



UNIVERSIDAD
DE LA CORUÑA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

GRADO EN TECNOLOGÍAS MARINAS

MANTENIMIENTO E INSTALACIONES

TRABAJO FIN DE GRADO

TFG/GTM/M-02-17

QUE LLEVA POR TÍTULO

“INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA PARA VIVIENDA RURAL”

DEFENDIDO ANTE TRIBUNAL EN LA SESIÓN DE

JUNIO-2017

ESTEFANIA SANCHEZ FERRADAL

DIRECTOR: Ángel Martín Costa Rial



UNIVERSIDAD
DE LA CORUÑA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

TRABAJO FIN DE GRADO

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

GRADO EN TECNOLOGÍAS MARINAS

MANTENIMIENTO E INSTALACIONES

631G02411 - TRABAJO FIN DE GRADO

D. ANGEL MARTIN COSTA RIAL, en calidad de Director principal, autorizo al alumno D. ESTEFANIA SANCHEZ FERRADAL, con DNI nº 34271766-H a la presentación del presente Trabajo de Fin de Grado titulado:

“INSTALACION FOTVOLTAICA PARA VIVIENDA RURAL”

DEFENDIDO ANTE TRIBUNAL EN LA SESIÓN DE

JUNIO-2017

Fdo. El Director

Fdo. El Alumno

Ángel Martin Costa Rial

Estefanía Sánchez Ferradal



UNIVERSIDAD
DE LA CORUÑA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

GRADO EN TECNOLOGÍAS MARINAS

MANTENIMIENTO E INSTALACIONES

631G02411 - TRABAJO FIN DE GRADO

CONVOCATORIA DE

DICIEMBRE FEBRERO JUNIO JULIO SEPTIEMBRE

Dña. Estefanía Sánchez Ferradal.

D.N.I. 34271766 - H

Deposita en la Secretaría de la ETS de Náutica y Máquinas el **Trabajo Fin de Grado TFG/GTM/E- 02 -17** consistente en dos (2) copias en papel y cuatro (4) en formato digital (CD)

Asimismo autoriza expresamente a la E.T.S. DE NÁUTICA Y MÁQUINAS a publicarlos electrónicamente en el repositorio de la Universidade da Coruña si así lo considera o en su caso en la Biblioteca del Centro para uso docente y consulta.

En A Coruña a 21 de Junio de 2017

Fdo. El Alumno

A/A. BIBLIOTECA DE LA ETS DE NÁUTICA Y MÁQUINAS



UNIVERSIDAD
DE LA CORUÑA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

“TITULO: INSTALACION FOTOVOLTAICA PARA VIVIENDA RURAL”

INDICE GENERAL

**GRADO EN TECNOLOGÍAS MARINAS
MANTEMENTO E INSTALACIONES**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

FECHA: JUNIO - 2017

AUTOR: El alumno

Fdo.: Estefanía Sánchez Ferradal

ÍNDICE GENERAL

1	OBJETO.....	9
2	ALCANCE	9
3	ANTECEDENTES	10
	3.1 Descripción y ubicación de la vivienda	10
	3.2 Introducción de la instalación.....	11
	3.3 Generalidades	12
	3.3.1 Ventajas e inconvenientes de instalaciones fotovoltaicas aisladas a red	12
	3.4 Principio fotoeléctrico.....	14
	3.5 Descripción general de la instalación	15
	3.6 Funcionamiento de la instalación fotovoltaica.....	16
	3.7 Arquitectura del sistema fotovoltaico	16
4	NORMAS Y REFERENCIAS.....	19
	4.1 Normativa aplicada	19
	4.2 Bibliografía.....	19
	4.3 Programas e calculo	20
5	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.....	21
	5.1 Definiciones	21
	5.2 Abreviaturas.....	23
6	REQUISITOS DEL DISEÑO	25
	6.1 El emplazamiento	25
	6.2 El impacto ambiental.....	25
7	ANÁLISIS DE SOLUCIONES.....	28
8	RESULTADOS FINALES.....	30
	8.1 Módulos fotovoltaicos	30
	8.1.1 Parámetros principales.....	30
	8.1.2 Angulo de inclinación de los paneles.....	30
	8.1.3 Estructura de soporte	31
	8.2 Inversor.....	32
	8.2.1 Parámetros principales del inversor	32

8.3	Acumuladores.....	33
8.3.1	Parámetros principales de los acumuladores.....	33
8.4	Regulador de carga.....	33
8.4.1	Parámetros principales del regulador de carga.....	33
9	ANEXO.....	36
9.1	Calculo de la instalación.....	36
9.1.1	Calculo de consumos.....	36
9.1.2	Calculo de los módulos fotovoltaicos.....	37
9.1.3	Calculo del sistema de regulación.....	38
9.1.4	Calculo del sistema de acumulación.....	39
9.1.5	Calculo del inversor.....	39
9.1.6	Calculo del cableado.....	40
9.2	Referencias de los componentes de la instalación calculados.....	48
9.2.1	Módulos fotovoltaicos.....	48
9.2.2	Sistema de regulación.....	51
9.2.3	Sistema de acumulación.....	52
9.2.4	Sistema inversor.....	54
9.2.5	Cableado de la instalación.....	56
9.2.6	Sistema de protección.....	58
10	PLANOS.....	65
10.1	Plano ubicación.....	66
10.2	Plano esquema instalación.....	67
10.3	Plano conexionado cubierta.....	68
10.4	Plano detalle del módulo fotovoltaico.....	69
11	PLIEGO DE CONDICIONES.....	71
11.1	Objeto.....	71
11.2	Ámbito de aplicación.....	71
11.3	Generalidades.....	71
11.4	Componentes y materiales.....	72
11.4.1	Generalidades.....	72
11.4.2	Generadores fotovoltaicos.....	73
11.4.3	Estructura de soporte.....	74

11.4.4	Acumuladores de plomo acido	75
11.4.5	Reguladores de carga	76
11.4.6	Inversores.....	78
11.4.7	Cargas de consumo	80
11.4.8	Cableado	81
11.4.9	Protecciones y puesta a tierra	82
11.5	Recepción y pruebas	82
11.6	Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento.....	83
11.6.1	Generalidades	83
11.6.2	Programa de mantenimiento	83
11.6.3	Garantías.....	85
12	PRESUPUESTO	88
12.1	Cuadro de descompuestos	88
12.2	Presupuesto.....	89
12.3	Presupuesto resumido	90
13	ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA.....	92
13.1	MEMORIA.....	92
13.1.1	OBJETO DEL ESTUDIO	92
13.1.2	Obligatoriedad del estudio.....	93
13.1.3	Características de la obra.....	94
13.1.4	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	95
13.1.5	MEDIDAS PREVENTIVAS A DISPONER EN OBRA	106
13.2	PLANOS	161
13.2.1	Plano manejo de cargas.....	161
13.2.3	Seguridad en escaleras.....	162
13.2.4	Anclaje cinturón	163



**“TITULO: INSTALACION FOTOVOLTAICA PARA
VIVIENDA RURAL”**

MEMORIA

GRADO EN TECNOLOGÍAS MARINAS

MANTEMENTO E INSTALACIONES

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

FECHA:

JUNIO - 2017

AUTOR:

El alumno

Fdo.: Estefanía Sánchez Ferradal

1 OBJETO

El objetivo del proyecto es el dimensionamiento de una instalación fotovoltaica aislada para el abastecimiento del suministro eléctrico de una vivienda cuya ocupación sería los fines de semana y festivos.

Para el cálculo de la instalación se tendrá en cuenta toda la reglamentación vigente para este tipo de instalaciones.

2 ALCANCE

El alcance de este proyecto es la producción de energía eléctrica mediante la transformación de la energía solar, la cual es captada por un sistema generador fotovoltaico (módulos fotovoltaicos).

La energía producida en los módulos fotovoltaicos es almacenada en acumuladores o baterías cuyo estado de carga es controlado por el regulador de carga. Posteriormente la corriente continua entra en el inversor y sale como corriente alterna para hacer la entrada en el cuadro de salida hacia la vivienda. El cuadro de salida reunirá todas las protecciones necesarias para proteger la instalación y en interior de la vivienda.

Puesto que la instalación solar fotovoltaica aislada contara con una potencia de 150Wp es de aplicación el 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.

3 ANTECEDENTES

3.1 Descripción y ubicación de la vivienda

La vivienda, en la que se ejecutará el presente proyecto, se encuentra ubicada en la localidad de A Fraga (Ribas de Sil), a 82km al sur de la ciudad de Lugo en el municipio de Ribas de Sil.

El municipio de Ribas de Sil se encuentra rodeado al norte por el municipio de Quiroga, (provincia de Lugo), delimitada la frontera por el río Sil, y al sur la provincia de Orense. La localidad de A Fraga se sitúa a una altitud de 235 metros respecto al nivel del mar y la latitud es de 42° 28' 2" N.

En la figuras 3.1.1 y figura 3.1.2 se muestra la situación de la localidad donde se instalará la instalación fotovoltaica.



Figura 3.1.1 — Situación de la localidad de Ribas de Sil. Fuente: Google Maps.



Figura 3.1.2 — Situación vivienda aislada en A fraga (Ribas de Sil). Fuente: Google Maps

Desde el punto de vista climático, la región es típicamente oceánico-mediterránea. Se trata de una de las zonas más secas de Galicia, con precipitaciones con registros anuales de 818mm, con medias de 17mm en el mes de julio y de 128mm en diciembre. La temperatura media anual es de alrededor de 14°C con veranos muy calurosos y agobiantes, se pueden llegar a temperaturas superiores a 40°C. Los inviernos son muy fríos con temperaturas medias de 6,9°C y gran cantidad de nieblas y heladas. Esta zona de Galicia tiene un promedio de 2500 horas de sol al año.

3.2 Introducción de la instalación

En este proyecto se diseña una instalación fotovoltaica aislada que tiene como objetivo producir energía eléctrica a partir de la radiación solar que es captada a través de las células fotovoltaicas de los paneles que componen dicha instalación, para el auto abastecimiento eléctrico de una vivienda aislada ubicada en A Fraga al sur de Lugo en el municipio de Ribas de Sil.

Esta forma de generación de energía, es una de las mayores bazas que se posee en la actualidad para luchar contra el cambio climático, ya que no produce ningún tipo de residuo y favorece la reducción de gases constantemente emitidos a la atmósfera al evitar la generación de energía eléctrica mediante métodos de combustión convencionales (como métodos convencionales

entendemos todos aquellos que requieren de combustibles fósiles como fuente primaria de energía).

Esto da lugar a que la energía generada a partir del sol tenga grandes ventajas tanto desde el punto de vista ecológico como económico. Las cuales se enumeran y justifican en este proyecto.

3.3 Generalidades

Las instalaciones fotovoltaicas se dividen en dos grupos, instalaciones fotovoltaicas aisladas e instalaciones fotovoltaicas conectadas a red.

Las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red, son aquellas cuya energía producida es inyectada a la red eléctrica convencional para su distribución y venta.

Las instalaciones fotovoltaicas aisladas son aquellas cuya producción de energía eléctrica es destinada para el auto abastecimiento a través de un sistema de generación de corriente sin conexión a la red eléctrica que permite al propietario disponer de su propia energía procedente de la luz del sol mediante el almacenamiento de energía fotovoltaica en acumuladores solares o baterías que posteriormente tendrá a disposición las 24h del día.

Puesto que el presente proyecto versa sobre el abastecimiento eléctrico de una vivienda aislada, a la cual no llegan los servicios eléctricos convencionales, nos centraremos en el diseño de una instalación fotovoltaica aislada para el suministro eléctrico de la mencionada vivienda.

3.3.1 Ventajas e inconvenientes de instalaciones fotovoltaicas aisladas a red

Las instalaciones fotovoltaicas aisladas de red son una posible solución para la obtención de energía en aquellas ubicaciones aisladas o no urbanizadas en las cuales no es posible conectarse a la red eléctrica convencional o bien la conexión a esta tiene un elevado coste para el usuario.

Toda instalación aislada de red debe ser capaz de garantizar el suministro eléctrico para el cual ha sido diseñada incluso existiendo las peores condiciones climatológicas, puesto que no se dispone de otra fuente de energía para abastecer el consumo eléctrico.

Las ventajas de las instalaciones aisladas son:

- La energía solar necesaria para la generación eléctrica está disponible en todos los lugares de la tierra.
- Son respetuosas con el medio ambiente. La energía que producen se obtiene de una fuente de energía gratuita, inagotable y renovable y su utilización no produce emisiones de gases invernadero.
- Aquella energía producida durante las horas de luz y que no hemos consumido puede almacenarse y consumida posteriormente, dando servicio las 24h del día.
- El sistema fotovoltaico aislado suele ser de fácil mantenimiento. Los paneles que se instalan en viviendas, normalmente sólo necesitan una o dos limpiezas al año y suelen tener una garantía para rendimiento máximo, dado en ficha técnica del fabricante, por periodos de tiempo de hasta 20-25 años.
- La inversión necesaria para la instalación de un sistema fotovoltaico solar aislado en una zona no urbanizada es inferior a de la red convencional y fácilmente amortizado en un periodo inferior a 10 años. Una vez instalada y tras la inversión inicial no tiene costos adicionales asociados a su uso.
- El sistema fotovoltaico no requiere de la ocupación de espacios adicionales, puede instalarse en el tejado de la vivienda a la cual va abastecer.
- La energía solar es silenciosa por lo que tampoco contamina por ruido.

Los inconvenientes/desventajas de la instalación aislada son:

- Si el consumo es superior al consumo previo para el cual ha sido diseñada la instalación es posible que no puedan dar servicio o que durante las 24h no den el servicio para el cual ha sido diseñada la instalación.
- El rendimiento del sistema baja en periodos de baja radiación solar, es decir, es una energía intermitente que está directamente relacionada con las horas de luz al día.
- Si falla la batería, el usuario se puede quedar sin servicio.
- Requiere de una gran inversión económica inicial, aunque cuando se trata de una instalación como la descrita en el presente proyecto la inversión fácilmente puede recuperarse en un tiempo inferior a 10 años.
- Muchas veces, el sistema fotovoltaico aislado requiere ser complementado con otros para el uso de agua caliente sanitaria o calefacción. En nuestro caso como la vivienda será utilizada en periodos de fin de semana en época

estival no será necesario complementar o apoyar a este sistema con otros adicionales.

3.4 Principio fotoeléctrico

El principio fotoeléctrico consiste en la transformación de la radiación de la luz solar en energía eléctrica. Este efecto tiene lugar en las células fotoeléctricas, de las cuales se componen los paneles fotovoltaicos. La irradiación, es la radiación solar o densidad de potencia incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto periodo de tiempo. La unidad de superficie es el metro cuadrado (m^2) y la unidad de tiempo la hora (h), así obtenemos que la unidad de medida de la irradiación solar es kWh/m^2 . [1]

La irradiación solar varía según la latitud, la época del año y la perpendicularidad entre la superficie de referencia y la radiación solar. Para poder realizar el estudio de la energía que produce una instalación fotovoltaica, existen mapas irradiación de todo el terreno nacional. Estos valores están tabulados por zonas, e indican los valores medios diarios o mensuales de irradiación para una superficie horizontal. En la figura 3.4.1, se muestra una célula fotovoltaica explicada anteriormente.



Figura 3.4.1 — Célula fotovoltaica

Toda la radiación de luz solar está compuesta por fotones, los fotones llevan asociada un valor de energía, que depende de la longitud de onda de la radiación, y viene expresado por la siguiente fórmula: [2]

$$E = \frac{h \times c}{\lambda} \quad (3.4.1)$$

Dónde:

E → Energía asociada a los fotones.

h → La constante de Planck.

c → La velocidad de la luz.

λ → Es la longitud de onda de la radiación.

3.5 Descripción general de la instalación

En el proyecto se diseñará una instalación fotovoltaica aislada de red que consta de 9 módulos fotovoltaicos de 150 vatios (Wp) con una inclinación de 50° orientados al sur que se conectarán a un sistema de acumulación de 595Ah a 24V.

Un regulador de carga de tres etapas controlará en todo momento el estado de las baterías, evitando descargas profundas de la misma.

Para convertir la corriente continua en alterna se utilizará un inversor cargador de baterías 24/230V de 2500 vatios de potencia a conectar en paralelo con las baterías.

Todos los componentes de la instalación tendrán, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico (clase I) para equipos y materiales.

Las instalaciones cumplirán con las exigencias de protecciones y seguridad de las personas, y entre ellas las dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión o legislación posterior vigente. [3]

Se incluirán todas las protecciones necesarias para proteger a la instalación frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones, así como los elementos necesarios de seguridad para proteger a las personas frente a contactos directos e indirectos.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65, y los de interior, IP20 según nomenclatura estándar IEC 60529. [4]

Los equipos electrónicos de la instalación cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética [5] (ambas certificadas por el fabricante).

3.6 Funcionamiento de la instalación fotovoltaica

La energía eléctrica que se produce en cada uno de los módulos fotovoltaicos que componen la instalación es almacenada en las baterías que forman el sistema de acumulación, regulándose la carga y descarga de las mismas mediante el regulador de carga, que paralelamente verifica la tensión del acumulador y de la corriente de carga del mismo. Adicionalmente, ante una posible descarga excesiva del sistema de acumulación, lo protege interrumpiendo la alimentación al consumo.

El sistema de acumulación es el encargado de alimentar las cargas de consumo demandas a través de la etapa de salida del inversor a 230V, el inversor incorpora, en su etapa de entrada, un sistema de protección de la instalación solar que permite la desconexión de las cargas de consumo en caso de que el sistema de acumulación tenga un nivel de baja carga.

3.7 Arquitectura del sistema fotovoltaico

Una instalación fotovoltaica aislada de red para una vivienda, debe satisfacer los consumos eléctricos aun cuando se den las peores condiciones meteorológicas puesto que no se dispone de otra fuente de energía.

Los componentes principales de una instalación fotovoltaica son los siguientes: [1]

- Módulos fotovoltaicos: Elementos encargados de transformar la energía solar en electricidad a través de las células fotovoltaicas que los componen. Los más utilizados en instalaciones aisladas de red son los paneles con tecnología monocristalina y policristalina que rondan los 12-18 voltios para uniones de 36 células y los 24-34 voltios para uniones de 72 células.
- Regulador: Dispositivo que se encarga de controlar constantemente el estado de carga de las baterías evitando que se produzcan sobrecargas y sobredescargas profundas junto con verificar la entrada proveniente del panel solar y regular la intensidad de carga en los acumuladores con el fin de aumentar su vida útil.
- Baterías o acumuladores: Elementos encargados de acumular la energía eléctrica generada en los módulos fotovoltaicos para disponer de ella en las horas del día que no haya sol. Las baterías pueden permanecer periodos

largos de tiempo cargadas y soportar descargas profundas esporádicamente. Existen varios tipos de baterías, líquidas, funcionan a temperaturas alrededor de 500°C para que su electrolito y electrodos permanezcan en estado líquido, y VRLA (ácido-plomo) que a su vez se dividen en baterías de gel, el ácido que contiene está en forma de gel y pueden funcionar en cualquier posición, resisten bajas temperaturas y cuya vida útil es superior a las baterías líquidas, y baterías tipo AGM (separador de vidrio absorbente), este tipo de baterías cuenta con una malla de fibra de vidrio entre las placas de la batería que sirve para contener el electrolito, son muy resistentes a bajas temperaturas y pueden funcionar a alta corriente con una eficiencia del 95%.

- Inverso: Dispositivo que se encarga de transformar el voltaje del sistema de baterías (12V, 24V, 48V), al voltaje que tenemos en la vivienda, (230V).
- Cableado y elementos de protección: Son aquellos dispositivos que se encargan de proteger la instalación eléctrica y los elementos que forman el sistema fotovoltaico contra sobretensiones y sobreintensidades.

En la figura 3.7.1 se muestra como irán conectados los componentes de la instalación explicados anteriormente.



Figura 3.7.1 — Sistema fotovoltaico aislado. Fuente: Elaboración propia.

4 NORMAS Y REFERENCIAS

4.1 Normativa aplicada

La normativa aplicada con la que se ha desarrollado el proyecto es la siguiente:

- UNE-HD 60364-5-52:2014: Intensidades admisibles en sistemas de conducción de cables. Selección e instalación de los materiales eléctricos. Instalaciones eléctricas en edificios.
- RD 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- RD 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.
- Circular 3/2014, de 2 de julio, de la comisión nacional de los mercados y la competencia, por la que se establece la metodología para el cálculo de los peajes de transporte y distribución de electricidad.
- RD 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.
- RD 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- RD 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- EA 0038: Cables eléctricos de utilización en circuitos de sistemas fotovoltaicos.

4.2 Bibliografía

- [1] Martín Jiménez, J. (2008). *Sistemas solares fotovoltaicos*. Madrid: A. Madrid Vicente.
- [2] Pareja Aparicio, M. (2010). *Radiación solar y su aprovechamiento energético*. Barcelona: Marcombo.
- [3] Rufes Martínez, P. (2010). *Energía solar térmica*. Barcelona: Marcombo.

- [4] UNE 20324:1993/2M:2014. Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). (2014). Madrid: AENOR.
- [5] Guía técnica para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico. (2014). Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- [6] Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red. (2009). [ebook] Madrid: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, pp.1 - 39. Available at: <http://www.idae.es> [Accessed 11 Jun. 2017].
- [7] Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, básica de Residuos tóxicos y peligrosos. (1988). Madrid: Ministerio de obras públicas y urbanismo.
- [8] Real Decreto 180/2015, de 13 de marzo, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado. (2015). Madrid: Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente.
- [9] Damiasolar.com. (2017). Available at: <https://www.damiasolar.com/> [Accessed 21 Mayo 2017].
- [10] www.dfelectricfrance.fr. (2017). www.dfelectricfrance.fr - Accueil. [Online] Available at: <https://www.dfelectric.fr/#Accueil.A> [Accessed 18 Apr. 2017].

Soft word utilizado:

- Google maps.
- Microsoft Word 2010.

4.3 Programas e calculo

- Microsoft Excel 2010.
- Presto 8.8.

5 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

5.1 Definiciones

En el presente apartado definimos brevemente los conceptos que aplicaremos para el diseño y cálculo de la instalación fotovoltaica aislada siguiendo las directrices y definiciones aportadas por del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red del I.D.A.E. [6]

Célula fotovoltaica

Dispositivo que transforma la energía solar en energía eléctrica mediante el efecto fotoeléctrico.

Efecto fotoeléctrico

Consiste en la emisión de electrones que se produce cuando la luz incide sobre una superficie metálica.

Paneles solares

Conjunto de células fotovoltaicas interconectadas entre si protegidas del exterior por una estructura. Su función es captar la energía de la radiación solar para su aprovechamiento.

Irradiancia

Magnitud utilizada para describir la potencia incidente por unidad de superficie de todo tipo de radiación electromagnética.

Radiación electromagnética

Está formada por la combinación de campos eléctricos y magnéticos que se propagan a través del espacio en forma de ondas portadoras de energía.

Radiación solar:

Es el conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el sol.

Irradiación

Radiación solar o densidad de potencia incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto periodo de tiempo. Se mide en MJ/m² o kWh/m²

Inversor

Dispositivo encargado de transformar la corriente continua procedente del generador fotovoltaico el corriente alterna.

Generador fotovoltaico

Conjunto de módulos conectados entre sí.

Regulador de carga

Dispositivo encargado de controlar constantemente el estado de carga de las baterías para hacer el llenado óptimo y así alargar su vida útil.

Batería

Dispositivos encargados de acumular la energía eléctrica.

Condiciones Estándar de Medida (CEM)

Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas como referencia para caracterizar células, módulos y generadores fotovoltaicos y definidas del modo siguiente: Distribución espectral: AM 1,5 G – Incidencia normal – Temperatura de célula: 25°C

Potencia máxima del generador (potencia pico)

Potencia máxima que puede entregar el módulo en las CEM.

Autodescarga

Pérdida de carga de la batería cuando ésta permanece en circuito abierto. Habitualmente se expresa como porcentaje de la capacidad nominal, medida durante un mes, y a una temperatura de 20°C.

Capacidad nominal

C20 (Ah) Cantidad de carga que es posible extraer de una batería en 20 horas, medida a una temperatura de 20°C, hasta que la tensión entre sus terminales llegue a 1,8 V/vaso. Para otros regímenes de descarga se pueden usar las siguientes relaciones empíricas: $C_{100} / C_{20} \cdot 1,25$, $C_{40} / C_{20} \cdot 1,14$, $C_{20} / C_{10} \cdot 1,17$.

Capacidad útil Capacidad disponible o utilizable de la batería.

Se define como el producto de la capacidad nominal y la profundidad máxima de descarga permitida, PDmax.

Profundidad de descarga (PD)

Cociente entre la carga extraída de una batería y su capacidad nominal. Se expresa habitualmente en %.

Régimen de carga (o descarga)

Parámetro que relaciona la capacidad nominal de la batería y el valor de la corriente a la cual se realiza la carga (o la descarga). Se expresa normalmente en horas, y se representa como un 7 subíndice en el símbolo de la capacidad y

de la corriente a la cual se realiza la carga (o la descarga). Por ejemplo, si una batería de 100Ah se descarga en 20 horas a una corriente de 5 A, se dice que el régimen de descarga es 20 horas ($C_{20} = 100 \text{ Ah}$) y la corriente se expresa como $I_{20} = 5 \text{ A}$.

Vaso

Elemento o celda electroquímica básica que forma parte de la batería, y cuya tensión nominal es aproximadamente 2V.

Potencia nominal (VA)

Potencia especificada por el fabricante, y que el inversor es capaz de entregar de forma continua.

Capacidad de sobrecarga

Capacidad del inversor para entregar mayor potencia que la nominal durante ciertos intervalos de tiempo.

Rendimiento del inversor

Relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada del inversor. Depende de la potencia y de la temperatura de operación.

Factor de potencia

Cociente entre la potencia activa (W) y la potencia aparente (VA) a la salida del inversor

5.2 Abreviaturas

V → Voltio

Wp → vatio pico

kWh/m^2 → Kilovatio hora/ metro cuadrado

m^2 → Metro cuadrado

A → Amperio

VA → voltio amperio

W → vatio

km → Kilometro

Wh/d → Vatio hora/ día

$\frac{kJ}{m^2}/d$ → Kilojulios/ metro cuadrado/ día

HPS → Horas pico solar

h → Hora

P_{max} → Potencia máxima

V_{mp} → Tensión de potencia máxima

I_{mp} → Intensidad de potencia máxima

I_{sc} → Corriente de corto circuito

V_{oc} → Tensión de corto circuito

CTE → código técnico de la edificación.

RD → Real decreto

UNE → Una norma Española

VRLA → Batería de ácido-plomo regulada por válvula

FV → Fotovoltaico

CFM → Condiciones estándar de medida

INSHT → Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo

6 REQUISITOS DEL DISEÑO

En el presente proyecto se trata de diseñar una instalación fotovoltaica aislada de red con una potencia nominal de 2.500W, siendo esta la potencia calculada para el abastecimiento de las necesidades de la vivienda que estamos analizando.

- Modularidad de la instalación.

Se pretende abastecer las necesidades eléctricas de la vivienda aislada ubicada en A Fraga a través de una instalación solar fotovoltaica aislada compuesta por 9 ramas independientes.

De esta manera, si alguna de las ramas tuviera anomalías en el funcionamiento o no funcionara con el rendimiento esperado el impacto en la producción de energía para la vivienda sería un 11,79%.

- Cumplir los parámetros de entrada a los inversores.

Para lograr cumplir los parámetros de entrada del inversor seleccionado se diseñará la instalación con una configuración serie-paralelo de los paneles de manera que se cumplan las restricciones de tensión, corriente y potencia del mismo.

- Ramas equilibradas entre sí.

Para lograr que el diseño y funcionamiento de la instalación sea lo más equilibrado posible se han configurado todas las ramas con el mismo número de paneles.

6.1 El emplazamiento

El emplazamiento donde estará la planta fotovoltaica esta en A fraga, Ribas de Sil.
Ver plano de emplazamiento.

6.2 El impacto ambiental

En este apartado analizaremos los posibles impactos ambientales a tener en cuenta tanto en la ejecución del proyecto, el de funcionamiento de la instalación y el de fabricación de componentes de la instalación.

Las instalaciones fotovoltaicas aisladas a red, tienen un impacto medioambiental prácticamente nulo, debido a que es un método de producción de energía eléctrica limpia.

Para evitar impactos medioambientales locales negativos, durante la ejecución del proyecto, se han considerado los siguientes puntos:

- Se trata de una zona de vegetación natural. La vegetación no se verá alterada por la muy limitada envergadura de la obra civil necesaria.
- El periodo de construcción e instalación se limita a una semana, con lo que el impacto sobre el ecosistema y los hábitats de biocenosis (fauna y flora) es también reducido en el tiempo.
- Durante los trabajos de montaje y adecuación, se tendrá especial cuidado en lo que respecta a los residuos generados en el transcurso de los trabajos, todos estos restos de materiales, se tratarán de acuerdo a la legislación vigente. La empresa instaladora deberá poseer la certificación de medio ambiente ISO 14001:2015, y, por tanto, posee procedimientos al respecto.

Para conocer el posible impacto ambiental debido al funcionamiento de la instalación analizaremos los diferentes factores involucrados como el ruido, emisiones gaseosas a la atmósfera, residuos tóxicos y peligrosos vertidos al sistema de saneamiento:

- El proceso de generación de energía mediante módulos fotovoltaicos instalados es un totalmente silencioso.
- El inversor instalado trabaja a alta frecuencia no audible por el oído humano.
- Se trata de energía generada eléctrica generada a través de una fuente limpia, el sol, por lo que no se emite gases a la atmósfera.
- Para el correcto funcionamiento de la instalación diseñada no es necesario, ni se vierten al sistema de saneamiento, residuos de refrigeración por convección natural.

En cuanto al impacto debido a la fabricación de los componentes de la instalación solar fotovoltaica es donde podemos encontrar emisiones gaseosas a la atmósfera y vertidos al sistema de saneamiento.

No obstante, todos los posibles residuos tóxicos y peligrosos están regulados por el Real Decreto 833/1988 de 20 de julio [7] y Real Decreto 180/2015, de 13 de marzo [8] por los cuales se regula eliminación de materia de este tipo de residuos, el correcto etiquetado de los mismos y el almacenamiento hasta la retirada por empresas gestoras de residuos.

Los principales residuos de esta clase son: disoluciones de metales, aceites, disolventes orgánicos, restos de los dopantes y los envases de las materias primas que han contenido estos productos.

Los ácidos y los álcalis empleados en los procesos de limpieza pertenecen a la clase de residuos que se eliminan a través del sistema integral de saneamiento. Estos están regulados por la Ley 10/1993 de 26 de octubre. Esta ley limita las concentraciones máximas de contaminantes que es posible verter, así como la temperatura y el pH de los mismos. Las desviaciones con respecto a los valores marcados por la ley se reflejan en el incremento de la tasa de depuración.

En conclusión, la instalación tiene una excelente relación beneficios/afecciones medioambientales mientras que su impacto medioambiental está limitado a la fabricación de los componentes que la integran la instalación, pero, siempre estando estos regulados bajo legislación.

7 ANALISIS DE SOLUCIONES

Cuando se procede a realizar el diseño de una instalación solar fotovoltaica aislada surgen dos posibilidades para la selección de los paneles a utilizar teniendo en cuenta la radiación solar incide sobre la superficie de los mismos.

Que los paneles estén situados en una estructura fija con una determinada inclinación con respecto a la horizontal, en nuestro caso 32° o que los paneles fotovoltaicos se encuentren sobre una estructura móvil, llamada seguidor solar, que permite que el sistema instalado realice un seguimiento solar permitiendo variar el ángulo de incidencia en función de la posición del sol y consiguiendo que este sea siempre el óptimo en cada momento. En el caso de una instalación solar aislada siempre estaríamos pensando en un solo eje de giro ya que los seguidores solares con 2 ejes suelen instalarse en instalaciones de conexión a red con elevada potencia, sobre todo por temas de costes.

Las principales diferencias entre ambos sistemas son:

- Los sistemas de estructuras fijas son más económicos y más simples que los seguidores solares.
- Una instalación con un sistema móvil o seguidor solar permite un mejor aprovechamiento de la energía solar ya que se va adecuando al ángulo de incidencia solar en cada instante. No obstante, ello no quiere decir que con el sistema fijo no podamos definir una inclinación y una orientación óptima.
- La instalación de un seguidor solar es más compleja que la de un sistema solar fijo.
- Para la instalación de un seguidor solar se necesita disponer superficie adicional a la vivienda (terrero) mientras que los sistemas fijos normalmente se aprovecha el espacio de la cubierta de la vivienda para poderlos instalar.
- Los sistemas fijos solares no necesitan obra civil si es que van instalados en cubierta, como es nuestro caso, mientras que los seguidores solares necesitan la ejecución de una pequeña obra civil lo que implica un mayor coste de implantación de la instalación.
- Los seguidores solares requieren de mantenimiento periódico para su correcto funcionamiento. Sin embargo, el sistema fijo apenas necesita

revisión; únicamente limpieza de la superficie de los paneles y verificación del buen funcionamiento de la instalación.

En resumen, los sistemas con seguimiento solar aseguran una captación continua y óptima teniendo un mayor rendimiento de la instalación.

