alicates no deben utilizarse en lugar de las llaves, ya que sus mordazas son flexibles y frecuentemente resbalan. Además tienden a redondear los ángulos de las cabezas de los pernos y tuercas, dejando marcas de las mordazas sobre las superficies.

No utilizar para cortar materiales más duros que las quijadas. Utilizar exclusivamente para sujetar, doblar o cortar.

No colocar los dedos entre los mangos.

No golpear piezas u objetos con los alicates.
Mantenimiento.

Engrasar periódicamente el pasador de la articulación.

9.5.4 Cuchillos

9.5.4.1 Deficiencias típicas

Hoja mellada.

Corte en dirección hacia el cuerpo.

Mango deteriorado.

Colocar la mano en situación desprotegida.

Falta de guarda para la mano o guarda inadecuada.

No utilizar funda protectora.

Empleo como destornillador o palanca.

9.5.4.2 Medidas preventivas

Hoja sin defectos, bien afilada y punta redondeada. Mangos en perfecto estado y guardas en los extremos. Aro para el dedo en el mango.

Utilizar el cuchillo de forma que el recorrido de corte se realice en dirección contraria al cuerpo.

Utilizar sólo la fuerza manual para cortar absteniéndose de utilizar los pies para obtener fuerza suplementaria.

No dejar los cuchillos debajo de papel de deshecho, trapos etc. o entre otras herramientas en cajones o cajas de trabajo.

Extremar las precauciones al cortar objetos en pedazos cada vez más pequeños.

No deben utilizarse como abrelatas, destornilladores o pinchos para hielo. Las mesas de trabajo deben ser lisas y no tener astillas.

Siempre que sea posible se utilizarán bastidores, soportes o plantillas específicas con el fin de que el operario no esté de pie demasiado cerca de la pieza a trabajar.

Los cuchillos no deben limpiarse con el delantal u otra prenda, sino con una toalla o trapo, manteniendo el filo de corte girado hacia afuera de la mano que lo limpia.

Uso del cuchillo adecuado en función del tipo de corte a realizar.

Utilizar portacuchillos de material duro para el transporte, siendo recomendable el aluminio por su fácil limpieza. El portacuchillos debería ser desabatible para facilitar su limpieza y tener un tornillo dotado con palomilla de apriete para ajustar el cierre al tamaño de los cuchillos guardados.

Guardar los cuchillos protegidos.

Mantener distancias apropiadas entre los operarios que utilizan cuchillos simultáneamente.

Utilizar guantes de malla metálica homologados, delantales metálicos de malla o cuero y gafas de seguridad homologadas.

9.5.5 Destornilladores

9.5.5.1 Deficiencias típicas

Mango deteriorado, astillado o roto.

Uso como escoplo, palanca o punzón.

Punta o caña doblada.

Punta roma o malformada.

Trabajar manteniendo el destornillador en una mano y la pieza en otra.

Uso de destornillador de tamaño inadecuado.

9.5.5.2 Medidas preventivas

Mango en buen estado y amoldado a la mano con o superficies laterales prismáticas o con surcos o nervaduras para transmitir el esfuerzo de torsión de la muñeca.

El destornillador ha de ser del tamaño adecuado al del tornillo a manipular. Porción final de la hoja con flancos paralelos sin acuñamientos.

Desechar destornilladores con el mango roto, hoja doblada o la punta rota o retorcida pues ello puede hacer que se salga de la ranura originando lesiones en manos.

Espesor, anchura y forma ajustados a la cabeza del tornillo. Utilizar sólo para apretar o aflojar tornillos.

No utilizar en lugar de punzones, cuñas, palancas o similares. Siempre que sea posible utilizar destornilladores de estrella.

La punta del destornillador debe tener los lados paralelos y afilados.

No debe sujetarse con las manos la pieza a trabajar sobre todo si es pequeña. En su lugar debe utilizarse un banco o superficie plana o sujetarla con un tornillo de banco.

Emplear siempre que sea posible sistemas mecánicos de atornillado o desatornillado.

9.5.6 Sierras

9.5.6.1 Deficiencias típicas

Triscado impropio.

Mango poco resistente o astillado.

Uso de la sierra de tronzar para cortar al hilo.

Inadecuada para el material.

Inicio del corte con golpe hacia arriba.

9.5.6.2 Medidas preventivas

Las sierras deben tener afilados los dientes con la misma inclinación para evitar flexiones alternativas y estar bien ajustados.

Mangos bien fijados y en perfecto estado.

Antes de serrar fijar firmemente la pieza a serrar.

Utilizar una sierra para cada trabajo con la hoja tensada (no excesivamente).

