

## ANEXO TECNICO III

### INSTALACION TIPO TRES



## Índice general del proyecto

MEMORIA TÉCNICA .....	4
CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS .....	29
PRESUPUESTO.....	47
PLIEGO DE CONDICIONES .....	53
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	93
ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS .....	146
PLANOS.....	153

PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO  
COMPARTIDO DE 10 kW EN CUBIERTA DE TEJA

---

## Hoja Resumen

<b>DISPOSICIÓN DE LA INSTALACIÓN</b>	<b>Estructura coplanar a la cubierta</b>
<b>MODALIDAD DE INSTALACIÓN</b>	Autoconsumo colectivo con excedentes no acogidos a compensación
<b>POTENCIA DE LA INSTALACIÓN</b>	Módulos fotovoltaicos: 11 kWp Inversor: 10 kW
<b>ELEMENTOS</b>	
<b>Nº de módulos FV</b>	: 20 módulos
<b>Potencia nominal módulo FV</b>	: 550 Wp/panel
<b>Nº de inversores</b>	: 1 unidad
<b>Potencia de los inversores</b>	: 10 kW
<b>Superficie ocupada</b>	: 51 m <sup>2</sup> de paneles
<b>PROMOTOR DE LA INSTALACIÓN</b>	AGRUPACIÓN EUROPEA DE COOPERACIÓN TERRITORIAL DUERO DOURO NIF. Q3700306H Plaza Egido s/n Trabanca, Salamanca
<b>AUTOR DEL PROYECTO</b>	D. Silvia Juliana Díaz Ruiz Máster en Ingeniería Industrial Colegiado nº 2045 en COGITI de Salamanca Correo: juliana.diaz@duero-douro.com Teléfono: 696568054
<b>PRESUPUESTO</b>	€ 10.800,00

# MEMORIA TÉCNICA

Duero  
A E C T  
Douro

# Índice de la memoria técnica

1. ANTECEDENTES .....	6
2. OBJETIVO .....	6
3. AGENTES IMPLICADOS .....	9
4. LEGISLACIÓN APLICABLE .....	10
4.1 Normativa general .....	10
4.2 Normativa eléctrica.....	11
4.3 Normativa de seguridad.....	11
4.4 Normativa medioambiental .....	13
5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	14
5.1 Estructura que da soporte a los Módulos fotovoltaicos.....	14
5.2 Módulos fotovoltaicos .....	15
5.3 Inversor.....	16
5.4 Línea de corriente continua CC .....	17
6.4.1. Cableado.....	17
6.4.2. Protecciones en CC.....	18
5.5 Línea de corriente alterna AC.....	19
6.5.1. Cableado.....	19
6.5.2. Protecciones en AC.....	20
5.6 Punto de conexión .....	22
5.7 Acometida de nuevo suministro .....	23
5.8 Puesta a tierra.....	23
6. PUESTA EN MARCHA .....	24
7. CRONOGRAMA Y PLANIFICACIÓN DE LA OBRA .....	28

## 1. ANTECEDENTES

El proyecto de autoconsumo compartido surge como una solución sostenible ante la dependencia de fuentes de energía fósiles y los altos costos eléctricos en la región. Aprovechando la radiación solar de la cuenca del Duero que oscila entre 1.236 y 1.791 kWh/m<sup>2</sup> al año y los avances tecnológicos en sistemas fotovoltaicos.

Esta iniciativa busca satisfacer las necesidades energéticas mediante una instalación compartida que promueve la sostenibilidad y reduce las emisiones de CO<sub>2</sub>. Inspirado en proyectos exitosos implementados, este modelo aprovecha el marco normativo vigente, como la Ley de Energías Renovables y las regulaciones de autoconsumo compartido, que fomentan el acceso a incentivos y compensación de excedentes. Así, el proyecto no solo garantizará ahorro energético, sino también un impacto positivo en la calidad de vida y el medio ambiente.

## 2. OBJETIVO

El objetivo de este documento es presentar y desglosar las condiciones técnicas, legislativas, ambientales, económicas y de seguridad e higiene de la instalación solar fotovoltaica de autoconsumo compartido, así como de su ejecución en obra.

La plataforma para el impulso de la Generación Distribuida y el Autoconsumo Energético describe el DECÁLOGO DE AUTOCONSUMO así;

### **DECÁLOGO DE AUTOCONSUMO**

#### **1. Por una energía autóctona y más eficiente.**

El autoconsumo con tecnologías renovables permite aprovechar unos recursos naturales, autóctonos, gratuitos e ilimitados. Con el autoconsumo, el usuario consume la energía que genera en el mismo lugar, sin que sea necesario transportarla a través de las líneas eléctricas. Se reducen considerablemente las pérdidas de energía, las cuales se cifran en torno al 10%.

#### **2. Por la reducción del coste de la factura de la luz.**

Con una regulación adecuada, y en base a las experiencias internacionales, el autoconsumo permitiría unos ahorros en la factura eléctrica superiores al 70%. Un consumidor medio podría ver reducida su factura de unos 900,00 € anuales a algo menos de 300,00 €. Una industria podría reducir entre un 40% y un 85% su recibo eléctrico, con una instalación renovable adaptada a sus necesidades. Por ejemplo, para un consumo eléctrico anual de 72.000 kWh, la factura se podría reducir entre 5.000,00 y 9.000,00 € al año.

### **3. Por un mundo más sostenible.**

El autoconsumo contribuye decididamente contra el calentamiento global del planeta. Reduce las emisiones de gases de efecto invernadero CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>. No genera residuos y se trata de una herramienta básica para reducir la huella de carbono. Una instalación de 1,5 kilovatios renovables evita la misma emisión de CO<sub>2</sub> que absorbe un bosque con 135 árboles.

### **4. Por la independencia energética.**

El autoconsumo permite la autonomía energética mediante la generación autóctona de energía. De esta forma contribuye a la disminución de la dependencia energética del exterior y blinda a la economía española de las variaciones inesperadas del precio de los combustibles fósiles.

### **5. Por la creación de empleo y empresas locales.**

El autoconsumo promueve la creación de un tejido industrial y empresarial, con carácter permanente, allí donde se desarrolla. Dadas sus características, las empresas y los trabajadores están próximos a las instalaciones. Cada megavatio renovable instalado en autoconsumo, sobre una cubierta industrial, centro comercial o tejado residencial, genera unos ingresos directos para el Estado entre 500.000,00 y 1.000.000 € dependiendo de su ubicación y decenas de empleos durante su fabricación e instalación requiriendo, posteriormente, de un empleo estructural local durante toda la vida de la instalación.

### **6. Por una energía social alternativa.**

El autoconsumo es beneficioso para el consumidor requiriendo inversiones moderadas en equipos e instalación. Es participativo, social y depende únicamente de recursos ilimitados y al alcance de todos. El autoconsumo fomenta una mayor concienciación por la protección del medioambiente, además de blindar casi totalmente al consumidor ante futuros incrementos de precios de la energía eléctrica.

### **7. Por el uso eficiente de los recursos.**

El autoconsumo evita nuevos desarrollos en redes de transporte y distribución, al encontrarse los puntos de generación en la misma ubicación que el consumo. Del mismo modo, reduce los costes de mantenimiento de estas infraestructuras haciendo un uso más racional de las mismas. Se trata de una generación distribuida que minimiza el uso de los servicios de regulación, conteniendo los costes futuros de las infraestructuras eléctricas.

### **8. Por la integración en la edificación.**

El autoconsumo con renovables será factible con distintas tecnologías, fundamentalmente la fotovoltaica, la eólica de pequeña potencia e incluso en algunas aplicaciones de la biomasa. En particular, las instalaciones fotovoltaicas se integran en la edificación con escaso impacto visual. Sustituyen armónicamente materiales de construcción por elementos arquitectónicos fotovoltaicos. Del mismo modo, existen gran variedad de diseños y soluciones de instalaciones eólicas para su integración en la edificación.

### **9. Por el impulso tecnológico.**

Las instalaciones renovables suponen el desarrollo de soluciones orientadas a reducir los costes energéticos. El progreso tecnológico y la normalización garantizan la fiabilidad absoluta de los equipos. El autoconsumo permite el desarrollo de soluciones que combinan diferentes fuentes de generación, asegurando de esta forma una mejora en el suministro eléctrico. Estas soluciones llevarán aparejadas un alto componente de I+D+I a nivel nacional.

### **10. Por un sector estratégico**

El autoconsumo es una clara apuesta para impulsar el crecimiento económico y la generación de empleo, sobre todo en formación profesional y por los retornos al Estado. El autoconsumo redundará positivamente en la balanza comercial de nuestro país el 80% de nuestras importaciones corresponden a combustibles fósiles para la generación de energía. Impulsa además un modelo avanzado de generación eléctrica, siendo referente internacional y reforzando la posición de liderazgo de la industria española en el mundo.



### 3. AGENTES IMPLICADOS

<b>TITULAR/PROMOTOR</b>	
<b>Nombre</b>	AGRUPACIÓN EUROPEA DE COOPERACIÓN TERRITORIAL DUERO-DOURO
<b>NIF</b>	Q3700306H
<b>Dirección fiscal</b>	Plaza Egado s/n Trabanca, Salamanca

<b>EQUIPO REDACTOR</b>	
<b>Nombre</b>	Silvia Juliana Díaz Ruiz
<b>Graduación</b>	Magíster en Ingeniería Industrial
<b>Colegio</b>	COGITISA
<b>Nº de colegiado</b>	2045

## 4. LEGISLACIÓN APLICABLE

A continuación, se desglosa la normativa aplicable para proyectos de esta índole.

### 4.1 Normativa general

- Ley 82/1980, de 30 de diciembre, de la Jefatura del Estado, sobre Conservación de la Energía.
- Real Decreto 872/1982, de Presidencia, sobre Tramitación de expedientes de solicitud de Beneficios establecidos por la Ley 82/1980.
- Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.
- REAL DECRETO-LEY 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos
- REAL DECRETO 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- REAL DECRETO 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.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto 1183/2020: Simplifica la tramitación administrativa para la conexión de instalaciones de generación renovable a la red
- Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética.
- Real Decreto-ley 29/2021, de 21 de diciembre, por el que se adoptan medidas urgentes en el ámbito energético para el fomento de la movilidad eléctrica, el autoconsumo y el despliegue de energías renovables

## 4.2 Normativa eléctrica

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Decreto 127/2003, por el que se regulan los procedimientos de autorizaciones administrativas de instalaciones de energía eléctrica en Castilla y León.
- 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.
- Ley 24/2013 del Sector Eléctrico. .
- UNE-HD 60364-5-52: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- UNE 20434: Sistema de designación de cables.
- UNE-EN 60898-1: Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecorrientes.
- UNE-EN 60947-2: Aparataje de baja tensión. Interruptores automáticos.
- UNE-EN 60269-1: Fusibles de baja tensión.
- UNE-HD 60364-4-43: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra las sobrecorrientes.
- UNE-EN 60909-0: Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Cálculo de corrientes.
- UNE-IEC/TR 60909-2: Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Datos de equipos eléctricos para el cálculo de corrientes de cortocircuito
- UNE-EN 61537 "Sistemas de bandejas y bandejas de escalera para conducción de cables
- Cualquier otra reglamentación que afecte a esta instalación y no esté nombrada en este punto del presente documento.

## 4.3 Normativa de seguridad

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 773/1997, 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, con sus apartados técnicos:
  - DB SE (Seguridad Estructural)
    - DB-SE AE: Acciones en la edificación
    - DB-SE C: Cimientos
    - DB-SE A: Acero
    - DB-SE F: Fábrica
    - DB-SE M: Madera
  - DB SI (Seguridad en caso de Incendio)
  - DB SUA (Seguridad de utilización y accesibilidad)
  - DB HS (Salubridad)
  - DB HR (Protección frente al ruido)
  - DB HE (Ahorro de Energía)
- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales.
- Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.

#### 4.4 Normativa medioambiental

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- ORDEN MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Códigos LER para la clasificación de residuos.

## 5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Las instalaciones generadoras de energía eléctrica mediante tecnología fotovoltaica se definen técnicamente como sistemas diseñados para convertir la energía solar en energía eléctrica. Estas instalaciones están conformadas por un conjunto de componentes electrónicos, eléctricos y mecánicos, siendo los módulos fotovoltaicos su elemento principal. A través del efecto fotoeléctrico, los módulos capturan la radiación solar y la transforman en corriente eléctrica continua (DC). Posteriormente, esta corriente es procesada por inversores que la convierten en corriente alterna (AC), adecuada tanto para su inyección en redes eléctricas como para su uso en autoconsumo.

A continuación, se describirán los principales componentes de una instalación fotovoltaica junto con sus características

### 5.1 Estructura que da soporte a los Módulos fotovoltaicos

La estructura de soporte del generador fotovoltaico tiene la función de unir y rigidizar la disposición en serie y paralelo de los módulos que la componen. Debe ser diseñada para resistir todas las cargas mecánicas que puedan presentarse en cada caso, como viento, nieve, contracciones y dilataciones debido a cambios de temperatura, entre otras. En el caso de que se trate de una estructura sobre cubierta, esta deberá garantizar la estanqueidad, permitiendo, en todo momento, la reposición o sustitución de cualquier módulo de manera sencilla. La estructura a instalar se caracteriza por disponer los paneles fotovoltaicos en una lámina sin contacto entre ellos, lo que favorece su ventilación, permite su expansión libre y reduce la resistencia estructural al viento.

Dado que la cubierta está compuesta de teja, se ha optado por emplear una estructura de soporte coplanar modular, ajustable y coplanar para la instalación de los módulos fotovoltaicos, la cual se anclará posteriormente a las correas metálicas de la cubierta.

La estructura portante requiere las siguientes condiciones técnicas:

<b>Soporte Coplanar con salvatejas para cubierta de teja</b>	
Marcado CE ES19/86524	Válida para módulos con espesor de 28 a 40 mm
Perfilería de aluminio EN AW 6005A T6	Válida para módulos de hasta (2279 x 1150 mm)
Tornillería de acero inoxidable A2-70	Velocidad de viento admisible de hasta 150km/h
Valido para teja mixta plana y árabe	Carga de nieve de hasta 40 kg/m <sup>2</sup>

## 5.2 Módulos fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos son dispositivos compuestos por un conjunto de células fotovoltaicas interconectadas, cuya función es convertir la energía solar en electricidad mediante el efecto fotovoltaico. Cada célula fotovoltaica está formada por materiales semiconductores, típicamente silicio, que generan corriente continua (CC) cuando son expuestos a la radiación solar. Los módulos están diseñados para ser robustos y duraderos, protegidos por una capa de vidrio y encapsulados en materiales que resisten las condiciones ambientales. Su rendimiento se mide en términos de potencia máxima (Wp), y se integran en sistemas fotovoltaicos para generar energía renovable de forma eficiente.

Los módulos en su parte posterior cuentan con una caja de conexiones siendo un componente vital que sirve para interconectar las células fotovoltaicas con el sistema externo. Protege los cables y conexiones contra condiciones climáticas adversas y permite la distribución de la corriente generada por el módulo. Incluye conectores (como los MC4), diodos de bypass que protegen contra sombreado parcial. Además, está diseñada para garantizar la seguridad mediante fusibles y está fabricada con materiales resistentes a la humedad y la corrosión.

Para el caso particular se ha optado por los módulos fotovoltaicos monocristalinos de 550Wp los cuales están diseñados con células solares de alta eficiencia que convierten más luz solar en electricidad en comparación con módulos de otras tecnologías. Esto permite aprovechar mejor el espacio disponible y generar más energía en condiciones de irradiación estándar.

Los módulos requieren las siguientes condiciones técnicas

<b>Módulo fotovoltaico Monocristalino de 550W</b>	
Marcado CE	Módulos con dimensiones (2279 x 1134mm)
Estándares IEC- ISO de calidad	Ensamblado en configuración de media celda
Garantía de producto de 12-15 años	Válido para tolerar cargas mecánicas
Garantía de rendimiento de 25 años	Resistencia a altas temperaturas

### 5.3 Inversor

Para la conversión de la potencia eléctrica en corriente continua proveniente del campo generador y su posterior ondulación para cubrir las necesidades de consumo del usuario, se empleará un inversor trifásico de 10 kW

Los inversores son equipos diseñados con componentes de alta calidad, dimensionados con un amplio margen respecto a las condiciones de funcionamiento normal, alcanzando un altísimo grado de fiabilidad. Son equipos compactos, de manejo intuitivo y una estética vanguardista.

El algoritmo de búsqueda del punto de máxima potencia (MPPT), permite aprovechar completamente, en cualquier condición de radiación y de temperatura, el generador fotovoltaico, haciendo que el equipo trabaje constantemente con un rendimiento máximo.

En el caso de ausencia de sol, el convertidor se sitúa inmediatamente en stand-by, retomando el funcionamiento normal cuando vuelve el sol. Esta característica permite reducir al mínimo el autoconsumo y maximizar la producción de energía.

Este inversor permite una monitorización precisa del rendimiento de los módulos fotovoltaicos; supervisa constantemente el funcionamiento del sistema facilitando el mantenimiento y la detección de incidencias.

El inversor requiere las siguientes condiciones técnicas

<b>Inversor Trifásico String Multi-MPPT - 10 kW</b>	
Marcado CE	Gestión inteligente (monitorización 24/7)
Estándares IEC- ISO de calidad	Eficiencia mínima de 98,5%
Baja tensión de arranque	Función de recuperación PID integrada
Amplio rango de MPPT (mínimo 2 MPPT)	Protección IP65



## 5.4 Línea de corriente continua CC

### 6.4.1. Cableado

El cableado en corriente continua (CC) para sistemas fotovoltaicos está específicamente diseñado para enfrentar las exigencias únicas de los sistemas solares, asegurando altos niveles de seguridad, eficiencia y durabilidad. Algunas de sus características clave incluyen:

**Aislamiento reforzado:** Diseñado para prevenir arcos eléctricos, una condición más frecuente en sistemas de CC debido a la naturaleza de la corriente continua, que fluye en un único sentido sin interrupciones.

**Resistencia a la intemperie:** Los cables solares están expuestos constantemente a factores climáticos como radiación UV, lluvia, nieve y humedad, por lo que su construcción está optimizada para soportar estas condiciones adversas y garantizar una larga vida útil.

El Cableado de todos los grupos de módulos, hasta el Cuadro de protección de CC.

2 conductores unipolares de cobre de 4 mm<sup>2</sup> de sección.

Se determina la sección correspondiente del cableado en el apartado Cálculos Justificativos.

Dicho cableado se expresa en el Esquema Unifilar.

El cableado en CC requiere las siguientes condiciones técnicas

<b>Cable de baja tensión- Fotovoltaico- H1Z2Z2-K (4 mm<sup>2</sup>) (1,8 kVdc máx.)</b>	
Marcado CE	Resistencia a los rayos ultravioleta
Estándares IEC- ISO de calidad	Resistencia a los impactos y al calor húmedo
Libre de halógenos	Cable flexible y resistente al frío
Máxima resistencia al agua en dc (AD8)	No propagación de llama

## 6.4.2. Protecciones en CC

### **Protección para mantenimiento**

Interruptor seccionador 1000Vcc 20A

### **Protección contra sobreintensidades en CC**

La protección de la instalación fotovoltaica en corriente continua CC con fusibles tiene como objetivo principal proteger los componentes del sistema y evitar daños graves o situaciones peligrosas debido a fallos eléctricos, como sobreintensidades.