No obstante, los sistemas sin seguimiento suponen una inversión inicial menor, menor necesidad de espacio disponible o aprovechamiento de la cubierta y no requieren de mantenimiento, por ello la alternativa que hemos seleccionado es la de paneles fijos teniendo en cuenta las facilidades técnicas de implementación y desde el punto de vista económico.

8 RESULTADOS FINALES

8.1 Módulos fotovoltaicos

8.1.1 Parámetros principales

La instalación fotovoltaica aislada constará de 9 paneles fotovoltaicos, cada uno de los paneles tendrá una potencia pico de 150Wp, para abastecer los 2500W necesarios para el abastecimiento eléctrico de la vivienda descrita en este proyecto. En la tabla 8.1.1.1 se mostrarán los parámetros principales de los módulos fotovoltaicos, BP2150S, que conforman la instalación [9]:

Características eléctricas	BP2150S
Potencia máxima (P_{max})	150W
Tensión de P_{max} (V_{mp})	34V
Intensidad de P_{max} (I_{mp})	4,45A
P_{max} mínima garantizada	140W
Corriente de cortocircuito (I_{sc})	4,75A
Tensión a circuito abierto (V_{oc})	42.8V
Coefficiente de temperatura de I_{sc}	$(0,065 \pm 0,015)\%/^{\circ}C$
Coefficiente de temperatura de V_{oc}	$-(160 \pm 0,05)mV/^{\circ}C$
Coefficiente de temperatura de la potencia NOCT	$-(0,5 \pm 0,05)\%/^{\circ}C$
Tensión máxima del sistema	$47 \pm 2^{\circ}C$
	600V

Tabla 8.1.1.1: Parámetros de los módulos fotovoltaicos

Se trata de un panel con tecnología en Silicio de tipo monocristalino. El punto de máxima potencia, será (4,45A, 34V) y el punto de máxima potencia teórica, será el formado por la intensidad de cortocircuito y la tensión a circuito abierto, correspondiendo a (4,75A, 42,8V).

8.1.2 Angulo de inclinación de los paneles

Para calcular el ángulo de inclinación de los paneles, usaremos la fórmula del I.D.A.E, que nos da la inclinación óptima en función de la latitud que nos encontremos:

$$\beta_{opt} = \Phi - 10 \quad (8.1.2.1)$$

Dónde:

β_{opt} → Angulo de inclinación optimo en función de la latitud.

Φ → Latitud del lugar

En este caso la latitud es de 42° 28' 2", entonces:

$$\beta_{opt} = \Phi - 10 = 42 - 10 = 32^{\circ} \quad (8.1.2.2)$$

Por lo tanto 32° será la inclinación de nuestros paneles.

8.1.3 Estructura de soporte

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos y se incluirán todos los accesorios que se precisen. Los módulos se fijarán a estructuras de tipo fijo. Este tipo de estructura tiene la ventaja de ser de gran sencillez y fácil y rápida de instalar, muy robusta y apenas necesita mantenimiento.

La estructura de soporte y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las normas del fabricante. La estructura soporte de los módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación (CTE).

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos. La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la misma. La tornillería empleada será de acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando los de sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable. Los topes de sujeción de módulos, y la propia estructura, no arrojarán sombra sobre los módulos.

8.2 Inversor

8.2.1 Parámetros principales del inversor

El inversor seleccionado es el Inversor Victron Phoenix 3000VA, el cual dispone de una potencia de 2500W para uso en instalaciones de energía solar de 24V. Los parámetros principales del inversor se muestran a continuación [9]:

- Diagnóstico led.
- Interruptor on/off Remoto.
- Funcionamiento en paralelo y en trifásico.
- Conversión del voltaje: de 24V a 230V.
- Potencia en voltios amperios: 3000VA.
- Potencia en vatios: 2500V.
- Pico de potencia: 6000V.
- Eficiencia del inversor: 94%.
- Autoconsumo en vacío: 15W.
- Toma de corriente: shucko estándar.
- Protección por cortocircuito de salida.
- Protección por sobrecarga.
- Sistema de desconexión por tensión de la batería demasiado baja.
- Sistema de desconexión por tensión de la batería demasiado alta.
- Peso: 18kg.
- Dimensiones: 362 × 258 × 218mm.

Este inversor tiene una potencia nominal de 2500W y un pico de potencia de 6000W para soportar las altas potencias de arranque de algunos electrodomésticos. Este inversor transforma la corriente a 24V de las baterías, en corriente a 230V como la de las viviendas actuales. Entre sus características destaca:

- Alta fiabilidad
- La calidad de su onda pura
- La opción de conexión en paralelo con otros inversores Victron Phoenix

8.3 Acumuladores

8.3.1 Parámetros principales de los acumuladores

La capacidad del acumulador fijada será de 595Ah en 100 horas de descarga, utilizando 12 vasos de 2V conectados en serie. Se usarán acumuladores estacionarios BAE 2V 595Ah. Cuyas características [9]: se muestran en la tabla 8.3.1.1

Voltaje de la batería 2V	Amperios-Hora de la batería 595Ah
Capacidad medida de la batería C100	Amperaje de la batería 300Ah-600Ah
Medidas de la batería 147 × 208 × 420, medidas por vaso estacionario.	Peso de la batería 34kg por vaso estacionario
	Garantía de la batería 2 años

Tabla 8.3.1.1: Parámetros principales del acumulador

Estos acumuladores se caracterizan por una alta capacidad cíclica excepcional y un comportamiento de recarga excelente.

8.4 Regulador de carga

El regulador de carga escogido para este proyecto es el Victron de 50A de tipo MPPT que solamente se utiliza para instalaciones fotovoltaicas aisladas. Este tipo de reguladores permiten aumentar la corriente de carga procedente del panel en más de un 30% [9].

8.4.1 Parámetros principales del regulador de carga

Las características principales del regulador de carga escogido para este proyecto son las siguientes:

- Tensiones de batería 12V o 24V, selección automática.
- Máxima corriente de carga: 50^a.
- Regulación MPPT para paneles de aislada (compuestos por 36 o 72 células). Aumenta la corriente hasta un 30% en comparación con un regulador PWM.
- Tensión máxima de paneles: V_{oc} 55V.
- Eficiencia: > 98%.

- Autoconsumo: < 10mA.
- Valores predeterminados.
- Estado de absorción: 14,4V 28,8V.
- Protecciones contra cortocircuitos.
- Protección contra sobrecargas.
- Protección contra conexión inversa de los paneles o la batería.
- Desconexión de la salida de carga a causa de baja tensión en la batería.
- Estado de flotación: 13,8V 27,6V.
- Medidas: 130 × 186 × 70mm
- Peso: 1,25kg



**“TITULO: INSTALACION FOTOVOLTAICA PARA
VIVIENDA RURAL”**

ANEXO

GRADO EN TECNOLOGÍAS MARINAS

MANTEMENTO E INSTALACIONES

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

FECHA:

JUNIO - 2017

AUTOR:

El alumno

Fdo.: Estefanía Sánchez Ferradal

9 ANEXO

9.1 Calculo de la instalación

Para el cálculo de la instalación fotovoltaica aislada se separarán en apartados mostrados a continuación.

9.1.1 Calculo de consumos

El consumo de electricidad estimado para la vivienda de fin de semana se muestra en la tabla 9.1.1.1:

Unidades de carga	Energía Wh/d
1 lavadora de agua fría de 360Wh/d	360
1 frigorífico de 1000Wh/d	1000
15 puntos de luz de bajo consumo de 10W encendidas una media de 4 horas/día y un coeficiente de simultaneidad del 50%	300
1 televisor de 70W funcionando una media de 5 horas/día	350
1 secador de 1200W funcionado una media de 15 minutos/día	300
1 plancha de 2200W funcionando una media de 30 minutos/día	1100
8 enchufes de 300Wh/d con una simultaneidad del 50%	1200
TOTAL	4610Wh/día

Tabla 9.1.1.1 — Consumo en la vivienda

En el consumo total de la instalación no se tienen en cuenta las pérdidas localizadas en los compones y equipos situados entre los generadores solares y la instalación eléctrica interior de la vivienda, los cuales son el dispositivo regulador, las baterías y el inversor o convertidor de corriente.

Se estima un rendimiento del 80% en la instalación.

El consumo total será:

$$\frac{4610 \frac{Wh}{día}}{(0,8)} = 5762,5Wh/día \quad (9.1.1.1)$$

Como el consumo de la vivienda serán 3 días semanales, el consumo que tendrá que abastecer los módulos fotovoltaicos será:

$$5212,85 \frac{Wh}{día} \times \frac{3días}{7días} = 2469,64Wh/día \quad (9.1.1.2)$$

9.1.2 Cálculo de los módulos fotovoltaicos

Para calcular los módulos fotovoltaicos necesarios para la instalación debemos conocer, los valores estadísticos históricos de la zona mostrados en la tabla 9.1.2.1 y el valor de irradiación solar diaria media, que se muestra en la tabla 9.1.2.2 para una inclinación de 50° y orientados al sur .

Provincia	Lugo
Latitud del calculo	43,00
Latitud [°/min]	43,00
Altitud [m]	465,00
Humedad relativa media [%]	67,00
Velocidad media del viento [km/h]	12,00
Temperatura máxima en verano [°C]	26,00
Temperatura media en invierno [°C]	-2,00
Variación diurna	14
Grados-día. Temperatura base 15/15(UNE 24046)	1378
Grados-día. Temperatura base 15/15(UNE 24046)	1770,9

Tabla 9.1.2.1 — Datos de la localidad de la provincia de Lugo

Meses	Tª media ambiente [°C]	H. Horizontal [kJ/m2/día]	H. Inclinación [kJ/m2/día]
Enero	6,0	5.100	9.440
Febrero	6,9	7.600	11.571
Marzo	9,4	11.700	14.567
Abril	11,0	15.200	15.058
Mayo	13,1	17.100	14.636
Junio	16,3	19.500	15.604
Julio	18,1	20.200	16.566
Agosto	16,6	18.400	17.098
Septiembre	16,8	15.000	17.287
Octubre	13,2	9.900	11.833
Noviembre	8,8	6.200	11.222
Diciembre	6,2	4.500	8.850
Anual	11,9	12.533	13.644

Tabla 9.1.2.2 — Radiación solar sobre la superficie. Fuente Censolar

Ahora es necesario introducir un concepto muy importante, las horas de sol pico HPS [h], definido como las horas de luz solar por día equivalente, pero definidas en base a una irradiancia I [kW·(m²)] constante de 1 kW/m², a la cual está

siempre medida la potencia de los paneles solares. La irradiancia H [$\text{kW} \cdot \text{m}^2$] es igual al producto de la irradiancia de referencia I ($1 \text{ kW}/\text{m}^2$) por las horas solares pico HPS [h].

Luego los valores numéricos de la irradiación y horas de pico solar son iguales.

$$H [\text{kWh}/\text{m}^2 \text{ día}] = I [1 \text{ kW} \cdot \text{m}^2] \cdot HPS [\text{h}] \quad (9.1.2.1)$$

Entonces, según la ecuación, los valores numéricos son igualmente válidos para las horas de pico solar como se muestran en la tabla 9.1.2.3.

Horas pico Solar	2,458
-------------------------	--------------

Tabla 9.1.2.3 — Horas pico Solar de la localidad

Para el cálculo del número de paneles solares necesarios para satisfacer la demanda eléctrica prevista en la vivienda, se calculara a través de la siguiente ecuación:

$$N^{\circ} = \frac{C_{ed}}{P_{mp} \times HPS \times \eta} \quad (9.1.2.2)$$

Dónde:

C_{ed} → Consumo estimado de la instalación.

P_{mp} → Potencia pico del módulo seleccionado.

HPS → Horas pico sol.

η → Rendimiento de la instalación (0,7-0,8) debido a las pérdidas por ensuciamiento y deterioro.

$$N^{\circ} = \frac{2469,64}{150 \times 2,458 \times 0,8} = 8,37 \quad (9.1.2.3)$$

El número de módulos necesario será de 9, ya que 8,37 no puede ser, se elegirá el inmediatamente superior. Se elegirá el modulo fotovoltaico BP2150S.

9.1.3 Cálculo del sistema de regulación

Se utilizará un regulador solar que soporte la corriente procedente de los módulos y que se instalará en paralelo al existente, de forma que controle el estado de las

baterías. Al tratarse de 9 módulos solares en paralelo, la intensidad que circulará en condiciones de batería a plena carga:

$$4,5 \times 9 = 40,5A/dia \quad (9.1.3.1)$$

Este valor puede verse incrementada en función de la temperatura ambiente exterior, por lo que se elegirá un regulador de carga solar capaz de soportar una intensidad de 50A. Elegimos un regulador Victron bluesolar 50A.

9.1.4 Calculo del sistema de acumulación

La capacidad de un sistema se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C = \frac{Ct \times Caut \times Daut}{PD \times R \times Vn} \quad (9.1.4.1)$$

Dónde:

C → Capacidad necesaria en Ah.

Ct → Consumo total en Wh/día.

$Caut$ → Coeficiente de auto descarga diaria del acumulador (0.5%).

$Daut$ → Días de autonomía.

PD → Profundidad máxima de descarga (50%) para el acumulador.

R → Rendimiento del acumulador.

Vn → Tensión nominal de trabajo.

En nuestro caso, fijaremos 3 días de autonomía, y un rendimiento del 90%.

$$C = \frac{[2469,64 \times 3 \times 1,005]}{[0,5 \times 0,9 \times 28]} = 590,95Ah \quad (9.1.4.2)$$

Fijaremos entonces la capacidad en 595Ah en 100 horas de descarga, utilizando 12 vasos de 2V conectados en serie. Se usarán acumuladores estacionarios BAE 2V 595Ah.

9.1.5 Calculo del inversor

El convertidor será necesario para transformar la corriente continua procedente de las baterías (24V) en alterna a 230V acta para consumo.

La potencia del inversor debe de ser suficiente como para satisfacer la potencia total de las cargas.

Inversor Victron Phoenix 3000VA que dispone de una potencia de 2500W para uso en instalaciones de energía solar de 24V. En este caso se usaría 1.

9.1.6 Cálculo del cableado

Para el cálculo del cableado se distinguirán una parte de la instalación que funciona en corriente continua y la otra parte de la instalación que funciona en corriente alterna.

Para el cálculo de la resistividad del cobre tenemos que tener en cuenta la temperatura, ya que dependiendo de la temperatura varia la conductividad del cobre, como se muestra en la tabla 9.1.6.1:

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

Tabla 9.1.6.1 — Conductividad del cobre en función de la temperatura

En nuestra instalación se usará una conductividad a 70 °C, para el exterior, y una conductividad de 20°C para el interior. Donde la resistividad será, $\frac{1}{47} = 0.02127$ para el exterior, y para el interior será, $\frac{1}{56} = 0.01785$ para el interior de la instalación.

Para el cálculo de las secciones de los cables se usan las tablas proporcionadas por la norma UNE-HD 603-5-52:2014 y por el reglamento de baja tensión.

9.1.6.1 Cálculo del cableado de corriente continua

Tramo: Panel - cajas de conexiones

Criterio de intensidad máxima admisible:

La intensidad máxima que circulará por el conductor es la de cortocircuito de cada módulo, $I_{cc}=4,75A$, aplicando un factor de seguridad de 125% sería $I_{max}=5,94A$.

Los módulos en su caja de conexión incorporan un cable que satisface el criterio de máxima intensidad admisible indicado por el RBT.

Criterio de caída de tensión:

Para el cálculo de caída de tensión se utilizará la siguiente expresión:

$$\Delta V = \frac{2 \times \rho \times L \times I_{max}}{S} \quad (9.1.6.1.1)$$

ΔV [V] → Es la caída de tensión que como máximo podrán tener los conductores.

Según el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, la máxima caída de tensión permitida en conductores de continua es del 1,5%.

ρ [Ω mm²] → Resistividad del cobre 0,02127.

L [m] → Longitud del cable.

S [mm²] → Sección del cable.

Siendo la sección de 6mm² y la longitud del cable aproximadamente de 7m.

$$\Delta V = 0,29V.$$

Tramo cajas de conexiones – regulador

Criterio de intensidad máxima admisible:

Al regulador se conectarán 9 módulos con la configuración de 9 líneas en paralelo, la intensidad que circulará por dichos cables será de 42,75A. Aplicando el factor de seguridad del 125%, se obtendrá $I_{max} = 53,43A$.

Criterio de caída de tensión:

Teniendo en cuenta que la máxima caída de tensión permitida será de un 1,5%, la sección mínima a utilizar será la obtenida mediante la fórmula:

$$S = \frac{I \times 2 \times \rho \times L}{\Delta V} \quad (9.1.6.1.2)$$

Dónde:

S [mm²] → Sección del cable

N_p → Número de paneles en paralelo

ρ [$\Omega \cdot$ mm²] → Resistividad del cobre 0,02127

L [m] → Longitud del cable

ΔV [V]: Caída de tensión admisible en el cable.

Siendo la longitud del cable de 5 m aproximadamente en el caso más desfavorable, se obtiene una sección mínima de 17,82mm², por lo que se tomará la sección normativa inmediatamente superior de 25mm².

Por lo tanto el cable elegido será RZ1-K 0,6/1 KV de sección de 25mm² o similar.

Tramo: regulador – batería.

Criterio de intensidad máxima admisible:

Al regulador se conectarán 9 módulos con la configuración de 9 líneas en paralelo, la intensidad que circulará por dichos cables será de 42,75A. Aplicando el factor de seguridad del 125%, se obtendrá $I_{max} = 53,43A$.

Criterio de caída de tensión:

Teniendo en cuenta que la máxima caída de tensión permitida será de un 1% la sección mínima a utilizar será la obtenida mediante la fórmula:

$$S = \frac{I \times 2 \times \rho \times L}{\Delta V} \quad (9.1.6.1.3)$$

Dónde:

$S [mm^2]$ → Sección del cable

$\rho [\Omega \cdot mm^2]$ → Resistividad del cobre 0,02127

$L [m]$ → Longitud del cable

$\Delta V [V]$: Caída de tensión admisible en el cable.

Siendo la longitud del cable de 6m, se obtiene una sección mínima de 45,46mm², por lo que se tomará la sección normativa inmediatamente superior de 50mm².

Por lo tanto el cable elegido será RZ1-K 0,6/1 KV de sección 50mm² o similar.

Tramo batería – inversor

En este caso la I depende de la P_{max} que entrega el inversor, y se calcula de la siguiente manera:

$$I_{ca} = \frac{P}{V \times \cos \varphi} \quad (9.1.6.1.4)$$

Donde:

I_{ca} → Intensidad corriente alterna

P → Potencia máxima del inversor 3000W

V → 230V

$\cos \varphi$ → Factor de potencia, según IDAE es 1.

$$I_{ca} = \frac{3000}{230} = 13.04A \quad (9.1.6.1.5)$$

Entonces I_{cc} viene dada por la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{I_{ca}}{\eta_{inv}} \quad (9.1.6.1.6)$$

$$I_{cc} = \frac{13,04}{0,96} = 13,5A \quad (9.1.6.1.7)$$

Teniendo en cuenta que la máxima caída de tensión permitida será de un 3% la sección mínima a utilizar será la obtenida mediante la fórmula:

$$S = \frac{I \times 2 \times \rho \times L}{\Delta V} \quad (9.1.6.1.8)$$

$S [mm^2]$ → Sección del cable

$\rho [\Omega \cdot mm^2]$ → Resistividad del cobre 0,02127

$L [m]$ → Longitud del cable

$\Delta V [V]$: Caída de tensión admisible en el cable.

Siendo la longitud del cable de 12m aprox., se obtiene una sección mínima de $9,57mm^2$, la sección normativa superior sería de $10mm^2$.

Por lo tanto el cable elegido será RZ1-K 0,6/1kV de sección de $10mm^2$ o similar.

En la tabla 9.1.6.1.1 se expone un breve resumen de los diferentes tramos de la instalación junto con las secciones de cable seleccionadas.

Tramo	Longitud del tramo (m)	Intensidad de corriente del tramo (A)	Sección mínima del cable calculada (mm^2)	Sección del cable seleccionada (mm^2)
Conexión con regulador	5	42,75	16,62	25
Conexión con batería	6	42,75	45,46	50
Conexión con inversor	12	13,58	9,57	10

Tabla 9.1.6.1.1 — Secciones de cable seleccionadas

Una vez que se calculada la sección de los tramos, hay que comprobar que la corriente que circula por los distintos tramos sea inferior a la corriente máxima admisible. Para la sección de $25mm^2$ la corriente máxima admisible es de 82A, a la que se le tiene que aplicar un coeficiente de 0,91 por la temperatura del cable, por lo que:

$$I_{adm} = 0,91 * 84 = 74,62A \quad (9.1.6.1.9)$$

Para la sección de 50mm^2 la corriente máxima admisible es de 122A entonces

$$I_{adm} = 0,91 * 122 = 111,02\text{A} \quad (9.1.6.1.10)$$

Para la sección de 10mm^2 la corriente máxima admisible es de 46A, por lo que

$$I_{adm} = 0,91 * 46 = 41,86\text{A} \quad (9.1.6.1.11)$$

En ambos casos la corriente máxima admisible es superior que la intensidad que pasa por los tramos. A continuación en la tabla 9.1.6.1.2 se muestra la intensidad de corriente y secciones de cable por tramo de instalación

Tramo	Sección del cable (mm^2)	Intensidad máxima admisible (A)	Intensidad de corriente del tramo (A)
Conexión con regulador	25	74,62	42,75
Conexión con batería	50	111,02	42,75
Conexión con inversor	10	41,86	13,58

Tabla 9.1.6.1.2 — Intensidad de corriente y secciones de cable por tramo de instalación

9.1.6.2 Cálculo del cableado de protección

Para la protección y seguridad de la instalación, se instalará un cable de protección que conectará todas las masas metálicas de la instalación con un sistema de tierra, con el objetivo de evitar que aparezcan diferencias de potencial peligrosas, y al mismo tiempo permita descargar a tierra las corrientes debidas por las descargas de origen atmosférico.

El cable de protección será del mismo material que los conductores activos utilizados en la instalación, en este caso de cobre, e irán alojados en el mismo conducto que los conductores activos. La sección de cada cable que debe tener en cada tramo el conductor de protección viene dada por la tabla 9.1.6.2.1.

Sección de los conductores activos de la instalación, S (mm^2)	Sección mínima de los conductores de protección, S_p (mm^2)
---	--

$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Tabla 9.1.6.2.1 — Relación entre las secciones los conductores protección y los de fase.

En resumen, en la tabla 9.1.6.2.2 se muestra la sección del cable de protección por cada tramo de instalación, habiéndose seleccionado cada sección atendiendo a lo especificado en la tabla 9.1.6.2.1.

Tramo	Sección de cable activo (mm^2)	Sección del cable de protección, (mm^2)
Conexión con regulador	25	16
Conexión con batería	50	25
Conexión con inversor	10	10

Tabla 9.1.6.2.2 — Elección de la sección del cable de protección

9.1.6.2.1 Cálculo de tubos o conductos protectores

El diámetro de los tubos o conductos protectores se muestra en la tabla 9.1.6.2.1.1:

Tramo	Diámetro del tubo protector (mm^2)
Conexión con regulador	32
Conexión con batería	50
Conexión con inversor	25

Tabla 9.1.6.2.1.1 — Diámetros de los tubos protectores

Por último, en la tabla 9.1.6.2.1.2 se muestra un breve resumen de los tramos de la instalación en corriente continua con las secciones correspondientes tanto de cable de protección, cable activo y diámetro de tubo protector.

Tramo	Sección de cable activo, (mm^2)	Sección del cable de protección, (mm^2)	Diámetro del tubo protector (mm^2)
Conexión con regulador	25	16	32
Conexión con batería	50	25	50
Conexión con inversor	10	10	25

Tabla 9.1.6.2.1.2— Resumen de los tramos de la instalación

9.1.6.3 Cálculo de cableado de corriente alterna

Tramo: Inversores – cuadro de protecciones:

Criterio de intensidad máxima admisible:

La intensidad que circulará por estos cables será la que sale de los inversores, que se puede calcular con la siguiente expresión:

$$I = \frac{S_{INV}}{V} \quad (9.1.6.3.1)$$

Dónde:

S_{INV} [VA] → Potencia nominal de salida del inversor, que será de 3000VA.

V [V] → Tensión de salida del inversor, 230V en este caso.

Se obtiene una Intensidad de 13,04A. Aplicando factor de seguridad, $I_{max} = 16,30A$.

Criterio de caída de tensión:

Teniendo en cuenta que la máxima caída de tensión permitida será de un 1,5% la sección mínima a utilizar será la obtenida mediante la fórmula:

$$S = \frac{I \times 2 \times \rho \times L}{\Delta V} \quad (9.1.6.3.2)$$

Dónde:

S [mm²] → Sección del cable

ρ [$\Omega \cdot mm^2$] → Resistividad del cobre 0,01785

L [m] → Longitud del cable

ΔV [V]: Caída de tensión admisible en el cable.

Siendo la longitud del cable de 10m aprox., se obtiene una sección mínima de 1,01mm², la sección normativa superior sería de 6mm².

Por lo tanto el cable elegido será RZ1-K 0,6/1kV de sección de 6mm² o similar.

En la tabla 9.1.6.3.1 se pone un breve resumen de las secciones seleccionadas por cada tramo de instalación.

Tramo	Longitud tramo (m)	Sección de cable (mm ²)	Cable de protección (mm ²)	Diámetro de tubo protector (mm ²)
Inversor – interior de la vivienda	10	6	6	20

Tabla 9.1.6.3.1 — Resumen de las secciones del tramo CA

9.1.6.4 Elección de los elementos de protección

9.1.6.4.1 Elección de fusibles

Los fusibles se emplearán contra las sobrecargas de la instalación y cortocircuitos.

Para esta instalación se eligen unos fusibles de cuchilla NH gPV 1000 VDC

para el uso específico de instalaciones fotovoltaicas. Para que el fusible sea efectivo debe cumplir [10]:

$$I_b \leq I_n \leq 0,9 \times I_{adm} \quad (9.1.6.4.1)$$

Dónde:

I_b → La intensidad de corriente que corre por la línea.

I_n → La intensidad del fusible asignado a la línea.

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

Los fusibles asignados a los diferentes tramos de instalación pueden observarse en la tabla 9.1.6.4.1:

Tramo	I_b	I_n (asignado)	$0,9 \times I_{adm}$
Conexión con regulador	42,75A	50A	68,79A
Conexión con batería	42,75A	50A	102,37A
Conexión con inversor	13,58A	25A	40,95A

Tabla 9.1.6.4.1 — protecciones asignadas a cada tramo

En la tabla 9.1.6.4.2 se indican las características de los fusibles que seleccionados:

Tramo	Intensidad nominal, I_n	Tensión nominal, V_n	Poder de corte
Conexión con regulador	50A	1000V	30kA
Conexión con batería	50A	1000V	30kA
Conexión con inversor	25A	1000V	30kA

Tabla 9.1.6.4.2 — características del fusible seleccionado.

9.1.6.4.2 Protecciones y puesta a tierra

La instalación contará con una toma de tierra a la que estará conectada la estructura de soporte del generador y los marcos metálicos de los módulos.

El sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos. La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.

Se emplearán picas de cobre enterradas de 60cm de longitud, unidas entre sí mediante cables de cobre desnudos de 10mm² para la parte de continua.

9.2 Referencias de los componentes de la instalación calculados

9.2.1 Módulos fotovoltaicos



BP 2150S

Módulo fotovoltaico monocristalino de 150 W

El módulo fotovoltaico BP 2150S forma parte de la nueva serie de módulos de 72 células de BP Solar específicamente diseñados para grandes sistemas fotovoltaicos (PV). Con el marco más resistente de la industria, células solares de silicio monocristalino, probadas durante mucho tiempo, diodos de bypass integrados y Conectores DC polarizados de instalación rápida, puede funcionar alimentando cargas de CC directamente, o en sistemas con inversores, cargas de CA. Su disposición en serie de 72 células permite cargar baterías de 24V (o de múltiplos de 24V) de manera eficaz en prácticamente cualquier condición climática. Con una potencia nominal máxima de 150 W, el modelo BP 2150S, se utiliza principalmente en sistemas conexión a red, en sistemas de telecomunicaciones, bombeo, riego, protección catódica, desarrollo rural y señalización terrestre.

Fabricación y materiales perfectamente probados

La experiencia en campo de un cuarto de siglo que posee BP Solar se manifiesta en todos los aspectos de los materiales y fabricación de este módulo:

- La resistencia del marco excede los requerimientos de los organismos de homologación;
- 72 células solares de silicio monocristalino en serie;
- Las células se laminan entre láminas de etileno-acetato de vinilo (EVA) y vidrio templado de 3 mm, de bajo contenido en hierro y elevada transmisividad.
- Conectores DC, que proporcionan conexiones fiables, de baja resistencia y que eliminan los errores de cableado.



Marco universal anodizado transparente

Garantías limitadas

- Potencia de salida durante 20 años;
- Libre de defectos en materiales y mano de obra durante 1 año.

Consulte nuestra web o a nuestro distribuidor local para conocer los términos de estas garantías.

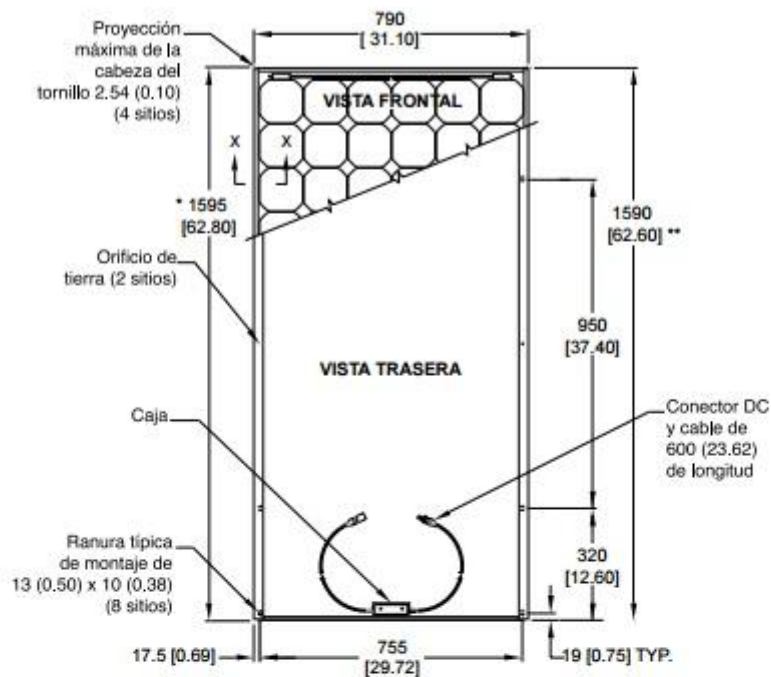
Calidad y seguridad

- Fabricado en factorías homologadas con ISO 9001;
- Clasificado en Underwriter's Laboratories de seguridad eléctrica e incendio (clasificación de incendio Clase C);
- Homologada por TÜV Rheinland como equipo de Clase II para utilización en sistemas con tensión de hasta 1000V CC;
- Cumple los requerimientos de IEC 61215, incluidos:
 - Ciclado repetitivo entre -40°C y 85°C a 85% de humedad relativa;
 - Impacto simulado de granizo de 25 mm de diámetro (una pulgada) a la velocidad final;
 - Prueba de aislamiento de hilera de células/marco de 2200V CC;
 - Carga estática, delantera y trasera, de 2400 Pa (50 psf); carga delantera (p.e. nieve) de 5400 Pa (113 psf).



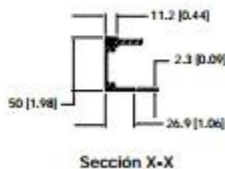
BP 2150S



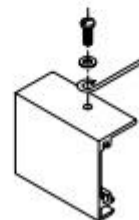


BP 2140S, BP 2150S

*incluye la proyección de la cabeza del tornillo en cada extremo
 **no incluye la proyección de la cabeza del tornillo



Sección X-X



Detalle de la conexión a tierra

Dimensiones

Las dimensiones sin paréntesis están en milímetros.
 Las dimensiones entre paréntesis están en pulgadas.
 Tolerancias globales ± 3 mm (1/8")

Características mecánicas

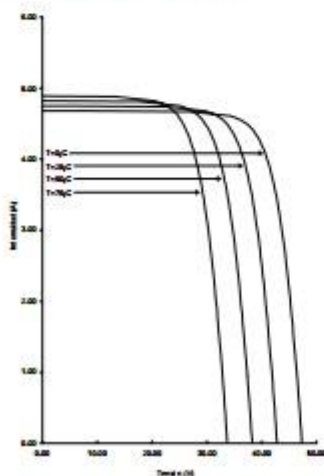
	Peso
BP 2150S	15.4 kg (34 libras)

Características eléctricas típicas ¹⁾	BP 2140S	BP2150S
Potencia máxima (P_{max}) ²⁾	140W	150W
Tensión de P_{max} (V_{mp})	34.0V	34.0V
Intensidad de P_{max} (I_{mp})	4.16A	4.45A
P_{max} mínima garantizada	130W	140W
Corriente de cortocircuito (I_{sc})	4.48A	4.75A
Tensión a circuito abierto (V_{oc})	42.8V	42.8V
Coefficiente de temperatura de I_{sc}	(0.065±0.015)%/°C	
Coefficiente de temperatura de V_{oc}	-(160±20)mV/°C	
Coefficiente de temperatura de la potencia	-(0.5±0.05)%/°C	
NOCT ³⁾	47±2°C	
Tensión máxima del sistema ⁴⁾	600V	

Notas

- Estos datos representan el funcionamiento típico de los módulos BP 2140S y BP2150S medido en sus conectores de salida. Los datos se basan en mediciones realizadas de acuerdo con ASTM E1036-85 corregida para SRC (Condiciones de Información Estándar, también conocida como STC o Condiciones de Prueba Estándar), que son:
 - Iluminación de 1 kW/m² (1 sol) a la distribución espectral de AM 1.5 (ASTM E892-87 radiación espectral global)
 - Temperatura de la célula de 25°C.
- Valor U.S. NEC
- Las células de un módulo iluminado operan más calientes que la temperatura ambiente. NOCT (Temperatura Nominal de Trabajo de la Célula) es una indicación de este diferencial de temperatura, y es la temperatura de la célula en Condiciones de Trabajo Estándar: temperatura ambiente de 20°C, radiación solar de 0.8 kW/m² y una velocidad del viento de 1 m/s.
- Durante el proceso de estabilización que se produce durante los primeros meses de despliegue, la potencia del módulo puede disminuir aproximadamente el 3% de la P_{max} típica.