Utilizar sierras de acero al tungsteno endurecido o semiflexible para metales blandos o semiduros con el siguiente número de dientes:

- Hierro fundido, acero blando y latón: 14 dientes cada 25 cm.
- Acero estructural y para herramientas: 18 dientes cada 25 cm.
- Tubos de bronce o hierro, conductores metálicos: 24 dientes cada 25 cm.
- Chapas, flejes, tubos de pared delgada, láminas: 32 dientes cada 25 cm.

Utilizar hojas de aleación endurecido del tipo alta velocidad para materiales duros y especiales con el siguiente número de dientes:

- Aceros duros y templados: 14 dientes cada 25 cm.
- Aceros especiales y aleados: 24 dientes cada 25 cm.
- Aceros rápidos e inoxidable: 32 dientes cada 25 cm.

Instalar la hoja en la sierra teniendo en cuenta que los dientes deben estar alineados hacia la parte opuesta del mango.

Utilizar la sierra cogiendo el mango con la mano derecha quedando el dedo pulgar en la parte superior del mismo y la mano izquierda el extremo opuesto del arco. El corte se realiza dando a ambas manos un movimiento de vaivén y aplicando presión contra la pieza cuando la sierra es desplazada hacia el frente dejando de presionar cuando se retrocede.

Cuando el material a cortar sea muy duro, antes de iniciar se recomienda hacer una ranura con una lima para guiar el corte y evitar así movimientos indeseables al iniciar el corte.

Serrar tubos o barras girando la pieza.

9.5.7 Tijeras

9.5.7.1 Deficiencias típicas

Mango de dimensiones inadecuadas.

Hoja mellada o poco afilada.

Tornillos de unión aflojados.

Utilizar para cortar alambres u hojas de metal tijeras no aptas para ello.

Cortar formas curvas con tijera de corte recto.

Uso sin guantes de protección.

9.5.7.2 Medidas preventivas

Las tijeras de cortar chapa tendrán unos topes de protección de los dedos.

Engrasar el tornillo de giro periódicamente.

Mantener la tuerca bien atrapada.

Utilizar sólo la fuerza manual para cortar absteniéndose de utilizar los pies para obtener fuerza suplementaria.

Realizar los cortes en dirección contraria al cuerpo. Utilizar tijeras sólo para cortar metales blandos.

Las tijeras deben ser lo suficientemente resistentes como para que el operario sólo necesite una mano y pueda emplear la otra para separar los bordes del material cortado.

El material debe estar bien sujeto antes de efectuar el último corte, para evitar que los bordes cortados no presionen contra las manos.

Cuando se corten piezas de chapa largas se debe cortar por el lado izquierdo de la hoja y empujarse hacia abajo los extremos de las aristas vivas próximos a la mano que sujeta las tijeras.

No utilizar tijeras con las hojas melladas.

No utilizar las tijeras como martillo o destornillador.

Si se es diestro se debe cortar de forma que la parte cortada desechable quede a la derecha de las tijeras y a la inversa si se es zurdo.

Si las tijeras disponen de sistema de bloqueo, accionarlo cuando no se utilicen.

Utilizar guantes de cuero o lona gruesa homologados. Utilizar gafas de seguridad homologadas.

9.6 Actuación y asistencia sanitaria en caso de accidente

9.6.1 Medicina preventiva y primeros auxilios

El traslado de los posibles accidentados en la obra, se realizará en ambulancia o en vehículo particular, y se llevará a cabo a través de vías lo más rápidas posibles, al objeto de que la duración del trayecto desde la obra al Centro de atención, en condiciones normales de tráfico, no exceda de diez o quince minutos.

Se dispondrá en la obra y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados, para servicio de urgencias, ambulancias, taxis, etc., al objeto de garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros respectivos.

También debe contarse con la existencia, en la proximidad de la obra, de clínicas privadas.

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, pasará un reconocimiento médico previo al trabajo. El reconocimiento comprenderá un estudio médico detenido, incluyendo los protocolos que dictamine el Servicio de Vigilancia de la Salud.

En la caseta de vestuarios o de obra, existirá un BOTIQUIN fijo, señalado en el exterior mediante cartel de amplia visibilidad. El material del botiquín se revisará mensualmente y se repondrá inmediatamente el material usado. El contenido del mismo, como mínimo, será el siguiente:

- Agua oxigenada
- Alcohol de 96 grados
- Tintura de yodo
- Mercurocromo o cristalmina
- Amoníaco
- Gasa estéril
- Algodón hidrófilo estéril
- Esparadrapo antialérgico
- Torniquetes antihemorrágicos
- Bolsa para agua o hielo
- Guantes esterilizados
- Termómetro clínico
- Apósitos
- Adhesivo

9.6.2 Medidas de emergencia

El presente apartado se desarrolla con el fin de coordinar las acciones a realizar, en caso de emergencia, por parte del personal de la obra.