Las sobreintensidades se producen cuando circula una cantidad de corriente superior a la que el sistema puede soportar. Esto puede deberse a corrientes inversas provocadas por otros strings de paneles o a cortocircuitos en los módulos solares o en el cableado.

Los fusibles de protección:

4 fusibles cilíndricos de 10x38mm-Corriente nominal de 20A

Se determina la intensidad de los fusibles en el apartado Cálculos Justificativos.

Dicha protección se expresa en el Esquema Unifilar.

### **Protección contra sobretensiones en CC**

La protección sobretensiones es obligatoria según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y su instrucción ITC-BT-40. Se establece la necesidad de proteger el lado de corriente continua (generación fotovoltaica) para garantizar la seguridad del sistema y de las personas.

La instalación de dispositivos contra sobretensiones (DPS) es fundamental para evitar daños permanentes en los equipos y prolongar la vida útil del sistema. Las sobretensiones en CC pueden ser provocadas por descargas atmosféricas (directas o indirectas) y fallos eléctricos del sistema.

Dispositivo contra sobretensiones (DPS):

Protección sobretensiones II polos CC 1000V-Tipo 2

Se determina la tensión máxima en el apartado Cálculos Justificativos.

Dicha protección se expresa en el Esquema Unifilar.

## 5.5 Línea de corriente alterna AC

### 6.5.1. Cableado

Los inversores convertirán la energía de corriente continua procedente del campo fotovoltaico, en energía alterna trifásica a cuatro hilos (tres fases y neutro), con un voltaje entre fases de 400 VAC entre fases.

En corriente alterna, la corriente cambia de dirección periódicamente, lo que significa que los cables deben estar diseñados para soportar variaciones de polaridad y fluctuaciones de voltaje.

El cableado en corriente alterna (AC) en sistemas fotovoltaicos y en instalaciones eléctricas en general tiene particularidades clave relacionadas con la frecuencia de la corriente, el aislamiento necesario para soportar sobretensiones, y la capacidad de transmisión de energía a través de los cables.

El cableado del inversor al Cuadro de protección de AC

4 conductores unipolares XLPE + tierra, de cobre de 10 mm<sup>2</sup> de sección + PE

El cableado del Cuadro de protección de AC a Cuadro de protección y medida CPM

4 conductores unipolares XLPE + tierra, de cobre de 10 mm<sup>2</sup> de sección + PE

Se determina la sección correspondiente del cableado en el apartado Cálculos Justificativos.

Dicho cableado se expresa en el Esquema Unifilar.

El cableado en CC requiere las siguientes condiciones técnicas

<b>Cable de baja tensión – mRZ1-K (AS+) (10 mm<sup>2</sup>) (0,6/1 kV)</b>	
Marcado CE	Baja emisión de gases tóxicos
Estándares IEC- ISO de calidad	Baja emisión de gases corrosivos
Libre de halógenos	Cable flexible y resistente al frío
Resistencia al fuego	Resistencia a los rayos ultravioleta

### 6.5.2. Protecciones en AC

Las protecciones eléctricas en corriente alterna (AC) son fundamentales para garantizar la seguridad de la instalación eléctrica, prevenir daños a los equipos y proteger a las personas de descargas eléctricas o incendios. Existen diversos dispositivos de protección diseñados para actuar frente a sobrecargas, cortocircuitos, fallos a tierra, y sobretensiones.

#### **Interruptor Magnetotérmico**

El Interruptor magnetotérmico tiene como función principal interrumpir el flujo de corriente en caso de sobrecarga (protección térmica) o cortocircuito (protección magnética), salvaguardando de este modo la instalación eléctrica.

La protección térmica se activa cuando la corriente eléctrica que circula por el circuito excede el valor nominal durante un período prolongado. Este mecanismo se basa en un bimetálico, compuesto por dos metales con diferentes coeficientes de expansión térmica, que se calienta al pasar una corriente superior al valor nominal. Al calentarse, el bimetálico se deforma, lo que acciona un mecanismo de liberación que abre el interruptor y corta el flujo de corriente.

La protección magnética se activa en caso de cortocircuito, que ocurre cuando se establece una conexión directa e imprevista entre los cables de fase (con corriente) y neutro, generando una corriente extremadamente alta en un tiempo muy breve. El mecanismo magnético incluye una bobina (solenoides) que crea un campo magnético cuando la corriente fluye a través de ella. En el caso de un cortocircuito, el aumento repentino de la corriente produce un fuerte campo magnético que atrae un émbolo de manera instantánea, liberando el mecanismo de apertura y desconectando el interruptor en fracciones de segundo.

#### Dispositivo Interruptor Magnetotérmico

1 interruptor magnetotérmico IV polos 25A Curva de disparo C Poder de corte 6kA

Se determina la intensidad del interruptor en el apartado Cálculos Justificativos.

Dicha protección se expresa en el Esquema Unifilar.

## Interruptor Diferencial

El Interruptor diferencial tiene como función principal proteger a las personas contra descargas eléctricas debidas a fallos a tierra. Detecta las corrientes de fuga que pueden ocurrir cuando la corriente no sigue el camino esperado (por ejemplo, al entrar en contacto con el cuerpo humano).

El Interruptor se activa si detecta que la corriente de fase no es igual a la corriente de retorno (neutro), el interruptor corta el circuito. Esto puede ocurrir si hay una fuga de corriente hacia tierra.

El interruptor diferencial tipo A tiene la capacidad de detectar corrientes de fuga alterna y corrientes de fuga pulsantes o continuas.

Dispositivo Interruptor Diferencial

1 interruptor diferencial IV polos 25A tipo A sensibilidad 30mA

Se determina la intensidad del interruptor en el apartado Cálculos Justificativos.

Dicha protección se expresa en el Esquema Unifilar.

## Protección contra sobretensiones en CA

Las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red están obligadas a proteger contra sobretensiones transitorias, esta protección debe garantizar que no se produzcan daños en componentes como el inversor o equipos conectados.

Estos dispositivos se instalan en el punto de entrada de la instalación eléctrica y desvían las sobretensiones hacia tierra, el DPS tipo II protege contra sobretensiones secundarias generadas por rayos o transitorios.

Dispositivo contra sobretensiones (DPS):

Protecciones sobretensiones IV polos AC 400V-Tipo 2

Se determina la tensión máxima en el apartado Cálculos Justificativos.

Dicha protección se expresa en el Esquema Unifilar.

## 5.6 Punto de conexión

La instalación fotovoltaica realizará la medición de energía tanto de forma directa como indirecta a través de la Caja General de Protección y Medida (CPM). Estas cajas, diseñadas para su instalación a la intemperie, incorporan todos los elementos necesarios para la medición, incluido el contador de energía y las bases tipo BUC. Además, cuentan con un neutro amovible para facilitar su mantenimiento y operación.

Las empresas suministradoras establecen especificaciones técnicas específicas para las instalaciones de enlace en baja tensión. Estas normativas definen y regulan las características técnicas que deben cumplir las nuevas instalaciones de enlace para su conexión a la red de distribución, garantizando así su compatibilidad y seguridad.

La Caja de Protección y Medida (CPM) tiene las siguientes características:

- Suministro trifásico de 15kW
- Tensión asignada 400V

Dado que el territorio **AECT Duero-Douro** abarca áreas pertenecientes a las provincias de **Zamora y Salamanca**, se encuentra servido por dos empresas suministradoras distintas. Cada una de ellas establece sus condiciones técnicas para las **Cajas de Protección y Medida (CPM)**.

La Caja de protección y medida (CPM) requiere las siguientes condiciones técnicas

<b>Caja de Protección y medida CPM2-D/E4-M (IBERDROLA)</b>	
Marcado CE	Tensión asignada de 400V
Normativas UNE y REBT	Intensidad asignada 63A
Grado de protección IP43, IK09	Tres bases seccionables BUC-160A
Bornes de entrada mediante tornillo Inox.	Neutro amovible con borne de tierra de 50 mm <sup>2</sup>

<b>Caja de Protección y medida CPM-TDR-AE (UFD)</b>	
Marcado CE	Tensión asignada de 400V
Normativas UNE y REBT	Intensidad asignada 100A
Grado de protección IP55, IK09	Tres bases seccionables BUC-160A
Bornes de entrada mediante tornillo Inox.	Interruptor IGM tetrapolar 80A

### 5.7 Acometida de nuevo suministro

La acometida es el tramo inicial de la instalación eléctrica del usuario, está compuesta de elementos y conexiones que permiten llevar el suministro eléctrico desde la red de distribución de la empresa suministradora hasta el punto de conexión.

La distribuidora establece las actuaciones necesarias para atender un nuevo suministro de acuerdo a la arquitectura de la red de distribución.

### 5.8 Puesta a tierra

La puesta a tierra de la instalación consiste en conectar ciertos elementos del sistema eléctrico al suelo físico mediante un conductor, con el objetivo de garantizar la seguridad de las personas, proteger los equipos y asegurar el correcto funcionamiento de la instalación. Esta conexión permite desviar a tierra las corrientes de fuga, las sobretensiones o las descargas eléctricas provocadas por fallos en el sistema o fenómenos como rayos.

Deben conectarse a tierra todas las estructuras metálicas de la instalación, bastidores y soportes metálicos de los paneles solares, la carcasa del inversor y los correspondientes cuadros de protección.

La puesta a tierra está compuesta de los siguientes elementos:

**Conductor de tierra:** Cable de cobre de 16mm<sup>2</sup>

**Cuadro de tierra:** Punto centralizado donde se conectan los conductores de tierra de los distintos componentes de la instalación.

**Electrodo de tierra (pica):** Varilla de cobre con una longitud de 1,5m con diámetro de 12mm

**Conector de Pica:** Abrazadera de tierra para unir el conductor a la pica.

El valor de la resistencia de tierra debe ser menos a 10 ohmios.

## 6. PUESTA EN MARCHA

Antes de energizar el sistema, se realizan inspecciones visuales y técnicas para asegurar que todos los componentes estén correctamente instalados y en buen estado. Esto incluye:

- **Estructuras y paneles solares:**
  - Confirmar que los módulos estén correctamente fijados y orientados.
  - Revisar que no haya suciedad, sombras o daños físicos en los paneles.
  - Verificar que las conexiones entre los módulos estén bien realizadas (sin cables sueltos o terminales mal conectados).
- **Cableado y conexiones:**
  - Inspeccionar los cables de corriente continua (CC) y alterna (CA) para confirmar que no haya cortes, abrasiones o errores en la polaridad.
  - Comprobar que se hayan respetado las distancias de seguridad y que los cables estén correctamente entubados o protegidos contra la intemperie.
- **Protecciones eléctricas:**
  - Verificar la correcta instalación de fusibles, interruptores magnetotérmicos, diferenciales y protectores contra sobretensiones (en CC y CA).
  - Confirmar que las protecciones estén dimensionadas correctamente según la potencia y características de la instalación.
- **Puesta a tierra:**
  - Comprobar que las estructuras metálicas, los paneles y otros equipos están correctamente conectados a la puesta a tierra.
  - Medir la resistencia de la tierra para garantizar que cumpla con la normativa.



## 1. Pruebas en corriente continua (CC)

Antes de conectar el inversor, se realizan pruebas en el lado de corriente continua para verificar el rendimiento de los paneles solares y garantizar la seguridad:

- **Medición de tensión de circuito abierto (Voc):**
  - Utilizar un multímetro para medir la tensión entre los terminales positivo y negativo de cada string de paneles. Comparar los valores con las especificaciones técnicas del fabricante.
- **Medición de corriente de cortocircuito (Isc):**
  - Conectar un amperímetro en serie con cada string para medir la corriente máxima generada. Asegurarse de que los valores estén dentro del rango especificado.
- **Verificación de polaridad:**
  - Confirmar que la polaridad de los cables sea correcta en cada string y en la entrada del inversor.

## 2. Configuración y conexión del inversor

Una vez verificado el lado de corriente continua, se procede a configurar y conectar el inversor:

- **Configuración del inversor:**
  - Programar los parámetros básicos, como el idioma, la red eléctrica, y el voltaje de funcionamiento, según las especificaciones del fabricante y las características de la instalación.
- **Conexión de corriente continua:**
  - Conectar los strings de paneles solares al inversor, asegurándose de que las entradas estén correctamente polarizadas y etiquetadas.
- **Conexión de corriente alterna:**
  - Conectar el inversor
- **Conexión a tierra y monitorización:**
  - Asegurarse de que el inversor esté conectado a tierra.
  - Configurar el sistema de monitorización como plataformas web o apps móviles, para visualizar la producción de energía en tiempo real.

### 3. Pruebas en corriente alterna (AC)

Una vez que el inversor esté conectado al sistema, se realizan pruebas en el lado de corriente alterna:

- **Medición de tensión y corriente:**
  - Comprobar que el voltaje de salida del inversor sea 400 V
- **Pruebas de inyección a red:**
  - Confirmar que el inversor esté sincronizado con la red eléctrica y que la energía generada se esté inyectando correctamente.
  - Revisar que no haya fluctuaciones ni problemas de calidad en la energía suministrada.
- **Prueba de desconexión automática:**
  - Simular una interrupción de la red para verificar que el inversor se desconecte automáticamente, como exige la normativa de seguridad (anti-isla).

### 4. Verificación de protecciones

Se realizan pruebas específicas para garantizar que los sistemas de protección estén funcionando correctamente:

- **Interruptores diferenciales:**
  - Probar los diferenciales pulsando el botón de test y asegurarse de que desactivan el sistema.
- **Fusibles y magnetotérmicos:**
  - Verificar que las protecciones térmicas y magnéticas actúan correctamente en caso de sobrecarga o cortocircuito.
- **Protectores de sobretensiones:**
  - Confirmar que los dispositivos SPD (Protección contra Sobretensiones) están instalados y listos para actuar en caso de sobretensión.

### 5. Pruebas de rendimiento

Con el sistema completamente operativo, se realizan pruebas de rendimiento para evaluar su eficiencia:

- **Pruebas de producción energética:**
  - Medir la potencia generada en condiciones reales y compararla con los cálculos teóricos basados en la radiación solar del momento.
- **Pruebas de eficiencia del inversor:**
  - Verificar que el inversor esté funcionando con una eficiencia cercana al valor nominal especificado por el fabricante.
- **Pruebas de monitorización:**
  - Confirmar que el sistema de monitorización refleja correctamente los datos de producción, consumo y estado de la instalación.

### 6. Documentación y entrega

Una vez finalizadas las pruebas, se procede a documentar la instalación:

- **Certificados y actas:**
  - Emitir el **certificado de instalación** y el **certificado de puesta en marcha** según la normativa local.
  - Entregar las garantías de los equipos y manuales de operación al propietario.
- **Informe técnico:**
  - Detallar las pruebas realizadas, los valores medidos y cualquier ajuste realizado.
- **Capacitación al cliente:**
  - Explicar al propietario cómo funciona la instalación, cómo monitorear su rendimiento y las recomendaciones de mantenimiento.

## 7. CRONOGRAMA Y PLANIFICACIÓN DE LA OBRA

CRONOGRAMA DE OBRA DETALLADO					
NOMBRE DEL PROYECTO					
DUS5000					
PREPARADO POR					
AECT DUERO DOURO					
		Semana			
TAREA	1	2	3	4	5
<b>RECEPCIÓN DE MATERIALES</b>	Acopio en obra paneles y estructura FV		Acopio en obra inversores, cableado y canalizaciones		
<b>INSTALACIÓN DE ESTRUCTURA</b>					
Replanteo de obra	Planificación de labores sobre el terreno				
Verificación estado de cubierta	Inspección y toma de evidencia del estado de la cubierta antes de obras				
Montaje de estructura	Armado y montaje de estructura de soporte				
<b>MONTAJE ELECTROMECÁNICO</b>					
Instalación de Módulos fotovoltaicos	Montaje y conexión entre módulos fotovoltaicos				
Tendido de cable CC	Tendido de cable hasta el CGFV				
<b>INSTALACIÓN ELECTRICA</b>					
Tendido de Cableado CA	Tendido de cable hasta el CGBT				
Tendido de telecomunicaciones	Conexión de sistemas de medición y comunicación				
<b>INGENIERÍA</b>					
Seguimiento y verificación de obra	Supervisión de montaje		Supervisión de cableado y comunicaciones		
Certificado Fin de Obra			Expedición Certificado de Dirección de Obra		
Monitorización					Adaptación sistema de comunicación y puesta en marcha
<b>LEGALIZACIÓN</b>					
Boletín			Expedición CIE		
Autorizaciones	Apertura expediente en la distribuidora		Apertura expediente en Registro de Industria		

**Nota:** Las semanas de ejecución están pronosticadas para condiciones climáticas normales.

Fig. 1. Cronograma de Obra



Firmado: Silvia Juliana Díaz Ruiz  
 Salamanca, 2025  
 Máster en ingeniería industrial  
 Colegiado Nº 2045 (COGITI Salamanca)

# CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Duero  
A E C T  
Douro

# Índice de los cálculos justificativos

1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....	31
1.1. Cálculo del Generador fotovoltaico .....	31
1.2. Cálculo de los Conductores.....	32
1.2.1. Conductores de Corriente Continua (CC) .....	32
1.2.2. Conductores de Corriente Alterna (AC).....	35
1.3. Cálculo de las protecciones.....	38
1.3.1. Protecciones en Corriente Continua (CC).....	38
1.3.2. Protecciones en Corriente Alterna (AC) .....	39
2. CÁLCULOS ESTRUCTURALES .....	40
2.1. Evaluación estructural del edificio .....	40
2.1.1. Evaluación cualitativa de la capacidad portante y de la aptitud del servicio.....	40
2.1.2. Evaluación de la estructura de soporte.....	42
3. CÁLCULOS DE PRODUCCIÓN ENERGÉTICA .....	43

## 1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

### 1.1. Cálculo del Generador fotovoltaico

Cada serie de paneles dispondrá de los siguientes parámetros:

- Tensión de circuito abierto:

$$V_{oc} = 10 \text{ paneles} \cdot 49.9 \text{ V} \cdot 1,1 = 548,9 \text{ V}$$

- Tensión de máxima potencia:

$$V_{mpstrings} = 10 \text{ paneles} \cdot 41,96 \text{ V} = 419,6 \text{ V}$$

<b>INVERSOR</b>	<b>10 kW</b>
Tensión de Entrada mínima	600V
Tensión de Entrada máxima	1000V

- Intensidad de cortocircuito:

$$I_{scstring} = 14 \text{ A}$$

- Intensidad de máxima potencia:

$$I_{mpstring} = 13,11 \text{ A}$$

<b>INVERSOR</b>	<b>10 kW</b>
Intensidad de cortocircuito de entrada máxima	30A
Intensidad de potencia de entrada máxima	25A

Por tanto, la correlación del diseño strings – inversor es correcto.