Curvas I-V de BP 2150



9.2.2 Sistema de regulación



Regulador de carga Victron de 50 Amperios de tipo MPPT sólo para paneles de aislada. No sirve para paneles de conexión a red. Consultar categoría "con maximizador MPPT" para encontrar reguladores MPPT reales. Este tipo de reguladores permiten aumentar la corriente de carga procedente de panel en más de un 30%, en relación a un regulador del tipo PWM. Permite escoger la configuración más óptima para la carga de 8 tipos distintos de baterías y 2 ajustes de ecualización. También dispone de sensor de temperatura, protección contra sobrecargas, cortocircuitos, y evita la contra polaridad inversa en las conexiones de los paneles y la batería.

Características del producto

Regulador Victron blue solar 50A (mppt paneles aislada)

Nota: MPPT sólo para paneles de aislada. Mejora el rendimiento de los paneles hasta un 30%.

Código del producto: da0185

Características:

- Tensiones de batería 12V or 24V, auto select.
- Máxima corriente de carga: 50A.
- Regulación MPPT para paneles de aislada (compuestos por 36 o 72 células). Aumenta la corriente de carga hasta un 30% en comparación con un regulador PWM.
- Tensión máxima de paneles: Voc 55V.
- Eficiencia: > 98%.
- Autoconsumo: < 10mA.
- Valores predeterminados.
- Estado de absorción: 14.4V 28.8V.
- Protección contra cortocircuitos.
- Protección contra sobrecorriente.
- Protección contra conexión inversa de los paneles o la batería.
- Desconexión de la salida de carga a causa de baja tensión en la batería.
- Estado de flotación: 13.8V 27.6V.
- Medidas: 130 x 186 x 70 mm.
- Peso: 1,25 Kg.

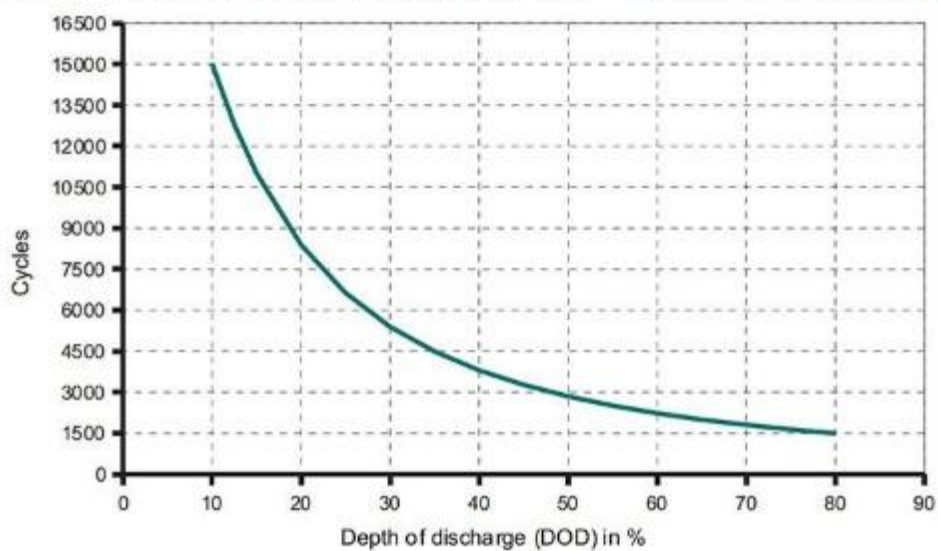
9.2.3 Sistema de acumulación

Acumulador Estacionario BAE 2V 595Ah



Los acumuladores estacionarios BAE 595Ah 2V se utilizan en aplicaciones de energía renovable, tales como la generación de energía fotovoltaica. Se utilizan en aplicaciones híbridas, así como en los sistemas fotovoltaicos independientes. Los acumuladores estacionarios BAE 595Ah 2V se caracterizan por una alta capacidad cíclica excepcional y un comportamiento de recarga excelente.

Aquí os mostramos los ciclos de vida de Los acumuladores estacionarios BAE: ("Cycles" = N° de ciclos de vida / "Depth of discharge (DOD) in %" = Profundidad de la descarga)



En base a los requisitos específicos del sistema, BAE ofrece baterías VRLA con bajo mantenimiento electrolito líquido, así como el mantenimiento baterías libres en la tecnología VRLA-GEL. Debido a altas exigencias de los ciclos de vida se utilizan placas tubulares.



Los acumuladores estacionarios BAE 595Ah 2V reflejan una calidad excepcional a través de:

- Largo ciclo de vida de aplicaciones cíclicas diarias aprobado acc. IEC 61427
- Diseño completamente aislado de la batería para asegurar la protección táctil
- Excelente capacidad de descarga total
- Deslizable patentado BAE "Panzerpole" para una fiabilidad perfecta
- Un diseño de conexión entre celdas externa para todas las baterías de bloques solares
- Fácil acceso para las mediciones a través del anillo de servicio y el tornillo poste asegurado
- Soluciones personalizadas de productos disponibles



Ficha técnica

Voltaje de la Batería 2V	Amperios-Hora de la Batería 595Ah
Capacidad medida de la Batería C100	Amperaje de la Batería Entre 300Ah – 600Ah
Medidas de la Batería 147 x 208 x 420 (alto x ancho x alto).	Peso de la Batería 34kg por vaso estacionario
Medida por vaso estacionario.	Garantía de la Batería 2 años

9.2.4 Sistema inversor



El potente inversor Victron Phoenix 3000 VA 24V permite un uso perfecto de todo tipo de electrodomésticos y aparatos eléctricos gracias a la calidad de su onda sinusoidal pura. Este inversor tiene una potencia nominal de 2500W y un pico de 6000W para soportar las altas potencias de arranque de algunos electrodomésticos. Este inversor transforma la corriente a 24V de las baterías, en corriente a 230V como la de las viviendas actuales. Entre sus características destacan: su alta fiabilidad, la calidad de su onda pura, y la opción de conexión en paralelo con otros inversores Victron Phoenix.

Inversor de onda pura Victron phoenix 3000VA (24V)

Emite una onda pura de calidad para uso de cualquier electrodoméstico.

Código del producto: da0294

Código gtin: 8719076023722

Tecnología sinusmax:

Tecnología de onda pura optimizada para conseguir el máximo rendimiento ante cualquier tipo de aparato eléctrico. Utiliza tecnología híbrida de alta frecuencia resultando un inversor de altas prestaciones.

Potencia de arranque adicional:

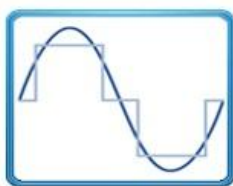
Dispone de una potencia de arranque superior a la normal, perfecta para uso de electrodomésticos que necesitan una potencia de salida muy alta para arrancar. Recomendado para uso de frigoríficos, compresores y motores eléctricos.

Conexión entre inversores:

Los modelos Victron Phoenix 1600, 2000 y 3000 tienen la opción de conexión en paralelo. Se pueden conectar entre sí hasta 6 unidades multiplicando la potencia nominal del inversor. También es posible su configuración para funcionamiento trifásico.

Características:

- Diagnóstico led.
- Interruptor on/off Remoto.
- Funcionamiento en paralelo y en trifásico: Sí.
- Conversión del voltaje: de 24V a 230V.
- Potencia en voltios amperios: 3000 VA.
- Potencia en vatios: 2500W.
- Pico de potencia: 6000W.
- Eficiencia del inversor: 94%
- Autoconsumo en vacío: 15W.
- Toma de corriente: Shucko estandar.
- Protección por cortocircuito de salida.
- Protección por sobrecarga.
- Sistema de desconexión por tensión de la batería demasiado baja.
- Sistema de desconexión por tensión de la batería demasiado alta.
- Peso: 18 Kg.
- Dimensiones: 362 x 258 x 218 mm.



La importancia de saber escoger el inversor adecuado:

Los inversores de corriente transforman la electricidad a 12V producida por los paneles, en electricidad a 230V (como la que consumimos en nuestros hogares). Para el uso de iluminación, televisión, equipo de música, ordenador portátil o teléfono, es suficiente el uso de un inversor de onda modificada. Sin embargo, para otros aparatos tales como nevera, lavadora, microondas, bomba de agua, etc.. será necesario utilizar un inversor de onda pura para garantizar su funcionamiento.

9.2.5 Cableado de la instalación

Para el cálculo del cableado de la instalación se usaron las siguientes tablas y la guía-bt-19 del reglamento de baja tensión.

TABLA B.52-1 (UNE-HD 60364-5-52: 2014) Métodos de instalación de referencia

Instalación de referencia			Tabla y columna				
			Intensidad admisible para los circuitos simples				
			Aislamiento PVC		Aislamiento XLPE o EPR		
			Número de conductores				
			2	3	2	3	
	Local	Conductores aislados en un conducto en una pared térmicamente aislante	A1	Tabla C.52-1 bis columna 4	Tabla C.52-1 bis columna 3	Tabla C.52-1 bis columna 7b	Tabla C.52-1 bis columna 6b
	Local	Cable multiconductor en un conducto en una pared térmicamente aislante	A2	Tabla C.52-1 bis columna 3	Tabla C.52-1 bis columna 2	Tabla C.52-1 bis columna 6b	Tabla C.52-1 bis columna 5b
		Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B1	Tabla C.52-1 bis columna 6a	Tabla C.52-1 bis columna 5a	Tabla C.52-1 bis columna 10b	Tabla C.52-1 bis columna 8b
		Cable multiconductor en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B2	Tabla C.52-1 bis columna 5a	Tabla C.52-1 bis columna 4	Tabla C.52-1 bis columna 8b	Tabla C.52-1 bis columna 7b
		Cables unipolares o multipolares sobre una pared de madera o mampostería	C	Tabla C.52-1 bis columna 8a	Tabla C.52-1 bis columna 6a	Tabla C.52-1 bis columna 11	Tabla C.52-1 bis columna 9b
		Cable multiconductor en conductos enterrados	D1	Tabla C.52-2 bis columna 3	Tabla C.52-2 bis columna 4	Tabla C.52-2 bis columna 5	Tabla C.52-2 bis columna 6
		Cables con cubierta unipolares o multipolares directamente en el suelo	D2				
		Cable multiconductor al aire libre Distancia al muro no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable	E	Tabla C.52-1 bis columna 9a	Tabla C.52-1 bis columna 7a	Tabla C.52-1 bis columna 12	Tabla C.52-1 bis columna 10b
		Cables unipolares en contacto al aire libre Distancia al muro no inferior al diámetro del cable	F	Tabla C.52-1 bis columna 10a	Tabla C.52-1 bis columna 8a	Tabla C.52-1 bis columna 13	Tabla C.52-1 bis columna 11
		Cables unipolares espaciados al aire libre Distancia entre ellos como mínimo el diámetro del cable	G	Ver UNE-HD 60364-5-52			

XLPE: Polietileno reticulado (90°C) EPR: Etileno-propileno (90°C) PVC: Policloruro de vinilo (70°C)

Cobre: $\rho_{20} = 1/56 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$; Aluminio: $\rho_{20} = 1/35 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$

$$\rho = K_{\theta} \cdot \rho_{20}$$

Para el cobre y el aluminio: $\theta = 70^{\circ}\text{C} \rightarrow K_{\theta} = 1,20$; $\theta = 90^{\circ}\text{C} \rightarrow K_{\theta} = 1,28$

POTENCIAS NORMALIZADAS DE TRANSFORMADORES (EN KVA):

5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000

FACTORES DE MAYORACIÓN K_{θ} : 1,25 para motores y 1,8 para lámparas de descarga



TABLA C.52-1 bis (UNE-HD 60364-5-52: 2014)
Intensidades admisibles en amperios Temperatura ambiente 40 °C en el aire

Método de instalación de la tabla B.52-1	Número de conductores cargados y tipos de aislamiento																		
	A1	PVC 3	PVC 3	PVC 2				XLPE 3		XLPE 2									
A2	PVC 3	PVC 2			XLPE 3		XLPE 2												
B1				PVC 3	PVC 2				XLPE 3				XLPE 2						
B2			PVC 3	PVC 2				XLPE 3	XLPE 2										
C					PVC 3			PVC 2		XLPE 3			XLPE 2						
E							PVC 3			PVC 2		XLPE 3	XLPE 2						
F								PVC 3			PVC 2		XLPE 3	XLPE 2					
	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
Sección mm²																			
Cobre																			
1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	20	20	21	23	-
2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	-	-
4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	-	-
6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	-	-
10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	-	-
16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	-	-
25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146	-
35	-	-	-	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182	-
50	-	-	-	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220	-
70	-	-	-	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282	-
95	-	-	-	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343	-
120	-	-	-	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397	-
150	-	-	-	-	-	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458	-
185	-	-	-	-	-	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523	-
240	-	-	-	-	-	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617	-
Alu- minio																			
2,5	11,5	12	13	14	15	16	16,5	17	17,5	18	19	20	20	20	21	23	25	-	-
4	15	16	17	19	20	21	22	22	23	24	25	26	28	27	29	31	34	-	-
6	20	20	22	24	25	27	29	28	30	31	32	33	35	36	38	40	44	-	-
10	26	27	31	33	35	38	40	40	41	42	44	46	49	50	52	56	60	-	-
16	35	37	41	46	48	50	52	53	55	57	60	63	66	66	70	76	82	-	-
25	46	49	54	60	63	63	66	67	70	72	75	78	81	84	88	91	98	110	-
35	-	-	-	74	78	78	81	83	87	89	93	97	101	104	109	114	122	136	-
50	-	-	-	90	94	95	100	101	106	108	113	118	123	127	132	140	149	167	-
70	-	-	-	115	121	121	127	130	136	139	145	151	158	162	170	180	192	215	-
95	-	-	-	140	146	147	154	159	166	169	177	183	192	197	206	219	233	262	-
120	-	-	-	161	169	171	179	184	192	196	205	213	222	228	239	254	273	306	-
150	-	-	-	-	-	196	205	213	222	227	237	246	257	264	276	294	314	353	-
185	-	-	-	-	-	222	232	243	254	259	271	281	293	301	315	337	361	406	-
240	-	-	-	-	-	261	273	287	300	306	320	332	347	355	372	399	427	482	-
Aislamientos termoestables (90°C)													Aislamientos termoplásticos (70°C)						
XLPE: Polietileno reticulado						EPR: Etileno-propileno						PVC: Policloruro de vinilo							

9.2.6 Sistema de protección

9.2.6.1 Fusibles

NH gPV 1000VDC	FUSIBLES PARA INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS FUSE-LINKS FOR PHOTOVOLTAIC INSTALLATIONS
-----------------------	--

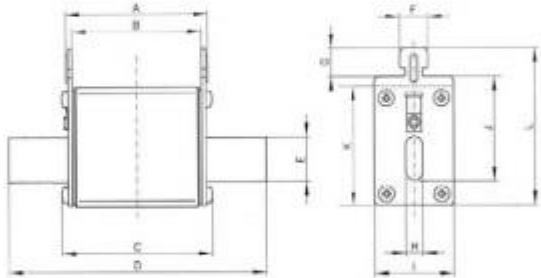
<u>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</u>	<u>PRODUCT DESCRIPTION</u>
<p>Los cartuchos fusibles de cuchilla NH gPV 1000 VDC para instalaciones fotovoltaicas de DF Electric han sido desarrollados para ofrecer una solución de protección, segura, compacta y económica en los cuadros de segundo nivel de las instalaciones fotovoltaicas.</p> <p>La gama comprende cartuchos fusibles de tallas NH1, NH2 y NH3 con corrientes asignadas comprendidas entre 25A y 400A</p> <p>La tensión asignada es de 1000 V DC (corriente continua).</p> <p>Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos (clase gPV de acuerdo a la Norma IEC 60269-6), con una corriente mínima de fusión de $1,35 \cdot I_n$.</p> <p>Están contruidos con cuerpo de cerámica de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos.</p> <p>Los contactos están realizados en latón plateado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características.</p> <p>Para la instalación de estos fusibles se recomienda la utilización de la bases NH modelo ST de 1000VDC.</p> <p>UL Listed (File E355019) </p>	<p><i>NH gPV 1000 VDC fuse-links for photovoltaic installations from DF Electric have been developed to offer a compact, safety and economic protection solution in second level panels of photovoltaic installations (array protection).</i></p> <p><i>The range comprises NH1, NH2 and NH3 fuse-links with rated currents between 25A and 400A.</i></p> <p><i>Rated voltage is 1000 V DC (direct current).</i></p> <p><i>They provide protection against overloads as well as short-circuits (gPV class according to IEC 60269 Standard, with a minimum fusing current of $1,35 \cdot I_n$).</i></p> <p><i>Made with ceramic body with high withstand to internal pressure and thermal shock.</i></p> <p><i>Contacts are made in silver plated brass and melting elements are made in pure silver in order to avoid the aging and thus keep unalterable the electric characteristics.</i></p> <p><i>For these fuse-links we recommend the utilization of 1000 VDC NH ST fuse bases.</i></p> <p><i>UL Listed (File E355019) </i></p>
<u>NORMAS</u>	<u>STANDARDS</u>
<p>IEC/EN60269-1 IEC/EN60269-6 Directiva 2002/95/EC (RoHS) UL 2579</p>	<p>IEC/EN60269-1 IEC/EN60269-6 2002/95/EC RoHS directive UL 2579</p>

DF ELECTRIC se reserva el derecho a cambiar las dimensiones, especificaciones, materiales o el diseño de sus productos en cualquier momento sin previo aviso.


DF ELECTRIC retains the right to change the dimensions, specifications, materials or design of its products at any time with or without notice.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		TECHNICAL CHARACTERISTICS	
Tamaños <i>Sizes</i>	NH1 – NH2 - NH3		
Tensión asignada <i>Rated voltage</i>	1000V DC		
Corrientes asignadas <i>Rated currents</i>	25A...200A (NH1) 200A...250A (NH2) 200A...400A (NH3)		
Poder de corte asignado <i>Rated breaking capacity</i>	30 kA (L/R = 2 ms)		
Clase <i>Class</i>	gPV (protección de sobrecargas y cortocircuitos) (<i>protection against overload and short-circuit</i>)		
Corriente mínima de interrupción <i>Minimum interrupt rating</i>	1,35·In		
Corriente de no fusión <i>Non fusing current</i>	1,13·In		

DIMENSIONES / DIMENSIONS



Talla / Size	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Peso/weight
NH1	68	62	71,5	135	20	10	9,5	6	39	40	52	64	0,38 kg
NH2	68	62	71,5	150	25	10	9,5	6	53	48	60	72	0,62 kg
NH3	68	62	73	150	32	10	9,5	6	70	60	75	87	1,02 kg

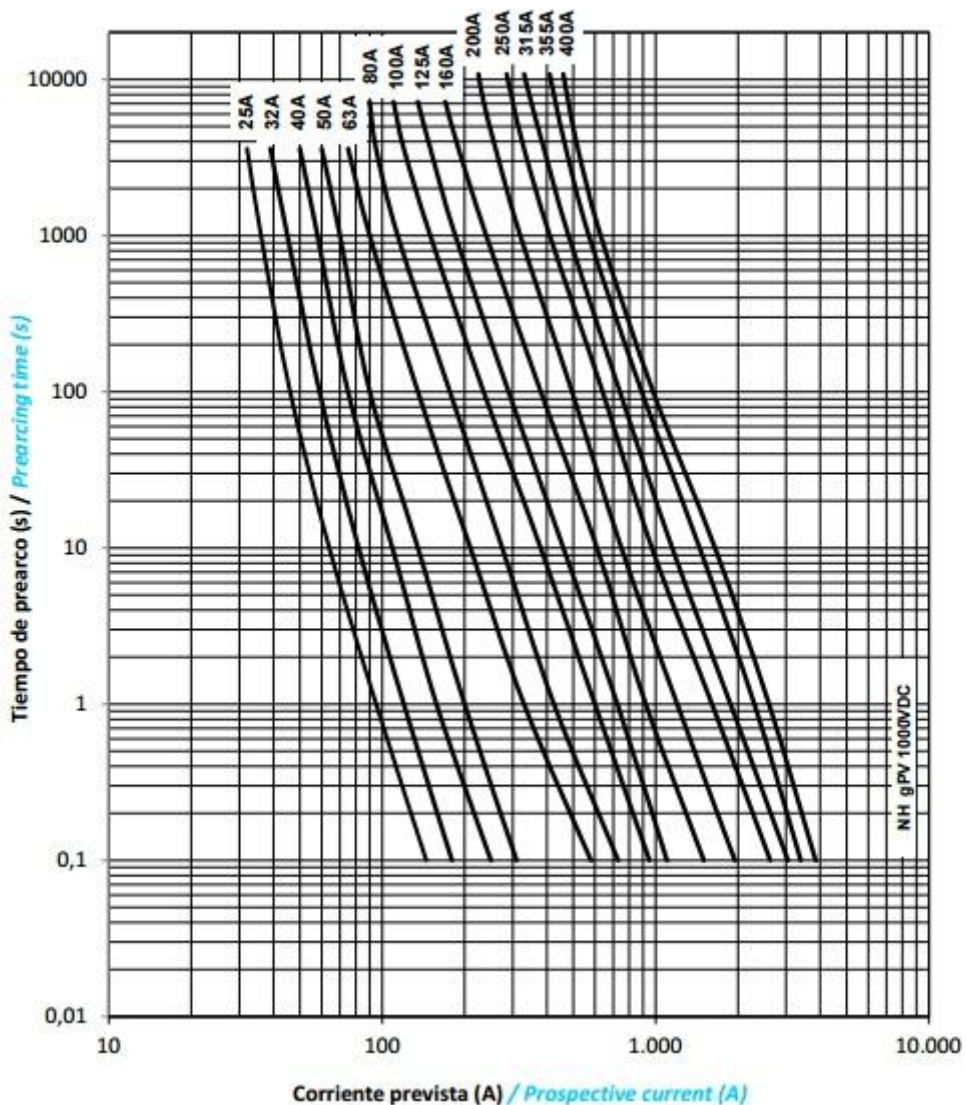


CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			TECHNICAL CHARACTERISTICS			
TALLA	CORRIENTE ASIGNADA (A)	REFERENCIA	POTENCIA DISIPADA (W) @ 0,7-In	POTENCIA DISIPADA (W) @ In	I ² t PREARCO (A ² s)	I ² t TOTAL (A ² s)
SIZE	RATED CURRENT (A)	REFERENCE	POWER DISSIPATION (W) @ 0,7-In	POWER DISSIPATION (W) @ In	PREARcing I ² t (A ² s)	OPERATING I ² t (A ² s)
NH1	25	373210 (U)	5,2	12,5	62	94
	32	373215 (U)	6,3	15,5	122	184
	40	373225 (U)	6,7	16,6	302	454
	50	373230 (U)	7,5	18,0	562	844
	63	373235 (U)	8,2	20,0	1.210	1.815
	80	373240 (U)	10,0	27,0	2.250	3.375
	100	373245 (U)	11,0	28,0	4.000	6.000
	125	373250 (U)	12,5	32,0	6.500	9.700
	160	373255	10,0	25,0	10.300	19.800
NH2	200	373350	11,4	28,0	18.700	36.400
	250	373360	13,0	33,3	36.800	71.500
NH3	200	373425 (U)	19,5	48,0	21.700	31.700
	250	373435 (U)	20,5	51,5	41.000	60.000
	315	373445 (U)	26,2	66,0	76.000	111.500
	355	373450	18,0	46,5	74.700	130.700
	400	373455	20,0	51,0	104.400	182.600

COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA POR TEMPERATURA AMBIENTE
 AMBIENT TEMPERATURE DERATING FACTOR

t _a (°C)	A ₁
40	0,92
45	0,90
50	0,87
55	0,85
60	0,82
65	0,79
70	0,76
75	0,72
80	0,69

CARACTERÍSTICAS TIEMPO-CORRIENTE
 TIME-CURRENT CHARACTERISTICS



GUÍA DE SELECCIÓN Y APLICACIÓN	SELECTION AND APPLICATION'S GUIDE
<p>En las centrales fotovoltaicas, se dan unas condiciones de instalación y de funcionamiento que deben ser consideradas a la hora de seleccionar el fusible adecuado para la protección.</p> <p>Estos fusibles suelen ir montados en el interior de cajas estancas, donde se alcanzan temperaturas ambiente elevadas. Esto obliga a reducir la corriente máxima a través de los fusibles ya que en caso contrario podría producirse la fusión prematura de los mismos. Para evitarlo, se deben aplicar unos coeficientes de reducción.</p> <p>Por otro lado, los ciclos día/noche y el paso de nubes hacen que la corriente varíe continuamente a través de los fusibles, generando continuos calentamientos y enfriamientos que producen stress térmico y mecánico en los materiales, especialmente en el elemento de fusión. Para evitar un posible envejecimiento prematuro que provoca la fusión intempestiva, debemos aplicar un coeficiente de seguridad (DF Electric recomienda un valor de 0,80 para este tipo de aplicaciones).</p> <p>Teniendo presentes estas consideraciones, podemos seleccionar el fusible más adecuado.</p> <p>Para verificar que la tensión asignada del fusible es adecuada debemos tener en cuenta los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tensión de circuito abierto de los módulos PV (V_{oc} STC) • Número de módulos conectados en serie (M). • Factor de seguridad (20%). <p>Así, la tensión asignada en DC mínima de los fusibles debe ser:</p> $V_{ocFusible} \geq V_{oc}(STC) \cdot M \cdot 1,2$ <p>La tensión de circuito abierto de los módulos V_{oc} (STC) es la tensión máxima que un módulo fotovoltaico puede dar cuando funciona en vacío (sin ninguna carga conectada) en unas condiciones de ensayo determinadas (STC = <i>Standard Test Condition</i>) y es un dato indicado por el fabricante de los módulos fotovoltaicos.</p>	<p><i>In photovoltaic plants, there are a special installation and working conditions that must be considered to select the appropriate fuse-links.</i></p> <p><i>These fuses are usually placed inside plastic watertight boxes, where high ambient temperatures are reached. This condition force to reduce the maximum current that can circulate through the fuse-links, otherwise it would be have premature aging. To avoid non-desired operation of fuse-links it is necessary to apply a derating when select the appropriate rated current.</i></p> <p><i>On the other hand, the day/night cycles as well as the pass of clouds cause a constant current changes that generates continuous heating and cooling, and this cause a thermal stress in fuse-links materials, especially in the melting elements. To avoid premature aging another derating must be applied (DF Electric recommend a value of 0,80 for this application).</i></p> <p><i>With these considerations it is possible to select the suitable fuse.</i></p> <p><i>To verify that the rated voltage of fuse-link is sufficient, the following points must be taken into account:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Open circuit voltage $V_{oc\ STC}$ of PV modules.</i> • <i>Numbers of modules connected in series (M).</i> • <i>Safety factor (20%).</i> <p><i>According to this, rated voltage in DC of fuse-links must be:</i></p> $V_{ocFusible} \geq V_{oc}(STC) \cdot M \cdot 1,2$ <p><i>Open circuit voltage $V_{oc\ STC}$ of PV modules is the maximum voltage that a Photovoltaic module can deliver when is working without load, measured under standard test conditions (STC). This information is given by the manufacturer of PV modules.</i></p>

<p>Para escoger la corriente asignada del fusible a utilizar, los puntos a contemplar serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intensidad de cortocircuito de los módulos I_{SC} (STC) • Número de <i>strings</i> conectados en paralelo (N_s) • Factor de corrección de la temperatura ambiente (A_1). • Factor de corrección por variación de la corriente (A_2). <p>La intensidad de cortocircuito de los módulos I_{SC} (STC) es la corriente máxima que un módulo fotovoltaico puede dar en unas condiciones de ensayo determinadas (STC) y es un dato indicado por el fabricante de los módulos fotovoltaicos.</p> <p>Factor de corrección recomendado por variación de la corriente (A_2): 0,80.</p> <p>La temperatura ambiente en el interior de las cajas donde se alojan las protecciones puede alcanzar fácilmente valores de 40°C ó 45°C (para climas tropicales hay que considerar valores más elevados). Se debe aplicar un factor de corrección (A_1) en función de la temperatura ambiente (ver tabla o gráfico de la página 4).</p> <p>Con las consideraciones anteriores, la corriente asignada del fusible debe ser:</p> $I_{N \text{ fusible}} \geq \frac{I_{SC \text{ STC}} \cdot N_s}{A_1 \cdot A_2}$ <p>Como ejemplo, si consideramos una temperatura ambiente máxima de 45°C, el calibre a utilizar sería:</p> $I_{N \text{ fusible}} \geq \frac{I_{SC \text{ STC}} \cdot N_s}{0,90 \cdot 0,80}$ $I_{N \text{ fusible}} \geq 1,40 \cdot I_{SC \text{ STC}} \cdot N_s$	<p><i>To choose rated current of fuse-links, points to be taken into account are the following:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Short circuit current of PV modules $I_{SC \text{ STC}}$.</i> • <i>Number of strings in parallel (N_s)</i> • <i>Derating factor for ambient temperature (A_1).</i> • <i>Derating factor for current variation (A_2).</i> <p><i>Short circuit current of PV modules $I_{SC \text{ STC}}$ is the maximum current that one module can deliver measured under standard test conditions (STC). This data is also given by the manufacturer of PV modules.</i></p> <p><i>Recommended derating factor for current variation (A_2): 0,80.</i></p> <p><i>Ambient temperature inside boxes where are placed protections can reach easily 40°C or 45°C (for tropical countries it is necessary to consider higher values).</i></p> <p><i>It should be applied a derating factor (A_1) as function of ambient temperature (see table or graphic in pag. 4).</i></p> <p><i>With previous considerations, rated current of fuse-link should be:</i></p> $I_{N \text{ fuse_link}} \geq \frac{I_{SC \text{ STC}} \cdot N_s}{A_1 \cdot A_2}$ <p><i>For example, if we consider a maximum ambient temperature of 45°C, the rating to use would be:</i></p> $I_{N \text{ fuse_link}} \geq \frac{I_{SC \text{ STC}} \cdot N_s}{0,90 \cdot 0,80}$ $I_{N \text{ fuse_link}} \geq 1,4 \cdot I_{SC \text{ STC}} \cdot N_s$
---	--



**“TITULO: INSTALACION FOTOVOLTAICA PARA
VIVIENDA RURAL”**

PLANOS

**GRADO EN TECNOLOGÍAS MARINAS
MANTEMENTO E INSTALACIONES**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

FECHA:

JUNIO - 2017

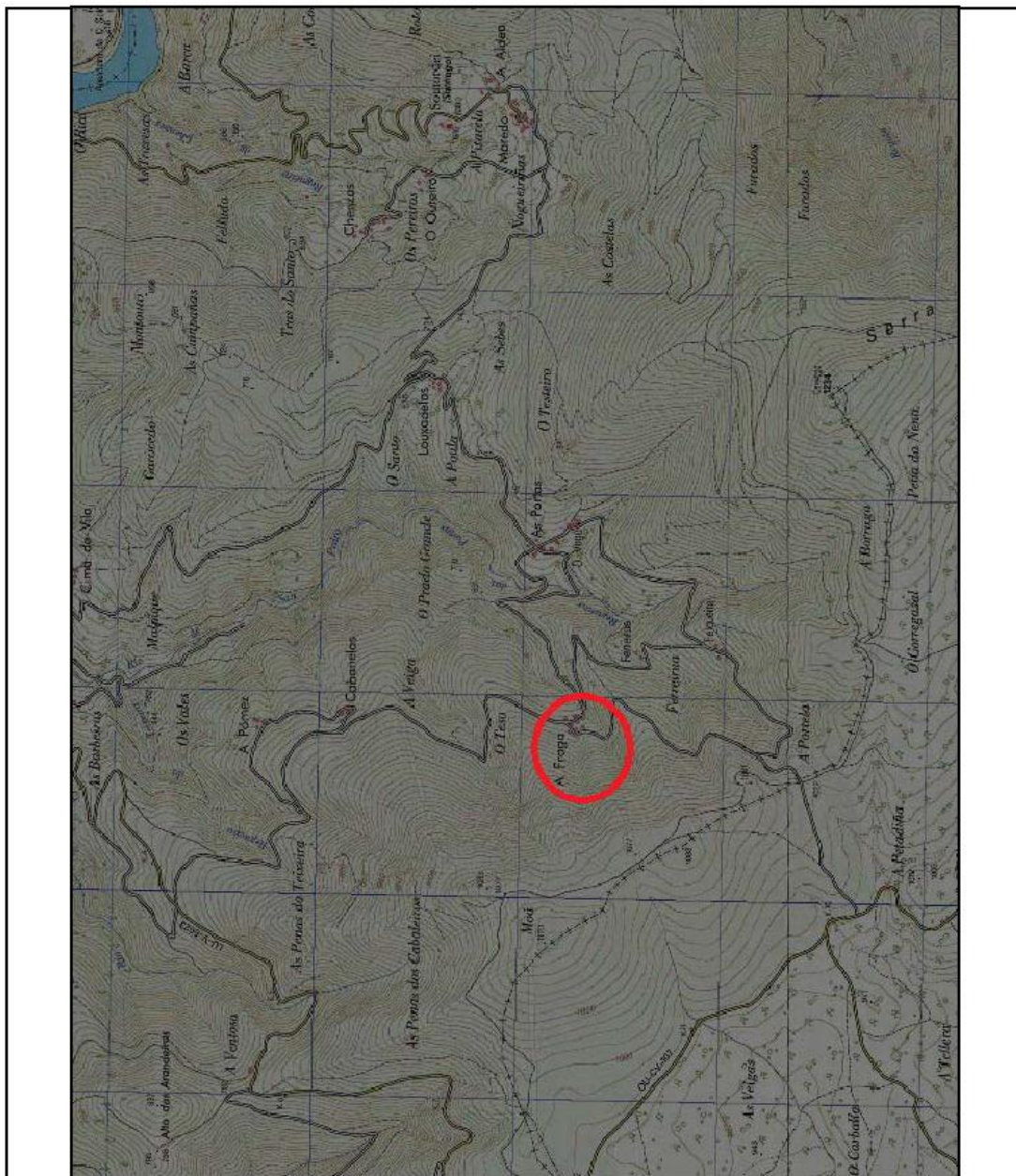
AUTOR:

El alumno

Fdo.: Estefanía Sánchez Ferradal

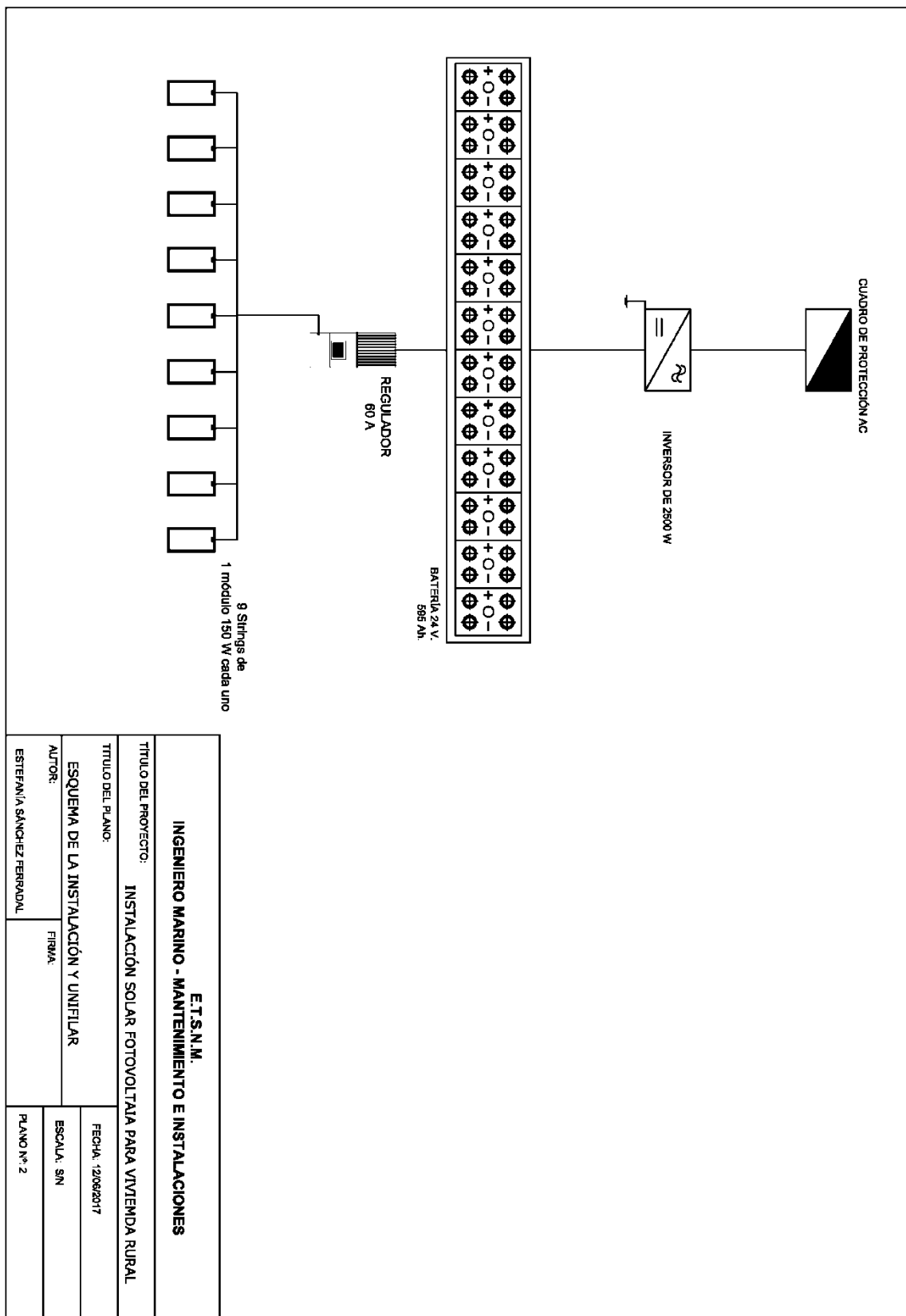
10 PLANOS

10.1 Plano ubicación

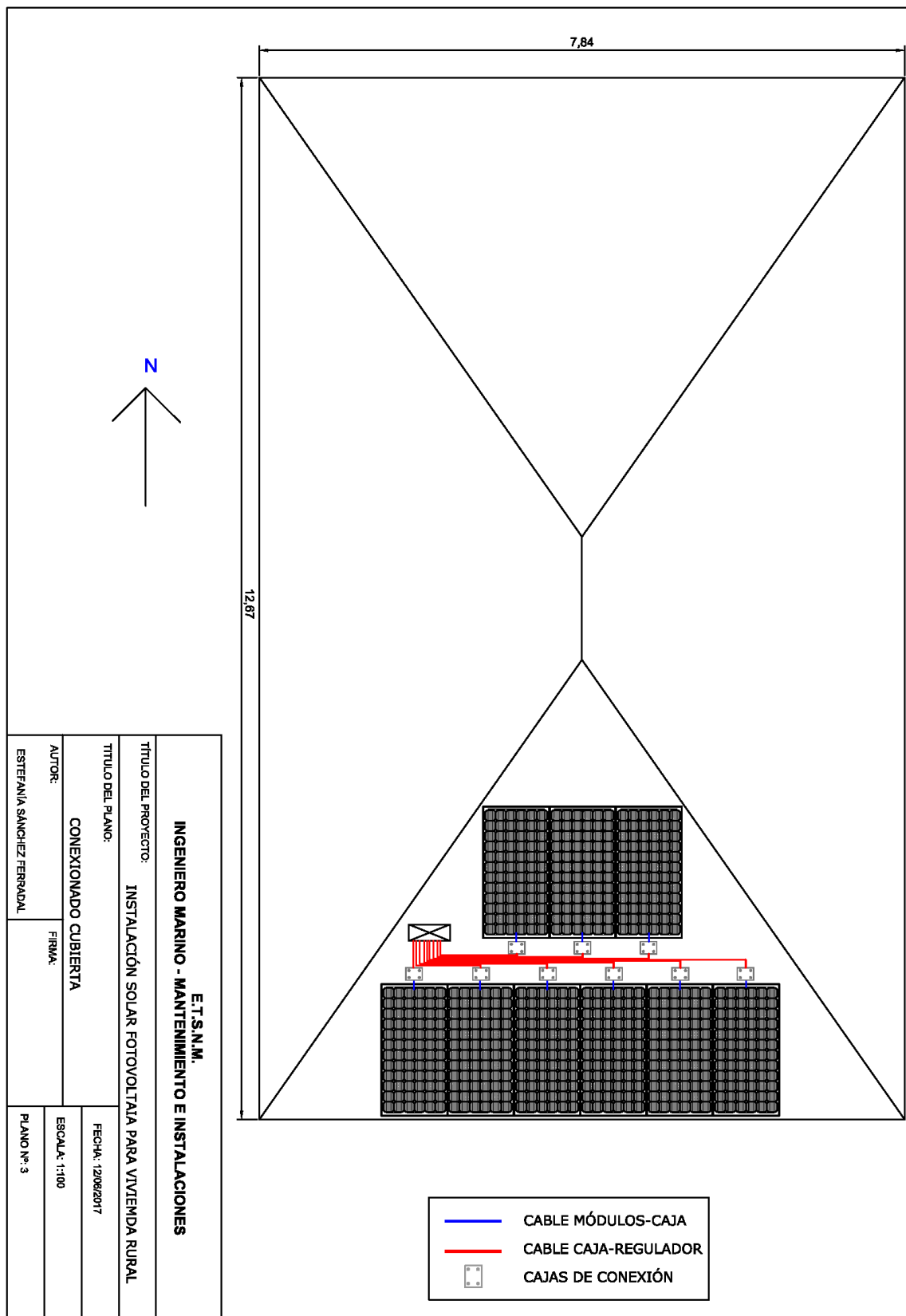


E.T.S.N.M.	
INGENIERO MARINO - MANTENIMIENTO E INSTALACIONES	
TÍTULO DEL PROYECTO: INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAIA PARA VIVIENDA RURAL	
TÍTULO DEL PLANO:	FECHA: 12/08/2017
UBICACIÓN INSTALACIÓN	ESCALA: 1:20000
AUTOR:	FIRMA:
ESTEFANÍA SÁNCHEZ FERRADAL	
	PLANO Nº: 1

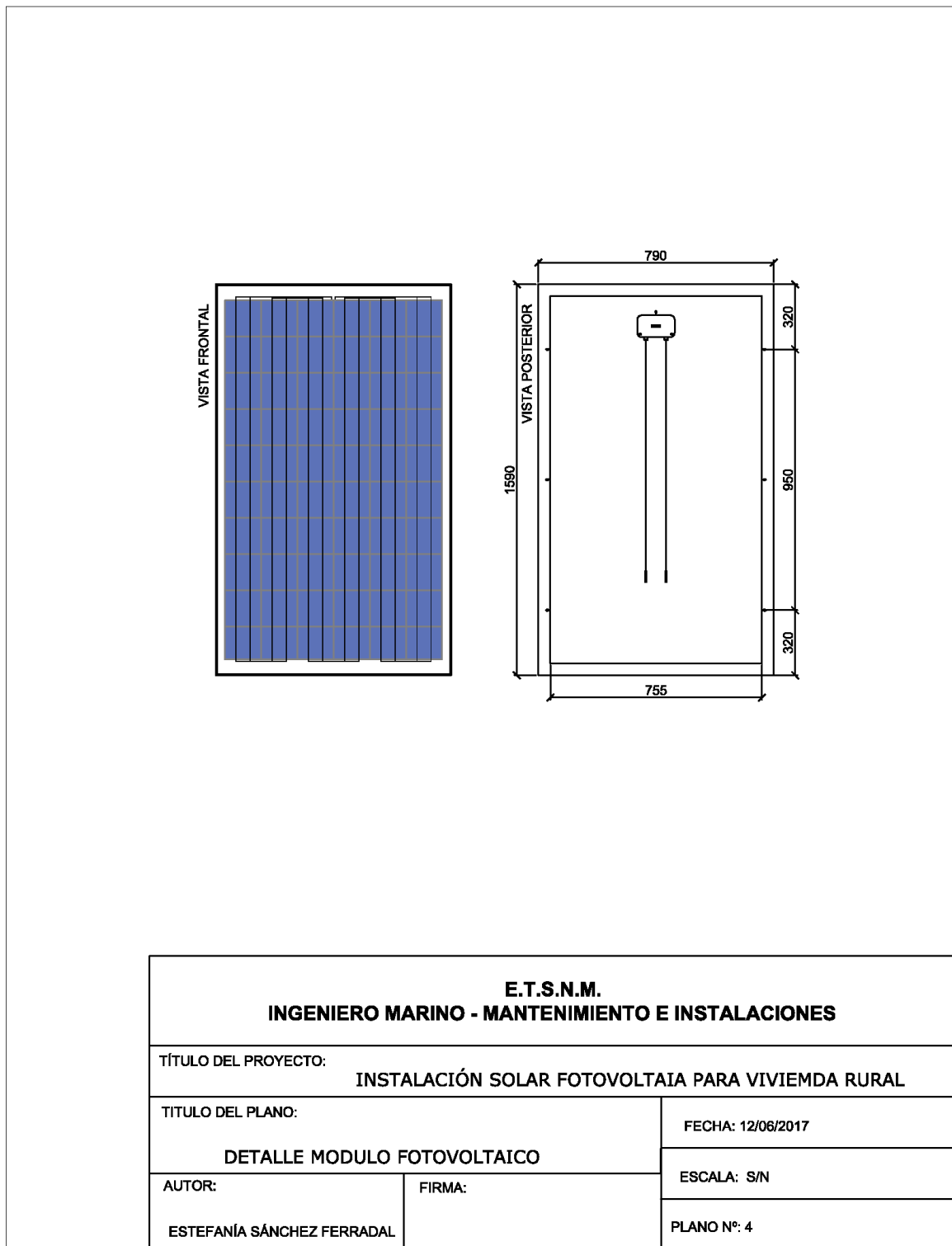
10.2 Plano esquema instalación



10.3 Plano conexión cubierta



10.4 Plano detalle del módulo fotovoltaico





**“TITULO: INSTALACION FOTOVOLTAICA PARA
VIVIENDA RURAL”**

PLIEGO DE CONDICIONES

GRADO EN TECNOLOGÍAS MARINAS

MANTEMENTO E INSTALACIONES

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

FECHA:

JUNIO - 2017

AUTOR:

El alumno

Fdo.: Estefanía Sánchez Ferradal

11 PLIEGO DE CONDICIONES

11.1 Objeto

El pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) tiene como objeto fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones fotovoltaicas aisladas de la red, que por sus características estén comprendidas en el apartado segundo de este Pliego.

Es por ello que este PTC pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

Se valorará la calidad final de la instalación por el servicio de energía eléctrica proporcionado (eficiencia energética, correcto dimensionado, etc.) y por su integración en el entorno.

11.2 Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación de este PTC se aplica a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

En determinados supuestos del proyecto se podrán adoptar, por la propia naturaleza del mismo o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

Este PCT está asociado a las líneas de ayuda para la promoción de instalaciones de energía solar fotovoltaica en el ámbito del Plan de Energías Renovables.

11.3 Generalidades

Este PTC es de aplicación, en su integridad, a todas las instalaciones solares fotovoltaicas aisladas de la red destinadas:

- Electrificación de viviendas y edificios.
- Alumbrado público.
- Aplicaciones agropecuarias.

- Bombeo y tratamiento de agua.
- Aplicaciones mixtas con otras fuentes de energías renovables.

También podrá ser de aplicación a otras instalaciones distintas a las del apartado anterior, siempre que tengan características técnicas similares.

En todo caso es de aplicación toda la normativa que afecte a instalaciones solares fotovoltaicas:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002).
- Código Técnico de la Edificación (CTE), cuando sea aplicable.
- Directivas Europeas de seguridad y compatibilidad electromagnética.

11.4 Componentes y materiales

11.4.1 Generalidades

Todas las instalaciones deberán cumplir con las exigencias de protecciones y seguridad de las personas, y entre ellas las dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión o legislación posterior vigente.

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

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad para proteger a las personas frente a contactos directos e indirectos, especialmente en instalaciones con tensiones de operación superiores a 50 VRMS o 120 VCC. Se recomienda la utilización de equipos y materiales de aislamiento eléctrico de clase II.

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

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65, y los de interior, IP20.

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

En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirá toda la información del diseño de la instalación, resaltando los cambios que hubieran podido producirse y el motivo de los mismos. En la Memoria de Diseño o Proyecto también se incluirán las especificaciones técnicas, proporcionadas por el fabricante, de todos los elementos de la instalación.

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 donde se sitúa la instalación.

11.4.2 Generadores fotovoltaicos

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, o UNE-EN 62108 para módulos de concentración, así como la especificación UNE-EN 61730-1 y 2 sobre seguridad en módulos FV, Este requisito se justificará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente emitido por algún laboratorio acreditado.

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

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación. En caso de variaciones respecto de estas características, con carácter excepcional, deberá presentarse en la Memoria justificación de su utilización.

- 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 $\pm 5\%$ 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 encapsulaste. 5.2.4 Cuando las tensiones nominales en continua sean superiores a 48V, la estructura del generador y los marcos metálicos de los módulos estarán conectados a una toma de tierra, que será la misma que la del resto de la instalación.

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

En aquellos casos en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, todo producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con la aprobación expresa del I.D.A.E. En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

11.4.3 Estructura de soporte

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

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

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

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

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

La tornillería empleada deberá ser de acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea 12 galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando los de sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

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

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 ajustarán a las exigencias del Código Técnico de la Edificación y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas.

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

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

11.4.4 Acumuladores de plomo ácido

Se recomienda que los acumuladores sean de plomo-ácido, preferentemente estacionarias y de placa tubular. No se permitirá el uso de baterías de arranque.

Para asegurar una adecuada recarga de las baterías, la capacidad nominal del acumulador (en Ah) no excederá en 25 veces la corriente (en A) de cortocircuito en CEM del generador fotovoltaico. En el caso de que la capacidad del acumulador elegido sea superior a este valor (por existir el apoyo de un generador eólico, cargador de baterías, grupo electrógeno, etc.), se justificará adecuadamente.

La máxima profundidad de descarga (referida a la capacidad nominal del acumulador) no excederá el 80% en instalaciones donde se prevea que descargas tan profundas no serán frecuentes. En aquellas aplicaciones en las que estas sobredescargas puedan ser habituales, tales como alumbrado público, la máxima profundidad de descarga no superará el 60%.

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

La capacidad inicial del acumulador será superior al 90% de la capacidad nominal.

En cualquier caso, deberán seguirse las recomendaciones del fabricante para aquellas baterías que requieran una carga inicial.

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

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

El acumulador será instalado siguiendo las recomendaciones del fabricante. En cualquier caso, deberá asegurarse lo siguiente:

- El acumulador se situará en un lugar ventilado y con acceso restringido.
- Se adoptarán las medidas de protección necesarias para evitar el cortocircuito accidental de los terminales del acumulador, por ejemplo, mediante cubiertas aislantes.

Cada batería, o vaso, deberá estar etiquetado, al menos, con la siguiente información:

- Tensión nominal (V).
- Polaridad de los terminales.
- Capacidad nominal (Ah).
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie.

11.4.5 Reguladores de carga

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

Los reguladores de carga que utilicen la tensión del acumulador como referencia para la regulación deberán cumplir los siguientes requisitos:

- La tensión de desconexión de la carga de consumo del regulador deberá elegirse para que la interrupción del suministro de electricidad a las cargas se produzca cuando el acumulador haya alcanzado la profundidad máxima

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

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

Se permitirá el uso de otros reguladores que utilicen diferentes estrategias de regulación atendiendo a otros parámetros, como, por ejemplo, el estado de carga del acumulador. En cualquier caso, deberá asegurarse una protección equivalente del acumulador contra sobrecargas y sobredescargas.

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

El regulador de carga se seleccionará para que sea capaz de resistir sin daño una sobrecarga simultánea, a la temperatura ambiente máxima, de: – Corriente en la línea de generador: un 25% superior a la corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico en condiciones estándar de medida (CEM).

- Corriente en la línea de consumo: un 25% superior a la corriente máxima de la carga de consumo.

El regulador de carga debería estar protegido contra la posibilidad de desconexión accidental del acumulador, con el generador operando en las CEM y con cualquier carga. En estas condiciones, el regulador debería asegurar, además de su propia protección, la de las cargas conectadas.

Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de generador y acumulador serán inferiores al 4% de la tensión nominal (0,5V para 12V de tensión nominal), para sistemas de menos de 1kW, y del 2% de la tensión nominal para sistemas mayores de 1kW, incluyendo 14 los terminales. Estos valores se especifican para las siguientes condiciones: corriente nula en la línea de consumo y corriente en la línea generador-acumulador igual a la corriente máxima especificada para el regulador. Si las caídas de tensión son superiores, por ejemplo, si el regulador incorpora un diodo de bloqueo, se justificará el motivo en la Memoria de Solicitud.

Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de batería y consumo serán inferiores al 4% de la tensión nominal (0,5V para 12V de tensión nominal), para sistemas de menos de 1kW, y del 2% de la tensión nominal para sistemas mayores de 1kW, incluyendo los terminales. Estos valores se especifican para las siguientes condiciones: corriente nula en la línea de generador y corriente en la línea acumulador-consumo igual a la corriente máxima especificada para el regulador.

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

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

El regulador de carga deberá estar etiquetado con al menos la siguiente información:

- Tensión nominal (V).
- Corriente máxima (A).
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie.
- Polaridad de terminales y conexiones.

11.4.6 Inversores

Los requisitos técnicos de este apartado se aplican a inversores monofásicos o trifásicos que funcionan como fuente de tensión fija (valor eficaz de la tensión y frecuencia de salida fija). Para otros tipos de inversores se asegurarán requisitos de calidad equivalentes.

Los inversores serán de onda senoidal pura. Se permitirá el uso de inversores de onda no senoidal, si su potencia nominal es inferior a 1kVA, no producen daño a las cargas y aseguran una correcta operación de éstas.

Los inversores se conectarán a la salida de consumo del regulador de carga o en bornes del acumulador. En este último caso se asegurará la protección del acumulador frente a sobrecargas y sobredescargas, de acuerdo con lo especificado en el apartado 12.3.4. Estas protecciones podrán estar incorporadas en el propio inversor o se realizarán con un regulador de carga, en

cuyo caso el regulador debe permitir breves bajadas de tensión en el acumulador para asegurar el arranque del inversor.

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

La regulación del inversor debe asegurar que la tensión y la frecuencia de salida estén en los siguientes márgenes, en cualquier condición de operación:

$$V_{NOM} \pm 5\%, \text{ siendo } V_{NOM} = 220 V_{RMS} \text{ o } 230 V_{RMS} \quad (11.4.6.1)$$

$$50Hz \pm 2\%$$

El inversor será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiente especificado por el fabricante.

El inversor debe arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación, especialmente aquellas que requieren elevadas corrientes de arranque (TV, motores, etc.), sin interferir en su correcta operación ni en el resto de cargas.

Los inversores estarán protegidos frente a las siguientes situaciones:

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

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

Las pérdidas de energía diaria ocasionadas por el autoconsumo del inversor serán inferiores al 5% del consumo diario de energía. Se recomienda que el inversor tenga un sistema de “stand-by” para reducir estas pérdidas cuando el inversor trabaja en vacío (sin carga).

En la tabla 11.4.6.1 se especifica el rendimiento del inversor con cargas resistivas cuyo valor será superior a los límites especificados en la misma.

Tipo de Inversor	Rendimiento al 20% de la potencia nominal	Rendimiento a potencia nominal
------------------	---	-----------------------------------

Onda senoidal (*)	$P_{NOM} \leq 500 VA$	> 85%	> 75%
	$P_{NOM} > 500 VA$	> 90%	> 85%
Onda no senoidal		> 9 %	> 85%

Tabla 11.4.6.1: Rendimiento del inversor

(*) Se considerará que los inversores son de onda senoidal si la distorsión armónica total de la tensión de salida es inferior al 5% cuando el inversor alimenta cargas lineales, desde el 20% hasta el 100% de la potencia nominal.

Los inversores deberán estar etiquetados con, al menos, la siguiente información:

- Potencia nominal (VA).
- Tensión nominal de entrada (V).
- Tensión (VRMS) y frecuencia (Hz) nominales de salida.
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie.
- Polaridad y terminales

11.4.7 Cargas de consumo

Se recomienda utilizar electrodomésticos de alta eficiencia.

Se utilizarán lámparas fluorescentes, preferiblemente de alta eficiencia. No se permitirá el uso de lámparas incandescentes.

Las lámparas fluorescentes de corriente alternan deberán cumplir la normativa al respecto. Se recomienda utilizar lámparas que tengan corregido el factor de potencia.

En ausencia de un procedimiento reconocido de cualificación de lámparas fluorescentes de continua, estos dispositivos deberán verificar los siguientes requisitos:

- El balastro debe asegurar un encendido seguro en el margen de tensiones de operación, y en todo el margen de temperaturas ambientes previstas.
- La lámpara debe estar protegida cuando:
 - Se invierte la polaridad de la tensión de entrada.
 - La salida del balastro es cortocircuitada.
 - Opera sin tubo.

- La potencia de entrada de la lámpara debe estar en el margen de $\pm 10\%$ de la potencia nominal.
- El rendimiento luminoso de la lámpara debe ser superior a 40 lúmenes/W.
- La lámpara debe tener una duración mínima de 5000 ciclos cuando se aplica el siguiente ciclado: 60 segundos encendido/150 segundos apagado, y a una temperatura de 20°C.
- Las lámparas deben cumplir las directivas europeas de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética.

Se recomienda que no se utilicen cargas para climatización.

Los sistemas con generadores fotovoltaicos de potencia nominal superior a 500W tendrán, como mínimo, un contador para medir el consumo de energía (excepto sistemas de bombeo). En sistemas mixtos con consumos en continua y alterna, bastará un contador para medir el consumo en continua de las cargas CC y del inversor. En sistemas con consumos de corriente alterna únicamente, se colocará el contador a la salida del inversor.

Los enchufes y tomas de corriente para corriente continua deben estar protegidos contra inversión de polaridad y ser distintos de los de uso habitual para corriente alterna.

11.4.8 Cableado

Todo el cableado cumplirá con lo establecido en la legislación vigente.

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

Se incluirá toda la longitud de cables necesaria (parte continua y/o alterna) para cada aplicación concreta, evitando esfuerzos sobre los elementos de la instalación y sobre los propios cables.

Los positivos y negativos de la parte continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados (códigos de colores, etiquetas, etc.) de acuerdo a la normativa vigente.

Los cables de exterior estarán protegidos contra la intemperie.

11.4.9 Protecciones y puesta a tierra

Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48 voltios contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura soporte del generador y los marcos metálicos de los módulos.

El sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos. En caso de existir una instalación previa no se alterarán las condiciones de seguridad de la misma.

La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. Se prestará especial atención a la protección de la batería frente a cortocircuitos mediante un fusible, disyuntor magnetotérmico u otro elemento que cumpla con esta función.

11.5 Recepción y pruebas

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas del lugar del usuario de la instalación, para facilitar su correcta interpretación.

Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán, como mínimo, las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha del sistema.
- Prueba de las protecciones del sistema y de las medidas de seguridad, especialmente las del acumulador.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasarán a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. El Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que el sistema ha funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos del sistema suministrado. Además, se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Entrega de la documentación requerida en este PCT.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.

- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación del sistema, aunque deberá adiestrar al usuario.

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o elección de componentes por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de ocho años contados a partir de la fecha de la firma del Acta de Recepción Provisional.

No obstante, vencida la garantía, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

11.6 Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento

11.6.1 Generalidades

Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo), al menos, de tres años.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual.

El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá las labores de mantenimiento de todos los elementos de la instalación aconsejados por los diferentes fabricantes.

11.6.2 Programa de mantenimiento

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica aisladas de la red de distribución eléctrica.

Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación, para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo

Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener, dentro de límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en los plazos indicados, y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la instalación.
- El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

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

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc.
- Comprobación del estado de los módulos: situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
- Estructura soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación, etc.
- Baterías: nivel del electrolito, limpieza y engrasado de terminales, etc.
- Regulador de carga: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento de indicadores, etc.
- Inversores: estado de indicadores y alarmas.

- Caídas de tensión en el cableado de continua.
- Verificación de los elementos de seguridad y protecciones: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.

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

11.6.3 Garantías

Ámbito general de la garantía:

- Sin perjuicio de una posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.
- La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la entrega de la instalación.

Plazos:

- El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de tres años, para todos los materiales utilizados y el montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía será de ocho años.
- Si hubiera de interrumpirse la explotación del sistema debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

Condiciones económicas:

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

- Asimismo, se debe incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.
- Si, en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

Anulación de la garantía:

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

Lugar y tiempo de la prestación:

- Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará fehacientemente al fabricante.
- El suministrador atenderá el aviso en un plazo máximo de 48 horas si la instalación no funciona, o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.
- Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.
- El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas con la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.



**“TITULO: INSTALACION FOTOVOLTAICA PARA
VIVIENDA RURAL”**

PRESUPUESTO

**GRADO EN TECNOLOGÍAS MARINAS
MANTEMENTO E INSTALACIONES**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

FECHA:

FEBRERO - 2017

AUTOR:

El alumno

Fdo.: Estefanía Sánchez Ferradal

12 PRESUPUESTO

12.1 Cuadro de descompuestos

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO A Elementos principales					
A1	u	Paneles fotovoltaicos bp2150S 150W			
			Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA		149,43
		Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA Y NUEVE EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS			
A2	u	Estructura reforzada de acero			
			Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA		200,00
		Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS EUROS			
A3	u	Inversor victrom phoenix 3000Va/24V			
			Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA		1.102,05
		Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CIENTO DOS EUROS con CINCO CÉNTIMOS			
A4	u	Regulador de carga victrom blue solar 50A			
			Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA		264,65
		Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS			
A5	u	Vaso estacionario BAE 2V 595Ah			
			Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA		194,95
		Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NOVENTA Y CUATRO EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS			

12.2 Presupuesto

Código	Nat.	Ud.	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
A	Capítulo		Elementos principales	1	5.250,97	5.250,97
A1	Material	u	Paneles fotovoltaicos bp2150S 150W	9,00	149,43	1.344,87
A2	Material	u	Estructura reforzada de acero	1,00	200,00	200,00
A3	Material	u	Inversor victrom phoemix 3000Va/24V	1,00	1.102,05	1.102,05
A4	Material	u	Regulador de carga victrom blue solar 50A	1,00	264,65	264,65
A5	Material	u	Vaso estacionario BAE 2V 595Ah	12,00	194,95	2.339,40
			A	1	5.250,97	5.250,97
B	Capítulo		Instalación eléctrica	1	185,01	185,01
B1	Partida		Cableado de corriente continua	1,00	70,26	70,26
M01	Material	m	RZ1-K 0,6/1 KV de sección 25 mm ²	5,000	3,18	15,90
M02	Material	m	RZ1-K 0,6/1 KV de sección 50 mm ²	6,000	6,24	37,44
M03	Material	m	RZ1-K 0,6/1kV de sección de 10 mm ²	12,000	1,41	16,92
			B1	1,00	70,26	70,26
B2	Partida		Cableado de corriente alterna	1,00	8,60	8,60
M04	Material	m	RZ1-K 0,6/1kV de sección de 6 mm ²	10,000	0,86	8,60
			B2	1,00	8,60	8,60
B3	Partida		Cableado de protección	1,00	46,30	46,30
M05	Material	m	Cable de conexión con regulador de sección 16mm ²	5,000	2,06	10,30
M06	Material	m	Cable de conexión con batería de sección 25mm ²	6,000	3,18	19,08
M07	Material	m	Cable de conexión con inversor de sección 10mm ²	12,000	1,41	16,92
			B3	1,00	46,30	46,30
B4	Partida		Elementos de protección	1,00	59,85	59,85
M08	Material	u	Conexión regulador de 50A	1,000	19,95	19,95
M09	Material	u	Conexión con batería de 50A	1,000	19,95	19,95
M10	Material	u	Conexión con inversor de 25A	1,000	19,95	19,95
M11	Material	m	Protección de puesta a tierra RZ1-K 0,6/1 KV de sección 10mm ²	0,600	0,00	0,00
			B4	1,00	59,85	59,85
			B	1	185,01	185,01
C	Capítulo		Material	1	540,00	540,00
C1	Maquinaria	u	Escalera	1,00	90,00	90,00
C2	Maquinaria	u	Camión	1,00	450,00	450,00
			C	1	540,00	540,00
D	Capítulo		Mano de obra	1	1.620,00	1.620,00
D1	Mano de obra	h	Oficial 1º instalador eléctrico	30,00	29,00	870,00
D2	Mano de obra	h	Ayudante de instalador eléctrico	30,00	25,00	750,00
			D	1	1.620,00	1.620,00
			PROYECTO1	1	7.595,98	7.595,98
			12% Gastos generales		911,52	
			13% Beneficio industrial		987,48	
			SUMA DE G.G y B.I			1.899
			21% IVA			1.993,95
			TOTAL PRESUPUESTO			11.488,93

12.3 Presupuesto resumido

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
A	Elementos principales.....	5.250,97	69,13
B	Instalación eléctrica.....	185,01	2,44
C	Material.....	540,00	7,11
D	Mano de obra.....	1.620,00	21,33
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		7.595,98	
	12,00% Gastos generales.....	911,52	
	13,00% Beneficio industrial.....	987,48	
SUMA DE G.G. y B.I.		1.899,00	
	21,00% I.V.A.....	1.993,95	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		11.488,93	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		11.488,93	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de ONCE MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS



**“TITULO: INSTALACION FOTOVOLTAICA PARA
VIVIENDA RURAL”**

**ESTUDIO CON ENTIDAD
PROPIA**

GRADO EN TECNOLOGÍAS MARINAS
MANTEMENTO E INSTALACIONES

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

FECHA:

JUNIO - 2017

AUTOR:

El alumno

Fdo.: Estefanía Sánchez Ferradal

13 ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

13.1 MEMORIA

13.1.1 OBJETO DEL ESTUDIO

El presente Estudio de Seguridad y Salud se redacta en cumplimiento de lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, teniendo como objetivos la prevención de accidentes laborales, enfermedades profesionales y daños a terceros que las actividades y medios materiales previstos puedan ocasionar durante la ejecución de las diferentes fases de obra Instalación de un sistema de energía fotovoltaica aislada de red para el abastecimiento eléctrico de la vivienda en A Fraga, municipio de Ribas de Sil (Lugo).