Estas acciones están destinadas a conseguir auxilio inmediato, o en su caso, a una evacuación rápida y ordenada del personal, con el fin de minimizar las posibles consecuencias de un siniestro.

El objetivo es redactar unas instrucciones que sean fácilmente comprensibles por todos; se trata de ordenar una serie de actuaciones simples y concretas que contribuyan a una realización práctica y efectiva de las mismas. En concreto, cada persona debe saber que es lo que tiene que hacer, cuando lo tiene que hacer y como lo debe de hacer.

Estos artículos se irán reponiendo periódicamente.

9.6.2.1 Vías de evacuación

Se deben prever salidas de emergencia, teniendo en cuenta las diferentes fases constructivas:

Durante los trabajos de estructura, albañilería, instalaciones y acabados, se utilizará como vía de evacuación la escalera o escaleras generales de acceso a las diferentes plantas de la obra.

9.6.2.2 Tipos de emergencias contempladas

- Accidentes laborales

Accidentes producidos en obra, como son:

Caída de personas a distinto nivel.

Caída de personas al mismo nivel.

Pisadas sobre objetos.

Choques y golpes contra objetos y maquinaria.

Proyección de fragmentos o partículas.

Atrapamientos o aplastamientos.

Cortes en las manos.

Tropezos y torceduras.

Electrocución.

Quemaduras.

- Incendios y explosiones

Producidos por:

Cortocircuitos y calentamientos en la instalación eléctrica.

Proyecciones de gotas metálicas fundidas, chispas, cigarrillos, etc., sobre inflamables.

Explosiones por la utilización de gases inflamables (soldadura, butano, etc.).

Descuido de hogueras utilizadas por los operarios para calentarse.

- Derrumbes

Producidos por:

Realización inadecuada de los encofrados, armados, hormigonados, apuntalamientos y fraguados.

Cálculo incorrecto de la estructura.

Falta de estudio adecuado del terreno.

9.6.2.2.1 Medidas preventivas

Se aplicarán las siguientes MEDIDAS PREVENTIVAS para que no sea preciso aplicar las instrucciones de emergencia.

- Accidentes laborales:

Las medidas preventivas que deben ser aplicadas para evitar los accidentes laborales figuran en los diferentes capítulos de este Plan de Seguridad y Salud.

- Incendios y explosiones:

Para evitar cortocircuitos y calentamientos que pueden producir la inflamación del cuadro o cuadros eléctricos, se ha de realizar una instalación en buenas condiciones, y un mantenimiento adecuado y profesional del mismo.

Los operarios tienen la responsabilidad de utilizarlo adecuadamente, evitando la manipulación y la variación de las protecciones.

Siempre que se realicen trabajos que produzcan chispas o fuentes de calor, se retirará y/o limpiará todo elemento inflamable (serrín, grasas, disolventes, etc.).

Los productos inflamables estarán almacenados en lugar fresco y alejado de las fuentes de calor. En presencia de los mismos, por almacenamiento o uso, se prohíbe fumar.

En trabajos con soplete y soldadura, se comprobará igualmente que el área está libre de productos inflamables o explosivos.

Las botellas de gases se colocarán de pié, a la sombra, sujetas mediante una cadena. Si se han de transportar se hará mediante carros. Estas botellas cumplirán las normas de seguridad establecidas.

Se adecuará cuanto antes un espacio aclimatado para los operarios, donde puedan descansar y comer, para evitar las hogueras.

- Derrumbes:

En el estudio de seguridad y salud quedan reflejadas las condiciones técnicas y constructivas adecuadas para que no se produzcan derrumbes.

Se controlará la calidad del sistema constructivo y de los materiales de construcción.

9.6.3 Instrucciones de emergencia

9.6.3.1 Principios básicos

1. Las vías de acceso y evacuación de la obra deben estar operativas, limpias y con las protecciones colectivas (barandillas, pasarelas, etc.) en óptimas condiciones.
2. Se cumplirán las normas de recogidas en el Estudio Básico de Seguridad y Salud relativas al uso de los Equipos de Protección Individual.
3. Se tratará de evitar y prevenir, antes de que se produzca una situación de emergencia.

9.6.3.2 Accidentes laborales

Si el accidentado no puede moverse por sí solo, o pierde el conocimiento, jamás le moveremos. Llamaremos inmediatamente a la ambulancia y ellos lo trasladarán de forma profesional.