## 1.2. Cálculo de los Conductores

### 1.2.1. Conductores de Corriente Continua (CC)

El cálculo de sección de los conductores se determina a partir del cumplimiento de los siguientes factores:

- El conductor debe tener capacidad térmica suficiente para soportar la intensidad nominal, esto es, que no se supere la densidad máxima de corriente por unidad de superficie.
- La caída de tensión total sea inferior al 3,0% (máximos de 1,5% en la parte de continua y 1,5% en la parte de alterna).

#### 1.2.1.1. Cálculo por Capacidad Térmica

La intensidad máxima admisible para conductores no enterrados a Temperatura ambiente de 40°C en el aire, de conductor unipolar de Cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) de 0,6/1 KV según ITC-BT-19 se define así;

Sección	Capacidad Máxima	Coefficientes de Reducción	Capacidad Máxima total
4 mm <sup>2</sup>	38A	0,95	36A

La intensidad que va a circular por cada String es de 13,11 por lo que la capacidad máxima del conductor de 4 mm<sup>2</sup> es muy superior a la que va a circular por la instalación fotovoltaica.

Por tanto, la sección de 4 mm<sup>2</sup> cumple por capacidad térmica.



### 1.2.1.2. Cálculo por Caída de Tensión

La ecuación empleada para el cálculo de las caídas de tensión es la siguiente:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot V \cdot S}$$

$$P = V \cdot I$$

Donde:

$e$  = Caída de tensión ( $V$ )

$\gamma$  = Conductividad cobre ( $56 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$ ) o aluminio ( $35,70 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$ )

$P$  = Potencia eléctrica ( $W$ )

$V$  = Tensión de máxima potencia ( $V$ )

$S$  = Área de la sección del conductor ( $mm^2$ )

$l$  = Longitud del conductor ( $m$ )

$I$  = Corriente ( $A$ )

Se realiza el estudio de caída de tensión con los casos más desfavorable:

- **Enlaces entre paneles**

$$P = V \cdot I = n^{\circ} \text{ paneles serie} \cdot P_{\text{panel}} = 10 \cdot 550 W = 5.500 W$$

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot V \cdot S} = \frac{2 \cdot 5.500 \cdot 5}{56 \cdot 419,6 \cdot 4} = 0,59 V$$

$$\% e = \frac{0,59 \cdot 100}{419,6} = 0,14$$

Por lo tanto, una sección de **4 mm<sup>2</sup>** en este tramo de la instalación cumple sobradamente el cálculo, tanto para caída de tensión como para capacidad térmica.

- Enlaces entre strings-protecciones e inversor

String (más desfavorable, hasta 50 metros)

$$P = V \cdot I = n^{\circ} \text{ paneles serie} \cdot P_{\text{panel}} = 10 \cdot 550 \text{ W} = 5.500 \text{ W}$$

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot V \cdot S} = \frac{2 \cdot 5.500 \cdot 50}{56 \cdot 419,6 \cdot 4} = 5,85 \text{ V}$$

$$\% e = \frac{5,85 \cdot 100}{419,6} = 1,31$$

La máxima caída de tensión en la parte de corriente continua será la suma de cada grupo + extremo de grupo a inversor:

$$\text{Caída de tensión \%CC} = 0,14 + 1,31 = 1,45 \%$$

Aún en condiciones muy desfavorables, la sección del conductor de 4 mm<sup>2</sup> cumple en todos los tramos de la instalación fotovoltaica.

Dado que técnicamente se cumplen todos los factores estimativos, se opta por utilizar en la parte de Corriente Continua (CC) una sección de 4 mm<sup>2</sup>

## 1.2.2. Conductores de Corriente Alterna (AC)

### 1.2.2.1. Cálculo por Capacidad Térmica

- **Línea de BT desde el inversor de 10kW hasta el Cuadro General de Baja Tensión**

Esta línea debe ser capaz de soportar una potencia de 10 kW.

La intensidad total que soportará será:

$$P = I \cdot \sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi$$
$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{10.000 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400\text{V}} \cdot \text{coef seguridad} = 14,43\text{A} \cdot 1,25 = 18,04 \text{ A}$$

Según la ITC-BT-19, para una terna de cables unipolares de cobre con aislamiento XLPE canalizados en canaleta (coeficiente de reducción de 0,8 por temperatura de cable y agrupamiento), se define así,

Sección	Capacidad Máxima	Coefficientes de Reducción	Capacidad Máxima total
10 mm <sup>2</sup>	57A	0,8	46A

La intensidad máxima admisible para cable de **10 mm<sup>2</sup>** es superior a la máxima intensidad que circulará por ella (18 A).

- **Línea BT desde el Cuadro General de Baja Tensión hasta la CPM**

Esta línea debe ser capaz de soportar una potencia de suministro de 10 kW.

La intensidad máxima admisible para cable de **10 mm<sup>2</sup>** es superior a la máxima intensidad que circulará por ella (18 A).

Por tanto, la sección de 10 mm<sup>2</sup> cumple por capacidad térmica.

## 1.2.2.2. Cálculo por Caída de Tensión

La ecuación empleada para el cálculo de las caídas de tensión en líneas trifásicas es la siguiente:

$$e = \frac{P \cdot l}{\gamma \cdot V \cdot S}$$

$$P = I \cdot \sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi$$

Donde:

$e$  = Caída de tensión (V)

$\gamma$  = Conductividad cobre ( $56 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$ ) o aluminio ( $35,70 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$ )

$P$  = Potencia eléctrica (W)

$V$  = Tensión (V)

$S$  = Área de la sección del conductor ( $\text{mm}^2$ )

$l$  = Longitud del conductor (m)

$I$  = Corriente (A)

- **Línea BT desde el inversor 10kW hasta el Cuadro General de Baja Tensión**

$$P = 10.000 \text{ W (Potencia de salida del inversor)}$$

$$e = \frac{P \cdot l}{\gamma \cdot V \cdot S}$$

$$e = \frac{10.000 \cdot 5}{56 \cdot 400 \cdot 10} = 0,22 \text{ V}$$

$$\% e = \frac{0,22 \cdot 100}{400} = 0,06$$

$$S = 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$$

- Línea BT desde el Cuadro General de Baja Tensión hasta la CPM

$$P = 10.000 \text{ W (Potencia de salida del inversor)}$$

$$e = \frac{P \cdot l}{\gamma \cdot V \cdot S}$$

$$e = \frac{10.000 \cdot 60}{56 \cdot 400 \cdot 10} = 2,68 \text{ V} = 0,67 \% \text{ de pérdidas}$$

$$S = 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$$

La máxima caída de tensión total en el tramo más desfavorable de corriente alterna será:

$$\text{Caída de tensión \%CA} = 0,06 + 0,67 = \mathbf{0,73 \%}$$

Lo que supone una caída de tensión inferior a la permitida del 1,5%.

De esta forma, tenemos que la caída de tensión máxima de la instalación será de:

$$\text{Caída de tensión \%TOTAL} = 1,45 + 0,73 = \mathbf{2,18 \%}$$

Dado que técnicamente se cumplen todos los factores estimativos, se opta por utilizar en la parte de Corriente Alterna (AC) una sección de 10 mm<sup>2</sup>

## 1.3. Cálculo de las protecciones

### 1.3.1. Protecciones en Corriente Continua (CC)

#### 1.3.1.1. Interruptor Seccionador

El seccionador debe ser capaz de soportar la tensión y la corriente máximas del string, así

$$V_{oc} = 10 \text{ paneles} \cdot 49.9 \text{ V} \cdot 1,1 = 548,9 \text{ V} \quad I_{MPPT} = 14 \text{ A} \cdot 1_{string} \cong 20 \text{ A}$$

Por lo tanto, se opta por Un **Interruptor seccionador 1000Vcc 20A por cada MPPT**

#### 1.3.1.2. Fusibles

Según normativa, el fusible dese soportar al menos el 125% de la corriente máxima del string para evitar disparos innecesarios en condiciones normales.

El valor mínimo de cada fusible se define así;

$$I_{fusible} \geq 1,25 \cdot I_{scstring}$$

$$I_{scstring} = 14 \text{ A}$$

$$I_{fusible} = 17,5 \text{ A} \cong 20 \text{ A}$$

Por lo tanto, se opta por utilizar fusibles para cada string de 20A.

#### 1.3.1.3. Protección contra sobretensiones

La máxima tensión que circula por cada string se define así;

- Tensión de circuito abierto:

$$V_{oc} = 10 \text{ paneles} \cdot 49.9 \text{ V} \cdot 1,1 = 548,9 \text{ V}$$

De esta forma, se opta por una protección contra sobretensiones de **1000Vcc**

### 1.3.2. Protecciones en Corriente Alterna (AC)

#### 1.3.2.1. Protección Magnetotérmica

Los parámetros a la salida del inversor son los siguientes:

$$I_{max} = [25A]$$

La intensidad máxima admisible para un conductor de **10 mm<sup>2</sup>** Cu

$$I_{max} = [57 A]$$

De esta forma, se opta por un Interruptor Magnetotérmico de **25A**

#### 1.3.2.2. Protección Diferencial

Para evitar desconexiones innecesarias si ocurre una sobrecarga o cortocircuito en el circuito protegido por el magnetotérmico, se dimensiona un diferencial de intensidad superior.

La intensidad a la salida del magnetotérmico es la siguiente:

$$I_{max} = [25A]$$

La intensidad máxima admisible para un conductor de **10 mm<sup>2</sup>** Cu

$$I_{max} = [57 A]$$

De esta forma, se opta por un Interruptor Diferencial de **32A**.

#### 1.3.2.3. Protección contra sobretensiones

La máxima tensión que circula es de 400V

De esta forma, se opta por una protección contra sobretensiones de **400V**

## 2. CÁLCULOS ESTRUCTURALES

### 2.1. Evaluación estructural del edificio

El edificio donde se instalará la instalación fotovoltaica fue construido en el año 1980. Dado que el Código Técnico de la Edificación entro en vigor en el año 2006, es preciso indicar que la normativa estructural por la que se rige corresponde a las Normas Básicas de la edificación (NBE).

De acuerdo con lo establecido en el **Anejo D del Código Técnico de la Edificación Documento Básico de Seguridad Estructural (CTE-DB-SE)**, la evaluación estructural de un edificio en los que sea poco fiable una verificación cuantitativa o cuando el edificio haya demostrado un comportamiento satisfactorio en el pasado, se procede a realizar una evaluación cualitativa de la capacidad portante y de la aptitud del servicio de acuerdo con los criterios enumerados en D.6.

Para este caso particular, se considera adecuado aplicar el procedimiento descrito en el Anejo D del **CTE-DB-SE**, dado que el edificio en cuestión fue construido hace muchos años y no se dispone de información sobre posibles modificaciones realizadas. Basándose en su comportamiento estructural satisfactorio hasta la fecha, se llevarán a cabo las evaluaciones correspondientes.

#### 2.1.1. Evaluación cualitativa de la capacidad portante y de la aptitud del servicio

Se han visitado personalmente las instalaciones con el fin de realizar un correcto análisis cualitativo del edificio y corroborar los puntos que propone el Anejo D aparatado D.6. En la siguiente tabla se exponen dichos puntos y se completa si el edificio evaluado los cumple o no.



EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA CAPACIDAD PORTANTE	
El edificio se ha utilizado durante un periodo de tiempo suficientemente largo sin que se hayan producido daños o anomalías (desplazamientos, deformaciones, fisuras, corrosión, etc.).	<input checked="" type="checkbox"/>
Una inspección detallada no revele ningún indicio de daños o deterioro.	<input checked="" type="checkbox"/>
La revisión del sistema constructivo permita asegurar una transmisión adecuada de las fuerzas, especialmente a través de los detalles críticos.	<input checked="" type="checkbox"/>
Teniendo en cuenta el deterioro previsible, así como el programa de mantenimiento previsto se puede anticipar una durabilidad adecuada.	<input checked="" type="checkbox"/>
Durante un periodo de tiempo suficientemente largo no se han producido cambios que pudieran haber incrementado las acciones sobre el edificio o haber afectado su durabilidad;	<input checked="" type="checkbox"/>
Durante el periodo de servicio restante no se prevean cambios que pudieran incrementar las acciones sobre el edificio o afectar su durabilidad de manera significativa.	<input checked="" type="checkbox"/>

EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA APTITUD AL SERVICIO	
El edificio se ha comportado satisfactoriamente durante un periodo de tiempo suficientemente largo sin que se han producido daños o anomalías, y sin que se han producido deformaciones o vibraciones excesivas.	<input checked="" type="checkbox"/>
Una inspección detallada, no revela ningún indicio de daños o deterioro, ni de deformaciones, desplazamientos o vibraciones excesivas.	<input checked="" type="checkbox"/>
Durante el periodo de servicio restante no se prevean cambios que puedan alterar significativamente las acciones sobre el edificio o afectar su durabilidad.	<input checked="" type="checkbox"/>
Teniendo en cuenta el deterioro previsible, así como el programa de mantenimiento previsto se pueda anticipar una adecuada durabilidad.	<input checked="" type="checkbox"/>

Con esto se puede concluir que, según el Código Técnico de Edificación, el cual dicta la normativa pertinente actual, los edificios aquí tratados cumplen los requisitos para considerar una resistencia estructural correcta.

### 2.1.2. Evaluación de la estructura de soporte

La estructura de soporte coplanar cuenta con distintos ensayos que avalan las siguientes características:

- Cálculo estructural: Modelo computacional comprobado mediante EUROCÓDIGO 9 “PROYECTO ESTRUCTURAS DE ALUMINIO”
- Cargas de Viento: Según túnel de viento en modelo computacional CFD
- Garantía estructural de (25) años
- Garantía corrosión (Aluminio anodizado (25) años)

Teniendo en cuenta los estudios y ensayos que se han hecho por parte del fabricante se procede a hacer una evaluación afirmativa de el uso de la estructura de soporte.

En cuanto al grado de estabilidad y resistencia al fuego, la instalación fotovoltaica no supone un deterioro del grado original de la estructura principal, ni supone la minusvaloración de su resistencia al fuego. Por tanto, partiendo de la condición de que la construcción existente cumple el grado de estabilidad al fuego requerido para su uso y dado que la instalación fotovoltaica no supone una variación de la misma, se cumplen los requisitos establecidos en el Reglamento de Seguridad Contra Incendios del Real Decreto 2267/2004, del 3 de diciembre.

**De esta forma se concluye que la instalación fotovoltaica está suficientemente justificada desde el punto de estructural.**

El proyectista se exime de toda responsabilidad frente a los cálculos realizados y aprobados por el proveedor de la estructura.

## 3. CÁLCULOS DE PRODUCCIÓN ENERGÉTICA

Las herramientas de cálculo para la producción energética son fundamentales en el diseño y análisis de sistemas fotovoltaicos, ya que permiten estimar con precisión la generación eléctrica, considerando factores clave como la ubicación geográfica, las condiciones climáticas, la orientación de los paneles, las especificaciones técnicas del sistema y las posibles pérdidas.

En este caso, se utilizará la herramienta **PVSOL** que optimiza la configuración del sistema al identificar limitaciones como sombras o sobredimensionamiento, garantizando que el diseño cumpla con las normativas vigentes y sea económicamente viable.

A continuación, se presenta el análisis detallado generado por la herramienta, basado en los datos previos de la instalación fotovoltaica:

### 3.1. Disposición de la instalación

Sistema FV conectado a la red

Datos climáticos	ESP (1991 - 2010)	
Potencia generador FV	11	kWp
Superficie generador FV	51	m <sup>2</sup>
Número de módulos FV	20	
Número de inversores	1	

Campo Solar -Superficie del tejado sur

Nombre	Edificio 01.1-Superficie del tejado sur
Módulos FV	20 x JAM72S30-550/MR (v1)
Fabricante	JA Solar Holdings Co., Ltd.
Inclinación	12 °
Orientación	Sur 194 °
Situación de montaje	Paralelo a la cubierta
Superficie generador FV	51 m <sup>2</sup>

Inversor

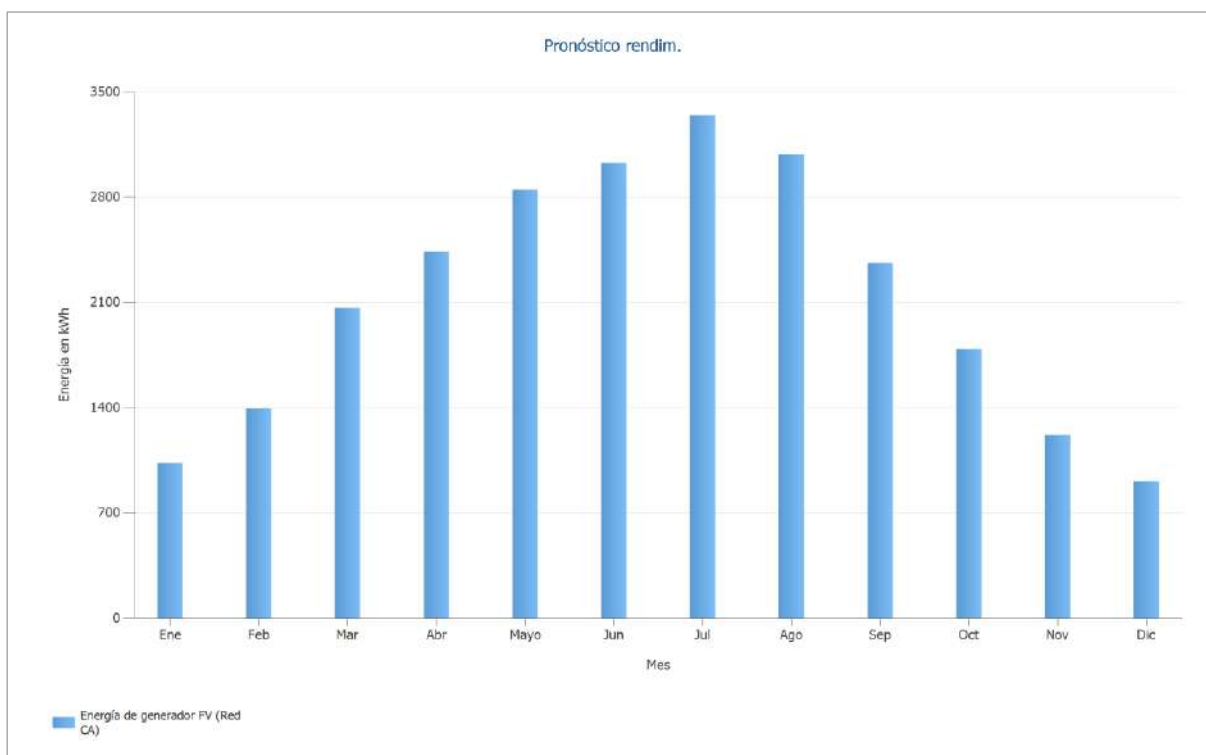
## Inversor 1

Modelo	10 kW
Fabricante	
Cantidad	1
Conexión	MPP 1: 1 x 10 MPP 2: 2 x 10

## 3.2. Resultados de la simulación

Instalación FV

Potencia generador FV	11 kWp
Rendimiento anual espec.	1.543,37 kWh/kWp
Coefficiente de rendimiento de la instalación (PR)	90,6 %
Reducción de rendimiento por sombreado	2,6 %/Año
Inyección en la red	16.238 kWh/Año
Inyección en la red en el primer año (incl. degradación del módulo)	16.238 kWh/Año
Consumo Standby (Inversor)	118 kWh/Año
Emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas	7.969 kg / año