Este Estudio de Seguridad y Salud pretende establecer y valorar las medidas de prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, la definición de los riesgos evitables y las medidas técnicas aplicables para ello, los riesgos no evitables y las medidas preventivas y protecciones a utilizar, tanto derivadas como consecuencia de la ejecución de las obras como de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento de los equipos necesarios para la ejecución, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Por tanto, los objetivos del presente Estudio son:

- Precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra.
- Contemplar la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, así como la relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse.
- Especificar las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos valorando su eficacia. En su caso, se tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, conteniendo medidas específicas relativas a los trabajos que impliquen riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores.

Con ello, servirá para dar unas directrices básicas a la Empresa Instaladora para que lleve a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, publicado en B.O.E. nº 256 de 25 de octubre de 1997, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión en un Estudio de Seguridad y Salud en los trabajos de construcción y/o ingeniería civil.

13.1.2 Obligatoriedad del estudio

Será obligatorio que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio de Seguridad y Salud cuando (artículo 4 del R.D. 1627/1997):

- El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas (igual o superior a 450.759,08 euros).
- La duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

Al no darse ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997 se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Así mismo este Estudio Básico de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborables en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este Estudio Básico de Seguridad y al artículo 7 del R.D. 1627/1997, cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en función de su propio sistema de ejecución de la obra y en el que se tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

13.1.3 Características de la obra

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

13.1.3.1 Descripción de la obra y emplazamiento

La obra se denomina “Instalación de Sistema de energía solar fotovoltaica aislada de red para el autoabastecimiento eléctrico de una vivienda en A Fraga, municipio de Ribas de Sil (Lugo)”

Los trabajos a ejecutar son:

- Montaje de la estructura soporte de los paneles fotovoltaicos en tejado de la vivienda.
- Montaje y conexionado eléctrico de los elementos que componen la instalación fotovoltaica aislada de Red (paneles solares, inversor, baterías...)
- Cableado eléctrico hasta cuadro de control.
- Instalación de equipos y armarios de protección y conexionado eléctrico.

El plazo que se fija para la terminación de las obras comprendidas en el presente Proyecto es de 20 días.

Dadas las características de la obra, se prevé un número máximo en la misma de 3 operarios.

El emplazamiento exacto de la obra a realizar y el tipo de la misma se recogen en el documento de Memoria del presente proyecto.

13.1.3.2 Actividades constructivas que componen la obra, riesgos y medidas de prevención

En relación con las condiciones de Seguridad y Salud laboral que han de producirse a lo largo de la ejecución de la obra proyectada, las actividades constructivas que en la misma se consideran de forma diferenciada son las siguientes:

- Instalación en cubierta
 - Acopio de materiales en cubierta
 - Instalación de estructura metálica y paneles fotovoltaicos
 - Acometida eléctrica en cubierta

- Acometida eléctrica y conexionado de regulación y control
- Obras complementarias
 - Replanteo
 - Señalización, balizamiento y defensas
 - Actuaciones en la obra de los servicios técnicos

13.1.3.3 Equipos de trabajo, maquinaria e instalaciones previstas

Las máquinas, instalaciones de obra y equipos de trabajo que pueden ser utilizadas durante la ejecución de la obra, en cuanto que son elementos generadores de condiciones de trabajo peligrosas o riesgos para los trabajadores, se relacionan a continuación.

Las condiciones de seguridad de dichas máquinas y equipos o de aquéllos que, efectivamente, sean finalmente utilizados por el contratista, serán exigibles en la obra y, como tales, figuran en el pliego de condiciones del presente estudio.

Maquinaria de elevación

Maquinaria y herramientas diversas

13.1.4 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Para cada una de las actividades constructivas, máquinas, equipos de trabajo e instalaciones previstos en las diferentes fases de la obra proyectada, se identifican y relacionan los siguientes riesgos y condiciones peligrosas de trabajo que resultan previsibles durante el curso de la obra:

La tabla 13.1.4.1 muestra de forma simple los niveles de riesgo, su probabilidad y sus consecuencias esperadas:

		Consecuencias		
		Ligeramente Dañino LD	Dañino D	Extremadamente Dañino ED
Probabilidad	Baja B	Riesgo Trivial T	Riesgo Tolerable TO	Riesgo Moderado MO
	Media M	Riesgo Tolerable TO	Riesgo Moderado MO	Riesgo Importante I
	Alta A	Riesgo Moderado MO	Riesgo Importante I	Riesgo Intolerable IN

Tabla 13.1.4.1: niveles de riesgo, probabilidad y consecuencias.

En la tabla 13.1.4.2 se aprecia el criterio de toma de decisión respecto a los riesgos potenciales derivados de la ejecución de las obras:

Riesgo	Acción
Trivial (T)	No se requiere acción específica.
Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado (M)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado esta asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable (IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

Tabla 13.1.4.2: Acciones que se tienen a cuenta en función del riesgo.

13.1.4.1 Riesgos por Tareas

En la tabla 13.1.4.1.1 se muestra el riesgo en función del puesto de trabajo.

Puesto de trabajo: MONTADOR											
Peligro Identificativo Medidas de protección	Probabilidad			Severidad			Estimación del Riesgo				
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN
1.- Caída de personas a distinto nivel Usar andamios estables, con dos barandillas, rodapiés y escaleras interiores o cestas hidráulicas. Usar arnés de seguridad y anclarlo a un punto fijo. Usar redes de seguridad.	X					X			X		
2.- Caída de objetos de cotas superiores Usar casco, calzado de seguridad y marquesinas de protección en las zonas de paso. Limpiar de objetos las zonas superiores.	X				X			X			
3.- Pisadas sobre objetos, caídas al mismo nivel Limpiar la zona de trabajo, iluminar correctamente la zona de trabajo	X			X			X				
4.- Cortes por objetos y herramientas Usar guantes y ropa que cubra brazos y piernas. Usar las herramientas en buen estado de uso.		X			X				X		
5.- Golpes con objetos o herramientas Usar casco, proteger y señalizar las zonas de choque y reconocer el espacio útil antes de comenzar el trabajo		X		X				X			
6.- Caída de objetos izados, aplastamientos. Respetar las tablas de carga, acotar la zona de izado, no colocarse en la vertical de la pieza. Inspeccionar previamente la zona de izado para eliminar los posibles obstáculos. Únicamente izará el personal adiestrado.	X					X			X		
7.- Contactos eléctricos Toda la instalación eléctrica estará puesta a tierra. Las herramientas con doble aislamiento no se conectarán a tierra. Los cuadros eléctricos irán protegidos con un relé diferencial. Los cuadros eléctricos tendrán un interruptor de corte exterior. Los cables y herramientas eléctricas serán reparados sólo por personal experto.	X				X			X			
8.- Proyecciones de partículas en ojos Usar gafas de seguridad. Para trabajos intensivos con la radial usar pantallas de protección facial. Impartir formación de cómo quitarse las gafas y lavarse		X		X				X			
9.- Sobreesfuerzos Coger las cargas con la espalda recta y posicionar el cuerpo en posturas estables. Usar medios de izado o la ayuda de otro compañero para mover cargas pesadas		X			X				X		
10.- Quemaduras Usar guantes y ropa que cubra los brazos y piernas, no tocar las partes recién cortadas o soldadas y no dirigir el chorro de chispas hacia el cuerpo		X		X				X			

Tabla 13.1.4.1.1: Riesgos de trabajo de un montador.

Puesto de trabajo: ELECTRICISTA E INSTRUMENTISTA											
Peligro Identificativo Medidas de protección	Probabilidad			Severidad			Estimación del Riesgo				
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	M	I	IN
1.- Caída de personas a distinto nivel Usar andamios estables, con dos barandillas, rodapiés y escaleras interiores o cestas hidráulicas. Usar amés de seguridad y anclarlo a un punto fijo Usar redes de seguridad.	X					X			X		
2.- Caída de objetos de cotas superiores Usar casco, calzado de seguridad y marquesinas de protección en las zonas de paso. Limpiar de objetos las zonas superiores.	X				X			X			
3.- Pisadas sobre objetos, caídas al mismo nivel Limpiar la zona de trabajo, iluminar correctamente la zona de trabajo	X			X			X				
4.- Cortes por objetos y herramientas Usar guantes y ropa que cubra brazos y piernas. Usar las herramientas en buen estado de uso.		X			X				X		
5.- Golpes con objetos o herramientas Usar casco, proteger y señalizar las zonas de choque y reconocer el espacio útil antes de comenzar el trabajo		X		X				X			
6.- Caída de objetos izados, aplastamientos. Respetar las tablas de carga, acotar la zona de izado, no colocarse en la vertical de la pieza. Inspeccionar previamente la zona de izado para eliminar los posibles obstáculos. Únicamente izará el personal adiestrado.	X					X			X		
7.- Contactos eléctricos Para trabajar en instalaciones eléctricas se tiene que cortar la corriente, se retirarán los fusibles de la acometida, bloqueará el interruptor o se pondrá un vigilante, de forma que no pueda conectarse por terceras personas o descuidos. Sólo en casos excepcionales como comprobación, ensayos o revisiones se podrá trabajar con tensión, usando guantes y herramientas aislantes. Se cuidará especialmente el estado de las herramientas, retirando las que presentes desgastes o pérdida de aislamiento.	X					X			X		
8.- Proyecciones de partículas en ojos Durante las comprobaciones, ensayos o revisiones se usarán gafas de seguridad. También se usarán gafas para trabajos con la radial o en trabajos con generación de chispas o zonas de polvo	X			X			X				
9.- Sobreesfuerzos Coger las cargas con la espalda recta y posicionar el	X				X						

cuerpo en posturas estables. Usar medios de izado o la ayuda de otro compañero para mover cargas pesadas									
10.- Quemaduras Usar guantes y ropa que cubra los brazos y piernas, no tocar las partes recién cortadas o soldadas y no dirigir el chorro de chispas hacia el cuerpo	X			X			X		
11.- Exposición a ruidos, contaminación acústica. Uso recomendado de tapones en ambientes ruidosos.	X			X			X		
12.- Incendio de la zona de trabajo Conocer la situación de los medios de extinción.	X					X		X	
13.- Explosión e incendio de botellas de gases comprimidos. Mantener las botellas siempre en posición vertical. Para los sopletes usar válvulas anti-retroceso a la salida de las botellas y entrada a la caña.	X					X		X	
14.- Trabajo en condiciones de stress térmico Establecer turnos de trabajo y descanso en función del WBGT. No permitir que un trabajador permanezca sólo en el área de trabajo.		X			X			X	
15.- Trabajos en zonas húmedas o mojadas. Señalizar debidamente este tipo de zona para que el operario trabaje con la precaución necesaria y aisle la zona.	X				X			X	
16.- Ambiente pulvígeno. Ventilar debidamente la estancia cerrada y utilizar protecciones adecuadas como mascarillas.	X			X			X		

Tabla 13.1.4.1.2: Riesgos para un electricista

13.1.4.2 Actuaciones Previas

Antes de cualquier trabajo se realizarán las siguientes operaciones:

- Informaciones previas
 - Prospección del solar.
 - Conducciones subterráneas.
 - Conducciones aéreas de electricidad.
 - Edificios colindantes.
 - Vías de circulación próximas.
- Las condiciones que cumplirá el vallado son:
 - Estará situado a lo largo del perímetro del solar.
- Accesos independientes para entrada del personal. Los accesos citados estarán provistos de la siguiente señalización:
 - Prohibido aparcar en la zona de entrada de vehículos.
 - Prohibido el paso de peatones por la entrada de vehículos.
 - Obligatoriedad del uso del casco de seguridad en ambas entradas.
 - Prohibida la entrada a toda persona ajena a la obra.
 - Cartel de obra.

- Unos diferenciales se utilizarán para las instalaciones de alumbrado y el resto para el suministro a las máquinas.
- Toda manguera dispondrá de 5 hilos. Uno de ellos será de toma de tierra y su color será normalizado. Estas mangueras contarán con la protección adecuada.
- A partir del cuadro auxiliar de obra se alimentarán los cuadros instalados en las distintas zonas, utilizando un cable que repartirá por los lugares previstos para las instalaciones provisionales.
- Toda la instalación a nivel del terreno se realizará enterrada bajo tubo rígido y debidamente señalizada y protegida.

13.1.4.3 Servicios afectados

Antes del comienzo de los trabajos se comunicará a las empresas suministradoras la realización de la obra para que certifiquen la existencia o no de cualquier servicio que deba ser tenido en cuenta.

Principalmente se considerarán:

- Accesos rodados a la obra: se realizan a través de la calle definida en los planos correspondientes, interfiriendo en uno de sus carriles.
- Circulaciones peatonales: interferencias con aceras u ocupaciones por la obra.
- Líneas eléctricas aéreas: no existen interferencias con este servicio.
- Líneas eléctricas enterradas: no existen interferencias con este servicio.
- Transformadores eléctricos: no existen interferencias con este servicio.
- Telecomunicaciones: no existen interferencias con este servicio.
- Alcantarillado: no existen interferencias con este servicio.
- Conducciones de agua: no existen interferencias con este servicio.
- Conducciones de gas: no existen interferencias con este servicio.

13.1.4.4 Obras complementarias

- Replanteo
 - Caídas al mismo nivel.
 - Caídas a distinto nivel.
 - Golpes con objetos o herramientas.
 - Golpes con cargas suspendidas.

- Sobreesfuerzos.
- Señalización, balizamiento y defensa de vía de nueva construcción
 - Caídas al mismo nivel.
 - Caídas a distinto nivel.
 - Golpes con objetos o herramientas.
 - Heridas y cortes con herramientas u objetos punzantes.
 - Interferencias con el tráfico de obra.
 - Sobreesfuerzos.
 - Ruido.
- Actuaciones en la obra de los servicios técnicos
 - Accidentes de tráfico "in itinere".
 - Caídas a distinto nivel.
 - Caídas al mismo nivel.
 - Atropellos.
 - Ambiente pulvígeno.
 - Exposición a ruido, contaminación acústica.

13.1.4.5 Otros riesgos

Riesgos producidos por agentes atmosféricos

- Por tormentas
 - Inundaciones de zanjas
 - Desprendimiento y deslizamiento de terrenos
 - Falta de visibilidad
 - Riesgo eléctrico
- Por fuertes vientos
 - Caídas de materiales y objetos
 - Polvo
- Por nieblas
 - Falta de visibilidad
 - Atropellos por maquinaria y vehículos
 - Caída de personas al mismo y distinto nivel
 - Caída de vehículos y maquinaria al fondo de la excavación

Riesgos eléctricos

- Interferencia con líneas eléctricas aéreas y subterráneas

- Influencia de cargas electromagnéticas debidas a emisoras o líneas de media tensión
- Tormentas
- Corrientes erráticas
- Electricidad estática
- Derivados de deficiencias en máquinas o instalaciones
- Quemaduras
- Sobreesfuerzo
- Golpes, cortes o salpicaduras

1.4.6. Riesgos de maquinaria, instalaciones y equipos de trabajo

Maquinaria de elevación

- Plataformas de trabajo en carretillas elevadoras
 - Caída de altura de personas mientras se encuentran sobre la plataforma en una posición elevada.
 - Caída de objetos, herramientas u otros utensilios sobre personas o equipos situados en la vertical de la zona de operación.
 - Atrapamiento entre alguna parte de la plataforma y partes de la propia carretilla como pueden ser el mástil o transmisiones o contra estructuras paredes o techos en los que se deben realizar los trabajos.
 - Atrapamiento entre alguna parte del conjunto plataforma-carretilla y el suelo como consecuencia de su inclinación o vuelco por circunstancias diversas como puede ser efectuar trabajos en superficies con mucha pendiente.
 - Contacto eléctrico directo o indirecto con líneas eléctricas aéreas de baja tensión.
 - Golpes de las personas o de la propia plataforma de trabajo contra objetos móviles o fijos situados en la vertical de la propia plataforma, y entre ésta y el chasis.
- Plataformas elevadoras móviles de personal
 - Caídas a distinto nivel
 - Caídas al mismo nivel
 - Vuelco del equipo

- Caída de materiales sobre personas y/o bienes
- Golpes, choques o atrapamientos del operario o de la propia plataforma contra objetos fijos o móviles
- Contactos eléctricos directos o indirectos
- Atrapamiento entre alguna de las partes móviles de la estructura y entre ésta y el chasis.
- Andamio perimetral fijo
 - Caídas a distinto nivel
 - Caídas al mismo nivel
 - Derrumbe de la estructura
 - Caída de materiales sobre personas y/o bienes
 - Contactos eléctricos directos o indirectos
 - Golpes contra objetos fijos
- Escalera manual
 - Caídas de altura
 - Atrapamientos
 - Caída de materiales sobre personas y/o bienes
 - Contactos eléctricos directos o indirectos
 - Accidentes varios

Maquinaria y herramientas diversas

- Camión grúa
 - Accidentes en trayecto hacia el punto de trabajo
 - Atropellos
 - Vuelco de la grúa
 - Corrimientos de tierra inducidos en excavaciones próximas
 - Aplastamiento por caída de carga suspendida
 - Contacto eléctrico de la pluma con líneas aéreas
 - Incendios por sobretensión
 - Atrapamientos por útiles o transmisiones
 - Quemaduras en trabajos de reparación o mantenimiento
- Grúa móvil
 - Accidentes en trayecto hacia el punto de trabajo
 - Atropellos

- Vuelco de la grúa
- Riesgo por impericia
- Aplastamiento por caída de carga suspendida
- Contacto eléctrico de la pluma con líneas aéreas
- Golpes a trabajadores con la pluma o con la carga
- Atrapamientos por útiles o transmisiones
- Quemaduras en trabajos de reparación o mantenimiento
- Vibraciones
- Compresores
 - Incendios y explosiones
 - Golpes de "látigo" por las mangueras
 - Proyección de partículas
 - Reventones de los conductos
 - Inhalación de gases de escape
 - Atrapamientos por útiles o transmisiones
 - Quemaduras en trabajos de reparación o mantenimiento
 - Ruido
- Cortadora de pavimento
 - Golpes, cortes y atrapamientos por partes móviles
 - Contactos eléctricos indirectos
 - Proyección de partículas
 - Incendio por derrames de combustible
 - Ambiente pulvígeno
 - Ruido
- Martillos neumáticos
 - Proyección de partículas
 - Riesgo por impericia
 - Golpes con el martillo
 - Sobreesfuerzos o lumbalgias
 - Vibraciones
 - Corrimientos de tierra inducidos en excavaciones próximas
 - Contacto con líneas eléctricas enterradas
 - Reventones en mangueras o boquillas

- Ambiente pulvígeno
 - Ruido
- Sierra circular de mesa
 - Cortes o amputaciones
 - Riesgo por impericia
 - Golpes con objetos despedidos por el disco
 - Caída de la sierra a distinto nivel
 - Contactos eléctricos indirectos
 - Proyección de partículas
 - Heridas con objetos punzantes
 - Incendios por sobretensión
 - Ambiente pulvígeno
 - Ruido
- Pistola fijaclavos
 - Alcances por disparos accidentales de clavos
 - Riesgo por impericia
 - Reventón de la manguera a presión
 - Contactos eléctricos indirectos
 - Caída de la pistola a distinto nivel
 - Caídas al mismo nivel por exceso de empuje
- Taladro portátil
 - Taladros accidentales en las extremidades
 - Riesgo por impericia
 - Contactos eléctricos indirectos
 - Caída del taladro a distinto nivel
 - Caídas al mismo nivel por tropiezo
- Herramientas manuales
 - Riesgo por impericia
 - Caída de las herramientas a distinto nivel
 - Caídas al mismo nivel por tropiezo

13.1.4.6 Riesgos de daños a terceros

Producidos al desarrollarse la obra en parte por vías en servicio, afectando las obras a los accesos a edificaciones así como a la circulación de personas y vehículos en general. Al tener que realizarse desvíos provisionales, pasos alternativos y escalones laterales, durante la ejecución de las obras.

También existen riesgos por los posibles daños que se pueden causar a las edificaciones colindantes y viales próximos a la obra, así como a los servicios existentes.

En general todos los trabajos de la futura obra entrañan un riesgo, debido a la circulación de personas ajenas a la obra, una vez iniciados los trabajos.

13.1.5 MEDIDAS PREVENTIVAS A DISPONER EN OBRA

13.1.5.1 Medidas generales

Al objeto de asegurar el adecuado nivel de seguridad laboral en el ámbito de la obra, son necesarias una serie de medidas generales a disponer en la misma, no siendo éstas susceptibles de asociarse inequívocamente a ninguna actividad o maquinaria concreta, sino al conjunto de la obra. Estas medidas generales serán definidas concretamente y con el detalle suficiente en el plan de seguridad y salud de la obra.

- Protecciones individuales
 - Cascos: para todas las personas que participan en la obra, incluidos visitantes
 - Guantes de uso general
 - Guantes de goma
 - Guantes de soldador
 - Guantes dieléctricos
 - Protector manual para puntero
 - Botas de agua
 - Botas de seguridad de lona
 - Botas de seguridad de cuero
 - Botas dieléctricas

- Monos o buzos: se tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio
- Colectivo provincial.
 - Trajes de agua
 - Gafas contra impactos y antipolvo
 - Gafas para oxicorte
 - Pantalla de soldador
 - Mascarillas antipolvo
 - Protectores auditivos
 - Cinturón de seguridad de sujeción
 - Arnés anticaídas
 - Cinturón antivibratorio
 - Chalecos reflectantes
- Protecciones colectivas
 - Orden y limpieza
 - Vallas de limitación y protección
 - Barandillas o vallas
 - Distancia de seguridad de acopio de tierras extraídas
 - Pasillos de seguridad
 - Pasarelas sobre zonas excavadas
 - Escaleras metálicas, con calzo antideslizante
 - Bajante de escombros
 - Redes, viseras, etc. cuando sea imposible evitar trabajos simultáneos a distintos niveles.
 - Redes perimetrales de protección.
 - Señales de tráfico
 - Señales normalizadas de riesgo
 - Jalones de señalización
 - Cinta de balizamiento
 - Balizamiento luminoso
 - Señalización de gálibo
 - Extintores
 - Interruptores diferenciales
 - Tomas de tierra

- Comprobadores de tensión
- Equipo de herramientas aislantes de la electricidad
- Equipo de rescate: oxígeno, grupo electrógeno, camilla, lámparas autónomas, gatos, etc.

13.1.5.2 Medidas de carácter rotacional

- Servicio médico

La empresa contratista dispondrá de un Servicio de vigilancia de la salud de los trabajadores según lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Todos los operarios que empiecen trabajar en la obra deberán haber pasado un reconocimiento médico general previo en un plazo inferior a un año. Los trabajadores que han de estar ocupados en trabajos que exijan cualidades fisiológicas o psicológicas determinadas deberán pasar reconocimientos médicos específicos para la comprobación y certificación de idoneidad para tales trabajos, entre los que se encuentran los de gruistas, conductores, operadores de máquinas pesadas, trabajos en altura, etc.

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento. Es muy conveniente disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

- Botiquín de obra

La obra dispondrá de material de primeros auxilios en lugar debidamente señalizado y de adecuado acceso y estado de conservación, cuyo contenido será revisado semanalmente, reponiéndose los elementos necesarios

- Instalaciones de higiene y bienestar

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del Real Decreto 1627/97, la obra dispondrá de las instalaciones necesarias de higiene y bienestar.

13.1.5.3 Medidas generales de carácter técnico

El plan de seguridad y salud de la obra establecerá con el detalle preciso los accesos y las vías de circulación y aparcamiento de vehículos y máquinas en la obra, así como sus condiciones de trazado, drenaje y afirmado, señalización, protección y balizamiento. Las *vallas autónomas* de protección y delimitación de espacios estarán construidas a base de tubos metálicos soldados, tendrán una altura mínima de 90 cm y estarán pintadas en blanco o en colores amarillo o naranja luminosos, manteniéndose su pintura en correcto estado de conservación y no debiendo presentar indicios de óxido ni elementos doblados o rotos.

En relación con las instalaciones eléctricas de obra, la resistencia de las *tomas de tierra* no será superior a aquella que garantice una tensión máxima de 24V, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial que, como mínimo, será de 30mA para alumbrado y de 300mA para fuerza. Se comprobará periódicamente que se produce la desconexión al accionar el botón de prueba del *diferencial*, siendo absolutamente obligatorio proceder a una revisión de éste por personal especializado, o sustituirlo cuando la desconexión no se produce. Todos los elementos eléctricos, como fusibles, cortacircuitos e interruptores, serán de equipo cerrado, capaces de imposibilitar el contacto eléctrico fortuito de personas o cosas, al igual que los bornes de conexiones, que estarán provistas de protectores adecuados.

Se dispondrán *interruptores*, uno por enchufe, en el cuadro eléctrico general, al objeto de permitir dejar sin corriente los enchufes en los que se vaya a conectar maquinaria de 10 o más amperios, de manera que sea posible enchufar y desenchufar la máquina en ausencia de corriente.

Los *tableros portantes de bases de enchufe* de los cuadros eléctricos auxiliares se fijarán eficazmente a elementos rígidos, de forma que se impida el desenganche fortuito de los conductores de alimentación, así como contactos con elementos metálicos que puedan ocasionar descargas eléctricas a personas u objetos.

Las *lámparas eléctricas* portátiles tendrán mango aislante y dispositivo protector de la lámpara, teniendo alimentación de 24 voltios o, en su defecto, estar alimentadas por medio de un transformador de separación de circuitos.

Todas las *máquinas eléctricas* dispondrán de conexión a tierra, con resistencia máxima permitida de los electrodos o placas de 5 a 10 ohmios, disponiendo de cables con doble aislamiento impermeable y de cubierta suficientemente resistente. Las mangueras de conexión a las tomas de tierra llevarán un hilo adicional para conexión al polo de tierra del enchufe.

Los *extintores* de obra serán de polvo polivalente y cumplirán la Norma UNE 23010, colocándose en los lugares de mayor riesgo de incendio, a una altura de 1,50m sobre el suelo y adecuadamente señalizados.

El plan de seguridad y salud desarrollará detalladamente estas medidas generales a adoptar en el curso de la obra, así como cuantas otras se consideren precisas, proponiendo las alternativas que el contratista estime convenientes, en su caso.

13.1.5.4 Medidas preventivas a establecer en las diferentes actividades constructivas

En función de los factores de riesgo y de las condiciones de peligro analizadas y que se han de presentar en la ejecución de cada una de las fases y actividades a desarrollar en la obra, las medidas preventivas y protectoras a establecer durante su realización son, en cada caso, las enunciadas en los apartados que siguen.

13.1.5.4.1 Instalación en cubierta

Los accidentes más frecuentes en cubiertas son por caídas de altura: al subir o bajar de la cubierta mediante escaleras manuales portátiles o fijas; por rotura de las cubiertas al circular sobre las mismas debido a su poca resistencia o por inclemencias atmosféricas, y por caída de objetos o de parte de la cubierta sobre personas: por acumular cargas excesivas sobre las mismas (objetos, materiales, accesorios de limpieza, etc.) y al pisar directamente sobre la superficie de estas cubiertas de materiales ligeros.

Las siguientes Medidas De Prevención Y Protección deberán ser adoptadas.

Tal como se indica en el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril sobre lugares de trabajo: “se deberá disponer, en la medida de lo posible, de un sistema que impida que los trabajadores no autorizados puedan acceder a las zonas de los lugares de trabajo donde su seguridad pueda verse afectada por riesgos de caída o caída de objetos.”

Protecciones individuales

Para los trabajos en altura (a partir de 2m) y siempre que no sea posible instalar protecciones colectivas que ofrezcan completa seguridad, se deberán utilizar equipos individuales de protección constituidos por cinturones de seguridad de suspensión, compuestos por arnés regulable asociado a algún tipo de dispositivo anticaídas. La extremidad del cable o los dispositivos anticaídas deben estar fijados en un punto de anclaje frontal o dorsal del arnés en función del trabajo que se vaya a realizar.

Para el acceso a cubiertas utilizando escaleras de longitud superior a 7m se han de utilizar dispositivos anticaídas con elemento deslizante rodante que permita libertad de movimiento; son aconsejables en accesos a cubiertas mediante escaleras fijas verticales. Estos dispositivos deben utilizarse con cinturones de suspensión o de caída sin el elemento de amarre, efectuándose la unión entre la faja o el arnés y el dispositivo a través de elementos de anclaje.

Para trabajos propiamente dichos sobre las cubiertas, es aconsejable utilizar dispositivos anticaídas con enrollador o con contrapeso que deben situarse por encima del operario, colocándolos en puntos de fijación cuyas características de resistencia sean idóneas para garantizar su funcionalidad. Estos dispositivos deben utilizarse con cinturones de caída, pudiéndose efectuar la unión a la línea de anclaje extensible, bien directamente entre los elementos de anclaje y el elemento de amarre, bien entre el elemento de anclaje y la zona de conexión del arnés.

Existen diversos tipos y sistemas de instalación de puntos de anclaje para cinturones de seguridad y sujeción de pasarelas (ganchos, anillas, etc.).

Las anillas de seguridad, casi siempre de hierro galvanizado, se instalan estratégicamente sobre la cubierta. El cinturón puede amarrarse directamente a las anillas o a una cuerda unida a dos anillas idóneamente elegidas, de forma que permita desplazarse por toda su longitud.

Los ganchos se instalan sobre la vertiente del tejado, debiéndose distribuir estratégicamente para permitir la instalación de pasarelas de forma permanente y segura y, a su vez, en caso necesario, el anclaje de los cinturones de seguridad.

Para trabajos localizados, el dispositivo anticaídas se sujeta a un punto de anclaje concreto situado sobre la cumbrera como se observa en la figura 13.1.5.4.1.1.

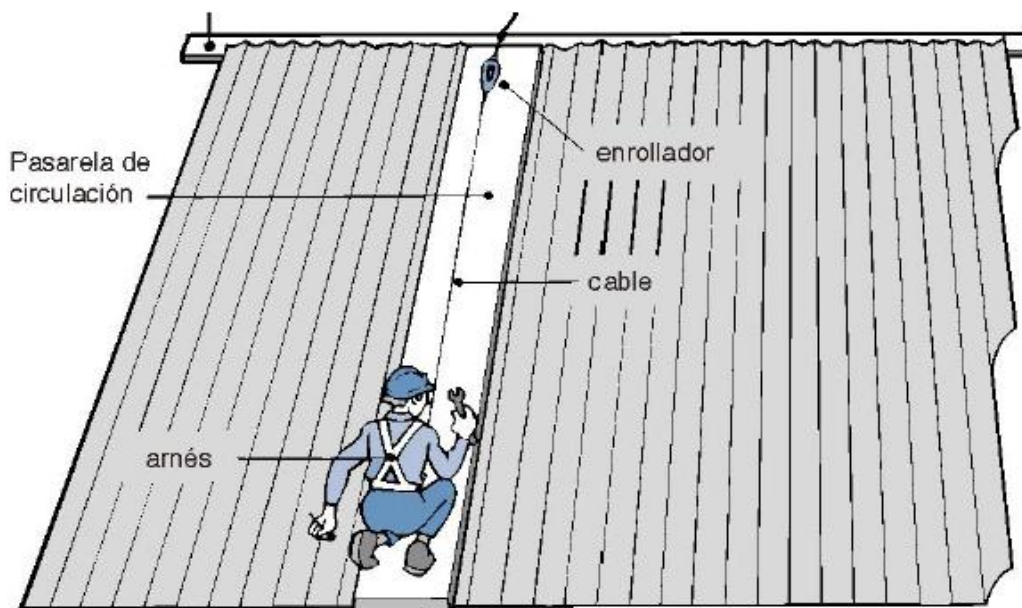


Figura13.1.5.4.1.1: Protecciones colectivas. Fuente INSHT.