En caso de accidente por contacto eléctrico, separaremos al accidentado por medio de un elemento aislante, como por ejemplo, un tablón. Otro compañero mientras tanto cortará el suministro eléctrico.

9.6.3.3 Incendios y explosiones

Si el incendio se encuentra en forma de conato y puede ser controlado de forma sencilla y rápida, se procederá a su extinción por la persona más próxima al mismo, siempre que disponga de la formación práctica adecuada. Se comunicará a la Dirección Facultativa y Coordinador de Seguridad y Salud el incidente y se dará por finalizado el mismo.

En caso de incendio eléctrico, cable, cuadro, maquinaria: ¡¡¡Cuidado con el agua!!! Se utilizará únicamente extintores de CO₂, ya que el agua conduce la electricidad.

Una persona apagará el suministro de energía eléctrica a la zona de incendio, siempre que no suponga un riesgo.

Si el incendio adquiere grandes dimensiones o produce columnas de humo tóxico, se procederá a la evacuación ordenada de la obra, por las vías adecuadas para ello.

El punto de reunión exterior será donde permanecerán todos los trabajadores, hasta recibir nuevas instrucciones. Dicho punto será en exterior del recinto de la obra, en una zona segura.

A la llegada de los bomberos, se les informará detalladamente sobre los datos que se les pueda facilitar.

9.6.3.4 Derrumbes

En caso de percibir crujidos, vibraciones, desplazamientos, etc., se abandonará inmediatamente el lugar de trabajo, utilizando las vías de evacuación establecidas.

9.7 Formación de los trabajadores

El artículo 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95 de 8 de Noviembre) exige que el empresario, en cumplimiento del deber de protección, deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, a la contratación, y cuando ocurran cambios en los equipos, tecnologías o funciones que desempeñe.

Tal formación estará centrada específicamente en su puesto o función y deberá adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos. Incluso deberá repetirse si se considera necesario.

La formación referenciada deberá impartirse, siempre que sea posible, dentro de la jornada de trabajo, o en su defecto, en otras horas pero con descuento en aquella del tiempo invertido en la misma. Puede impartirla la empresa con sus medios propios o con otros concertados, pero su coste nunca recaerá en los trabajadores.

Si se trata de personas que van a desarrollar en la Empresa funciones preventivas de los niveles básico, intermedio o superior, el R.D. 39/97 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención indica, en sus Anexos III al VI, los contenidos mínimos de los programas formativos a los que habrá de referirse la formación en materia preventiva.

10 Legislación aplicable al presente Estudio Básico de Seguridad y Salud

10.1 Normas en el ámbito de la seguridad y salud

Han de tenerse en cuenta, sigue el R.D., la tipología y características de los materiales y elementos que hayan de usarse, determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos. Tal es lo que se manifiesta en el Proyecto de Obra al que acompaña el Estudio de Seguridad y Salud.

Sobre la base de lo establecido en el estudio, y teniendo en cuenta que el mismo no detalla el proceso constructivo de la fase de obra mencionada ni su identificación de riesgos, se elabora este Estudio Básico de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el que se analizan, estudian, desarrollan y complementan las previsiones contenidas en el mismo, en función de su propio sistema de ejecución de la obra o realización de las instalaciones a que se refiere este Proyecto. Entre otros aspectos, en esta actividad se deberá haber ponderado la posibilidad de adoptar alguna de las siguientes alternativas:

Tender a la normalización y repetitividad de los trabajos, para racionalizarlo y hacerlo más seguro, amortizable y reducir adaptaciones artesanales y manipulaciones perfectamente prescindibles en obra.

Se procurará proyectar con tendencia a la supresión de operaciones y trabajos que puedan realizarse en taller, eliminando de esta forma la exposición de los trabajadores a riesgos innecesarios.

El comienzo de los trabajos, sólo deberá acometerse cuando se disponga de todos los elementos necesarios para proceder a su asentamiento y delimitación definida de las zonas de influencia durante las maniobras, suministro de materiales así como el radio de actuación de los equipos en condiciones de seguridad para las personas y los restantes equipos.

Se establecerá un planning para el avance de los trabajos, así como la retirada y acopio de la totalidad de los materiales empleados, en situación de espera.

Ante la presencia de líneas de alta tensión tanto la grúa como el resto de la maquinaria que se utilice durante la ejecución de los trabajos guardarán la distancia de seguridad de acuerdo con lo indicado en el presente estudio.

Se revisará todo lo concerniente a la instalación eléctrica comprobando su adecuación a la potencia requerida y el estado de conservación en el que se encuentra.