## Balance energético de instalación fotovoltaica

<b>Radiación global horizontal</b>	<b>1.746,63 kWh/m<sup>2</sup></b>	
Desviación del espectro estandar	-17,47 kWh/m <sup>2</sup>	-1,00 %
Reflexión del suelo (albedo)	0,66 kWh/m <sup>2</sup>	0,04 %
Orientación y inclinación de la superficie de módulos	70,10 kWh/m <sup>2</sup>	4,05 %
Sombreado independiente del módulo	-13,67 kWh/m <sup>2</sup>	-0,76 %
Reflexión en la superficie del módulo	-2,19 kWh/m <sup>2</sup>	-0,12 %
<b>Irradiación global sobre módulo</b>	<b>1.784,07 kWh/m<sup>2</sup></b>	
	1.784,07 kWh/m <sup>2</sup>	
	x 46,499 m <sup>2</sup>	
	= 82.956,65 kWh	
<b>Irradiación global fotovoltaica</b>	<b>82.956,65 kWh</b>	
Ensuciamiento	0,00 kWh	0,00 %
Conversión STC (eficiencia nominal de módulo 21,29 %)	-65.291,28 kWh	-78,71 %
<b>Energía fotovoltaica nominal</b>	<b>17.665,36 kWh</b>	
Ensombrecimiento parcial específico del módulo	-195,84 kWh	-1,11 %
Rendimiento con luz débil	84,24 kWh	0,48 %
Desviación de la temperatura nominal del módulo	-640,00 kWh	-3,65 %
Diodos	-0,81 kWh	0,00 %
Inadecuación (datos del fabricante)	-338,26 kWh	-2,00 %
Inadecuación (Conexión/sombreado)	-3,15 kWh	-0,02 %
<b>Energía fotovoltaica (CC) sin limitación de corriente por inversor</b>	<b>16.571,54 kWh</b>	
Potencia de arranque DC no alcanzada	-2,35 kWh	-0,01 %
Regulación por rango de tensión MPP	-0,02 kWh	0,00 %
Regulación por corriente CC máx.	-1,49 kWh	-0,01 %
Regulación por potencia CC máx.	0,00 kWh	0,00 %
Regulación por potencia CA máx. / cos phi	0,00 kWh	0,00 %
Adaptación MPP	-0,85 kWh	-0,01 %
<b>Energía FV (DC)</b>	<b>16.566,85 kWh</b>	
<b>Energía en la entrada del inversor</b>	<b>16.566,85 kWh</b>	
Desviación de la tensión de entrada de la tensión nominal	-7,98 kWh	-0,05 %
Conversión DC/AC	-321,32 kWh	-1,94 %
Consumo Standby (Inversor)	-117,82 kWh	-0,73 %
Pérdida total de cables	0,00 kWh	0,00 %
<b>Energía fotovoltaica (CA) menos consumo en modo de espera</b>	<b>16.119,73 kWh</b>	
<b>Energía de generador FV (Red CA)</b>	<b>16.237,55 kWh</b>	



*Firmado: Silvia Juliana Díaz Ruiz  
Salamanca, 2025  
Máster en ingeniería industrial  
Colegiado Nº 2045 (COGITI Salamanca)*

# PRESUPUESTO

Duero  
A E C T  
Douro

# PRESUPUESTO

<b>Presupuesto</b>					
<b>Código</b>	<b>Ud.</b>	<b>Resumen</b>	<b>Cant</b>	<b>Coste</b>	<b>Total</b>
<b>01</b>		<b>Instalación campo solar</b>	<b>1</b>	<b>3.575,00</b>	<b>3.575,00</b>
01.01	u	Módulo solar fotovoltaico.	20,00	130,75	2.615,00
		Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino tipo PERC, potencia (Wp) 550 W, con dimensiones de (2279 x 1134 mm). Incluye accesorios y montaje.			
01.02	u	Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, sobre cubierta de teja	20,00	48,00	960,00
		Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, tipo coplanar con salvatejas, para cubiertas de teja, con perfilera de aluminio y tornillería de acero inoxidable. Incluye accesorios, elementos de fijación y montaje			
		<b>Total 01</b>	<b>1</b>	<b>3.575,00</b>	<b>3.575,00</b>
<b>02</b>		<b>Instalación inversor solar</b>	<b>1</b>	<b>1.243,04</b>	<b>1.243,04</b>
02.01	u	Inversor fotovoltaico.	1,00	1.243,04	1.243,04
		Inversor trifásico, potencia máxima de entrada 10 kW, con comunicación vía Wi-Fi para control remoto desde un smartphone, tablet o PC, puertos Ethernet y RS-485, y protocolo de comunicación Modbus. Incluye: accesorios y equipos necesarios para su correcta instalación, montaje, fijación y nivelación. Conexión y comprobación de su correcto funcionamiento.			
		<b>Total 02</b>	<b>1</b>	<b>1.243,04</b>	<b>1.243,04</b>
<b>03</b>		<b>Cuadros de protecciones y medida</b>	<b>1</b>	<b>1.346,45</b>	<b>1.346,45</b>
03.01	u	Cuadro de protecciones Corriente Continua	1,00	386,00	386,00
		Cuadro de protecciones de corriente continua compuestos por caja de distribución de plástico, de superficie, con puerta ciega, con grados de protección IP40 e IK07, aislamiento clase II. Con las siguientes protecciones: * Interruptor seccionador de corriente continua de 1000 Vcc y 20 A. (uno por MPPT) (2) * Portafusibles con fusible de 20A 1000Vcc (uno por string) (2) * Protector contra sobretensiones transitorias (uno por MPPT) (2) Tipo 2, 1000V. Totalmente montado. Incluye: Colocación y fijación del elemento y conexionado.			
03.02	u	Cuadro de protecciones Corriente Alterna	1,00	360,45	360,45
		Cuadro de protecciones corriente alterna, compuesto de armario en poliéster con puerta opaca, aislamiento clase II, tensión nominal 400 V, para módulos en carril DIN, Con las siguientes protecciones: * Protección magnetotérmica 25A, IV, curva C * Protección diferencial 25A, IV, 30mA * Protección sobretensiones tipo 2, IV, 400V Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Colocación y fijación del elemento.			
03.03	u	Caja de protección y medida.	1,00	300,00	300,00
		Caja de protección y medida tipo CPM2-D E4, para instalación en fachada exterior . Montaje empotrable de acuerdo al REBT. Normalizada por la empresa suministradora y preparada para acometida, totalmente montada, conexionada y probada. Incluye: Bases portafusibles, contador inteligente homologado por la compañía.			
03.04	u	Acometida	1,00	300,00	300,00
		Conexión de la Caja de protección y medida a la red de distribución eléctrica de la compañía suministradora, aérea o subterránea. Incluye CGP Normalizada por la empresa suministradora, totalmente conexionada y probada.			
		<b>Total 03</b>	<b>1</b>	<b>1.346,45</b>	<b>1.346,45</b>



# PRESUPUESTO

<b>04</b>		<b>Líneas y canalizaciones eléctricas</b>	<b>1</b>	<b>858,00</b>	<b>858,00</b>
04.01	m	Línea de CC sobre cubierta	10,00	14,40	144,00
		Línea de CC para la interconexión de los paneles solares con el cuadro de protección CC sobre cubierta, compuesta por: *Cable eléctrico unipolar de 4mm2 Canalización de bandeja perforada de acero galvanizado, de 25x50 mm con tapa. Instalación fija en superficie. Incluso accesorios. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de la bandeja.			
04.02	m	Línea de CC sobre fachada	10,00	9,00	90,00
		Línea de CC para la interconexión de los paneles solares con el cuadro de protección CC sobre fachada, compuesta por: *Cable eléctrico unipolar de 4mm2 *Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color gris, I, resistencia a la compresión 1250 N, con grado de protección IP547. Instalación fija en superficie. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del tubo.			
04.03	m	Línea CA-CPM-ACOMETIDA	30,00	10,80	324,00
		Línea general de alimentación fija en superficie, que enlaza el CGMP con la CPM, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS): * Conductor XLPE de 10mm <sup>2</sup> +PE Totalmente montada, conexionada y probada. Incluye: Replanteo y trazado de la línea. Colocación y fijación del tubo. Tendido de cables. Conexionado.			
		<b>Total 04</b>	<b>1</b>	<b>858,00</b>	<b>858,00</b>
<b>05</b>		<b>Monitorización</b>	<b>1</b>	<b>360,00</b>	<b>360,00</b>
05.01		Sistema de monitorización	1,00	360,00	360,00
		Sistema de monitorización de instalación fotovoltaica que permite la monitorización remota en tiempo real de los parámetros principales de su funcionamiento: producción y estado; así como la configuración de alarmas. El sistema de monitorización debe incluir : Caja de distribución de plástico, de superficie, con puerta ciega, con grados de protección IP40 e IK07, aislamiento clase II. Con las siguientes protecciones: * Protección magnetotérmica 10A, II, Curva C * Protección diferencial 25A, II, 30 mA * 2 Enchufes carril DIN * Router 4G * Pantalla SMARTV 32" con soporte de pared extensible  Incluye el sistema totalmente instalado, conectado y comprobado su correcto funcionamiento			
		<b>Total 05</b>	<b>1</b>	<b>360,00</b>	<b>360,00</b>
<b>06</b>		<b>Puesta a tierra</b>	<b>1</b>	<b>233,20</b>	<b>233,20</b>
06.01	m	Conductor de tierra.	30,00	3,24	97,20
		Conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 16 mm <sup>2</sup> de sección. Incluso uniones realizadas con soldadura aluminotérmica, grapas o bornes de unión. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Replanteo del recorrido. Tendido del conductor de tierra. Conexionado del conductor de tierra mediante bornes de unión.			

## PRESUPUESTO

06.02.1	Ud	Toma de tierra con pica.	1,00	136,00	136,00
		Toma de tierra compuesta por pica de acero cobreado de 2 m de longitud, hincada en el terreno, conectada a puente para comprobación, dentro de una arqueta de registro de polipropileno de 30x30 cm. Incluso grapa abarcón para la conexión del electrodo con la línea de enlace y aditivos para disminuir la resistividad del terreno. Incluye: Replanteo. Excavación con medios mecánicos. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Hincado de la pica. Colocación de la arqueta de registro. Conexión del electrodo con la línea de enlace. Relleno del trasdós. Conexión a la red de tierra. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Realización de pruebas de servicio.			
		<b>Total 06</b>	1	233,20	233,20
<b>07</b>		<b>Seguridad y salud</b>	1	700,00	700,00
07.01	u	Línea de anclaje horizontal temporal, de cable de acero, con amortiguador de caídas.	1,00	350,00	350,00
		Suministro, colocación y desmontaje de línea de anclaje horizontal temporal, de cable de acero, con amortiguador de caídas, de 40 m de longitud máxima, para asegurar hasta tres operarios, clase C, compuesta por 2 postes de anclaje y 1 línea de anclaje flexible, formada por 1 absorbedor de energía con indicador de tensión e indicador de número de caídas; 1 tensor y 40 m de cable, de acero galvanizado, de 8 mm de diámetro, compuesto por 7 cordones de 19 hilos, con prensado terminal con casquillo de cobre, guardacable y conector en un extremo. Incluso elementos para fijación mecánica a paramento de los postes de anclaje.			
07.02	u	Coordinación de seguridad y Salud y Dirección Facultativa	1,00	350,00	350,00
		Coordinación de Seguridad y Salud durante la fase de ejecución del proyecto, y Dirección Final de Obra por técnico competente			
		<b>Total 07</b>	1	700,00	700,00
<b>08</b>		<b>Ayudas y actuaciones previas</b>	1	294,35	294,35
08.02	m <sup>2</sup>	Remates y ayudas	35,00	8,41	294,35
		Repercusión por m <sup>2</sup> de superficie construida de obra, de ayudas de cualquier trabajo de albañilería, necesarias para la correcta ejecución de la instalación eléctrica formada por: puesta a tierra, red de equipotencialidad, caja general de protección y medida, línea general de alimentación, derivación individual y red de distribución interior, con un grado de complejidad bajo, en edificio de otros usos, incluida p/p de elementos comunes. Incluso material auxiliar para la correcta ejecución de los trabajos. Incluye: Trabajos de apertura y tapado de rozas. Apertura de agujeros en paramentos, falsos techos, muros, forjados y losas, para el paso de instalaciones. Colocación de pasamuros. Colocación y recibido de cajas para elementos empotrados. Sellado de agujeros y huecos de paso de instalaciones.			
		<b>Total 08</b>	1	294,35	294,35
<b>09</b>		<b>Gestión de residuos</b>	1	132,92	132,92
09.01	Ud	Transporte de residuos inertes con contenedor.	1,00	132,92	132,92
		Transporte de mezcla sin clasificar de residuos inertes producidos en obras de construcción y/o demolición, con contenedor de 3,5 m <sup>3</sup> , a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Incluso servicio de entrega, alquiler y recogida en obra del contenedor. Criterio de valoración económica: El precio incluye el canon de vertido por entrega de residuos. Incluye: Carga a camión del contenedor. Transporte de residuos de construcción a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.			
		<b>Total 09</b>	1	132,92	132,92

# PRESUPUESTO

<b>10</b>		<b>Legalización y Tramitación</b>	<b>1</b>	<b>2.057,04</b>	<b>2.057,04</b>
10.01	u	Redacción de proyecto y dirección de obra	1,00	1.000,00	1.000,00
		Redacción de proyecto de ejecución de la instalación por técnico competente, para la tramitación de los permisos necesarios para la legalización de la instalación ante las diferentes administraciones y empresas implicadas.			
10.03	u	Tramitación	1,00	1057,04	1057,04
		Asistencia en la tramitación de los permisos necesarios para la legalización de la instalación ante las diferentes administraciones y empresas implicadas.			
		<b>Total 10</b>	<b>1</b>	<b>2.057,04</b>	<b>2.057,04</b>
		<b>Total 0</b>	<b>1</b>	<b>10.800,00</b>	<b>10.800,00</b>

# PRESUPUESTO

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO			
01	Instalación campo solar	33,10%	3.575,00
02	Instalación inversor solar	11,51%	1.243,04
03	Cuadros de protecciones y medida	12,47%	1.346,45
04	Líneas y canalizaciones eléctricas	7,94%	858,00
05	Monitorización	3,33%	360,00
06	Puesta a tierra	2,16%	233,20
07	Seguridad y salud	6,48%	700,00
08	Ayudas y actuaciones previas	2,73%	294,35
09	Gestión de residuos	1,23%	132,92
10	Legalización y Tramitación	19,05%	2.057,04
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		10.800,00
	Gastos generales	0,00%	0,00
	Beneficio industrial	0,00%	0,00
	Suma		10.800,00
	IVA	21,00%	2.268,00
1	<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN</b>		<b>13.068,00</b>

*Firmado: Silvia Juliana Díaz Ruiz  
Salamanca, 2025  
Máster en ingeniería industrial  
Colegiado Nº 2045 (COGITI Salamanca)*

# PLIEGO DE CONDICIONES

Duero  
A E C T  
Douro

# Índice del pliego de condiciones

1. OBJETO .....	56
2. NORMATIVA VIGENTE.....	56
3. REPRESENTACIÓN DEL CONTRATISTA ADJUDICATARIO .....	57
4. CONDICIONES GENERALES. ....	57
4.1. Ensayos y pruebas.....	57
4.2. Condiciones de montaje .....	58
4.3. Condiciones de seguridad .....	58
4.4. Reconocimiento de las obras .....	58
4.5. Obras no autorizadas y obras defectuosas.....	58
4.6. Materiales y/o equipos que no sean de recibo .....	59
4.7. Medición y abono de partidas alzadas a justificar, de trabajos por administración y elaboración de precios contradictorios. ....	59
4.8. Recepción de obra .....	60
5. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA .....	60
5.1. Componentes y materiales .....	60
5.1.1. Módulos fotovoltaicos .....	61
5.1.2. Estructuras y soportes.....	62
5.1.3. Inversores .....	63
5.1.4. Conductores eléctricos.....	65
5.1.5. Canalizaciones.....	66
5.2. Condiciones de ejecución y montaje.....	67
5.2.1. Estructuras y soportes.....	67
5.2.2. Módulos fotovoltaicos .....	67
5.2.3. Inversores y cableado .....	68

5.2.4.	Colocación de tubos y canales protectores .....	69
5.2.5.	Cajas de empalme y derivación .....	71
5.2.6.	Aparatos de mando y maniobra .....	71
5.2.7.	Aparatos de protección .....	72
5.2.8.	Instalación de puesta a tierra .....	76
5.3.	Medidas de seguridad .....	78
5.4.	Recepción y pruebas .....	78
5.5.	Garantías .....	79
5.5.1.	Ámbito general de la garantía .....	79
5.5.2.	Plazos .....	79
5.5.3.	Condiciones económicas .....	80
6.	SEÑALIZACIÓN .....	81

## 1. OBJETO

Es objeto del presente pliego establecer las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas objeto del presente proyecto, y que se describen en el documento Memoria.

Estas condiciones abarcan las fases de suministro, instalación, legalización, verificación y puesta en marcha de las citadas instalaciones, así como los requisitos mínimos fijados para su posterior mantenimiento.

El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

En aquellos supuestos en los que, por la propia naturaleza de los mismos o del desarrollo tecnológico, puedan existir soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, tales soluciones se podrán adoptar, siempre que, tras autorización expresa de la Dirección Facultativa, queden suficientemente justificadas y no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

## 2. NORMATIVA VIGENTE

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1454/2005, de 2 de diciembre, por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto. 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.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico
- Real Decreto 413/2014, de 6 de Junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

Si las prescripciones referidas a un mismo objeto fueran conceptualmente incompatibles o contradictorias, prevalecerán las de este Pliego sobre las de Disposiciones Generales citadas, salvo autorización expresada por escrito del Ingeniero director de Obra.



El contratista, además, vendrá obligado a cumplir con la legislación vigente a nivel comunitario, nacional, regional o local, en el lugar en que se realiza la obra.

Si se produce alguna diferencia de grado entre los términos de una prescripción de este Pliego y los de otra prescripción análoga, será de aplicación la más exigente.

### 3. REPRESENTACIÓN DEL CONTRATISTA ADJUDICATARIO

Las órdenes, avisos, comunicaciones, etc. se darán a la persona de mayor representación, que en nombre del Contratista<sup>1</sup> esté en las obras, pudiendo la Dirección Facultativa, a falta de otro de mayor categoría, dirigirse al encargado de las obras o aquellas más caracterizadas o de mayor categoría técnica de los empleados u operarios de cualquier ramo, como dependiente de la contrata. Las órdenes e informaciones de alguna importancia se dirigirán, así como las correspondencias ordinarias, correo electrónico señalado en la Contratación, debiendo acusar recibo igualmente por escrito, antes de los diez días de recibir cualquier comunicación.

### 5. CONDICIONES GENERALES.

En las presentes condiciones técnicas se especifican las que deben cumplir las distintas unidades de obra y materiales. Se indicarán, asimismo, los ensayos y mediciones que se llevarán a cabo sobre las unidades de obra terminadas, señalándose las tolerancias.