Para trabajos sobre una gran superficie, se utilizan dos dispositivos anticaída con enrollador anclados en dos puntos de anclaje situados en ambos extremos de la cumbrera como se observa en la figura 13.1.5.4.2:

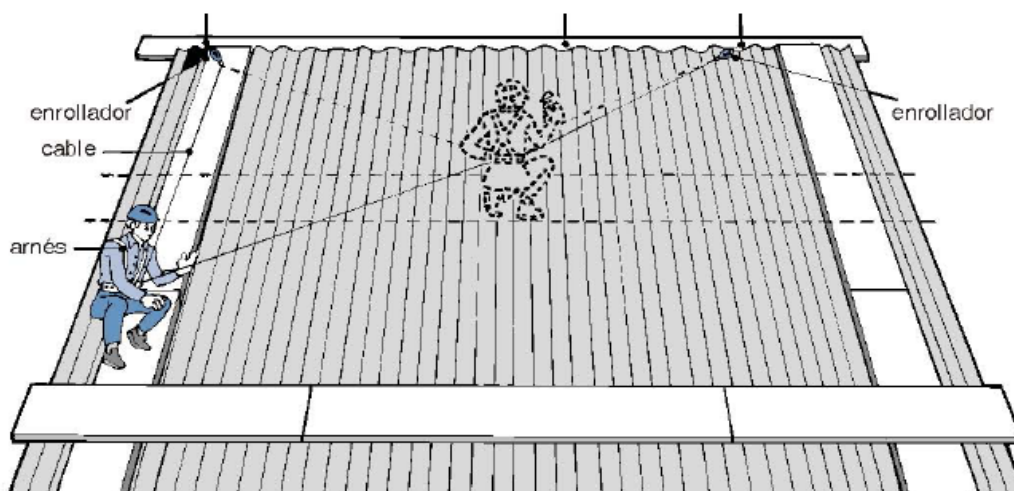


Figura 13.1.5.4.2: Protecciones colectivas. Fuente INSHT

Redes de seguridad

Se deberían instalar redes de seguridad siempre que las condiciones lo permitan y como medida complementaria a otras frente al riesgo de caída de altura.

Habría que instalarlas directamente debajo de la zona de trabajo y de circulación para que, en el caso de caída eventual, el operario no encuentre en su trayectoria ningún obstáculo de la estructura inferior y la altura máxima de caída no sea superior a 6m.

La superficie o zona de la cubierta que es protegida por la red debería estar permanentemente acotada y delimitada mientras duren los trabajos, a fin de impedir que se pueda circular por zonas no protegidas.

Deberían ser instaladas por equipos especializados.

Es necesario controlar su estado, aconsejando sustituirlas cada año o antes si se comprueba algún deterioro.

Barandillas

Es necesario prever los puntos de anclaje permanentes de los montantes soporte de las barandillas en el perímetro de los tejados de los edificios que deban ser accesibles, aunque ello suceda ocasionalmente.

Se habrían de situar las barandillas de protección rígida en el perímetro del tejado a una altura que estará en función de su pendiente y de su geometría; en ningún caso será inferior a 0,90m y se complementará con un rodapié de 30cm de altura que impida la caída de objetos o materiales. La resistencia mínima será de 150kg/ml.

Deberían estar instaladas permanentemente, sobre todo si se interviene frecuentemente en la cubierta.

Pasarelas

Para no pisar directamente sobre las cubiertas no transitables, se deberían utilizar pasarelas de circulación.

Deberían estar diseñadas para ser ensambladas progresivamente a medida que se avanza ser desplazadas sin que el trabajador deba apoyarse directamente sobre la cubierta.

Según la frecuencia de acceso a la cubierta, las pasarelas podrían dejarse permanentemente sobre ella, aunque nunca debiera quedarse un trabajador solo.

Los materiales más utilizados en la fabricación de las pasarelas son el aluminio y la madera; el aluminio es un material muy apropiado por ser ligero e inoxidable. La superficie debe ser antideslizante, flexible y con perforaciones para limitar la acción del viento.

Pasarelas de aluminio

Como se puede visualizar en la figura 13.1.5.4.2 los módulos deben tener unas perforaciones longitudinales que permitan el paso de las fijaciones de la cubierta.

Sus características técnicas esenciales son las siguientes: anchura mínima: 0,5m; longitud aproximada: 3m; espesor: 0,03m; peso: 15kg. La pendiente máxima para instalar estos dispositivos es del 40% y la carga máxima de servicio, 100kg por cada 2,25m.

El ensamblaje de las pasarelas de este tipo se hace mediante dos eclisas que se introducen en cada uno de los dos extremos doblados de una pasarela. Luego se ensamblan con una segunda pasarela.

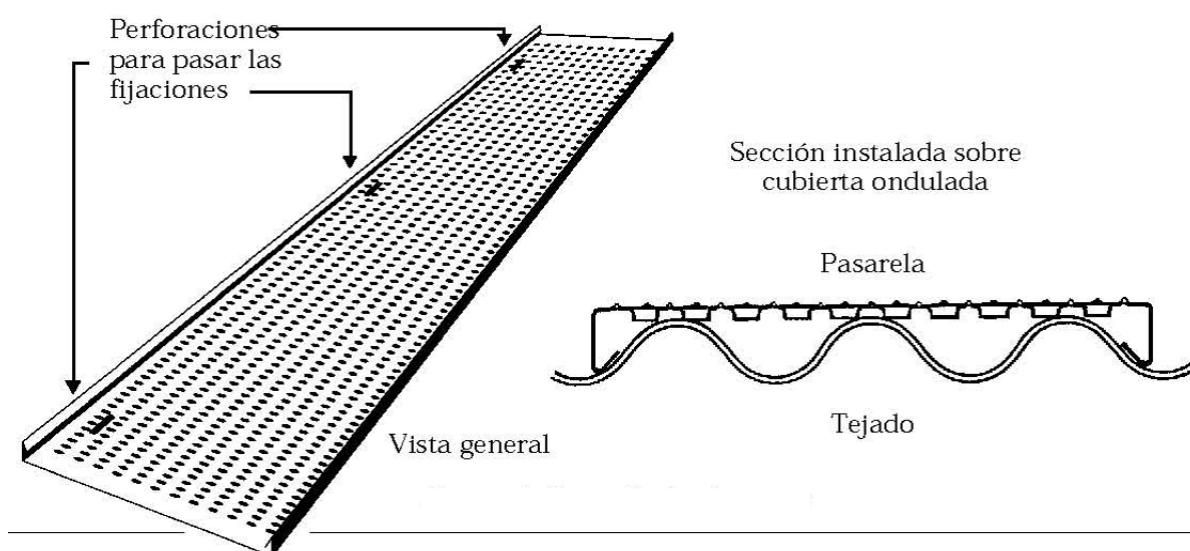


Figura 13.1.5.4.2: Pasarelas de aluminio. Fuente INSHT

Los cuatro sistemas de instalación de pasarelas de aluminio más frecuentes son: pasarelas paralelas a la pendiente de la cubierta; pasarelas perpendiculares a la pendiente de la cubierta; solas o ensambladas de forma combinada perpendiculares y paralelas; y montadas directamente sobre las vigas.

Pasarelas de madera

Las pasarelas de madera se montan con la ayuda de cinco elementos principales: topes de servicio, pasarelas con traviesas superpuestas, escaleras, pasarelas de tope y pasarelas de circulación.

Las pasarelas de circulación están situadas perpendicularmente a la línea de máxima pendiente y descansan sobre las escaleras o pasarelas con traviesas entre dos listones o traviesas consecutivas, en la figura 13.1.5.4.3 se muestra cómo deben colocarse. Cada camino para circular está formado como mínimo por dos pasarelas de circulación.

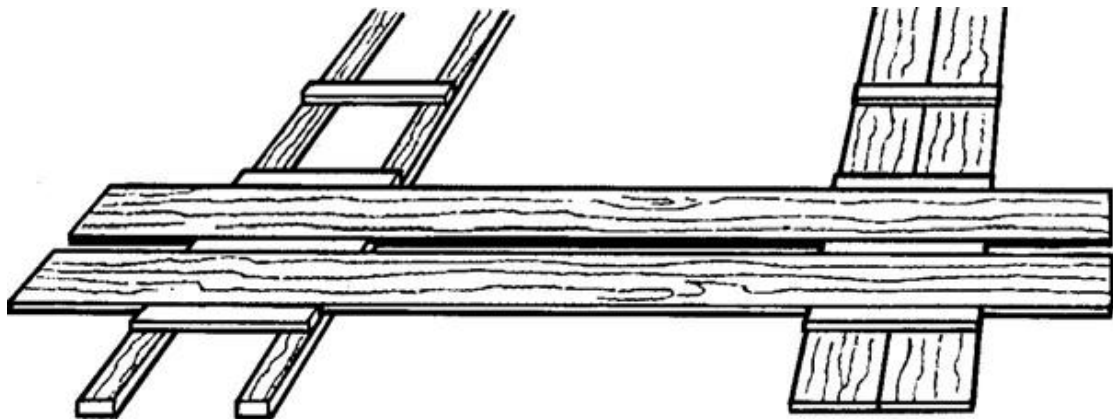


Figura 13.1.5.4.3: Pasarela de madera. Fuente INSHT

Cables guía de sujeción

Consiste en instalar longitudinalmente sobre la cumbrera un cable de acero inoxidable con fijación en sus dos extremidades y soportado a intervalos regulares por unos puntos de anclaje intermedios destinados a absorber los esfuerzos del cable y limitar su pando.

La unión entre el cable de vida y el arnés de seguridad se lleva a cabo mediante un carro especialmente diseñado para recorrer toda su longitud; así, el carro se desliza por el cable si ninguna manipulación extra y, en caso de caída, el carro se bloquea, anulando así los riesgos de pendular.

Los puntos de anclaje del cable deben tener una resistencia adecuada y estar distribuidos de tal forma que en caso de caída accidental no se derive un movimiento pendular que podría acarrear un riesgo complementario de golpearse contra algún obstáculo fijo o móvil situado sobre la cubierta.

El cable de vida deberá tener una resistencia adecuada.

La unión entre el carro y la cuerda de amarre del arnés que lleva el operario se efectúa a través de un dispositivo anticaídas de Clase A, Tipo 1.

Telas metálicas protectoras

Son apropiadas para montarse en la fase de construcción de la cubierta.

La malla debe ser galvanizada y los intersticios no superiores a 0,10m, de forma que el pie de un operario no pueda atravesarla en caso de rotura de la cubierta; el diámetro de los alambres será de 2mm como mínimo.

Para evitar que tanto el material que forma la cubierta como la tela metálica se dañen con la presión, es recomendable la instalación sobre las correas de unas bandas de espuma plástica.

El tamaño aconsejable de cada uno de los paneles enrejados podría ser de $2m^2$ de superficie y ligeramente ensamblados unos con otros y fijados a la estructura de la cubierta, para que, en caso de sobrecarga eventual, ésta se reparta proporcionalmente a los paneles adyacentes al que está sometido a dicha sobrecarga.

Organización de los trabajos

Estudio previo. Antes de efectuar cualquier trabajo sobre una cubierta ligera, lucernario, claraboya, etc., la empresa responsable de las obras deberá realizar un estudio previo de la misma que según las condiciones de la misma (tipo, pendiente, medidas de protección existentes, etc.) diseñe el sistema de trabajo, medios de acceso seguro, equipos de protección personal necesarios y forma de usarlos, equipos y utillajes, etc.

Inclencias del tiempo

No se deben realizar trabajos si las condiciones atmosféricas, sobre todo el viento así lo desaconsejan. Como regla general no se trabajará si llueve o si la velocidad del viento es superior a los 50km/h, debiéndose retirar cualquier material o herramienta que pueda caer desde la cubierta.

Programa de mantenimiento

Se deberá llevar un programa de mantenimiento preventivo que lleve a cabo revisiones periódicas de todos los elementos relacionados con los sistemas de prevención de las caídas de altura (cables, pasarelas, escaleras, E.P.I.'s, etc.)

sustituyéndolos cuando su estado así lo aconseje siguiendo en todo caso las instrucciones de los fabricantes.

Normativa vinculada:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE nº 269, de 10 de noviembre.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril (BOE 23.4.1997), por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. (Anexo I, apartado: Espacios de trabajo y zonas peligrosas, art. 3º).
- Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. (Real Decreto 486/1997). Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

Acometida eléctrica en cubierta

Conlleva el conjunto de trabajos de construcción relativos a acopios, premontaje, transporte, montaje, puesta en obra y ajuste de elementos para la conducción de energía eléctrica de baja tensión.

La ejecución de rozas, colocación de tubos y cajas, ejecución de cableado, colocación de mecanismos y luminaria, serán las distintas fases de la instalación eléctrica, realizada por empresa especializada y autorizada por Industria.

En la instalación eléctrica se tendrán en cuenta las normas establecidas para los trabajos en cubiertas, uso de arnés anticaídas anclado a cable fiador que todavía deberá estar colocado en esta fase, etc.

Se han de observar una serie de normas generales como son:

- El montaje de aparatos eléctricos será realizado siempre por personal especialista.
- Se mantendrá un nivel de iluminación mínimo de 100 lux en los tajos, medidos a 2m. del suelo.
- Se prohíbe el conexionado de cables a los cables de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas correspondientes.
- Las escaleras a utilizar serán de tijera dotadas de zapatas antideslizantes y cadenilla de limitación de apertura.
- Se prohíbe en general la utilización de escaleras de mano y andamios de borriquetas, en lugares con riesgo de caída de altura durante los trabajos de

electricidad, sin antes haber procedido a la eliminación del riesgo mediante la colocación de las protecciones necesarias.

- La herramienta a utilizar por los electricistas estará protegida con material aislante normalizado contra contactos con la energía eléctrica.
- Las herramientas con aislamientos deteriorados deberán ser retiradas y sustituidas de inmediato.
- Las conexiones se realizarán siempre sin tensión. Para evitar la conexión accidental a la red, de la instalación eléctrica del edificio, el último cableado que se realizará será el correspondiente a la conexión caja general de protección cuadro de contadores guardando en lugar seguro los seccionadores los cuales serán los últimos en instalarse.
- Previamente a la realización de pruebas de la instalación con corriente, se procederá a la revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos empalmes y protecciones, así como a avisar a todo el personal de las pruebas en evitación de accidentes.
- Deberán estar instaladas las medidas de protección colectiva (barandillas) y cuando sea necesario, se utilizarán lámparas portátiles para iluminar correctamente el puesto de trabajo.
- Antes de realizar las operaciones en el interior del hueco se deberá comprobar que en todas las aberturas del mismo existen las protecciones colectivas (barandillas), en caso contrario se corregirá y se deberá instalar en cada una de ellas el cartel advirtiendo la presencia de personas dentro del hueco.
- Se deberá prestar atención cuando se realizan movimientos de la cabina desde su techo para evitar los golpes y atrapamientos con el contrapeso, poleas tractoras y de desvío.
- Cuando se realizan agujeros en el hueco, con taladros o se utiliza la rebarbadora, se usarán, se usarán gafas de protección.
- Para la realización de soldaduras se utilizarán las pantallas y ropa de protección para radiación y proyecciones
- Antes de realizar cualquier manipulación eléctrica asegurarse de que no tiene tensión.

- Para la realización de trabajos desde el exterior del hueco deberá existir las protecciones colectivas (barandillas), y cuando se realicen esfuerzos hacia el hueco además de las barandillas se usará el arnés anticaída anclado a un punto fuerte instalado en la parte superior del forjado y fuera del hueco.

13.1.5.4.2 Instalación en el interior de la vivienda

Acometida eléctrica y conexionado de unidades

Conlleva el conjunto de trabajos de construcción relativos a acopios, premontaje, transporte, montaje, puesta en obra y ajuste de elementos para la conducción de energía eléctrica de baja tensión.

La ejecución de rozas, colocación de tubos y cajas, ejecución de cableado, colocación de mecanismos y luminaria, serán las distintas fases de la instalación eléctrica, realizada por empresa especializada y autorizada por Industria.

En la instalación eléctrica se tendrán en cuenta las normas establecidas para los trabajos en cubiertas, uso de arnés anticaídas anclado a cable fiador que todavía deberá estar colocado en esta fase, etc.

Se han de observar una serie de normas generales como son:

- El montaje de aparatos eléctricos será realizado siempre por personal especialista.
- Se mantendrá un nivel de iluminación mínimo de 100 lux en los tajos, medidos a 2m. del suelo.
- Se prohíbe el conexionado de cables a los cables de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas correspondientes.
- Las escaleras a utilizar serán de tijera dotadas de zapatas antideslizantes y cadenilla de limitación de apertura.
- Se prohíbe en general la utilización de escaleras de mano y andamios de borriquetas, en lugares con riesgo de caída de altura durante los trabajos de electricidad, sin antes haber procedido a la eliminación del riesgo mediante la colocación de las protecciones necesarias.
- La herramienta a utilizar por los electricistas estará protegida con material aislante normalizado contra contactos con la energía eléctrica.
- Las herramientas con aislamientos deteriorados deberán ser retiradas y sustituidas de inmediato.

- Las conexiones se realizarán siempre sin tensión. Para evitar la conexión accidental a la red, de la instalación eléctrica del edificio, el último cableado que se realizará será el correspondiente a la conexión caja general de protección cuadro de contadores guardando en lugar seguro los seccionadores los cuales serán los últimos en instalarse.
- Previamente a la realización de pruebas de la instalación con corriente, se procederá a la revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos empalmes y protecciones, así como a avisar a todo el personal de las pruebas en evitación de accidentes.
- Deberán estar instaladas las medidas de protección colectiva (barandillas) y cuando sea necesario, se utilizarán lámparas portátiles para iluminar correctamente el puesto de trabajo.
- Antes de realizar las operaciones en el interior del hueco se deberá comprobar que en todas las aberturas del mismo existen las protecciones colectivas (barandillas), en caso contrario se corregirá y se deberá instalar en cada una de ellas el cartel advirtiendo la presencia de personas dentro del hueco.
- Se deberá prestar atención cuando se realizan movimientos de la cabina desde su techo para evitar los golpes y atrapamientos con el contrapeso, poleas tractoras y de desvío.
- Cuando se realizan agujeros en el hueco, con taladros o se utiliza la rebarbadora, se usarán, se usarán gafas de protección.
- Para la realización de soldaduras se utilizarán las pantallas y ropa de protección para radiación y proyecciones
- Antes de realizar cualquier manipulación eléctrica asegurarse de que no tiene tensión.
- Para la realización de trabajos desde el exterior del hueco deberá existir las protecciones colectivas (barandillas), y cuando se realicen esfuerzos hacia el hueco además de las barandillas se usará el arnés anticaída anclado a un punto fuerte instalado en la parte superior del forjado y fuera del hueco.

13.1.5.4.3 Obras complementarias

Replanteo

Los trabajos de replanteo engloban aquéllos que se realizan desde el inicio de las obras hasta su finalización, por los equipos de topografía, definiendo por medio de los replanteos todos los datos geométricos y medidas referenciadas en el terreno para poder realizar las actividades de los elementos constructivos que componen la obra. Estos trabajos han sido múltiples veces excluidos de los estudios y planes de seguridad y salud de las obras, lo que resulta improcedente, dado que son fuente de numerosos accidentes de gravedad variable.

Los equipos de replanteo han de observar una serie de normas generales como son:

- El atuendo de los operarios será el adecuado a la climatología del lugar, teniendo en cuenta la obligada exposición a los elementos atmosféricos.
- Deben evitarse subidas o posiciones por zonas muy pendientes, si no se está debidamente amarrado a una cuerda, con arnés de sujeción anclado a un punto fijo en la parte superior de la zona de trabajo.
- Para la realización de comprobaciones o tomas y materialización de datos en zonas de encofrado o en alturas de estructuras y obras de fábrica, se accederá siempre por escaleras reglamentarias o accesos adecuados, como estructuras tubulares y escaleras fijas.
- Todos los trabajos que se realicen en alturas, de comprobación o replanteo, han de llevarse a cabo con arnés de sujeción anclado a puntos fijos de las estructuras, si no existen protecciones colectivas.
- Debe evitarse la estancia durante los replanteos en zonas donde puedan caer objetos, por lo que se avisarán a los equipos de trabajo para que eviten acciones que puedan dar lugar a proyección de objetos o herramientas mientras se esté trabajando en esa zona.
- Para clavar las estacas con ayuda de los punteros largos se utilizarán guantes y punteros con protector de golpes en manos.
- Deberá evitarse el uso de los punteros que presenten deformaciones en la zona de golpeo, por presentar el riesgo de proyección de partículas de acero en cara y ojos. Se usarán gafas antiproyecciones durante estas operaciones.

- En tajos donde la maquinaria esté en movimiento y en zonas donde se aporten materiales mediante camiones, se evitará la estancia de los equipos de replanteo, respetando una distancia de seguridad que se fijará en función de los riesgos previsibles. En casos de necesidad, la posición de los topógrafos y ayudantes se señalará adecuadamente, de manera que sean visibles a los operadores de máquinas y camiones.
- Se comprobará, antes de realizar los replanteos, la existencia de cables eléctricos, para evitar contactos directos con los mismos. En cualquier caso, en las zonas donde existan líneas eléctricas las miras utilizadas serán dieléctricas.
- Los replanteos en zonas de tráfico se realizarán con chalecos reflectantes, y con el apoyo de señalistas, así como con señalización de obras, si corresponde.
- El equipo se desplazará a los tajos en un vehículo todo terreno o furgoneta, dependiendo de las condiciones del terreno. Este vehículo deberá ir equipado con un botiquín, será revisado con periodicidad y conducido normalmente por un mismo operario, que vendrá obligado a circular de forma ordenada por los viales de obra. Cuando sea necesario alejarse del vehículo de obra, éste habrá de ser aparcado en un lugar visible para el resto de personas de la obra.
- Se colocarán adecuadamente los equipos de topografía en los vehículos de transporte, evitando que puedan moverse y sean causa de lesiones a los propios ocupantes del vehículo.

Señalización, balizamiento y defensa de la vía

Estos trabajos se hacen con tráfico abierto, por lo que hay que tener en cuenta el riesgo de atropellos y colisiones.

Han de seguirse diversas normas en el acopio y almacenaje de los elementos a disponer, así como en la interferencia con el tráfico de obra, el cual puede ser bastante rápido y peligroso.

El acopio de los elementos debe hacerse de forma racional, minimizando los desplazamientos y evitando provocar obstáculos a la circulación.

Para el premarcaje y pintado de las marcas viales será necesario observar las siguientes normas mínimas, las cuales serán concretadas y complementadas

en el plan de seguridad y salud: Para realizar el premarcaje y pintado de la carretera se utilizarán monos de color blanco o amarillo con elementos reflectantes. Se utilizarán mascarillas para afecciones por los vapores de la pintura.

La pintura debe estar siempre envasada. Para su consumo se trasvasará al depósito de la máquina, utilizando siempre protección respiratoria. Sólo se tendrán en el camión las latas para el consumo del día.

Se prohibirá fumar o encender cerillas y mecheros durante la manipulación de las pinturas y el extendido de las mismas.

Se prohibirá realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

Canalización de red eléctrica

Antes de comenzar los trabajos en obras con posibles interferencias de líneas eléctricas enterradas es necesario informarse de si en la zona de obra pudiera estar enterrado algún cable, tratar de asegurarse de su posición exacta y, en caso de duda, solicitar información de un supervisor de la compañía eléctrica. Esta información debe recabarse antes de redactar el plan de seguridad y salud de la obra y contemplarse en éste, así como las medidas a adoptar; pero, en todo caso, se revisará y completará antes de comenzar los trabajos, actualizándose el citado plan.

Siempre que se detecte la existencia de una línea eléctrica en la zona de trabajo se gestionará con la compañía propietaria de la línea la posibilidad de dejar los cables sin tensión, antes de comenzar los trabajos. En caso de que existan dudas, todos los cables subterráneos se tratarán y protegerán como si fueran cargados con tensión. Nunca se permitirá tocar o intentar alterar la posición de ningún cable subterráneo en la obra.

Se evitará tener cables descubiertos que puedan sufrir por encima de ellos el paso de maquinaria o vehículos, así como producir posibles contactos accidentales por personal de obra y ajeno a la misma

Se empleará señalización indicativa de riesgo eléctrico, complementándose, siempre que sea posible, con la indicación de la proximidad a la línea en tensión y su área de seguridad. A medida que los trabajos sigan su curso, se velará

porque se mantenga en perfectas condiciones de visibilidad y colocación la señalización anteriormente mencionada.

Se informará a la compañía propietaria inmediatamente, siempre que un cable subterráneo sufra algún daño. En tales supuestos, se conservará la calma y se alejará a todas las personas, para evitar los riesgos que puedan ocasionar accidentes.

No se utilizarán picos, barras, clavos, horquillas u otros utensilios metálicos puntiagudos en terrenos blandos (arcillosos) donde puedan estar situados cables subterráneos. Los trabajadores empleados en los trabajos con posible presencia y riesgo de contacto eléctrico estarán dotados de prendas de protección personal y herramientas aislantes, según las previsiones del plan de seguridad y salud o sus actualizaciones pertinentes.

En los casos en que sean conocidos perfectamente el trazado y profundidad de las conducciones, se adoptarán en el plan de seguridad y salud y se aplicarán en la obra las siguientes medidas y prescripciones:

- Si la línea está recubierta con arena, protegida con fábrica de ladrillo y señalizada con cinta (generalmente indicativa de la tensión), se podrá excavar con máquinas hasta 0,50m de conducción (salvo que previamente, de conformidad con la compañía propietaria, hubiera sido autorizado realizar trabajos a cotas inferiores a la señalada anteriormente) y a partir de aquí se utilizará la pala manual.
- Si el conocimiento que se tiene sobre el trazado, la profundidad y la protección de la línea no es exacto, se podrá excavar con máquina hasta 1,00m de conducción, a partir de esta cota y hasta 0,50m se podrá utilizar martillos neumáticos, picos, barras, etc., y a partir de aquí, pala manual.

Actuaciones en la obra de los servicios técnicos

Todas las obras son objeto de inspecciones y controles periódicos o esporádicos por parte de los servicios técnicos (directores de obra, inspectores, proyectistas, coordinador en materia de seguridad y salud, equipos de control de calidad, etc.). Estas visitas han de hacerse bajo las condiciones adecuadas de seguridad, por lo que han de adoptarse ciertas normas preventivas al respecto.

El plan de seguridad y salud de la obra deberá prever específicamente la forma, condiciones y medios a utilizar para asegurar que las visitas de obra se lleven a

cabo bajo las adecuadas condiciones de seguridad. Para ello, cabe dar unas normas generales, las cuales serán concretadas y complementadas en el plan de seguridad y salud.

Antes de que un técnico o profesional de dirección y control se desplace al lugar de visita, deberá velarse por que esté perfectamente informado de los riesgos a que va a estar expuesto en obra.

Sobre todo, deberá ser informado de todas aquellas condiciones específicas que se den en la obra y sin cuyo conocimiento previo podrían ser causa de riesgos importantes. Aun así, el visitante será acompañado en todo momento alguna persona que conozca las peculiaridades del entorno.

Todos los visitantes a la obra deberán llevar las protecciones individuales adecuadas que sean necesarias para protegerles adecuadamente.

Las protecciones colectivas suelen ser eliminadas, lógicamente, de aquellos lugares donde cesa el trabajo, pero si dichas zonas han de ser visitadas por los servicios técnicos, las citadas protecciones deben ser repuestas, pudiendo, en caso contrario, negarse el visitante a acceder a dichos lugares o adoptar las decisiones que estime oportunas.

13.1.5.5 Medidas preventivas de la maquinaria, instalaciones auxiliares y equipos de trabajo

Medidas generales para la maquinaria pesada

Al comienzo de los trabajos, el jefe de obra comprobará que se cumplen las siguientes condiciones preventivas, así como las previstas en su propio plan de seguridad y salud, de las que mostrará, en su caso, comprobantes que el coordinador de seguridad y salud de la obra pueda requerir:

Recepción de la máquina

A su llegada a la obra, cada máquina debe llevar en su carpeta de documentación las normas de seguridad para los operadores. E irá dotada de un extintor timbrado y con las revisiones al día.

Cada maquinista deberá poseer la formación adecuada para que el manejo de la máquina se realice de forma segura y, en caso contrario, será sustituido o formado adecuadamente.

La maquinaria a emplear en la obra irá provista de cabinas anti-vuelco y anti-impacto. Las cabinas no presentarán deformaciones como consecuencia de haber sufrido algún vuelco.

La maquinaria irá dotada de luces y bocina o sirena de retroceso, todas ellas en correcto estado de funcionamiento.

Utilización de la máquina

Antes de iniciar cada turno de trabajo, se comprobará siempre que los mandos de la máquina funcionan correctamente.

Se prohibirá el acceso a la cabina de mando de la máquina cuando se utilicen vestimentas sin ceñir y joyas o adornos que puedan engancharse en los salientes y en los controles.

Se impondrá la buena costumbre hacer sonar el claxon antes de comenzar a mover la máquina.

El maquinista ajustará el asiento de manera que alcance todos los controles sin dificultad.

Las subidas y bajadas de la máquina se realizarán por el lugar previsto para ello, empleando los peldaños y asideros dispuestos para tal fin y nunca empleando las llantas, cubiertas y guardabarros.

No se saltará de la máquina directamente al suelo, salvo en caso de peligro inminente para el maquinista.

Sólo podrán acceder a la máquina personas autorizadas a ello por el jefe de obra.

Antes de arrancar el motor, el maquinista comprobará siempre que todos los mandos están en su posición neutra, para evitar puestas en marcha imprevistas. Antes de iniciar la marcha, el maquinista se asegurará de que no existe nadie cerca, que pueda ser arrollado por la máquina en movimiento.

No se permitirá liberar los frenos de la máquina en posición de parada si antes no se han instalado los tacos de inmovilización de las ruedas.

Si fuese preciso arrancar el motor mediante la batería de otra máquina, se extremarán las precauciones, debiendo existir una perfecta coordinación entre el personal que tenga que hacer la maniobra. Nunca se debe conectar a la batería descargada otra de tensión superior.

Cuando se trabaje con máquinas cuyo tren de rodaje sea de neumáticos, será necesario vigilar que la presión de los mismos sea la recomendada por el

fabricante. Durante el relleno de aire de los neumáticos el operario se situará tras la banda de rodadura, apartado del punto de conexión, pues el reventón de la manguera de suministro o la rotura de la boquilla, pueden hacerla actuar como un látigo.

Siempre que el operador abandone la máquina, aunque sea por breves instantes, deberá antes hacer descender el equipo o útil hasta el suelo y colocar el freno de aparcamiento. Si se prevé una ausencia superior a tres minutos deberá, además, parar el motor.

Se prohibirá encaramarse a la máquina cuando ésta esté en movimiento.

Con objeto de evitar vuelcos de la maquinaria por deformaciones del terreno mal consolidado, se prohibirá circular y estacionar a menos de tres metros del borde de barrancos, zanjas, taludes de terraplén y otros bordes de explanaciones.

Antes de realizar vaciados a media ladera con vertido hacia la pendiente, se inspeccionará detenidamente la zona, en prevención de desprendimientos o aludes sobre las personas o cosas.

Se circulará con las luces encendidas cuando, a causa del polvo, pueda verse disminuida la visibilidad del maquinista o de otras personas hacia la máquina.

Estará terminantemente prohibido transportar personas en la máquina, si no existe un asiento adecuado para ello.

No se utilizará nunca la máquina por encima de sus posibilidades mecánicas, es decir, no se forzará la máquina con cargas o circulando por pendientes excesivas.

Reparaciones y mantenimiento en obra

En los casos de fallos en la máquina, se subsanarán siempre las deficiencias de la misma antes de reanudar el trabajo.

Durante las operaciones de mantenimiento, la maquinaria permanecerá siempre con el motor parado, el útil de trabajo apoyado en el suelo, el freno de mano activado y la máquina bloqueada.

No se guardará combustible ni trapos grasientos sobre la máquina, para evitar riesgos de incendios.

No se levantará en caliente la tapa del radiador. Los vapores desprendidos de forma incontrolada pueden causar quemaduras al operario.

El cambio de aceite del motor y del sistema hidráulico se efectuará siempre con el motor frío, para evitar quemaduras.

El personal que manipule baterías deberá utilizar gafas protectoras y guantes impermeables.

En las proximidades de baterías se prohibirá fumar, encender fuego o realizar alguna maniobra que pueda producir un chispazo eléctrico.

Las herramientas empleadas en el manejo de baterías deben ser aislantes, para evitar cortocircuitos.

Se evitará siempre colocar encima de la batería herramientas o elementos metálicos, que puedan provocar un cortocircuito. Siempre que sea posible, se emplearán baterías blindadas, que lleven los bornes intermedios totalmente cubiertos. Al realizar el repostaje de combustible, se evitará la proximidad de focos de ignición que podrían producir la inflamación del gasoil.

La verificación del nivel de refrigerante en el radiador debe hacerse siempre con las debidas precauciones, teniendo cuidado de eliminar la presión interior antes de abrir totalmente el tapón.

Cuando deba manipularse el sistema eléctrico de la máquina, el operario deberá antes desconectar el motor y extraer la llave del contacto. Cuando deban soldarse tuberías del sistema hidráulico, siempre será necesario vaciarlas y limpiarlas de aceite.