Será debidamente cercada la zona en la cual pueda haber peligro de caída de materiales, y no se haya podido apantallar adecuadamente la previsible parábola de caída del material.

Como se indica en el art. 8 del R.D. 1627/97 de 24 de Octubre, los principios generales de prevención en materia de seguridad y salud que recoge el art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, deberán ser tomados en consideración por el proyectista en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto de obra y en particular al tomar las decisiones constructivas, técnicas y de organización con el fin de planificar los diferentes trabajos y al estimar la duración prevista de los mismos. El Coordinador en materia de seguridad y salud en fase de proyecto será el que coordine estas cuestiones.

Se efectuará un estudio de acondicionamiento de las zonas de trabajo, para prever la colocación de plataformas, torretas, zonas de paso y formas de acceso, y poderlos utilizar de forma conveniente.

Se dispondrá en obra, para proporcionar en cada caso, el equipo indispensable y necesario, prendas de protección individual tales como cascos, gafas, guantes, botas de seguridad homologadas, impermeables y otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer y evacuar a los operarios que puedan accidentarse.

El personal habrá sido instruido sobre la utilización correcta de los equipos individuales de protección, necesarios para la realización de su trabajo. En los riesgos puntuales y esporádicos de caída de altura, se utilizará obligatoriamente el cinturón de seguridad ante la imposibilidad de disponer de la adecuada protección colectiva u observarse vacíos al respecto a la integración de la seguridad en el proyecto de ejecución.

10.1.1 Protecciones personales

Cuando los trabajos requieran la utilización de prendas de protección personal, éstas llevarán el sello -CE- y serán adecuadas al riesgo que tratan de paliar, ajustándose en todo a lo establecido en el R.D. 773/97 de 30 de Mayo.

En caso de que un trabajador tenga que realizar un trabajo esporádico en alturas superiores a 2 m y no pueda ser protegido mediante protecciones colectivas adecuadas, deberá ir provisto de cinturón de seguridad homologado según (de sujeción o anti caídas según proceda), en vigencia de utilización (no caducada), con puntos de anclaje no improvisados, sino previstos en proyecto y en la planificación de los trabajos, debiendo acreditar previamente que ha recibido la formación suficiente por parte de sus mandos jerárquicos, para ser utilizado restrictivamente, pero con criterio.

10.1.2 Manipulación de cargas

Para el levantamiento de una carga es obligatorio lo siguiente:

Asentar los pies firmemente manteniendo entre ellos una distancia similar a la anchura de los hombros, acercándose lo más posible a la carga.

Flexionar las rodillas, manteniendo la espalda erguida.

Agarrar el objeto firmemente con ambas manos si es posible.

El esfuerzo de levantar el peso lo deben realizar los músculos de las piernas.

Durante el transporte, la carga debe permanecer lo más cerca posible del cuerpo, debiendo evitarse los giros de la cintura.

Para el manejo de cargas largas por una sola persona se actuará según los siguientes criterios preventivos:

Llevará la carga inclinada por uno de sus extremos, hasta la altura del hombro.

Avanzará desplazando las manos a lo largo del objeto, hasta llegar al centro de gravedad de la carga.

Se colocará la carga en equilibrio sobre el hombro.

Durante el transporte, mantendrá la carga en posición inclinada, con el extremo delantero levantado.

Es obligatoria la inspección visual del objeto pesado a levantar para eliminar aristas afiladas.

Es obligatorio el empleo de un código de señales cuando se ha de levantar un objeto entre varios, para aportar el esfuerzo al mismo tiempo. Puede ser cualquier sistema a condición de que sea conocido o convenido por el equipo.

10.1.3 Manipulación de cargas con la grúa

En todas aquellas operaciones que conlleven el empleo de aparatos elevadores, es recomendable la adopción de las siguientes normas generales:

Señalar de forma visible la carga máxima que pueda elevarse mediante el aparato elevador utilizado.

Acoplar adecuados pestillos de seguridad a los ganchos de suspensión de los aparatos elevadores.

Emplear para la elevación de materiales recipientes adecuados que los contengan, o se sujeten las cargas de forma que se imposibilite el desprendimiento parcial o total de las mismas.

Las eslingas llevarán placa de identificación donde constará la carga máxima para la cual están recomendadas.

De utilizar cadenas estas serán de hierro forjado con un factor de seguridad no inferior a 5 de la carga nominal máxima. Estarán libres de nudos y se enrollarán en tambores o polichas adecuadas.

Para la elevación y transporte de piezas de gran longitud se emplearán vigas de reparto de cargas, de forma que permita esparcir la luz entre apoyos, garantizando de esta forma la horizontalidad y estabilidad.