#### 5.1. Ensayos y pruebas

Los ensayos y pruebas verificadas durante la ejecución de los trabajos no tienen otro carácter que el de simples recepciones provisionales. Por consiguiente, la admisión de materiales o de unidades de obra, que en cualquier forma o momento se realice, no exonera de la obligación que el Contratista contrae de garantizar la obra hasta la recepción definitiva de la misma. Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos, así como de la conservación y buen uso de los materiales acopiados, bien sea por el propio contratista, como por parte de la propiedad.

---

<sup>1</sup> En adelante, se empleará el término Contratista para referirse al Contratista Adjudicatario de la licitación, independientemente de las empresas que esta haya podido subcontratar para la ejecución de las obras.

### 5.2. Condiciones de montaje

En el montaje se emplearán herramientas no cortantes para evitar que puedan dañar el aluminio o galvanizado de los cables y herrajes. Se prohíbe golpear los bulones o tornillos para que entren en sus orificios respectivos. Todos los tornillos quedarán bien apretados para evitar que se aflojen.

### 5.3. Condiciones de seguridad

El personal del Contratista deberá usar todos los dispositivos, herramientas y prendas de seguridad exigidos, tales como: casco, guantes de montador, cinturón de seguridad, pértiga, banquetas aislantes, etc., pudiendo el Coordinador de Seguridad o la Dirección Facultativa suspender los trabajos si estima que dicho personal está expuesto a peligros que son corregibles.

### 5.4. Reconocimiento de las obras

Antes de la recepción de las obras el Contratista retirará de las mismas, hasta dejarlas totalmente limpias y despejadas, todos los materiales sobrantes, restos, embalajes, bobinas de cables, medios auxiliares, tierras sobrantes de las excavaciones y rellenos, escombros, etc.

Se comprobará que los materiales y equipos coinciden con los indicados en el proyecto, o en su defecto por los admitidos por la Dirección Facultativa en el control comprobando que no hayan sufrido deterioro en su aspecto o funcionamiento. Igualmente se comprobará que la construcción de las obras de fábrica, la realización de las obras de tierra y el montaje de todas las instalaciones eléctricas han sido ejecutadas de modo correcto y terminados y rematados completamente.

Después de efectuado este reconocimiento y de acuerdo con las conclusiones obtenidas, se procederá a realizar los ensayos y verificaciones que se indican en los artículos siguientes.

### 5.5. Obras no autorizadas y obras defectuosas

No será objeto de valoración ningún aumento de obra sobre el previsto en los planos, en el presupuesto y en el pliego de prescripciones técnicas, que se deba a la forma y condiciones de la ejecución adoptadas por El Contratista.

Asimismo, si el Contratista ejecutase obras de dimensiones mayores que las previstas en el proyecto, o si ejecutase sin previa autorización expresa y escrita de la Dirección Facultativa, obras no previstas en el Proyecto, no tendrá derecho a que se le abone suma alguna por los excesos en que por tales motivos hubiera incurrido.

No le será de abono al Contratista mayor volumen, de cualquier clase de obra que el definido en los planos o en las modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa. Tampoco le será abonado, en su caso, el coste de la restitución de la obra a sus dimensiones correctas, ni la obra que hubiese tenido que realizar por orden de la Dirección Facultativa para subsanar cualquier defecto de ejecución.

Cuando sea preciso valorar alguna obra defectuosa, pero admisible a juicio, de la Dirección Facultativa, esta determinará el precio o partida de abono debiendo conformarse el Contratista con dicho precio salvo en el caso en que, encontrándose dentro del plazo de ejecución, prefiera rehacerla a su costa con arreglo a condiciones y sin exceder de dicho plazo.

### 5.6. Materiales y/o equipos que no sean de recibo

Podrán desecharse todos aquellos materiales que no satisfagan las condiciones impuestas a cada uno de ellos en la Memoria y en el presente Pliego de Condiciones del Proyecto.

El Contratista se atenderá, en todo caso, a lo que por escrito ordene la Dirección Facultativa quien podrá señalar al Contratista, un plazo breve para que retire del emplazamiento de la obra los materiales y equipos desechados.

### 5.7. Medición y abono de partidas alzadas a justificar, de trabajos por administración y elaboración de precios contradictorios.

Para la valoración de las unidades de obra no previstas en el proyecto, se concertarán previamente a su ejecución, Precios Contradictorios entre el Contratista y la Dirección Facultativa, en base a criterios similares a los del Cuadros de Precios, y si no existen, en base a criterios similares a los empleados en la elaboración de las demás unidades del Proyecto. En caso de no llegarse a un acuerdo en dichos precios, prevalecerá el criterio de la Dirección Facultativa, la cual deberá justificar técnicamente su valoración.

A todos los efectos se utilizarán como Precios Unitarios, los recogidos en el Presupuesto del Proyecto.

También podrá la Dirección Facultativa, cuando lo estime conveniente, ordenar por escrito al Contratista, la realización inmediata de estas Unidades de obra, aunque no exista acuerdo previo en los precios, dejando esta valoración a posteriori.

Siempre será necesario, que quede constancia escrita de esta orden y el Contratista quedará obligado a presentar por escrito en el plazo de cinco días, desde dicha orden, justificación de la valoración de la unidad, sobre cuya valoración se aplicará lo dispuesto en el primer párrafo de este artículo.

Para el abono de estos trabajos será condición absolutamente necesaria, la presentación de **partes semanales**, con especificación de la mano de obra, maquinaria, materiales empleados, y la firma semanal de conformidad, de la Dirección Facultativa o de su representante

autorizado, cuya copia se incluirá en las Certificaciones de abono. Sin dicha firma de conformidad, el Contratista no podrá exigir abono alguno, Y estará a la valoración, que, en su caso, dictamine la Dirección Facultativa.

### 5.8. Recepción de obra

Durante las obras o una vez finalizadas las instalaciones que la conforman la Dirección Facultativa verificará que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones del presente Pliego y responden a lo descrito en la Memoria.

Una vez finalizadas las instalaciones el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción de las mismas. En la recepción de las instalaciones se incluirán las correspondientes inspecciones reglamentarias a realizar por un Organismo de Control Autorizado, en aquellos casos en que estas inspecciones sean obligatorias, debiéndose superado estas sin deficiencia alguna. La Dirección Facultativa contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad con la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

## 6. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA<sup>2</sup>

### 6.1. Componentes y materiales

Todos los materiales empleados en la ejecución de la instalación tendrán, como mínimo, las características especificadas en este Pliego de Condiciones, empleándose siempre materiales homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITC-BT-02 que les sean de aplicación.

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento de clase II y un grado de protección mínimo de IP2X para canalizaciones y un IP65 para cuadros y cajas de conexiones en montaje exterior e IP 5X en interior.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico. El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

---

<sup>2</sup> Esta parte del presente pliego se basa en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red (PCT-C-REV - julio 2011), publicado por el IDAE y que se puede descargar desde el siguiente enlace: [https://www.idae.es/sites/default/files/documentos\\_5654\\_FV\\_pliego\\_condiciones\\_tecnicas\\_instalaciones\\_conectadas\\_a\\_red\\_C20\\_Julio\\_2011\\_3498eaaf.pdf](https://www.idae.es/sites/default/files/documentos_5654_FV_pliego_condiciones_tecnicas_instalaciones_conectadas_a_red_C20_Julio_2011_3498eaaf.pdf)

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

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

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

### 6.1.1. Módulos fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos deberán incorporar el marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE, además de las siguientes normas:

- UNE-EN IEC 61730-1: Cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV). Parte 1: Requisitos de construcción.
- UNE-EN IEC 61730-2: Cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV). Parte 2: Requisitos para ensayos.
- UNE-EN 50380: Requisitos de marcado y de documentación para los módulos fotovoltaicos.
- UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- UNE-EN IEC 62941: Módulos fotovoltaicos (FV) terrestres. Sistema de calidad para la fabricación de módulos FV.

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

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

- Los módulos deberán llevar al menos tres 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 +3 % de los correspondientes valores nominales de catálogo.

- La eficiencia mínima de los módulos será del 19,5 %
- Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.
- Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 12 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años, de al menos el 80 % de su potencia inicial.

Los marcos de los módulos fotovoltaicos irán conectados a tierra utilizando los orificios específicos de los mismos, no realizándose en ningún caso nuevos orificios para este u otros fines en los citados marcos.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación de los módulos fotovoltaicos, se instalarán elementos de corte<sup>3</sup> en la conexión entre cada una de las cadenas y el inversor.

### 6.1.2. Estructuras y soportes

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado, cumpliéndose en todos los casos los requerimientos del Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.

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

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

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

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

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

---

<sup>3</sup> Estos pueden venir incluidos en el inversor, en cuyo caso no será necesario su instalación exteriormente.

entre sí de manera que se evite la aparición del par galvánico y la corrosión provocada por este.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (o cubierta) como integrados sobre tejado, cumpliendo lo especificado en la memoria del proyecto y las especificaciones del fabricante. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

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

La estructura tanto si es de acero como de aluminio deberá tener el correspondiente marcado CE, y cumplir con la norma UNE EN 1090-1.

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

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

### 6.1.3. Inversores

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

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

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

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

- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 61683:2001. Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- UNE-EN 62116:2014 V2. Inversores fotovoltaicos conectados a la red de las compañías eléctricas. Procedimiento de ensayo para las medidas de prevención de formación de islas en la red.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante). Deberán cumplir con los requerimientos dispuestos en el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, en particular en lo relativo a las siguientes protecciones que debe llevar incorporadas:

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

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

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

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

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

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

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



- A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

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

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre -20 °C y 60 °C de temperatura y entre 0 % y 95 % de humedad relativa.

Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 5 años.

### 6.1.4. Conductores eléctricos

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente. El color de los conductores positivos será rojo, mientras que los de polaridad negativa, serán negros.

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

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

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento, específico para instalaciones solares, de tipo H1Z2Z2-K o similar.

Las líneas de alimentación a cuadros protección de corriente alterna, estarán constituidas por conductores unipolares de cobre aislados de 0,6/1 kV, tipo RZ1-K (AS).

La sección mínima del conductor de neutro para distribuciones monofásicas, trifásicas y de corriente continua, será la que a continuación se especifica:

Según la Instrucción ITC BT 19 en su apartado 2.2.2, en instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, la sección del conductor del neutro será como mínimo igual a la de las fases.

Los conductores de protección desnudos no estarán en contacto con elementos combustibles. En los pasos a través de paredes o techos estarán protegidos por un tubo de adecuada resistencia, que será, además, no conductor y difícilmente combustible cuando atraviese partes combustibles del edificio.

Los conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra el deterioro mecánico y químico, especialmente en los pasos a través de elementos de la construcción.

Las conexiones en estos conductores se realizarán por medio de empalmes soldados sin empleo de ácido, o por piezas de conexión de apriete por rosca. Estas piezas serán de material inoxidable, y los tornillos de apriete estarán provistos de un dispositivo que evite su desapriete.

Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el deterioro causado por efectos electroquímicos cuando las conexiones sean entre metales diferentes.

Los conductores de corriente alterna de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento:

- Negro, gris, marrón para los conductores de fase o polares.
- Azul claro para el conductor neutro.
- Amarillo - verde para el conductor de protección.
- Rojo para el conductor de los circuitos de mando y control.

### 6.1.5. Canalizaciones

Cumplirán con lo dispuesto en la ITC-BT-21, del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Los tubos deberán soportar, como mínimo, sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60 °C para los tubos aislantes constituidos por policloruro de vinilo o polietileno.
- 70 °C para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

Los diámetros exteriores mínimos y las características mínimas para los tubos en función del tipo de instalación y del número y sección de los cables a conducir, se indican en la Instrucción ITC BT 21, en su apartado 1.2. El diámetro interior mínimo de los tubos deberá ser declarado por el fabricante.

El número máximo de conductores que pueden ser alojados en el interior de una canal será el compatible con un tendido fácilmente realizable y considerando la incorporación de accesorios en la misma canal, dejando al menos un 50 % de espacio para posibles ampliaciones.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local o cubierta del edificio donde se efectúa la instalación.

Las bandejas metálicas deben conectarse a la red de tierra quedando su continuidad eléctrica convenientemente asegurada.

### 6.2. Condiciones de ejecución y montaje

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos, así como de la conservación y buen uso de los materiales que se aporten.

#### 6.2.1. Estructuras y soportes

En la recepción se comprobará que las estructuras tienen un aspecto uniforme y no presentarán grietas, defectos superficiales, ni desprendimientos en el recubrimiento y que las aristas carecen de melladuras.

Antes de realizar el montaje de las estructuras se realizará un control dimensional de las piezas.

Se comprobará que la estructura aporta certificado con el resultado de los ensayos revistos en la norma UNE 38-010.

Las estructuras se ubicarán en el lugar determinado por los planos y se sujetará al terreno mediante tornillería de seguridad de forma firme. La tornillería será realizada en acero inoxidable, cumpliendo la norma MV-106.

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

El almacenaje se realizará en lugar protegido de lluvias, focos de humedad e impactos. No estará en contacto directo con el suelo. Al finalizar la ejecución se realizará retirada de obra de todo el material sobrante y limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a un punto de recogida de residuos o punto limpio.

#### 6.2.2. Módulos fotovoltaicos

En la recepción, se comprobará el buen estado de los módulos, y será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

Se numerarán según el orden determinado en los planos y, a continuación, se situarán junto a la estructura de cada línea.

Durante el montaje del generador fotovoltaico se mantendrán los seccionadores abiertos y se cubrirán las caras frontales de los paneles con material opaco antes de realizar las conexiones eléctricas o abrir la caja de terminales.

Se identificarán los conductores eléctricos con colores y numeración para su posterior conexión, verificando cuidadosamente antes de hacer cada conexión si la polaridad es correcta.

El conexionado eléctrico se aislará e impermeabilizará correctamente, el grado de protección resultante de las conexiones será IP 55 (UNE-EN 60529:2018). Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). Las conexiones eléctricas serán siempre embornadas.

Todos los cuadros eléctricos de protección y cajas de conexión deberán ir convenientemente señalizadas con señales normalizadas de riesgo eléctrico.

Los operarios que trabajen en el montaje de los módulos fotovoltaicos usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas.

El almacenaje se realizará en lugar protegido de lluvias, focos de humedad e impactos. No estará en contacto directo con el suelo. Al finalizar la ejecución se realizará retirada de obra de todo el material sobrante y limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a un punto de recogida de residuos o punto limpio.

### 6.2.3. Inversores y cableado

En la recepción, los inversores se inspeccionarán para determinar si hubo daños durante el transporte.

Se identificarán los conductores eléctricos con colores y numeración para su posterior conexión, verificando cuidadosamente antes de hacer cada conexión si la polaridad es correcta. El conexionado eléctrico se aislará e impermeabilizará correctamente, el grado de protección resultante de las conexiones será IP 53 en cuadros interiores e IP 65 exteriores (Norma UNE 20-324).

Las conexiones eléctricas serán siempre embornadas. La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

Se evitará que pudieran ponerse en contacto los conductores de c.c. con los de c.a., mediante separación de circuitos. Primero se realizará el interconexionado en c.c.

Los conductores que discurran sobre el suelo bajo tubo o canal protector, fijándose estos mediante abrazaderas metálicas o plastificadas y se asegurará que su colocación imposibilita el enganche por el tránsito del personal.

Los operarios que trabajen en el conexionado y en el montaje de los inversores, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas.

En caso de lluvia se suspenderá el montaje de los inversores.

El almacenaje se realizará en lugar protegido de lluvias, focos de humedad e impactos. No estará en contacto directo con el suelo. Al finalizar la ejecución se realizará retirada de obra de todo el material sobrante y limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a un punto de recogida de residuos o punto limpio.

### 6.2.4. Colocación de tubos y canales protectores

Se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes, tal y como indica la ITC BT 21.

#### Prescripciones generales

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local dónde se efectúa la instalación.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad que proporcionan a los conductores.

Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se desee una unión estanca.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles.

Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los indicados en la norma UNE EN 5086 -2-2.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 m. El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a dos. Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados éstos.

Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos, o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

Cuando los tubos estén constituidos por materias susceptibles de oxidación, y cuando hayan recibido durante el curso de su montaje algún trabajo de mecanización, se aplicará a las partes mecanizadas pintura antioxidante.

Igualmente, en el caso de utilizar tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en el interior de los mismos, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación de agua en los puntos más bajos de ella y, si fuera necesario, estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el empleo de una "te" dejando uno de los brazos sin utilizar.

Cuando los tubos metálicos deban ponerse a tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 m.

No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

### Tubos en montaje superficial

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta además las siguientes prescripciones:

Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, 0.50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

Los tubos se colocarán adaptándolos a la superficie sobre la que se instalan, curvándolos o usando los accesorios necesarios.

En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo con respecto a la línea que une los puntos extremos no será superior al 2%.

Es conveniente disponer los tubos normales, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2.5 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 cm aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 cm.

### Tubos empotrados

Cuando los tubos se coloquen empotrados se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

La instalación de tubos empotrados será admisible cuando su puesta en obra se efectúe después de terminados los trabajos de construcción y de enfoscado de paredes y techos, pudiendo el enlucido de los mismos aplicarse posteriormente.

Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 cm de espesor, como mínimo, del revestimiento de las paredes o techos. En los ángulos el espesor puede reducirse a 0.5 cm.

En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados, o bien provistos de codos o "tes" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.

Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable. Igualmente, en el caso de utilizar tubos normales empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 cm, como máximo, del suelo o techo, y los verticales a una distancia de los ángulos o esquinas no superior a 20 cm.

### 6.2.5. Cajas de empalme y derivación

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante o, si son metálicas, protegidas contra la corrosión.

Sus dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener, y su profundidad equivaldrá, cuanto menos, al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm para su profundidad y 80 mm para el diámetro o lado interior.

Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los mismos, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Puede permitirse, asimismo, la utilización de bridas de conexión. Las uniones deberán realizarse siempre en el interior de cajas de empalme o de derivación.

Si se trata de cables deberá cuidarse al hacer las conexiones que la corriente se reparta por todos los alambres componentes, y si el sistema adoptado es de tornillo de apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán conectarse por medio de terminales adecuados, comprobando siempre que las conexiones, de cualquier sistema que sean, no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

Para que no pueda ser destruido el aislamiento de los conductores por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien convenientemente mecanizados, y si se trata de tubos metálicos con aislamiento interior, este último sobresaldrá unos milímetros de su cubierta metálica.

### 6.2.6. Aparatos de mando y maniobra

Los aparatos de mando y maniobra (interruptores y conmutadores) serán de tipo cerrado y material aislante, cortarán la corriente máxima del circuito en que están colocados sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, y no podrán tomar una posición intermedia.

Las piezas de contacto tendrán unas dimensiones tales que la temperatura no pueda exceder de 65°C en ninguna de ellas.

Deben poder realizarse del orden de 10.000 maniobras de apertura y cierre a la intensidad y tensión nominales, que estarán marcadas en lugar visible.