Maquinaria de elevación

Plataformas de trabajo en carretillas elevadoras

Sistemas de prevención y protección

Cuando una carretilla elevadora es utilizada con una plataforma de trabajo acoplada durante una parte importante de su tiempo de trabajo, la plataforma de trabajo deberá estar especialmente diseñada para ello. Así pues una carretilla normal utilizada en combinación con una plataforma de trabajo deberá reunir una serie de características técnicas y de seguridad que hagan seguro el conjunto. Destacamos las medidas de seguridad de la plataforma de trabajo y de la carretilla independientemente y además consideramos el caso en que la plataforma incorpore mandos de control autónomo de sus movimientos y por tanto las características que deben reunir.

Plataforma de trabajo

La plataforma de trabajo debe estar diseñada de forma segura, fabricada de material de seguridad, de resistencia adecuada y mantenida limpia. Es conveniente que lleven acopladas unas bandejas portaobjetos situadas preferentemente en la parte delantera sobre las barandillas evitando de ésta forma que las herramientas se dejen sobre la superficie de la plataforma. Existen diversos tipos de los que destacan dos: Conjunto unitario fijo con o sin protección superior y conjunto plegable.

Capacidad de carga: El peso del conjunto de la plataforma junto con el personal que debe utilizarla, herramientas, materiales, etc. no debe superar la mitad de la carga máxima admisible a la altura máxima de elevación tomando como referencia los datos dados por el fabricante. Esta capacidad de carga debe ser disminuida, en caso necesario, cuando se utilicen otros accesorios cuyo peso hará decrecer la capacidad de carga de la carretilla a los efectos indicados anteriormente. Por ejemplo, accesorios para desplazamientos laterales.

Carga máxima admisible: Sobre la plataforma se debe fijar una placa indicando su propio peso, la carga máxima admisible (se aconseja no supere los 300kg) y la categoría de carretilla sobre la que se puede utilizar. Se recomienda no utilizar carretillas elevadoras con una capacidad de carga inferior a 1500kg.

Altura de trabajo: La altura máxima de trabajo se debe limitar a 5m. Para alturas superiores se deben utilizar otros equipos.

Dimensiones: Las dimensiones de la base de la plataforma deberán ser lo más pequeñas posibles compatibles con el número máximo de personas que deban trabajar sobre la misma y que en cualquier caso permita realizar los trabajos adecuadamente. Las dimensiones más comunes son de 1000 x 800mm y de 1000 x 1000mm siendo la segunda cifra la longitud en la dirección de la marcha. En cuanto a la altura de la parte trasera más próxima al mástil debe ser de 1900mm como mínimo, con un tamaño de abertura del enrejillado compatible con la distancia a la zona de posible atrapamiento.

Número máximo de personas. El número máximo de personas a transportar no excederá de dos.

Utilización: La plataforma debe estar fijada de forma segura al sistema de elevación u horquillas de la carretilla. Si se ha diseñado para ser utilizada con las horquillas, la plataforma debe estar provista de canales cerrados situados en su

parte inferior de unas dimensiones adecuadas a la forma de las horquillas; cuando se utilice la plataforma, las horquillas deberían introducirse preferentemente de forma total en los canales y si no es así como mínimo deberá introducirse el 75% de la longitud de la plataforma paralela a los brazos; una vez introducida la plataforma se deberá elevar a aproximadamente a 1m de altura y se pasarán dos pernos situados detrás de la base de la plataforma y asegurados a su vez con dos cadenas de forma que la misma no se pueda salir a través de las horquillas.

Sistemas de protección: El perímetro de la plataforma se deberá proteger en su totalidad por una barandilla superior situada entre 900 y 1100mm de la base, un rodapié con una altura mínima de 100mm y una barra intermedia situada aproximadamente a una distancia media entre la parte superior del rodapié y la parte inferior de la barandilla superior. Otro sistema de protección del perímetro de la parte inferior de la barandilla superior igualmente efectivo es la utilización de tela metálica. Las barandillas deberán tener una resistencia de 150kg/ml y los rodapiés y barra intermedia una resistencia similar y estar firmemente fijadas a la estructura de la plataforma. La parte posterior de la plataforma deberá aislarse del mástil y su mecanismo de funcionamiento mediante una pantalla o guarda de resistencia y tamaño adecuado.

Cuando existan riesgos de golpes en la cabeza de los operarios podría instalarse una protección móvil de diseño adecuado y fijarla aprovechando los montantes de la plataforma siempre que no dificulte los trabajos que vayan a realizarse.

Si la plataforma está dotada de una puerta de acceso, solo se deberá poder abrir hacia adentro y en ningún caso cuando la plataforma esté subiendo o bajando o en posición elevada de trabajo.

Debe ser de auto-cierre y quedar automáticamente bloqueada en la posición cerrada.

Este sistema puede reforzarse instalando otro sistema de bloqueo redundante garantizando de esta forma que la puerta no se pueda abrir en ningún caso una vez que la plataforma empieza a elevarse.

Como norma complementaria el operador de la carretilla debe permanecer en su puesto de conducción durante los trabajos para poder actuar en caso de que se produzca cualquier incidencia.

Superficie. El suelo de la plataforma debe ser horizontal, antideslizante y diseñado para evitar la acumulación de agua u otros líquidos.

Pintura. La plataforma debería estar pintada de un color visible y las protecciones perimetrales a franjas inclinadas alternadas en negro y amarillo.

Carretilla elevadora

Antes de utilizar cualquier carretilla elevadora por primera vez con una plataforma de trabajo es básico consultar con el fabricante o suministrador si el diseño de la misma permite su utilización con una plataforma de trabajo acoplada y si la plataforma de trabajo de la que se dispone es la adecuada al tipo y características de las horquillas de la carretilla.

Las carretillas elevadoras que puedan acoplar una plataforma de trabajo deberán limitar, en las condiciones efectivas de uso, los riesgos de vuelco mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que quede espacio suficiente para el trabajador o los trabajadores transportados entre el suelo y determinadas partes de la carretilla o una estructura que mantenga al trabajador o trabajadores sobre el asiento de conducción e impida que puedan quedar atrapados por partes de la carretilla volcada.

Por otra parte, si la carretilla está provista de un mástil basculante, se deberán tomar las medidas técnicas adecuadas para asegurar que el mástil permanece en posición vertical durante todo el tiempo en que se esté utilizando la plataforma. De forma análoga si la carretilla está provista con un sistema de desplazamiento lateral, éste debería permanecer en su posición central mientras se utiliza con la plataforma.

La carretilla deberá estar provista de sistemas que impidan el accionamiento inadvertido de los sistemas de mando durante su utilización con la plataforma de trabajo. Las carretillas elevadoras nuevas fabricadas para ser utilizadas con plataformas de trabajo deberían tener un mínimo de dos cadenas o cables de elevación.

En general se cumplirá lo dispuesto en el R.D. 1215/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Montaje y características de los mandos de control autónomo de las plataformas de trabajo.

Para el caso en que se usen frecuentemente plataformas de trabajo sobre carretillas elevadoras, la elevación o descenso de las mismas se debería poder realizar independientemente mediante un mando instalado en la propia plataforma. Esto sería aconsejable incluso en casos de utilización menos frecuente.

Los mandos más importantes a instalar serían los de ascenso y descenso de la plataforma y dos mandos de emergencia, uno de parada del movimiento y otro de bajada de la plataforma en caso de avería o cualquier tipo de emergencia. El mando de subida o bajada situado en la plataforma estará diseñado y situado de forma que no pueda ser accionado inadvertidamente y ser del tipo manivela de hombre muerto o sea debe ser accionado o presionado de forma continua para efectuar los movimientos de subida o bajada.

La ubicación ideal es en el centro de la parte posterior de la plataforma de forma que mantenga alejadas las manos de los bordes de la misma mientras la plataforma sube o baja.

El sistema de parada de emergencia del movimiento de la carretilla debe funcionar automáticamente debiendo estar enclavado con el del movimiento de la carretilla para asegurar que no puede ser superada una velocidad máxima de seguridad de 2,5km/h mientras la plataforma está en posición elevada.

El mando de emergencia debe permitir bajar la plataforma en caso de avería o cualquier tipo de emergencia como se ha dicho. Este mando debe estar situado preferentemente a nivel del suelo y estar diseñado de forma que sea imposible accionarlo accidentalmente.

Normas de utilización

Debe estar completamente prohibido que cualquier persona permanezca sobre la plataforma en posición elevada cuando la carretilla efectúe algún movimiento salvo que la plataforma de trabajo disponga del sistema de parada de emergencia del movimiento, en cuyo caso se permiten pequeños movimientos de situación o traslación a un nuevo punto de operación hechos a una velocidad máxima de 2,5km/h. En cualquier caso, al efectuar cualquier movimiento por pequeño que sea, se deberá tener especial cuidado para evitar cualquier tipo de

atrapamiento entre la plataforma y la zona de operación; para ello el operador de la carretilla estará en comunicación continua con el operario situado sobre la plataforma para coordinar los movimientos.

La zona de trabajo ocupada por el conjunto carretilla-plataforma debe delimitarse con conos, luces o señales siempre que exista la posibilidad de acercamiento de otros vehículos o puedan caer objetos desde la plataforma o por el tipo de trabajo que se efectúa. En caso necesario durante la realización de trabajos debe cesar cualquier actividad u operación que se esté realizando en sus proximidades.

Los trabajos a realizar desde la plataforma se ceñirán al área delimitada por las protecciones en el caso de trabajos en el techo debiéndose modificar en caso de desplazamiento. Para trabajos en paredes la plataforma se debe aproximar lo máximo posible a la pared. En ningún caso el operario se asomará o inclinará con parte de su cuerpo fuera de los límites de la plataforma debiendo en todo caso mover la carretilla con los límites de velocidad indicados para acceder a otros puntos de operación más alejados de la posición inicial. En cualquiera de éstos casos la altura máxima de trabajo se limitará a 5m.

Todos los operarios de carretillas, así como las personas que deban trabajar sobre las plataformas deberán ser adiestradas adecuadamente proporcionándoles instrucciones completas sobre la forma segura de trabajar que deberían incluir la secuencia de acciones a realizar en caso de emergencia entendiendo como tales movimientos bruscos de la carretilla o de bajada de la plataforma entre otras posibles.

En el caso de que la plataforma no disponga de mandos de control propios, el conductor de la carretilla deberá permanecer en su puesto mientras la plataforma se encuentre en posición elevada.

Es esencial que la carretilla sólo se utilice sobre superficies en buen estado y horizontales.

Los operarios no debieran olvidar que cualquier pendiente puede afectar negativamente a la estabilidad de la carretilla.

En lugares de trabajo o áreas sometidas a un ruido elevado se deberá disponer de un sistema de comunicación, por ej. Intercomunicadores de radio, entre el conductor de la carretilla y el o los operarios situados sobre la plataforma

elevada de trabajo. En este caso será necesario que se disponga de algún sistema de atención complementario como puede ser un silbato o claxon para un caso de emergencia. Si se utilizan sistemas de señales, deben utilizarse señales claras y concretas previamente conocidas por todos los implicados.

En trabajos en proximidades de líneas eléctricas aéreas de baja tensión se deberá cortar la corriente previamente al inicio de los trabajos. En caso de no poder cortar la corriente se deberán tomar las precauciones inherentes a dichos trabajos en especial guantes aislantes, alfombras aislantes, herramientas aislantes, vainas o caperuzas aislantes, etc.

En general además se cumplirá lo dispuesto en el Anexo II apartado 2 del R.D. ya citado sobre equipos de trabajo y que corresponde a la utilización de los equipos móviles automotores o no.

Equipos de protección individual

Cascos de seguridad. Cuando existan riesgos que puedan afectar a la cabeza de los operarios situados sobre la plataforma, como pueden ser algunas partes sobresalientes del techo, éstos deberán llevar cascos de protección. Especial atención habrá que tener en caso de líneas eléctricas aéreas o puentes-grúa en los que se deberán extremar las medidas de seguridad.

Cinturón de seguridad. Para situaciones en que los trabajos se realicen a una altura superior a los 2m, como medida complementaria y siempre que se pueda anclar en un punto distinto de la propia plataforma sería conveniente que el operario que efectúe sus trabajos sobre la misma utilice un cinturón de seguridad con arnés.

Indicaciones

La plataforma de trabajo debería llevar las siguientes indicaciones:

- Peso máximo admisible y altura máxima de elevación
- Número máximo de personas
- Asegurarse que el freno de aparcamiento está puesto y (cuando sea de aplicación) la transmisión esté en punto muerto antes de elevar la plataforma
- Prohibido utilizarse para subir o bajar materiales a o desde su lugar de almacenamiento
- Prohibido utilizarse por personas para subir o bajar entre distintos niveles
- Medidas de protección individual necesarias

- Las indicaciones estarán diseñadas y realizadas de forma que se vean claramente y sean duraderas.
- Cualquier indicación deberá variarse o ampliarse según varíen las características de las tareas a realizar en cada caso.

Plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP)

Características constructivas de seguridad

Fundamentalmente están relacionadas con las características de estructura y estabilidad, la presencia de estabilizadores y las estructuras extensibles.

Cálculos de estructura y estabilidad. El fabricante es responsable del cálculo de resistencia de estructuras, determinación de su valor, puntos de aplicación, direcciones y combinaciones de cargas y fuerzas específicas que originan las condiciones más desfavorables. Asimismo es responsable de los cálculos de estabilidad, identificación de las diversas posiciones de las PEMP y de las combinaciones de cargas y fuerzas que, conjuntamente, originan las condiciones de estabilidad mínimas.

Chasis y estabilizadores. La plataforma de trabajo debe estar provista de los siguientes dispositivos de seguridad:

- Dispositivo que impida su traslación cuando no esté en posición de transporte. (PEMP con conductor acompañante y las autopropulsadas del Tipo 1).
- Dispositivo (por ej. un nivel de burbuja) que indique si la inclinación o pendiente del chasis está dentro de los límites establecidos por el fabricante. Para las PEMP con estabilizadores accionados mecánicamente este dispositivo deberá ser visible desde cada puesto de mando de los estabilizadores.
- Las PEMP del tipo 3 deben disponer de una señal sonora audible que advierta cuando se alcanzan los límites máximos de inclinación.

Las bases de apoyo de los estabilizadores deben estar construidas de forma que puedan adaptarse a suelos que presenten una pendiente o desnivel de al menos 10°.

Estructuras extensibles: Las PEMP deben estar equipadas con dispositivos de control que reduzcan el riesgo de vuelco o de sobrepasar las tensiones admisibles. Los controles de carga y de momento no pueden proteger contra

una sobrecarga que sobrepase largamente la capacidad de carga máxima. Distinguiamos entre las PEMP del grupo A y las del grupo B para indicar los métodos aconsejables en cada caso:

- Grupo A:
 - Sistema de control de carga y registrador de posición
 - Control de posición con criterios de estabilidad y de sobrecarga reforzada
- Grupo B:
 - Sistema de control de carga y registrador de posición
 - Sistemas de control de la carga y del momento
 - Sistemas de control del momento con criterio de sobrecarga reforzado
 - Control de posición con criterios de estabilidad y de sobrecarga reforzada

Sistemas de accionamiento de las estructuras extensibles

Los sistemas de accionamiento deben estar concebidos y contruidos de forma que impidan todo movimiento intempestivo de la estructura extensible.

Sistemas de accionamiento por cables. Los sistemas de accionamiento por cables deben comprender un dispositivo o sistema que en caso de un fallo limiten a 0,2m. el movimiento vertical de la plataforma de trabajo con la carga máxima de utilización.

Los cables de carga deben ser de acero galvanizado sin empalmes excepto en sus extremos no siendo aconsejables los de acero inoxidable. Las características técnicas que deben reunir son:

- Diámetro mínimo 8mm.
- N° mínimo de hilos 114.
- Clase de resistencia de los hilos comprendida entre 1.570N/mm^2 y 1.960N/mm^2

La unión entre el cable y su terminal debe ser capaz de resistir al menos el 80% de la carga mínima de rotura del cable.

Sistemas de accionamiento por cadena. Los sistemas de accionamiento por cadena deben comprender un dispositivo o sistema que en caso de un fallo limiten a 0,2m. el movimiento vertical de la plataforma de trabajo con la carga máxima de utilización. No deben utilizarse cadenas con eslabones redondos. La

unión entre las cadenas y su terminal debe ser capaz de resistir al menos el 100% de la carga mínima de rotura de la cadena.

Sistemas de accionamiento por tornillo. La tensión de utilización en los tornillos y en las tuercas debe ser al menos igual a 1/6 de la tensión de rotura del material utilizado. El material utilizado para los tornillos debe tener una resistencia al desgaste más elevada que la utilizada para las tuercas que soporten la carga. Cada tornillo debe tener una tuerca que soporte la carga y una tuerca de seguridad no cargada. La tuerca de seguridad no debe quedar cargada más que en caso de rotura de la tuerca que soporta la carga. La plataforma de trabajo no podrá elevarse desde su posición de acceso si la tuerca de seguridad está cargada. Los tornillos deben estar equipados, en cada una de sus extremidades, de dispositivos que impidan a las tuercas de carga y de seguridad que se salga el tornillo (por ej., topes mecánicos).

Sistemas de accionamiento por piñón y cremallera. La tensión de utilización de piñones y cremalleras debe ser al menos igual a 1/6 de la tensión de rotura del material utilizado. Deben estar provistos de un dispositivo de seguridad accionado por un limitador de sobrevelocidad que pare progresivamente la plataforma de trabajo con la carga máxima de utilización y mantenerla parada en caso de fallo del mecanismo de elevación. Si el dispositivo de seguridad está accionado, la alimentación de la energía debe ser detenida automáticamente.

Plataforma de trabajo

Equipamiento. La plataforma estará equipada con barandillas o cualquier otra estructura en todo su perímetro a una altura mínima de 0,90m. y dispondrá de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas de acuerdo con el RD 486/1997 sobre lugares de trabajo: Anexo I.A.3.3 y el RD 1215/1997 sobre equipos de trabajo: Anexo 1.1.6. (La norma UNE-EN 280 especifica que la plataforma debe tener un pretil superior a 1,10m. de altura mínima, un zócalo de 0,15m. de altura y una barra intermedia a menos de 0,55m. del zócalo o del pretil superior; en los accesos de la plataforma, la altura del zócalo puede reducirse a 0,1m. La barandilla debe tener una resistencia a fuerzas específicas de 500N por persona aplicadas en los puntos y en la dirección más desfavorable, sin producir una deformación permanente).

Tendrá una puerta de acceso o en su defecto elementos móviles que no deben abrirse hacia el exterior. Deben estar concebidos para cerrarse y bloquearse automáticamente o que impidan todo movimiento de la plataforma mientras no estén en posición cerrada y bloqueada. Los distintos elementos de las barandillas de seguridad no deben ser extraíbles salvo por una acción directa intencionada.

El suelo, comprendida toda trampilla, debe ser antideslizante y permitir la salida del agua (por ej. enrejado o metal perforado). Las aberturas deben estar dimensionadas para impedir el paso de una esfera de 15mm. de diámetro.

Las trampillas deben estar fijadas de forma segura con el fin de evitar toda apertura intempestiva.

No deben poder abrirse hacia abajo o lateralmente.

El suelo de la plataforma debe poder soportar la carga máxima de utilización calculada según la siguiente expresión:

$$m = n \times m_p + m_e$$

Dónde:

$m_p \rightarrow 80\text{kg}$ (masa de una persona)

$m_e \rightarrow \geq 40\text{kg}$ (valor mínimo de la masa de las herramientas y materiales)

$n \rightarrow n^{\circ}$ autorizado de personas sobre la plataforma de trabajo

Deberá disponer de puntos de enganche para poder anclar los cinturones de seguridad o arneses para cada persona que ocupe la plataforma.

Las PEMP del tipo 3 deben estar equipadas con un avisador sonoro accionado desde la propia plataforma, mientras que las del tipo 2 deben estar equipadas con medios de comunicación entre el personal situado sobre la plataforma y el conductor del vehículo portador.

Las PEMP autopropulsadas deben disponer de limitador automático de velocidad de traslado.

Sistemas de mando. La plataforma debe tener dos sistemas de mando, un primario y un secundario. El primario debe estar sobre la plataforma y accesible para el operador.

Los mandos secundarios deben estar diseñados para sustituir los primarios y deben estar situados para ser accesibles desde el suelo. Los sistemas de

mando deben estar perfectamente marcados de forma indeleble de fácil comprensión según códigos normalizados.

Todos los mandos direccionales deben activarse en la dirección de la función volviendo a la posición de paro o neutra automáticamente cuando se deje de actuar sobre ellos.

Los mandos deben estar diseñados de forma que no puedan ser accionados de forma inadvertida o por personal no autorizado (por ejemplo un interruptor bloqueable).

Sistemas de seguridad de inclinación máxima. La inclinación de la plataforma de trabajo no debe variar más de 5° respecto a la horizontal o al plano del chasis durante los movimientos de la estructura extensible o bajo el efecto de las cargas y fuerzas de servicio. En caso de fallo del sistema de mantenimiento de la horizontalidad, debe existir un dispositivo de seguridad que mantenga el nivel de la plataforma con una tolerancia suplementaria de 5°.

Sistema de bajada auxiliar. Todas las plataformas de trabajo deben estar equipadas con sistemas auxiliares de descenso, sistema retráctil o de rotación en caso de fallo del sistema primario.

Sistema de paro de emergencia. La plataforma de trabajo debe estar equipada con un sistema de paro de emergencia fácilmente accesible que desactive todos los sistemas de accionamiento de una forma efectiva, conforme a la norma UNE-EN 418 Seguridad de las máquinas. Equipo de parada de emergencia, aspectos funcionales.

Sistemas de advertencia. La plataforma de trabajo debe estar equipada con una alarma u otro sistema de advertencia que se active automáticamente cuando la base de la plataforma se inclina más de 5° de la inclinación máxima permitida en cualquier dirección.

Estabilizadores, salientes y ejes extensibles

Deben estar equipados con dispositivos de seguridad para asegurar de modo positivo que la plataforma no se moverá mientras los estabilizadores no estén situados en posición. Los circuitos de control deben asegurar que los motores de movimiento no se podrán activar mientras los estabilizadores no se hayan desactivado y la plataforma no esté bajada a la altura mínima de transporte.

Sistemas de elevación

Sistemas de seguridad. Cuando la carga nominal de trabajo de la plataforma esté soportada por un sistema de cables metálicos o cadenas de elevación o ambos, el factor de seguridad del cable o cadena debe ser de 8 como mínimo, basado en la carga unitaria de rotura a la tracción referida a la sección primitiva.

Todos los sistemas de conducción hidráulicos y neumáticos, así como los componentes peligrosos deben tener una resistencia a la rotura por presión cuatro veces la presión de trabajo para la que han sido diseñados. Para los componentes no peligrosos esta resistencia será dos veces la presión de trabajo. Se consideran componentes peligrosos aquellos que, en caso de fallo o mal funcionamiento, implicaría un descenso libre de la plataforma.

Sistemas de protección. Cuando la elevación de la plataforma se realice mediante un sistema electromecánico, éste estará diseñado para impedir el descenso libre en caso de fallo en el generador o del suministro de energía. Cuando la elevación de la plataforma se realice mediante un sistema hidráulico o neumático, el sistema debe estar equipado para prevenir una caída libre en caso de rotura de alguna conducción hidráulica o neumática. Los sistemas hidráulicos o neumáticos de los estabilizadores o cualquier otro sistema deben estar diseñados para prevenir su cierre en caso de rotura de alguna conducción hidráulica o neumática.

Otras protecciones. Los motores o partes calientes de las PEMP deben estar protegidos convenientemente. Su apertura sólo se podrá realizar con llaves especiales y por personal autorizado. Los escapes de los motores de combustión interna deben estar dirigidos lejos de los puestos de mando.

Dispositivos de seguridad

Eléctricos: Los interruptores de seguridad que actúen como componentes que dan información deben satisfacer la norma EN 60947-5:1997 (Anexo K: prescripciones especiales para los auxiliares de mando con maniobra positiva de apertura).

Hidráulicos y neumáticos: Deben estar concebidos e instalados de forma que ofrezcan niveles de seguridad equivalentes a los dispositivos de seguridad eléctricos. Los componentes hidráulicos y neumáticos de estos dispositivos y sistemas que actúen directamente sobre los circuitos de potencia de los sistemas hidráulicos y neumáticos deben estar duplicados si el fallo de un

componente puede engendrar una situación peligrosa. Los distribuidores pilotados de estos componentes deben estar concebidos e instalados de forma que mantengan la seguridad en caso de fallo de energía, es decir parar el movimiento correspondiente.

Mecánicos: Deben estar concebidos e instalados de forma que ofrezcan niveles de seguridad equivalentes a los dispositivos de seguridad eléctricos. Esta exigencia se satisface por las varillas, palancas, cables, cadenas, etc., si resisten al menos dos veces la carga a la que son sometidos.

Otras medidas de protección frente a riesgos específicos.

Riesgo de Electrocutión: Este riesgo se manifiesta en tanto en cuanto las plataformas puedan alcanzar líneas eléctricas aéreas, sean de alta o de baja tensión. Según el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (Decreto 3151/ 1968), se entiende como tales las de corriente alterna trifásica a 50Hz de frecuencia, cuya tensión nominal eficaz entre fases sea igual o superior a 1kV.

Para prevenir el riesgo de electrocución se deberán aplicar los criterios establecidos en el RD 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico; en concreto según indica el Art. 4.2, todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve riesgo eléctrico se debe efectuar sin tensión.

Normas de seguridad en la utilización del equipo

Normas previas a la puesta en marcha de la plataforma. Antes de utilizar la plataforma se debe inspeccionar para detectar posibles defectos o fallos que puedan afectar a su seguridad.

La inspección debe consistir en lo siguiente: Inspección visual de soldaduras deterioradas u otros defectos estructurales, escapes de circuitos hidráulicos, daños en cables diversos, estado de conexiones eléctricas, estado de neumáticos, frenos y baterías, etc.

Comprobar el funcionamiento de los controles de operación para asegurarse que funcionan correctamente.

Cualquier defecto debe ser evaluado por personal cualificado y determinar si constituye un riesgo para la seguridad del equipo. Todos los defectos

detectados que puedan afectar a la seguridad deben ser corregidos antes de utilizar el equipo.

Normas previas a la elevación de la plataforma. Comprobar la posible existencia de conducciones eléctricas de A.T. en la vertical del equipo. Hay que mantener una distancia mínima de seguridad, aislarlos o proceder al corte de la corriente mientras duren los trabajos en sus proximidades.

Comprobar el estado y nivelación de la superficie de apoyo del equipo. Comprobar que el peso total situado sobre la plataforma no supera la carga máxima de utilización. Si se utilizan estabilizadores, se debe comprobar que se han desplegado de acuerdo con las normas dictadas por el fabricante y que no se puede actuar sobre ellos mientras la plataforma de trabajo no esté en posición de transporte o en los límites de posición.

Comprobar estado de las protecciones de la plataforma y de la puerta de acceso.

Comprobar que los cinturones de seguridad de los ocupantes de la plataforma están anclados adecuadamente. Delimitar la zona de trabajo para evitar que personas ajenas a los trabajos permanezcan o circulen por las proximidades.

Normas de movimiento del equipo con la plataforma elevada. Comprobar que no hay ningún obstáculo en la dirección de movimiento y que la superficie de apoyo es resistente y sin desniveles. Mantener la distancia de seguridad con obstáculos, escombros, desniveles, agujeros, rampas, etc., que comprometan la seguridad. Lo mismo se debe hacer con obstáculos situados por encima de la plataforma de trabajo.

La velocidad máxima de traslación con la plataforma ocupada no sobrepasará los siguientes valores: 1,5m/s para las PEMP sobre vehículo portador cuando el movimiento de traslación se mande desde la cabina del portador. 3,0m/s para las PEMP sobre raíles. 0,7m/s para todas las demás PEMP de los tipos 2 y 3. No se debe elevar o conducir la plataforma con viento o condiciones meteorológicas adversas. No manejar la PEMP de forma temeraria o distraída.

Otras normas. No sobrecargar la plataforma de trabajo. No utilizar la plataforma como grúa. No sujetar la plataforma o el operario de la misma a estructuras fijas. Está prohibido añadir elementos que pudieran aumentar la carga debida al viento sobre la PEMP, por ejemplo paneles de anuncios, ya que podrían quedar modificadas la carga máxima de utilización, carga estructural, carga debida al

viento o fuerza manual, según el caso. Cuando se esté trabajando sobre la plataforma el o los operarios deberán mantener siempre los dos pies sobre la misma. Además deberán utilizar los cinturones de seguridad o arnés debidamente anclados. No se deben utilizar elementos auxiliares situados sobre la plataforma para ganar altura. Cualquier anomalía detectada por el operario que afecte a su seguridad o a la del equipo debe ser comunicada inmediatamente y subsanada antes de continuar los trabajos. Está prohibido alterar, modificar o desconectar los sistemas de seguridad del equipo. No subir o bajar de la plataforma si está elevada utilizando los dispositivos de elevación o cualquier otro sistema de acceso. No utilizar plataformas en el interior de recintos cerrados, salvo que estén bien ventilados.

Normas después del uso de la plataforma. Al finalizar el trabajo, se debe aparcarse la máquina convenientemente. Cerrar todos los contactos y verificar la inmovilización, falcando las ruedas si es necesario. Limpiar la plataforma de grasa, aceites, etc., depositados sobre la misma durante el trabajo. Tener precaución con el agua para que no afecten a cables o partes eléctricas del equipo. Dejar un indicador de fuera de servicio y retirar las llaves de contacto depositándolas en el lugar habilitado para ello.

Otras recomendaciones: No se deben rellenar los depósitos de combustible (PEMP con motor de combustión) con el motor en marcha. Las baterías deben cargarse en zonas abiertas, bien ventiladas y lejos de posibles llamas, chispas, fuegos y con prohibición de fumar. No se deben hacer modificaciones de cualquier tipo en todo el conjunto de las PEMP.

Andamios perimetrales

Los andamios fijos perimetrales de sistema modular son estructuras provisionales de una altura máxima habitual de 30m, aunque en muchos casos es superada, que sirven para la sustentación de las distintas plataformas de trabajo situadas a distintas alturas; cumplen según los casos funciones de servicio, carga y protección. Las distintas partes que componen un andamio fijo prefabricado sistema modular se pueden ver en la Figura 13.1.5.5.1.

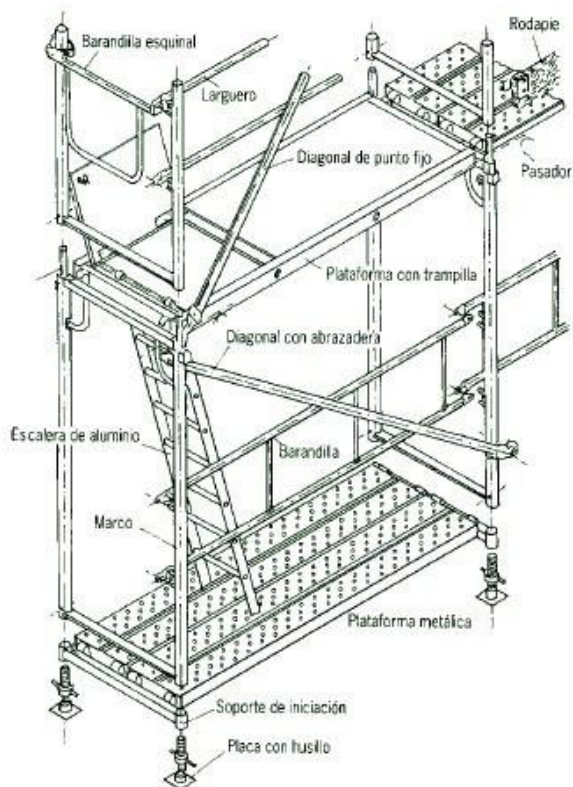


Figura 13.1.5.5.1: partes de un andamio fijo prefabricado sistema modular

En la tabla 13.1.5.5.1 se clasifican los andamios en seis clases teniendo en cuenta las cargas que deban soportar las plataformas de trabajo ya sean uniformemente repartidas o concentradas en una superficie determinada. (Norma UNE 76-502-90).

Clase	Carga Uniformemente repartida		Carga concentrada	
	kN/m ²	kg/m ²	kN	kg
1	0,75	75	1,50	150
2	1,50	150	1,50	150
3	2,00	200	3,00	150
4	3,00	300	3,00	300
5	4,50	450	3,00	300
6	6,00	600	3,00	300

Tabla 13.1.5.5.1. Clasificación de andamios en función de la carga a soportar

Tanto las plataformas como sus correspondientes soportes deben ser capaces de resistir las cargas especificadas en la Tabla 13.1.5.5.1 teniendo en cuenta

además que ninguna plataforma debe tener una capacidad de resistencia inferior a la indicada para los andamios de clase 2 con las siguientes consideraciones:

- Su flecha máxima no debe exceder 1/100 de la separación entre apoyos cuando esté sometida a una carga concentrada en una superficie de 500 x 500mm².
- Si la separación entre apoyos es de 2m o superior y una de ellas está sometida a una carga concentrada en una superficie de 500 x 500mm², la diferencia máxima de nivel entre dos plataformas contiguas una cargada y otra no, no será superior a 20mm.
- Los riesgos de caída de altura y/o derrumbe de la propia estructura se deben prevenir mediante un compendio de medidas que van desde un montaje correcto del andamio, utilización de materiales adecuado, instalación de protecciones laterales, uso seguro del mismo, etc.
- La estructura de los andamios debe estar formada por tubos de acero (pintados o galvanizados) o de aluminio. Las plataformas de trabajo deben ser de madera tratada o de aluminio.
- Los materiales deben estar exentos de cualquier anomalía que afecten a su comportamiento, como pueden ser deformaciones en los tubos, nudos mal cortados en la madera, etc.