### 6.2.7. Aparatos de protección

#### Protección contra sobreintensidades

Los conductores activos deben estar protegidos por uno o varios dispositivos de corte automático contra las sobrecargas y contra los cortocircuitos.

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluido el conductor neutro, estarán protegidos contra las sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos).

#### Protección contra sobrecargas

Los dispositivos de protección deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las extremidades o al medio ambiente en las canalizaciones.

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

#### Protección contra cortocircuitos

Deben preverse dispositivos de protección para interrumpir toda corriente de cortocircuito antes de que esta pueda resultar peligrosa debido a los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

#### Situación y composición

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución, o tipo de conductores utilizados.

#### Interruptores automáticos

Los interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades se ajustarán a la norma IEC 60898-1. Esta norma se aplica a los



interruptores automáticos con corte al aire, de tensión asignada hasta 440 V (entre fases), intensidad asignada hasta 125 A y poder de corte nominal no superior a 25000 A.

Los valores normalizados de las tensiones asignadas son:

- 230 V Para los interruptores automáticos unipolares y bipolares.
- 230/400 V Para los interruptores automáticos unipolares.
- 400 V Para los interruptores automáticos bipolares, tripolares y tetrapolares.

Los valores 240 V, 240/415 V y 415 V respectivamente, son también valores normalizados.

Los valores preferenciales de las intensidades asignadas son: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 y 125 A.

El poder de corte asignado será: 1500, 3000, 4500, 6000, 10000 y por encima 15000, 20000 y 25000 A.

La característica de disparo instantáneo de los interruptores automáticos vendrá determinada por su curva: B, C o D.

Cada interruptor debe llevar visible, de forma indeleble, las siguientes indicaciones:

- La corriente asignada sin el símbolo A precedido del símbolo de la característica de disparo instantáneo (B, C o D) por ejemplo B16.
- Poder de corte asignado en amperios, dentro de un rectángulo, sin indicación del símbolo de las unidades.
- Clase de limitación de energía, si es aplicable.

Los bornes destinados exclusivamente al neutro deben estar marcados con la letra "N".

### Interruptores automáticos de baja tensión

Los interruptores automáticos de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-947-2.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas, los métodos de fabricación y el empleo previsto de los interruptores automáticos.

Cada interruptor automático debe estar marcado de forma indeleble en lugar visible con las siguientes indicaciones:

- Intensidad asignada (In).
- Capacidad para el seccionamiento, si ha lugar.
- Indicaciones de las posiciones de apertura y de cierre respectivamente por O y | si se emplean símbolos.

También llevarán marcado, aunque no sea visible en su posición de montaje, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, y el símbolo que indique las características de desconexión, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

### Fusibles

Los fusibles de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-269-1

Esta norma se aplica a los fusibles con cartuchos fusibles limitadores de corriente, de fusión encerrada y que tengan un poder de corte igual o superior a 6 kA. Destinados a asegurar la protección de circuitos, de corriente alterna y frecuencia industrial, en los que la tensión asignada no sobrepase 1000 V, o los circuitos de corriente continua cuya tensión asignada no sobrepase los 1500 V.

Los valores de intensidad para los fusibles expresados en amperios deben ser: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250.

Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido construidos.

### Interruptores con protección incorporada por intensidad diferencial residual

Los interruptores automáticos de baja tensión con dispositivos reaccionantes bajo el efecto de intensidades residuales se ajustarán al anexo B de la norma UNE-EN 60-947-2.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas.

Los valores preferentes de intensidad diferencial residual de funcionamiento asignada son: 0.006A, 0.01A, 0.03A, 0.1A, 0.3A, 0.5A, 1A, 3A, 10A, 30A.

Características principales de los dispositivos de protección

Los dispositivos de protección cumplirán las condiciones generales siguientes:

- Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.
- Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán construidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Permitirán su recambio de la instalación bajo tensión sin peligro alguno.
- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger, respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad - tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocadas, sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos, sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre

las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito, y que sean de características coordinadas con las del interruptor automático.

- Los interruptores diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación, y de lo contrario deberán estar protegidos por fusibles de características adecuadas.

### Protección contra sobretensiones de origen atmosférico

Según lo indicado en la Instrucción ITC BT 23 en su apartado 3.2:

Cuando una instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados se considera necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación.

Así mismo se considera necesaria la instalación de protecciones contra sobretensiones de origen atmosférico, en aquellas instalaciones que estén ubicadas en edificios con pararrayos o en aquellos que se encuentren a menos de 50 metros de estos.

El nivel de sobretensiones puede controlarse mediante dispositivos de protección contra las sobretensiones colocados en las líneas aéreas (siempre que estén suficientemente próximos al origen de la instalación) o en la instalación eléctrica del edificio.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

En general se considera necesario proteger la instalación con protecciones contra sobretensiones Tipo II tanto en la parte de corriente continua como en la parte de corriente alterna, y Tipo I + II cuando exista un pararrayos a menos de 50 metros de la instalación, también en ambas partes. Todo ello según lo indicado en el correspondiente punto de la memoria del proyecto.

En redes TT, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

### Protección contra contactos directos e indirectos

Los medios de protección contra contactos directos e indirectos en instalación se ejecutarán siguiendo las indicaciones detalladas en la Instrucción ITC BT 24, y en la Norma UNE 20.460 - 4-41.

La protección contra contactos directos consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Los medios a utilizar son los siguientes:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

Se utilizará el método de protección contra contactos indirectos por corte de la alimentación en caso de fallo, mediante el uso de interruptores diferenciales.

La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 s.

Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz, a:

- 24 V en los locales o emplazamientos húmedos o mojados.
- 50 V en los demás casos.

Todas las masas de una misma instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.

Como dispositivos de corte por intensidad de defecto se emplearán los interruptores diferenciales.

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$V_c = R * I_S$$

Donde:

- R: Resistencia de puesta a tierra (Ohm).
- $V_c$ : Tensión de contacto máxima (24 V en locales húmedos y 50 V en los demás casos).
- $I_S$ : Sensibilidad del interruptor diferencial (valor mínimo de la corriente de defecto, en A, a partir del cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger).

### 6.2.8. Instalación de puesta a tierra

Estará compuesta de toma de tierra, conductores de tierra, borne principal de tierra y conductores de protección. Se llevarán a cabo según lo especificado en la Instrucción ITC-BT-18.

#### Naturaleza y secciones mínimas

Los materiales que aseguren la puesta a tierra serán tales que:

El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.

Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.

En todos los casos los conductores de protección que no formen parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección al menos de: 2,5 mm<sup>2</sup> si disponen de protección mecánica y de 4 mm<sup>2</sup> si no disponen de ella.

Las secciones de los conductores de protección, y de los conductores de tierra están definidas en la Instrucción ITC-BT-18.

### Tendido de los conductores

Los conductores de tierra enterrados tendidos en el suelo se considera que forman parte del electrodo.

El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección, será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y el desgaste mecánico.

### Conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y masas y con los electrodos

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masas que se desea poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos, las conexiones deberán efectuarse por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión. Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión tales como estaño, plata, etc.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos cualesquiera que sean éstos. La conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuará siempre por derivaciones desde éste. Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas.

Deberá preverse la instalación de un borne principal de tierra, al que irán unidos los conductores de tierra, de protección, de unión equipotencial principal y en caso de que fuesen necesarios, también los de puesta a tierra funcional.

### Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra

Se prohíbe intercalar en circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

### 6.3. Medidas de seguridad

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

### 6.4. 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 para facilitar su correcta interpretación.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que quedará constancia por medio de los certificados de cumplimiento de las normas que, en este sentido, les sean de aplicación.

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 de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión. Estas pruebas serán llevadas a cabo por el Organismo de Control Autorizado, cuando así sea requerido reglamentariamente, y se deberá hacer entrega del correspondiente Certificado de Inspección con resultado favorable.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha, se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- Entrega de toda la documentación requerida en este PCT, y como mínimo la recogida en la norma UNE-EN 62446-1: Sistemas fotovoltaicos (FV). Requisitos para ensayos, documentación y mantenimiento. Parte 1: Sistemas conectados a la red. Documentación, ensayos de puesta en marcha e inspección.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a un punto de recogida de residuos o punto limpio.

Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.

### 6.5. Garantías

#### 6.5.1. Ámbito general de la garantía

Sin perjuicio de cualquier 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 propietario de la instalación o licitador, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

No obstante, el Contratista quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se aprecia 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.

#### 6.5.2. Plazos

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 2 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía mínima de producto será de 10 años. La garantía del rendimiento de la instalación será por 25 años, mientras que para los inversores la garantía de producto será de 5 años.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el Contratista, o a reparaciones que el Contratista haya de realizar para cumplir

las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

### 6.5.3. Condiciones económicas

La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.

Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como 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 deben 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 Contratista 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 Contratista no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del Contratista, 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.



## 7. SEÑALIZACIÓN

El uso de señales será de obligado cumplimiento siempre que así lo refleje el promotor o los coordinadores de seguridad de la obra. No obstante, si será de obligado cumplimiento la señalización con cinta de balizar de aquellas zonas en las cuales pueda existir un peligro para personas ajenas o no ajenas de la obra, tales como, zanjas, zonas de acopio o zonas de elevación de material.

Algunas de las señales que podremos encontraremos en este tipo de proyectos son:

- **Señales de prohibición**



**Figura.12. Señales de prohibición.**

- Señales de indicación de peligro o advertencia

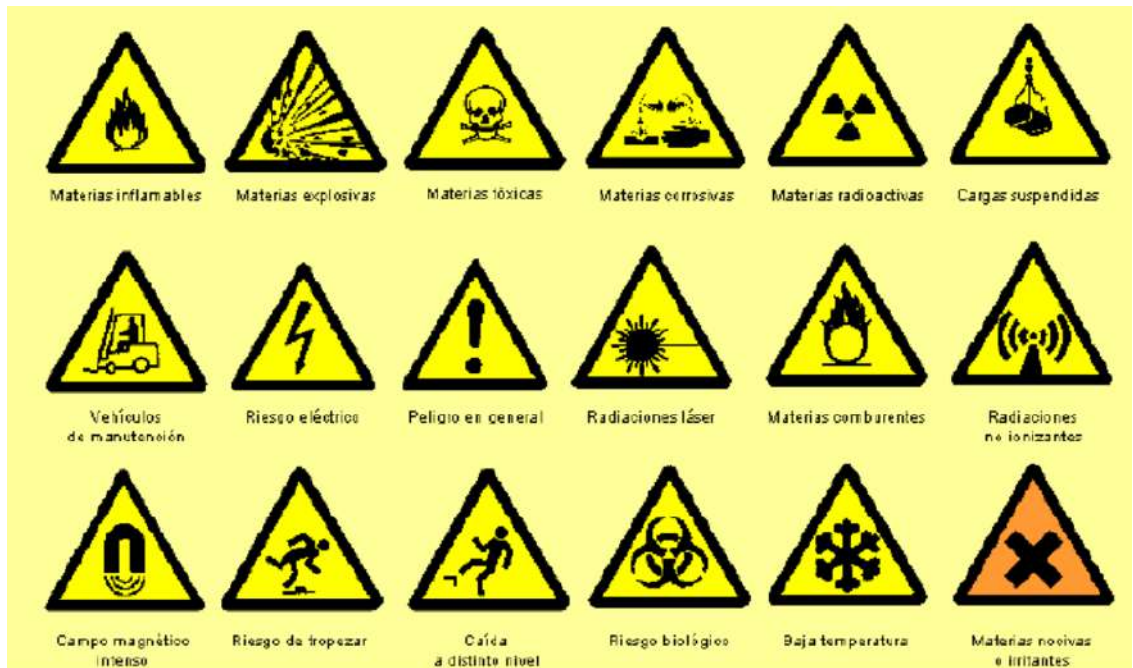


Figura.13. Señales de peligro.

- Señales de información de seguridad

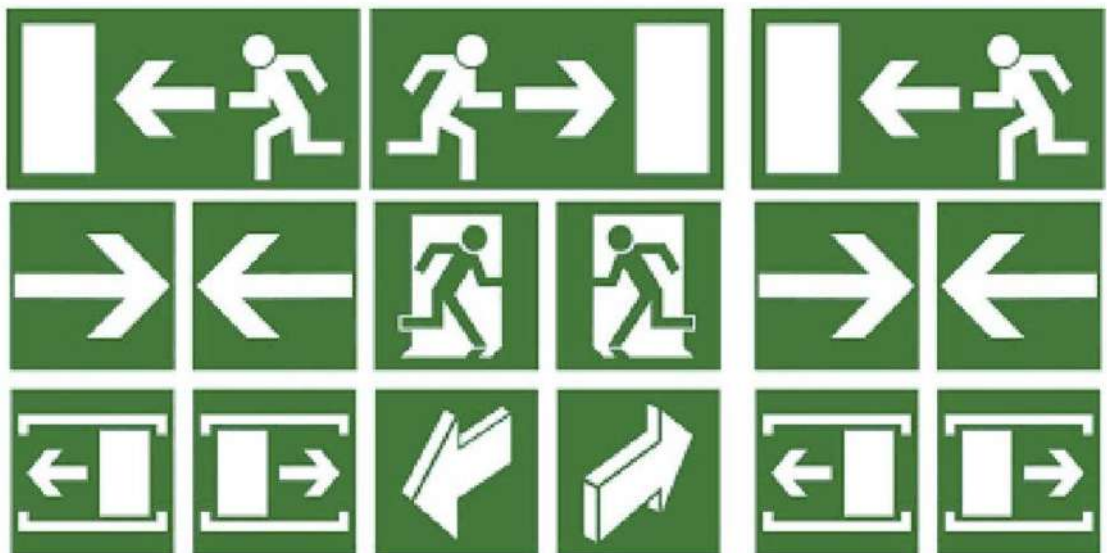


Figura.14. Señales de información de seguridad.

- **Señales de obligación**



*Figura.15. Señales de obligación.*

- **Señales de información**



*Figura.16. Señales de información.*

- Señalización y localización equipos contra incendios



Figura.17. Señales de incendio.

- Otras señales comunes en este tipo de obras

SEÑALIZACION DE OBRA

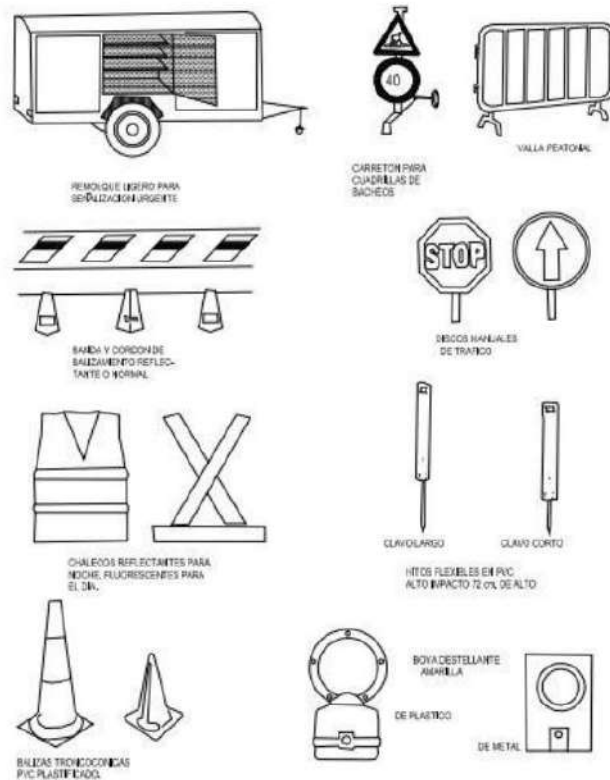


Figura.18. Señalización de obra.

## CODIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS

Si se quiere que no haya confusiones peligrosas cuando el maquinista o enganchador cambien de una máquina a otra y con mayor razón de un taller a otro, es necesario que todo el mundo hable el mismo idioma y maneje con los mismos señales.

Nada mejor para ello que seguir los movimientos que para cada operación se insertan a continuación.

1 Levantar la carga



2 Levantar el aguilón o pluma



3 Levantar la carga lentamente



4 Levantar el aguilón o pluma lentamente



5 Levantar el aguilón a plena y bajar la carga



6 Bajar la carga



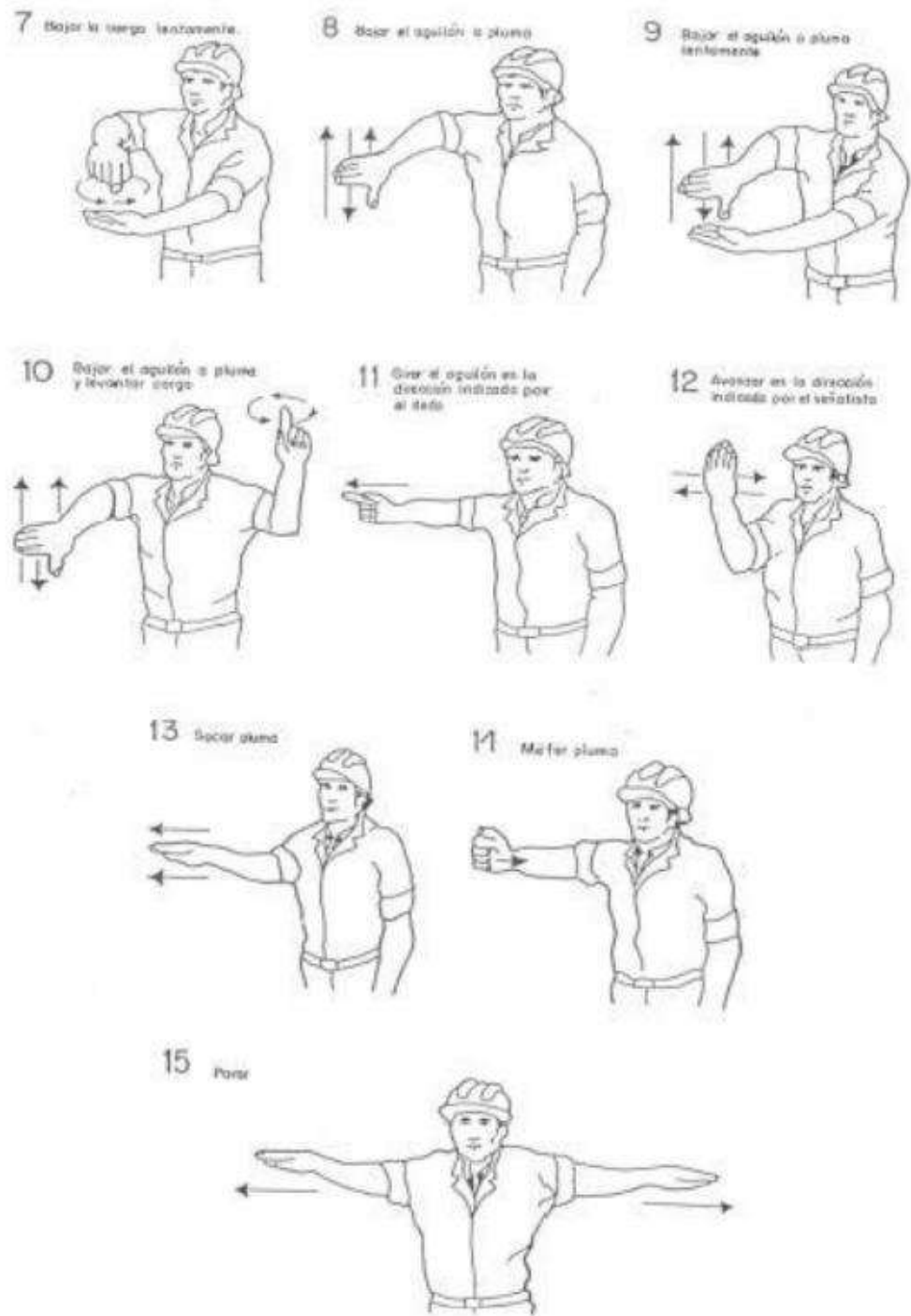


Figura.19. Señales de maniobra.