El dimensionado de los distintos elementos que componen el andamio se ajustará a lo indicado en la Norma UNE 76-502-90. Según ella los andamios deben tener unas dimensiones de circulación y de trabajo que se indican en la Tabla 13.1.5.5.2 y en la Figura 13.1.5.5.2; asimismo las dimensiones del andamio y de las plataformas de trabajo según la clase se indican en la Tabla 13.1.5.5.3.

Altura mínima entre plataformas y travesaño del marco	> 1,75m
Altura libre mínima entre plataformas	1,9m
Altura libre mínima entre superficies de las plataformas	2m
Anchura mínima	≥ 500mm

Tabla 13.1.5.5.2: Dimensiones de circulación y de trabajo

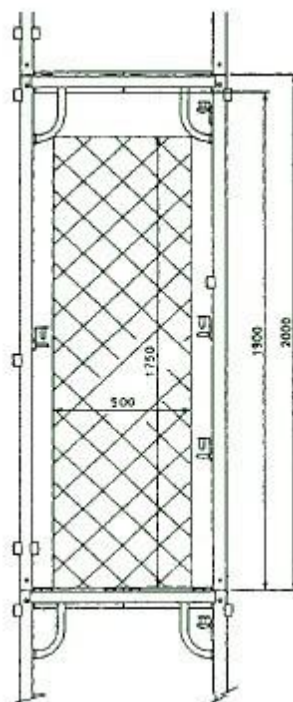


Figura 13.1.5.5.2: Dimensiones de circulación y de trabajo

	CLASE					
	1	2	3	4	5	6
Anchura andamio	0,7 m			1 m		
Anchura plataforma	$\geq 0,6$ m			$\geq 0,9$		
Longitud	De 1,5 a 3,00 m inclusive aumentando a intervalos de 0,3 ó 0,5 m			De 1,5 a 2,50 m inclusive aumentando a intervalos de 0,3 ó 0,5 m		
Altura mínima				≥ 2 m		

Tabla 13.1.5.5.3: Dimensiones del andamio y de las plataformas de trabajo según la clase del mismo

La barandilla de seguridad está compuesta por un pasamano tubular, una barra intermedia y un rodapié, Figura 13.1.5.5.3. Los distintos elementos de las barandillas de seguridad no deben ser extraíbles salvo por una acción directa intencionada.

Las características dimensionales y de resistencia de las protecciones laterales se reflejan en la Tabla 13.1.5.5.4, teniendo en cuenta que todas las alturas mínimas están referenciadas respecto al nivel del piso.

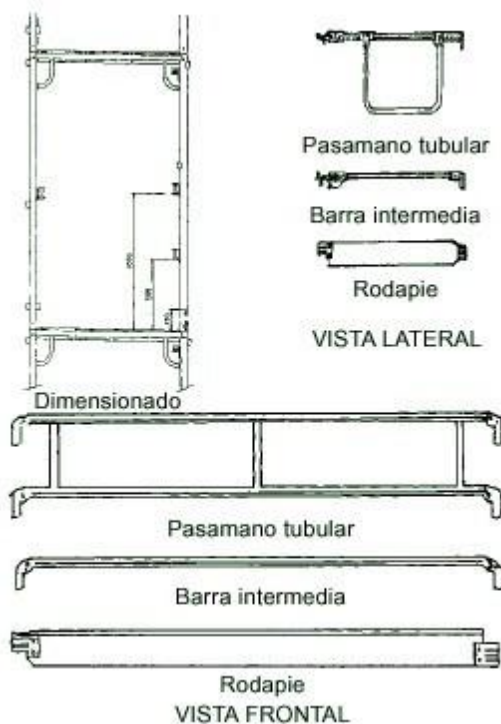


Figura 13.1.5.5.3. Barandilla de seguridad. Dimensionado

	BARANDILLA DE SEGURIDAD	PANTALLA O MÓDULO ENREJADO METÁLICO
Altura pasamanos tubular	1000 mm mín.	
Altura barra intermedia	470 mm mín.	
Rodapié	150 mm	
Resistencia	1. Carga puntual de 30 kg sin flecha elástica > 35 mm 2. Carga puntual de 125 kg sin rotura o desmontaje y sin producir desplazamiento en cualquier punto de 200 mm con relación a la posición inicial	
Orificios o ranuras		$\leq 100 \text{ cm}^2$ excepto si el lado de la ranura < 50 mm
Altura del módulo		1000 mm

Tabla 13.1.5.5.4. Protecciones laterales. Características dimensionales y de resistencia

Las barandillas se deben instalar en los lados de la plataforma con riesgo de caída al vacío, excepto en los lados del paramento siempre que el andamio esté situado como máximo a 300mm del mismo; en caso contrario se deben instalar las protecciones descritas.

Las pantallas o módulos enrejados metálicos de protección sólo se instalarán en las zonas laterales o traseras con riesgo de caída excepto en los lados del paramento pues impedirían la realización de los trabajos, Figura 13.1.5.5.4. Las

características dimensionales más importantes se exponen en la Tabla 13.1.5.5.4

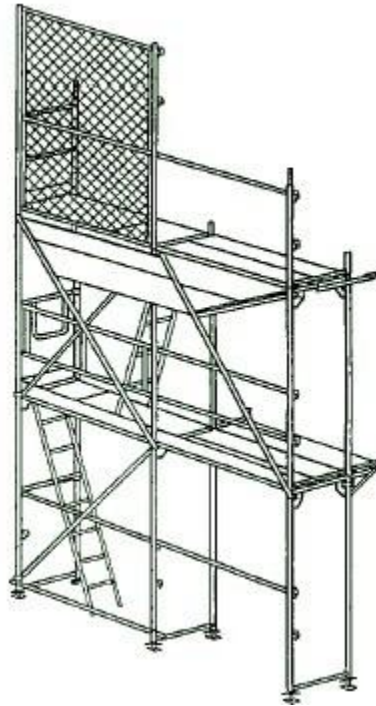


Figura 13.1.5.5.4. Andamio protegido mediante pantalla o módulo enrejado metálico

Los marcos verticales son los elementos básicos para la sustentación de los diferentes pisos de la andamiada ya que transmiten las cargas verticales; están compuestos por travesaños y montantes reforzados en sus respectivas esquinas por carteles o tirantes, e incluso crucetas de San Andrés (Figura 13.1.5.5.1).

La anchura será de 700 mm para andamios de clase 1, 2 y 3 y de 1000mm para los de clase 4, 5 y 6.; la altura del marco medio entre el larguero inferior y el superior para todas las clases es de 2000mm.

El acceso a las plataformas de trabajo se debe realizar mediante escaleras en progresión vertical, inclinadas o desde las plantas del edificio mediante pasarelas.

Las escaleras deben tener una anchura mínima de 40cm aunque se recomienda que no sea inferior a 50cm. Es aceptable utilizar plataformas con trampilla que permiten el acceso seguro a las distintas plantas y una vez utilizada se abate quedando la plataforma de trabajo como un conjunto único y uniforme. Lo ideal

sería que las escaleras de acceso a los diferentes niveles no interfirieran a la propia superficie de las pasarelas de trabajo.

En el caso de escaleras de acceso vertical, éstas deben estar provistas de guardacuerpos.

Las pasarelas deben tener el piso unido y estarán instaladas de forma que no puedan bascular o deslizar. Por tanto, deben permanecer solidarias a las estructuras portantes.

Siempre que estén situadas a una altura de 2m o más, deberán disponer de barandillas de seguridad a ambos lados (pasamano a 900mm, barra intermedia a 450mm y rodapié de 150mm de altura respecto a la superficie de la propia pasarela).

La resistencia de la pasarela será la adecuada para soportar el peso de las personas que la utilicen además de tener la superficie antideslizante. En cualquier caso se evitará la utilización simultánea por parte de dos o más trabajadores de las pasarelas o escaleras.

Normas básicas de seguridad en el montaje y utilización

Se ha de adecuar el tipo de andamio al trabajo que se va a realizar debiendo tener las dimensiones apropiadas para acceder a todos los puntos de trabajo. En ningún caso se utilizarán elementos de modelos o fabricantes diferentes.

Los materiales utilizados han de ser de buena calidad, mantenidos y en buen estado. En el caso de plataformas de madera, éstas estarán exentas de nudos u otros defectos que comprometan su resistencia.

Los tubos metálicos no deben haber sido utilizados para otros cometidos o estar deteriorados por la oxidación o corrosión.

El montaje y desmontaje seguro de los andamios los deben hacer personas especializadas bajo una dirección técnica; se debe seguir una secuencia de operaciones de las que describimos las más importantes correspondientes al montaje. Las referentes al desmontaje son básicamente las inversas.

- Colocar los husillos con placa en el terreno debidamente acondicionado empezando por el punto más alto y terminando en el punto más bajo.
- Introducir el soporte de iniciación en los husillos con placa.
- Colocar la plataforma en los soportes de iniciación.
- Insertar el marco en los husillos con placa.

- Colocar la diagonal con abrazadera en el ensamble.
- Colocar los arriostramientos horizontales diagonales para mantener la verticalidad del andamio.
- Colocar las barandillas y posicionar el siguiente suplemento.
- Continuar colocando las barandillas y seguir el encadenado del andamio.
- Colocar la plataforma en el nivel superior situándose sobre la plataforma inferior y teniendo en cuenta que se debe colocar la escalera de acceso a la plataforma con trampilla en el lado de enganche de la diagonal.
- Montar el encadenado del andamio y comprobar su separación de la fachada de acuerdo con las cotas indicadas en el proyecto, que no deben superar los 30cm.
- Una vez montado el primer cuerpo del andamio se debe verificar con un nivel de burbuja la nivelación vertical y horizontal, rectificando desniveles mediante los husillos.
- Proceder a la nivelación horizontal de las barandillas instaladas hasta ese momento.
- Instalar la escalera de acceso al nivel superior en la plataforma de trabajo provista de trampilla.
- Seguir montando el encadenado del andamio hasta llegar a la cota de altura máxima prevista.
- Colocar los pasadores de seguridad en todos los niveles del andamio.
- Colocar las barandillas esquinales.
- Colocar en la parte superior final del andamio los montantes de la barandilla, en todo el perímetro de las plataformas de trabajo y colocar el encadenado de las barandillas en la coronación del andamio: pasamanos, barras intermedias y rodapiés.
- Comprobación final de la instalación correcta según el proyecto, rellenando y firma del acta de recepción del andamio.

Los andamios deben montarse sobre una superficie plana y compactada o en su defecto sobre tablas, tabloncillos planos de reparto o durmientes y debe estar claveteado en la base de apoyo del andamio. No se debe permitir el apoyo sobre ladrillos, bovedillas, etc.

Los amarres del andamio a la fachada deben realizarse cuando la estructura alcance el nivel de amarre previsto en el proyecto. La disposición y el número de amarres deben estar definidos en el plano de montaje. Deben ser capaces de soportar las cargas horizontales, tanto perpendiculares como paralelas a la fachada, es decir, el amarre traslada al anclaje situado en la fachada todas las acciones horizontales que la estructura soporta. Como pautas a seguir se aconseja instalar un amarre cada 24m^2 cuando hay red y cada 12m^2 cuando no hay red.

En la instalación de los amarres se deben tomar las siguientes precauciones:

- No dejar ninguna fila de pies sin amarrar.
- Amarrar siempre todos los pies del primer y último nivel.
- Colocar los amarres al tresbolillo.

Los andamios deben inspeccionarse antes de iniciar la jornada laboral o después de verse afectado por cualquier inclemencia atmosférica, en especial el viento, siguiendo la siguiente lista de comprobación que facilita dicha inspección:

- Los montantes están alineados
- Los montantes están verticales
- Los largueros están horizontales
- Los travesaños están horizontales
- Los elementos de arrostramiento horizontales y verticales están en buen estado
- Los anclajes de la fachada están en buen estado
- Los marcos con sus pasadores están correctamente ensamblados
- Las plataformas de trabajo están correctamente dispuestas y adecuadas a la estructura del andamio
- Las barandillas, pasamanos, barras intermedias y rodapiés están correctamente dispuestas y en condiciones
- Los accesos están en condiciones correctas

En caso de detectar cualquier anomalía se debe subsanar de inmediato o según su importancia clausurar la zona donde se encuentre pudiendo seguir trabajando en las zonas seguras.

El acceso a la zona de trabajo por parte de los operarios se debe hacer siempre por las escaleras o pasarelas instaladas al efecto.

La protección individual de varios de los riesgos relacionados se puede conseguir utilizando los siguientes elementos de protección individual:

- Casco de seguridad clase N y botas de seguridad con puntera reforzada clase I para todos los trabajos.
- Guantes de cuero y lona en los trabajos de manipulación de elementos estructurales del andamio.
- Cinturón de seguridad de sujeción Clase A Tipo I con anclaje móvil. Su utilización correcta requiere la instalación previa de cables de vida situados estratégicamente en función del tipo de obra o edificio.

En la señalización de seguridad se deben distinguir tres casos según se trate de seguridad laboral, seguridad viaria o seguridad peatonal.

- Seguridad laboral: Los andamios deben tener señalizaciones de seguridad que indiquen la carga máxima admisible que puede soportar el andamio.
- Se deben utilizar las siguientes señales según los casos: obligación, protección obligatoria de la cabeza, protección obligatoria de las manos, protección obligatoria de los pies, protección individual obligatoria contra caídas, advertencia, caídas a distinto nivel, riesgo de tropezar, riesgo eléctrico, peligro en general, prohibición, prohibido pasar a los peatones, entrada prohibida a personas no autorizadas.
- Seguridad viaria: Se deben utilizar las siguientes señales según los distintos casos en que el andamio invada más o menos la calzada: viarias (peligro obras, limitación de velocidad y estrechamiento de calzada); balizamiento mediante guirnaldas luminosas fijas e intermitentes.
- Seguridad peatonal: La seguridad de los peatones que puedan circular por debajo o en las proximidades de los andamios se asegurará señalizando los distintos elementos estructurales situados a nivel de calle mediante pintura reflectante a barras blancas y rojas impidiendo siempre que sea posible el paso por debajo de zonas donde se puedan golpear con alguna parte de la estructura. Para ello se pondrá la señal complementaria de prohibido pasar a los peatones. En el caso de que por motivos de seguridad los peatones no puedan pasar por debajo del andamio, se facilitará un paso alternativo

debidamente protegido mediante vallas, señalizado y balizado sobre todo si se invade la calzada de circulación de vehículos. En el caso de que por motivos de seguridad los peatones no puedan pasar por debajo del andamio, se facilitará un paso alternativo debidamente protegido mediante vallas, señalizado y balizado sobre todo si se invade la calzada de circulación de vehículos

Por otro lado los accesos a locales públicos o portales se deben proteger especialmente mediante pórticos con protecciones horizontales y verticales.

Escaleras manuales

A continuación se indican las normas básicas sobre el transporte, colocación y utilización de escaleras manuales.

- Transporte de escaleras
 - A brazo:
 - Procurar no dañarlas.
 - Depositarlas, no tirarlas.
 - No utilizarlas para transportar materiales.
 - Para una sola persona: Sólo transportará escaleras simples o de tijeras con un peso máximo que en ningún caso superará los 55kg. No se debe transportarlas horizontalmente. Hacerlo con la parte delantera hacia abajo. No hacerla pivotar ni transportarla sobre la espalda, entre montantes, etc.
 - Por dos personas: En el caso de escaleras transformables se necesitan dos personas y se deberán tomar las siguientes precauciones: Transportar plegadas las escaleras de tijera. Las extensibles se transportarán con los paracaídas bloqueando los peldaños en los planos móviles y las cuerdas atadas a dos peldaños vis a vis en los distintos niveles. No arrastrar las cuerdas de las escaleras por el suelo.
 - En vehículos: Protegerlas reposando sobre apoyos de goma. Fijarla sólidamente sobre el portaobjetos del vehículo evitando que cuelgue o sobresalga lateralmente. La escalera no deberá sobrepasar la parte anterior del vehículo más de 2m en caso de automóviles. Cuando se carguen en vehículos de longitud superior a 5m podrán sobresalir por

la parte posterior hasta 3 metros. En vehículos de longitud inferior la carga no deberá sobresalir ni por la parte anterior ni posterior más de 1/3 de su longitud total. Cuando las escaleras sobresalgan por la parte posterior del vehículo, llevarán durante la noche una luz roja o dispositivo reflectante que refleje en ese color la luz que reciba y, durante el día, cubierta con un trozo de tela de color vivo (Art. 59 del Código de Circulación).

- Colocación de escaleras para trabajo

Elección del lugar donde levantar la escalera. No situar la escalera detrás de una puerta que previamente no se ha cerrado. No podrá ser abierta accidentalmente. Limpiar de objetos las proximidades del punto de apoyo de la escalera. No situarla en lugar de paso para evitar todo riesgo de colisión con peatones o vehículos y en cualquier caso balizarla o situar una persona que avise de la circunstancia.

Levantamiento o abatimiento de una escalera. Por una persona y en caso de escaleras ligeras de un sólo plano. Situar la escalera sobre el suelo de forma que los pies se apoyen sobre un obstáculo suficientemente resistente para que no se deslice. Elevar la extremidad opuesta de la escalera. Avanzar lentamente sobre este extremo pasando de escalón en escalón hasta que esté en posición vertical. Inclinar la cabeza de la escalera hacia el punto de apoyo. Por dos personas (Peso superior a 25kg o en condiciones adversas). Una persona se sitúa agachada sobre el primer escalón en la parte inferior y con las manos sobre el tercer escalón. La segunda persona actúa como en el caso precedente. Para el abatimiento, las operaciones son inversas y siempre por dos personas.

Situación del pie de la escalera. Las superficies deben ser planas, horizontales, resistentes y no deslizantes. La ausencia de cualquiera de estas condiciones pueden provocar graves accidentes. No se debe situar una escalera sobre elementos inestables o móviles (cajas, bidones, planchas, etc). Como medida excepcional se podrá equilibrar una escalera sobre un suelo desnivelado a base de prolongaciones sólidas con collar de fijación.

Inclinación de la escalera. La inclinación de la escalera deber ser tal que la distancia del pie a la vertical pasando por el vértice esté comprendida entre

el cuarto y el tercio de su longitud, correspondiendo una inclinación comprendida entre $75,5^\circ$ y $70,5^\circ$. El ángulo de abertura de una escalera de tijera debe ser de 30° como máximo, con la cuerda que une los dos planos extendidos o el limitador de abertura bloqueado.

Estabilización de la escalera. Sistemas de sujeción y apoyo. Para dar a la escalera la estabilidad necesaria, se emplean dispositivos que, adaptados a los largueros, proporcionan en condiciones normales, una resistencia suficiente frente a deslizamiento y vuelco. Pueden ser fijos, solidarios o independientes adaptados a la escalera. Se emplean para este objetivo diversos sistemas en función de las características del suelo y/o de la operación realizada: fricción o zapatas, hinca, ganchos, etc.

Sobrepasado del punto de apoyo en la escalera. La escalera debe sobrepasar al menos en 1m el punto de apoyo superior.

Inmovilización de la parte superior de la escalera. La inmovilización de la parte superior de la escalera por medio de una cuerda es siempre aconsejable sobre todo en el sector de la construcción y siempre que su estabilidad no esté asegurada. Se debe tener en cuenta la forma de atar la escalera y los puntos fijos donde se va a sujetar la cuerda.

- Utilización de escaleras

Personal: No deben utilizar escaleras personas que sufran algún tipo de vértigo o similares.

Indumentaria: Para subir a una escalera se debe llevar un calzado que sujete bien los pies. Las suelas deben estar limpias de grasa, aceite u otros materiales deslizantes, pues a su vez ensucian los escalones de la propia escalera.

- Cargas máximas de las escaleras

Madera: La carga máxima soportable recomendada es aproximadamente de 95kg y la carga máxima a transportar ha de ser de 25kg.

Metálicas: La carga máxima recomendada es aproximadamente de 150kg e igualmente la carga máxima a llevar por el trabajador es de 25kg.

Ascenso y Descenso: El ascenso y descenso de la escalera se debe hacer siempre de cara a la misma teniendo libres las manos y utilizándolas para

subir o bajar los escalones. Cualquier objeto a transportar se debe llevar colgando al cuerpo o cintura.

Trabajo sobre una escalera: La norma básica es la de no utilizar una escalera manual para trabajar. En caso necesario y siempre que no sea posible utilizar una plataforma de trabajo se deberán adoptar las siguientes medidas: Si los pies están a más de 2m del suelo, utilizar cinturón de seguridad anclado a un punto sólido y resistente. Fijar el extremo superior de la escalera según ya se ha indicado. Para trabajos de cierta duración se pueden utilizar dispositivos tales como reposapiés que se acoplan a la escalera. En cualquier caso sólo la debe utilizar una persona para trabajar. No trabajar a menos de 5m de una línea de A.T. y en caso imprescindible utilizar escaleras de fibra de vidrio aisladas. Otra norma común es la de situarla escalera de forma que se pueda acceder fácilmente al punto de operación sin tener que estirarse o colgarse. Para acceder a otro punto de operación no se debe dudar en variar la situación de la escalera volviendo a verificar los elementos de seguridad de la misma.

Las escaleras no deben utilizarse para otros fines distintos de aquellos para los que han sido construidas. Así, no se deben utilizar las escaleras dobles como simples. Tampoco se deben utilizar en posición horizontal para servir de puentes, pasarelas o plataformas. Por otro lado no deben utilizarse para servir de soportes a un andamiaje.

- Almacenamiento

Las escaleras de madera deben almacenarse en lugares al amparo de los agentes atmosféricos y de forma que faciliten la inspección.

Las escaleras no deben almacenarse en posición inclinada. Deben almacenarse en posición horizontal, sujetas por soportes fijos, adosados a paredes.

- Inspección

Las escaleras deberán inspeccionarse como máximo cada seis meses contemplando los siguientes puntos:

- Peldaños flojos, mal ensamblados, rotos, con grietas, o indebidamente sustituidos por barras o sujetos con alambres o cuerdas.
- Mal estado de los sistemas de sujeción y apoyo.

- Defecto en elementos auxiliares (poleas, cuerdas, etc.) necesarios para extender algunos tipos de escaleras.

Ante la presencia de cualquier defecto de los descritos se deberá retirar de circulación la escalera. Esta deberá ser reparada por personal especializado o retirada definitivamente.

- Conservación

Madera: No deben ser recubiertas por productos que impliquen la ocultación o disimulo de los elementos de la escalera. Se pueden recubrir, por ejemplo, de aceites de vegetales protectores o barnices transparentes. Comprobar el estado de corrosión de las partes metálicas.

Metálicas: Las escaleras metálicas que no sean de material inoxidable deben recubrirse de pintura anticorrosiva. Cualquier defecto en un montante, peldaño, etc. no debe repararse, soldarse, enderezarse, etc., nunca.

Maquinaria y herramientas diversas

- Camión grúa

Con independencia de otras medidas preventivas que puedan adoptarse en el plan de seguridad y salud, se tendrán en cuenta las siguientes:

- Siempre se colocarán calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas y en los gatos estabilizadores, antes de iniciar las maniobras de carga que, como las de descarga, serán siempre dirigidas por un especialista.
- Todos los ganchos de cuelgue, aparejos, balancines y eslingas o estribos dispondrán siempre de pestillos de seguridad
- Se vigilará específicamente que no se sobrepasa la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión.
- El gruista tendrá siempre a la vista la carga suspendida y, si ello no fuera posible en alguna ocasión, todas sus maniobras estarán dirigidas por un señalista experto.
- Estará terminantemente prohibido realizar arrastres de la carga o tirones sesgados de la misma
- El camión grúa nunca deberá estacionar o circular a distancias inferiores a los dos metros del borde de excavaciones o de cortes del terreno.

- Se prohibirá la permanencia de personas alrededor del camión grúa a distancias inferiores a 5 metros del mismo, así como la permanencia bajo cargas en suspensión.
- El conductor tendrá prohibido dar marcha atrás sin la presencia y ayuda de un señalista, así como abandonar el camión con una carga suspendida.
- No se permitirá que persona alguna ajena al operador acceda a la cabina del camión o maneje sus mandos.
- En las operaciones con camión grúa se utilizará casco de seguridad (cuando el operador abandone la cabina), guantes de cuero y calzado antideslizante.

- Compresores

El compresor será siempre arrastrado a su posición de trabajo cuidándose que no se rebase nunca la franja de dos metros de ancho desde el borde de cortes o de coronación de taludes y quedará en estación con la lanza de arrastre en posición horizontal, con lo que el aparato estará nivelado, y con las ruedas sujetas mediante tacos antideslizamiento. En caso de que la lanza de arrastre carezca de rueda o de pivote de nivelación, se adaptará éste mediante suplementos firmes y seguros.

Las operaciones de abastecimiento de combustible serán realizadas siempre con el motor parado. Las carcasas protectoras del compresor estarán siempre instaladas y en posición de cerradas.

Cuando el compresor no sea de tipo silencioso, se señalizará claramente y se advertirá el elevado nivel de presión sonora alrededor del mismo, exigiéndose el empleo de protectores auditivos a los trabajadores que deban operar en esa zona.

Se comprobará sistemáticamente el estado de conservación de las mangueras y boquillas, previéndose reventones y escapes en los mismos.

- Sierra circular de mesa

No se podrá utilizar sierra circular alguna que carezca de alguno de los siguientes elementos de protección:

Cuchillo divisor del corte

Empujador de la pieza a cortar y guía

Carcasa de cubrición del disco

Carcasa de protección de las transmisiones y poleas

Interruptor estanco

Toma de tierra

Las sierras se dispondrán en lugares acotados, libres de circulación y alejadas de zonas con riesgos de caídas de personas u objetos, de encharcamientos, de batido de cargas y de otros impedimentos.

El trabajador que maneje la sierra estará expresamente formado y autorizado por el jefe de obra para ello. Utilizará siempre guantes de cuero, gafas de protección contra impactos de partículas, mascarilla antipolvo, calzado de seguridad y faja elástica (para usar en el corte de tablonés).

Se controlará sistemáticamente el estado de los dientes del disco y de la estructura de éste, así como el mantenimiento de la zona de trabajo en condiciones de limpieza, con eliminación habitual de serrín y virutas.

Se evitará siempre la presencia de clavos en las piezas a cortar y existirá siempre un extintor de polvo antibrasa junto a la sierra de disco.

- Pistola fijaclavos

Los trabajadores que hayan de utilizar estas herramientas conocerán su manejo correcto y tendrá autorización expresa para ello, emitida por el jefe de obra. Al utilizar la pistola fijaclavos se acordonará la zona de trabajo, evitándose la presencia de otros trabajadores que pudieran sufrir daños.

Se exigirá el empleo de casco de seguridad, guantes de cuero, muñequeras o manguitos y gafas de seguridad antiproyecciones.

- Taladro portátil

Los taladros tendrán siempre doble aislamiento eléctrico y sus conexiones se realizarán mediante manguera antihumedad, a partir de un cuadro secundario, dotada con clavijas macho-hembra estancas.

Se prohibirá terminantemente depositar el taladro portátil en el suelo o dejarlo abandonado estando conectado a la red eléctrica. Los taladros sólo serán reparados por personal especializado, estando prohibido desarmarlos en el tajo. Los trabajadores utilizarán preceptivamente casco y calzado de seguridad, gafas antiproyecciones y guantes de cuero.

- Herramientas manuales

Las herramientas se utilizarán sólo en aquellas operaciones para las que han sido concebidas y se revisarán siempre antes de su empleo, desechándose cuando se detecten defectos en su estado de conservación. Se mantendrán siempre limpias de grasa u otras materias deslizantes y se colocarán siempre en los portaherramientas o estantes adecuados, evitándose su depósito desordenado o arbitrario o su abandono en cualquier sitio o por los suelos.

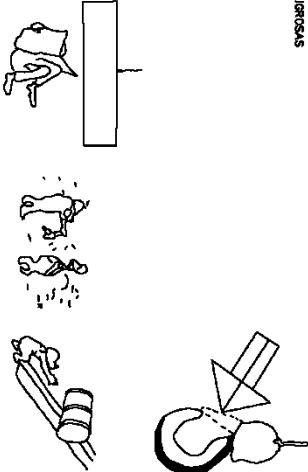
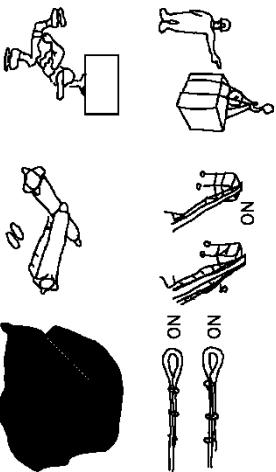
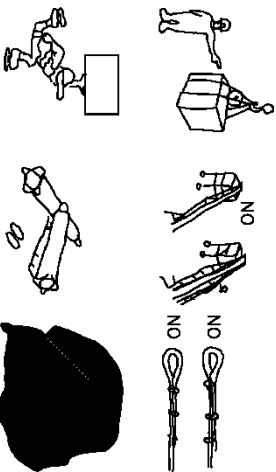
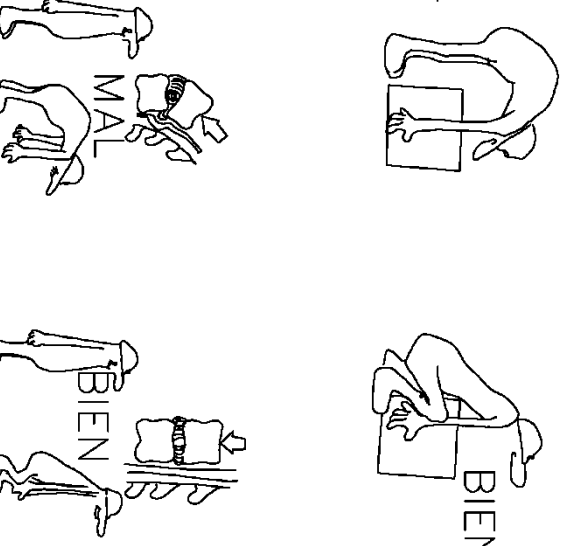
En su manejo se utilizarán guantes de cuero o de P.V.C. y botas de seguridad, así como casco y gafas antiproyecciones, en caso necesario.

Prevención de riesgos de daños a terceros

- Para evitar posibles accidentes a terceros, se colocarán las oportunas señales de advertencia de peligro de limitación de velocidad en el tramo afectado a las distancias reglamentarias.
- Se señalizarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma en las zonas donde esto sea posible.
- Se procederá al vallado de la zona de trabajo, con balizas para la noche.
- Se colocarán y controlarán a diario testigos dispuestos en edificios colindantes y viales.
- Se protegerán las instalaciones y servicios públicos que pudieran verse afectados por las obras.
- Las zanjas y, sobre todo, las que queden abiertas durante la noche, se señalizarán convenientemente. Asimismo en los accesos a viviendas e industrias se dispondrán pasos provisionales en las debidas condiciones de seguridad.
- Se regarán las zonas y caminos de paso de la maquinaria pesada para evitar en lo posible los levantamientos de polvo que estas pudieran producir.
- Se dispondrán de elementos de achique para posible aparición de agua, así como los pozos para su evacuación.

13.2 PLANOS

13.2.1 Plano manejo de cargas

<p>ACCIONES PELIGROSAS</p> 		<p>MANEJO DE MATERIALES</p> 		<p>CONDICIONES PELIGROSAS</p> 		<p>MANEJO DE CARGAS</p> 	
<p align="center">E.T.S.N.M. INGENIERO MARINO - MANTENIMIENTO E INSTALACIONES</p>							
<p align="center">TÍTULO DEL PROYECTO INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PARA VIVIENDA RURAL</p>							
<p>TÍTULO DEL PLANO: SEGURIDAD EN ESCALERAS</p>				<p>FECHA: 12/06/2017</p>			
<p>AUTOR: ESTERANA SANCHEZ FERRIAL</p>				<p>ESCALA: S/N</p>			
<p>FIRMA:</p>				<p>PLANO: Nº 6</p>			

13.2.3 Seguridad en escaleras

USO INCORRECTO DE LA ESCALERA

POSICION CORRECTA DE LA ESCALERA

E.T.S.N.M.			
INGENIERO MARINO - MANTENIMIENTO E INSTALACIONES			
TITULO DEL PROYECTO:		INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PARA VIVIENDA RURAL	
TITULO DEL PLANO:		SEGURIDAD EN ESCALERAS	
AUTOR:	FIRMA:	FECHA: 12/06/2017	
ESTEFANIA SANCHEZ FERRADA		ESCALA: S/N	
		PLANO Nº 6	

13.2.4 Anclaje cinturón