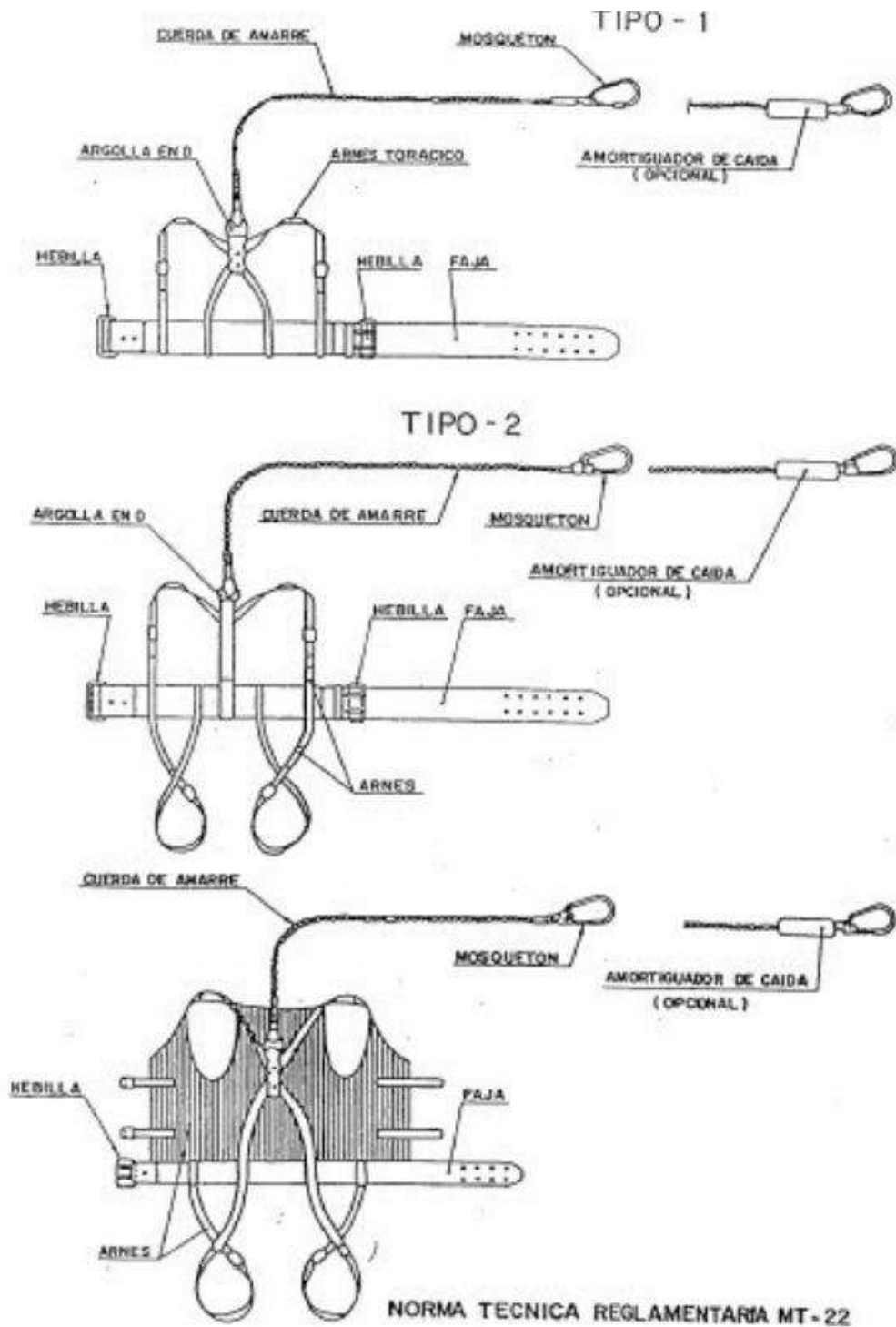


Figura.20. Señal de arnés.

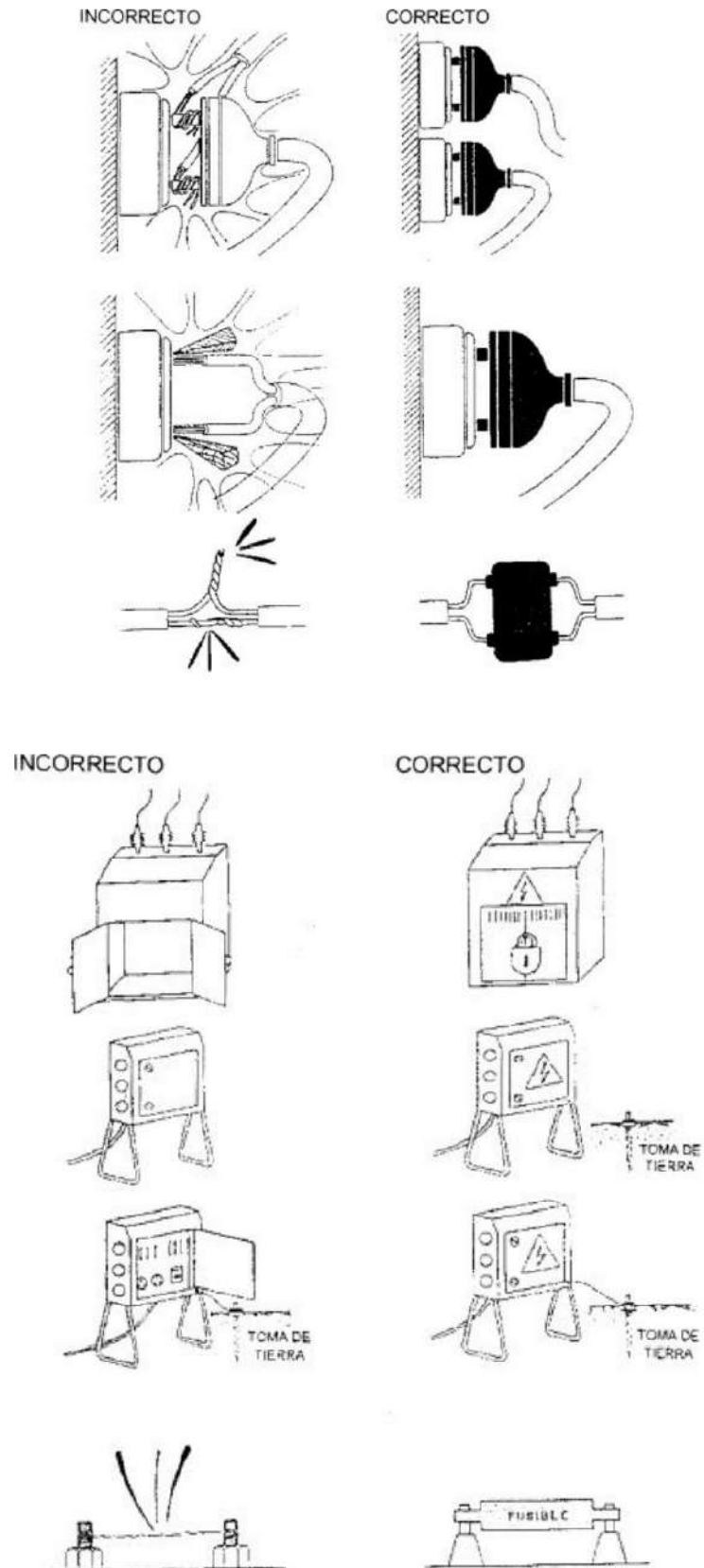


Figura.21. Señales riesgo eléctrico.





Figura.22. Señales riesgo eléctrico.

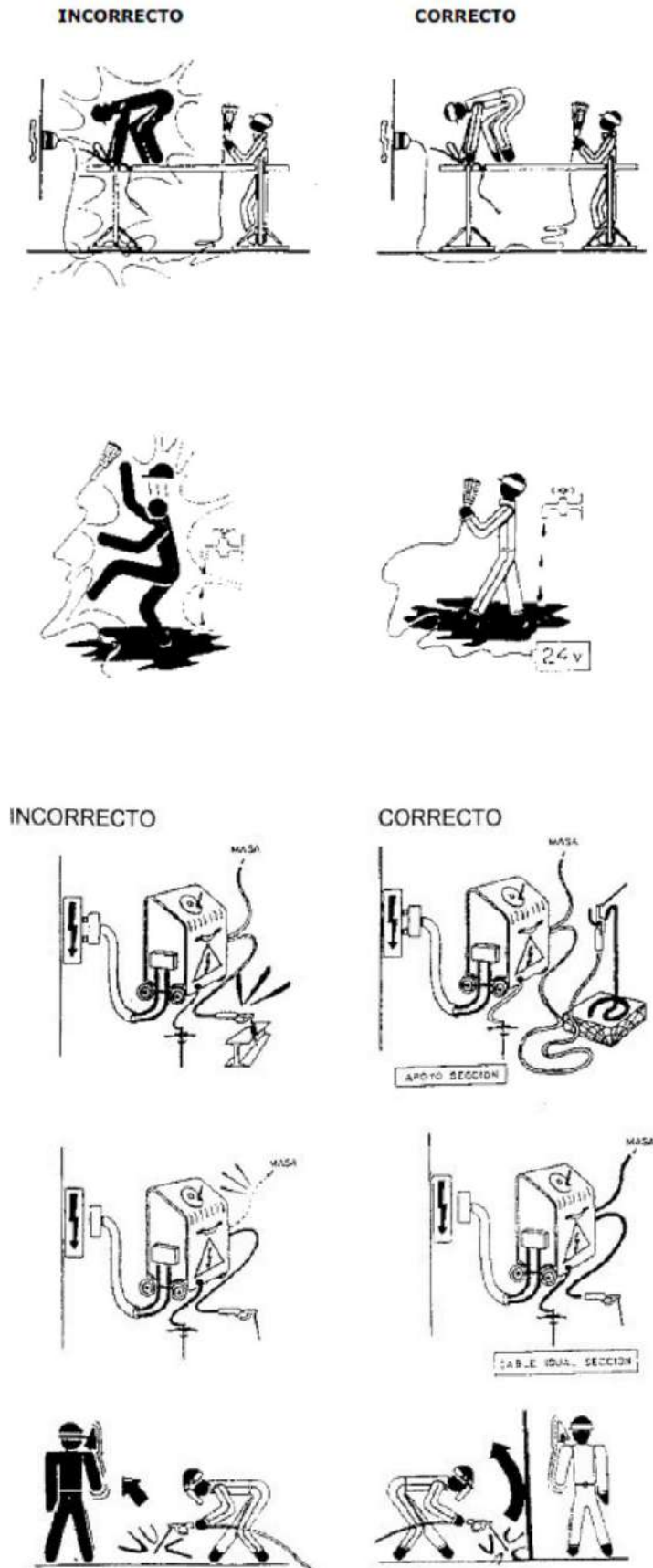


Figura.23. Señales riesgo eléctrico.



Figura.24. Señales riesgo eléctrico.

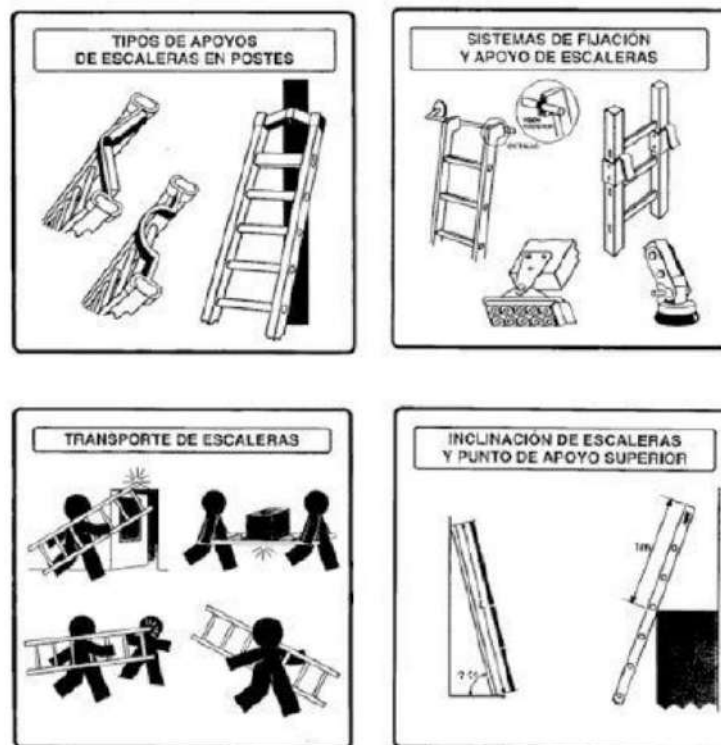


Figura.25. Señales uso de escalera.

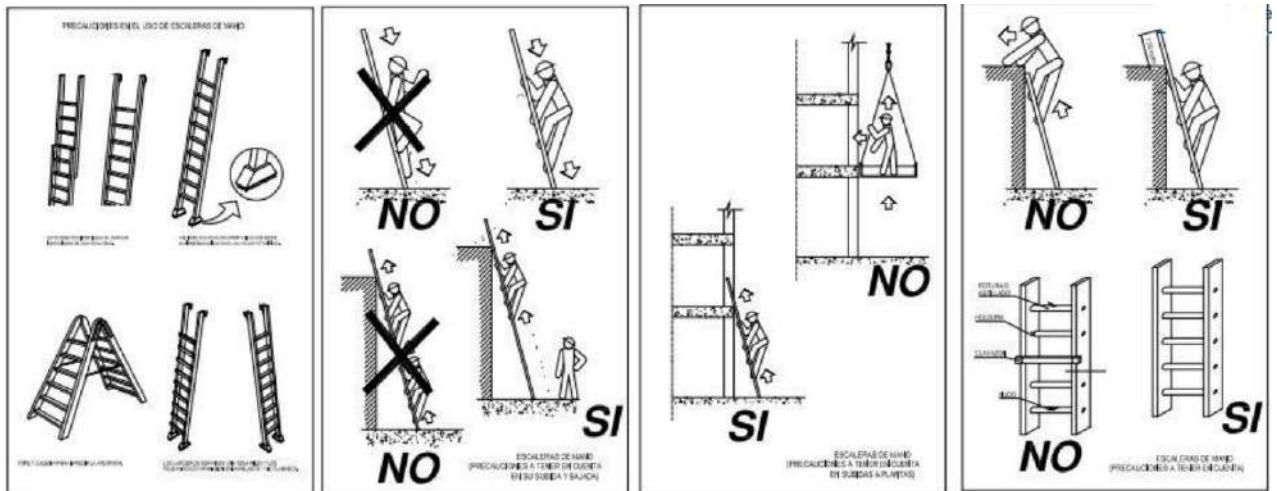


Figura.26. Señales uso de escalera.

Firmado: Silvia Juliana Díaz Ruiz  
Salamanca, 2025  
Magíster en ingeniería industrial  
Colegiado Nº 2045 (COGITI Salamanca)

# ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Duero  
A E C T  
Douro

# Índice del estudio básico de seguridad y salud

1. INTRODUCCIÓN .....	96
1.1. Justificación.....	96
1.2. Objeto .....	96
1.3. Datos generales del proyecto .....	97
1.4. Normativa aplicable en la obra .....	97
1.5. Obligaciones de los agentes implicados.....	105
2. ÁMBITO DE APLICACIÓN .....	110
3. DATOS GENERALES DE LA OBRA.....	110
3.1. Descripción del proyecto y fases de la obra .....	110
3.1.1. Instalación de Estructura Inclinada Lastrada.....	110
3.1.2. Instalación de Módulos fotovoltaicos .....	112
3.1.3. Instalación de Inversores .....	118
3.1.4. Protecciones eléctricas y cableado .....	119
3.1.5. Puesta en marcha de la instalación .....	120
3.2. Identificación de maquinaria .....	123
3.2.1. Maquinaria de transporte .....	123
3.2.2. Medios de elevación .....	126
4. IMPLANTACIONES DE SALUBRIDAD Y CONFORT .....	129
5. IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES .....	131
5.1. Riesgos y Medidas preventivas asociadas.....	131
5.1.1. Redes de seguridad (Protección de lucernarios).....	131
5.1.2. Línea de vida (Sistema anticaídas) .....	132
5.1.3. Zona de Acopio e Isado .....	132

5.1.4. Señalización de seguridad .....	134
5.1.5. Elevación de materiales .....	136
5.1.6. Iluminación .....	137
5.2. Identificación y prevención de riesgos laborales evitables .	138
5.3. Identificación y prevención de riesgos laborales no evitables	139
5.4. Previsiones e informaciones útiles para el uso normal de la instalación.....	141
6. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA.....	142
7. OBSERVACIONES.....	145

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Justificación

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio de Seguridad y Salud. Por lo tanto, hay que comprobar que se dan los siguientes supuestos:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea inferior a 450.759,08 euros.
- Que la duración estimada sea inferior a 30 días laborables, no empleándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, en tendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea inferior a 500.
- Que no se trate de obras de túneles, galerías, ni conducciones subterráneas y presas.

Como se dan todos los supuestos anteriormente indicados, se redacta el presente ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

### 1.2. Objeto

La finalidad del estudio es la definición de las medidas preventivas adecuadas a los riesgos de accidente y enfermedades profesionales que comporte la realización de la obra, y los trabajos de montaje, conservación y mantenimiento de las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores. Servirá para dar unas normas básicas a las empresas subcontratadas para el cumplimiento de sus obligaciones en el ámbito de la prevención de los riesgos profesionales, siempre bajo control de la dirección facultativa y de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, que establece la obligatoriedad de la inclusión de un estudio básico de seguridad y salud, en los proyectos de obras. En este Estudio se establecerán las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes en el montaje de las instalaciones antes mencionadas, objeto del presente proyecto. Este Estudio afecta a todos los trabajos que se desempeñen en la ejecución del proyecto.



Conforme se especifica en el apartado 2 del Artículo 6 del R.D. 1627/1997, el Estudio Básico deberá precisar:

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

### 1.3. Datos generales del proyecto

<b>Título de la obra:</b>	<b>INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO DE 10kW</b>
<b>Situación:</b>	
<b>Proyctista:</b>	D. Silvia Juliana Díaz Ruiz

### 1.4. Normativa aplicable en la obra

La relación de normativa que a continuación se presenta, no pretende ser exhaustiva, se trata únicamente de recoger la normativa legal vigente en el momento de la edición de este documento, que sea de aplicación y del mayor interés para la realización de los trabajos objeto del contrato al que se adjunta este Estudio Básico de Seguridad y Salud. - Ley 31/95, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- Ley 54/2.003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Decreto del 28/11/69 Reglamento Técnico de Líneas Eléctrica Aéreas de AT.

- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1980, Ley 32/1984, Ley 11/1994).
- Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio. Texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, sobre utilización de Equipos de Trabajo.
- Orden del Ministerio de trabajo de 9 de marzo de 1971, sobre Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y disposiciones complementarias.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 614/2.001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembro sobre maquinaria (BOE núm. 297, de 11 de diciembre 1992).
- Real Decreto 56/1995, de 20 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 1435/1992, de 27 de diciembre (BOE núm. 33, de 8 de febrero de 1995).
- Ley 31/1.995, de 8 de noviembre, de la Jefatura del Estado de Prevención de Riesgos Laborales (BOE 10/11/1995).

- LEY 50/1998, de 30 de diciembre de 1998, Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social (Modificaciones de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales) (BOE 31/12/1998).
- Instrucción de 26 de febrero de 1996, de la Secretaría de Estado para la Administración Pública, para la aplicación de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en la Administración del Estado.
- Orden TIN/2504/2010, de 20 de septiembre, por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en lo referido a la acreditación de entidades especializadas como servicios de prevención, memoria de actividades preventivas y autorización para realizar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas.
- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto Legislativo 5/2000, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el orden social.
- La Ley 54/2003. de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales (BOE nº298, de 13/12/2003).
- Resolución de la Dirección General de Trabajo de 26 de julio de 2002 por la que se dispone la inscripción en el registro y publicación del Convenio General del sector de la Construcción 2002-2006.
- Título II (Capítulos de I a XII): Condiciones Generales de los centros de trabajo y de los mecanismos y medidas de protección de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (O.M. de 9 de marzo de 1.971).
- Capítulo XVI: Seguridad e Higiene; secciones 1ª, 2ª y 3ª de la Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica. (O.M. de 28 de agosto de 1.970). Modificada por: Orden de 27 de Julio de 1973.
- Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre de 1997, DEL Ministerio de la Presidencia por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y de Salud en las Obras de Construcción.
- Orden TIN/2504/2010, de 20 de septiembre, por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de

Prevención, en lo referido a la acreditación de entidades especializadas como servicios de prevención, memoria de actividades preventivas y autorización para realizar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas.

- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización. Orden TAS/3623/2006, de 28 de noviembre, por la que se regulan las actividades preventivas en el ámbito de la Seguridad Social y la financiación de la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Resolución de 18 de febrero de 1998, de la Dirección General de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, sobre el Libro de Visitas de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social
- Ordenanzas Municipales sobre el uso del suelo y edificación.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción y Obras Públicas.

### **Normativa específica de señalizaciones**

- Orden Ministerial del 14 de marzo de 1960 (BOE 23-03-60). Normas de señalización de obras en carreteras.
- Orden de 31 de agosto de 1.987 sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías de carretera fuera de poblado.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

### **Normativa específica de equipos de protección individual**

- R.D. 1.407/1.992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual-EPI. Modificado por: Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero.

- R.D. 773/1.997 de 30 de mayo, del Ministerio de Presidencia, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (BOE 12/06/1997)
- Directiva del Consejo 89/656, de 30 de noviembre de 1989, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual.

### **Normativa específica de equipos de trabajo**

- R.D. 1215/1.997, de 18 de julio, del Ministerio de Presidencia por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (BOE 07/08/1997).

### **Normativa específica de seguridad en máquinas y herramientas:**

- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 836/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-2" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
- Convenio nº 119, de 25 de junio de 1963, relativo a la protección de la O.I.T., rectificado el 26 de noviembre de 1971.
- Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

### **Normativa específica de protección acústica, para iluminación, vibraciones y ambientes de trabajo**

- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Orden del M<sup>º</sup> de Industria y Energía. 29/03/1.996. Modificación del Anexo I del Real Decreto 245/1.989.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 1124/2000, de 16 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Instrumento de ratificación de 31 de marzo de 1973 (Jefatura), del Convenio de 23 de junio de 1971 n<sup>º</sup> 136 de la Organización Internacional del Trabajo, relativo a la protección contra los riesgos de intoxicación por el benceno.
- Resolución de 15 de febrero de 1977, de las Direcciones Generales de Trabajo y Promoción Industrial y Tecnología, por la que se actualizan las instrucciones complementarias de desarrollo de la Orden de Presidencia de Gobierno de 14 de septiembre de 1959, que regula el empleo de disolventes y otros compuestos que contengan benceno.
- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
- Resolución de 11 de febrero de 1985, que constituye una Comisión de seguimiento para la aplicación del Reglamento sobre trabajos con riesgos de amianto.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

- Directiva 2000/54/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de septiembre de 2000, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo (Séptima Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE).
- Directiva de la Comisión, de 29 de mayo de 1991, relativa al establecimiento de valores límite de carácter indicativo, mediante la aplicación de la Directiva 80/1107/CEE del Consejo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes químicos, físicos y biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, en el que se establecen las normas sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, por el que se regula la protección de los trabajadores contra los riesgos para su salud y su seguridad derivados de la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y la prevención de los mismos.

### **Normativa específica de electricidad**

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 614/2.001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

### **Normativa específica de aparatos elevadores**

- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 2.291/1.985, de 8 de noviembre. Reglamento aparatos de elevación y manutención de los mismos.

- Instrucciones Técnicas Complementarias al RD 2291/1985.
- Real Decreto 474/1.988 de 30 de marzo, por el que se dictan disposiciones de aplicación de la Directiva 88/528/CEE sobre aparatos elevadores de manejo mecánico.
- Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales.
- Movimiento manual de cargas
- Decreto de 26 de julio de 1957, que aprueba el Reglamento de trabajos prohibidos a menores por peligrosos e insalubres.
- Instrumento de ratificación del Convenio 127, relativo al peso máximo de la carga que puede ser transportada por un trabajador, de 7 de junio de 1967.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Otras disposiciones de aplicación
- R.D. 487/1.997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Reglamento electrotécnico de baja Tensión e Instrucciones Complementarias. Orden de 20/09/1.986: Modelo de libro de Incidencias correspondiente a las obras en que sea obligatorio un Estudio de Seguridad y Salud en el trabajo.
- Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo.

Cualquier otra disposición sobre la materia en vigor o que se promulgue durante la vigencia de este documento.



## 1.5. Obligaciones de los agentes implicados

### **Obligaciones de la propiedad**

La propiedad, viene obligada a incluir el presente Estudio de Seguridad y Salud, como documento adjunto del Proyecto de Obra.

El promotor designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra cuando en la elaboración de este intervengan varios proyectistas.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o varios trabajadores autónomos, el promotor, antes del inicio de los trabajos, designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

La inclusión en el proyecto de ejecución de obra de un Estudio de Seguridad y Salud será requisito necesario para el visado de aquel en el colegio profesional correspondiente, así como para la expedición de la licencia municipal, demás autorizaciones y trámites por parte de las Administraciones Públicas.

Asimismo, abonará a la Empresa Constructora, previa certificación del Coordinador de Seguridad y Salud, las partidas incluidas en el documento “Presupuesto” del Plan de Seguridad y Salud. Si se implantasen elementos de seguridad, no incluidos en el Presupuesto, durante la realización de la obra, éstos se abonarán igualmente a la Empresa Constructora, previa autorización del Coordinador de Seguridad y Salud.

Por último, la Propiedad vendrá obligada a abonar al Coordinador de Seguridad y Salud, los honorarios devengados en concepto de implantación, control y valoración del Plan de Seguridad y Salud.

### **Obligaciones de la dirección facultativa**

La Dirección Facultativa considerará el Estudio de Seguridad y Salud como parte integrante de la ejecución de la obra, correspondiéndole el control y supervisión de la ejecución del Plan de Seguridad y Salud, autorizando previamente cualquier modificación de éste, dejando constancia escrita en el Libro de Incidencias.

Periódicamente, según lo pactado, se realizarán las pertinentes certificaciones del Presupuesto de Seguridad, poniendo en conocimiento de la Propiedad y de los organismos

competentes, el incumplimiento, por parte de la Empresa Constructora, de las medidas de Seguridad contenidas en el Plan de Seguridad y Salud.

### **Obligaciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto**

Le corresponde elaborar el Estudio de Seguridad y Salud, o hacer que se elabore bajo su responsabilidad.

Coordinará en fase de concepción, estudio y elaboración del proyecto de obra la toma en consideración de los principios generales de prevención en materia de seguridad y salud previstos en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

### **Obligaciones por parte del coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra**

Al Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra le corresponderá el control y supervisión de la ejecución del Plan/es de Seguridad y Salud, autorizando previamente cualquier modificación de éste y dejando constancia escrita en el Libro de Incidencias.

Coordinará la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente y al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.

Coordinará las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del Real Decreto 1626/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Aprobará el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones contenidas en el mismo. Organizará la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Coordinará las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

Adoptará las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

Periódicamente, según lo pactado, se realizarán las pertinentes certificaciones del Presupuesto de Seguridad, poniendo en conocimiento de la Propiedad y de los organismos competentes, el incumplimiento, por parte de la/s Empresa/s Contratista/s, de las medidas de Seguridad contenidas en el Estudio de Seguridad y Salud.

### **Obligaciones por parte de la empresa constructora o instaladora**

La/s Empresa/s Contratista/s viene/n obligada/s a cumplir las directrices contenidas en el Estudio de Seguridad y Salud, a través del/los Plan/es de Seguridad y Salud, coherente/s con el anterior y con los sistemas de ejecución que la misma vaya a emplear. El Plan de Seguridad y Salud, contará con la aprobación del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra, y será previo al comienzo de la obra.

La/s Empresa/s Contratista/s, cumplirá/n las estipulaciones preventivas del Estudio y el Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de los daños que se deriven de la infracción de este por su parte o de los posibles subcontratistas y empleados.

El Contratista estará obligado responsablemente a cumplir y a hacer cumplir a su personal y al personal de los posibles gremios o empresas subcontratadas, empresas de suministros, transporte, mantenimiento o cualquier otra, todas las disposiciones y normas legales existentes a nivel internacional, estatal, autonómico, provincial y local que sean de aplicación y estén vigentes o entren en vigor durante la realización de la obra.

Todo lo que sin apartarse del espíritu general del Proyecto ordene la Promoción o la Dirección Facultativa será ejecutado obligatoriamente por el Contratista aun cuando no esté estipulado expresamente en el mismo.

En ningún caso podrá deducirse relación contractual alguna entre las subcontratas o cualquier empresa de suministros, transporte, mantenimiento u otras y la Promotora como consecuencia del desarrollo de aquellos trabajos parciales correspondientes al subcontrato o a compras y pedidos. El Contratista será, en todo caso, responsable de las actividades de las citadas empresas y de las obligaciones derivadas.

Es responsabilidad del Contratista la ejecución correcta de las medidas fijadas en el Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de las consecuencias que se deriven tanto el Contratista como las subcontratas o similares (suministro, transporte, mantenimiento u otras) que en la obra existieran respecto a las inobservancias de dichas medidas que fueren a los segundos imputables.

El Contratista, o el Contratista y las subcontratas solidariamente, será el único responsable frente al propio personal y la Administración, Organismos Públicos y privados o cualquier otro ente y/o persona física o jurídica de la correcta aplicación y cumplimiento de las obligaciones derivadas de la legislación vigente, especialmente en materia laboral y de seguridad e higiene. Esta responsabilidad se extiende en caso de accidente sufrido durante la realización de los trabajos.

El Contratista, o el Contratista y las subcontratas solidariamente, responderán íntegramente con entera indemnidad de la Promoción y de la Dirección, aun cuando cualquiera de estas últimas, una de ellas o las dos, fueran solidariamente sancionadas.

El Contratista, o el Contratista y las subcontratas solidariamente, será el único responsable de los daños y perjuicios, de cualquier índole, causados a terceras personas, bienes o servicios con motivo de los trabajos. El Contratista no podrá ceder ni traspasar ninguna de las obligaciones responsables asumidas a terceras personas sin el previo consentimiento escrito y expreso de la Promoción.

Por el hecho de autorizarse la cesión o traspaso citados en el punto anterior, el Contratista no quedará relevado bajo ningún concepto de las obligaciones y responsabilidades que pudieran derivarse para la Promoción o para la Dirección por las acciones u omisiones cometidas por el tercero subrogado, respondiendo en su mérito solidariamente con este.

Son obligaciones generales del Contratista, y de los posibles subcontratistas y similares (suministros, transporte, mantenimiento u otras) si los hubiera, cumplir con los establecido por la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y cuantas, en materia de Seguridad y Salud Laboral, fueran de aplicación en los centros o lugares de trabajo de la Empresa, por razón de las actividades laborales que en ella se realicen.

La empresa constructora viene obligada a cumplir las directrices contenidas en el Estudio de Seguridad y Salud, a través del Plan de Seguridad y Salud, coherente con el anterior y con los sistemas de ejecución que la misma vaya a emplear. El Plan de Seguridad y Salud contará con la aprobación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, y será previo al comienzo de la obra.

El contratista acreditará ante la Dirección Facultativa de la obra, la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal de la obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, la Dirección Facultativa, comprobará que existe un plan de emergencia para la atención de personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección y teléfonos de estos servicios deberán ser colocada de forma visible y en lugares estratégicos de la obra.

Antes de comenzar la jornada, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan establecido, informando a todos los operarios claramente de las maniobras a realizar, los posibles riesgos existentes y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta. Deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

### Obligaciones por parte de los trabajadores

Dispondrán de una adecuada formación sobre Seguridad y Salud Laboral mediante la información de los riesgos a tener en cuenta, así como sus correspondientes medidas de prevención. La información deberá ser comprensible para los trabajadores afectados.

De acuerdo con el artículo 29 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, las obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos son las siguientes:

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular: Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.

Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas de éste.

No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes o que se instalen en los medios relacionados con su actividad o en los lugares de trabajo en los que ésta tenga lugar.

Informar de inmediato a su superior jerárquico directo, y a los trabajadores designados para realizar actividades de protección y de prevención o, en su caso, al servicio de prevención, acerca de cualquier situación que, a su juicio, entrañe, por motivos razonables, un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.

Cooperar con el empresario para que éste pueda garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras y no entrañen riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.

El incumplimiento por los trabajadores de las obligaciones en materia de prevención de riesgos a que se refieren los apartados anteriores tendrá la consideración de incumplimiento laboral a los efectos previstos en el artículo 58.1 del Estatuto de los Trabajadores.

## 2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

La vigencia del Estudio de Seguridad y Salud se inicia desde la fecha en que se produzca el visado del proyecto base de ejecución por el Colegio Oficial Correspondiente y la aprobación expresa del Plan de Seguridad, por el Coordinador en materia de Seguridad e Higiene durante la ejecución de la Obra, responsable de su control y seguimiento.

Su aplicación será vinculante para todo el personal propio de la empresa constructora, el dependiente de otras empresas subcontratadas por esta y los distintos trabajadores autónomos, para realizar sus trabajos en el interior del recinto de la obra, con independencia de las condiciones contractuales que regulen su intervención en la misma.

## 3. DATOS GENERALES DE LA OBRA

### 3.1. Descripción del proyecto y fases de la obra

#### 3.1.1. Instalación de Estructura Inclinada Lastrada

Los módulos fotovoltaicos se instalarán sobre una estructura coplanar a la cubierta, está se encarga de asegurar un buen anclaje del generador solar, facilitando la instalación y mantenimiento de los paneles.

#### IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS

- caídas de personas al mismo nivel
- caídas de personas a distinto nivel
- Golpes con objetos y/o herramientas
- Cortes con objetos y/o herramientas
- Atrapamientos durante el montaje
- Sobreesfuerzos, postura forzada
- Los derivados del trabajo realizado a la intemperie
- Pisadas sobre objetos
- Contactos eléctricos directos o indirectos
- Ruido

### MEDIDAS PREVENTIVAS

- La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización.
- Esmere el orden y la limpieza durante la ejecución de los trabajos.
- Elimine los clavos/tornillos sueltos o arrancados mediante un barrido y apilado en lugar conocido para su posterior retirada.
- El taladro para su utilización se debe encontrar en perfecto estado de conservación, eliminando o reparando aquellos que estén dañados o agrietados.
- Las conexiones eléctricas no deben estar dañadas.
- Los grados de protección mínimos de las mangueras y de las tomas de corriente son IP45 e IK08.
- Retire las herramientas de ajuste o llaves fijas antes de conectar la herramienta eléctrica. Una herramienta o llave colocada en una pieza rotante puede producir lesiones al ponerse a funcionar.
- Compruebe siempre que la tensión de alimentación es la misma que la indicada en la placa de características de la herramienta (las herramientas de 230V o 240V pueden conectarse también a 220V).
- La clavija de conexión de la máquina debe corresponder a la toma de corriente utilizada. No es admisible modificarla en forma alguna. No emplear adaptadores en aparatos dotados con una toma de tierra. Unas clavijas adecuadas conectadas a la respectiva toma de corriente reducen el riesgo de una descarga eléctrica.
- La instalación eléctrica en la que se conecta la máquina está provista de interruptor magnetotérmico y disyuntor diferencial en perfecto uso.
- Evite una puesta en marcha fortuita de aparatos. Cerciórese de que el aparato esté en posición de apagado antes de conectarlo a la toma de corriente.
- El uso del taladro va a venir en función del tipo de material que se vaya a taladrar. Este aspecto va a influir tanto en el tipo de broca a utilizar como en el uso de la percusión o la velocidad de giro.
- Mantenga limpio y bien iluminado su puesto de trabajo.
- No utilice la herramienta eléctrica en un entorno con peligro de explosión, en el que se encuentren combustibles líquidos, gases o material en polvo. Las herramientas eléctricas producen chispas que pueden llegar a inflamar los materiales en polvo o vapores.
- No trabajar bajo condiciones climatológicas adversas (lluvia, nieve, etc.). En estos casos, la máquina se cubrirá con material impermeable.

- Se evitará el acopio de material en la zona de actuación y, en todos casos, se establecerán zonas destinadas al acopio de materiales en zonas seguras lejos de los cambios de altura, delimitando y señalizados adecuadamente.
- Se impedirá el acceso a las zonas de peligro adyacentes o por debajo de la obra que se realiza en altura.
- Se asegurará de que todo el material está almacenado correctamente, en particular si sopla el viento.
- Para evitar caídas, cortes o riesgos análogos, se colocarán en portaherramientas o estantes adecuados. Durante su uso se evitará su depósito arbitrario por los suelos.

### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Gafas de protección.
- Protectores auditivos.
- Guantes de cuero.
- arnés de seguridad
- Botas de goma o P.V.C. de seguridad

Las partes metálicas de la estructura estarán conectadas a la toma de tierra de la instalación.

### 3.1.2. Instalación de Módulos fotovoltaicos

En total dispondrá de 30 paneles fotovoltaicos de 550W modelo JA SOLAR JAM72S30-550W

La elevación de los paneles fotovoltaicos a la zona de actuación se realizará mediante camión grúa, colocándolos en el lugar correspondiente de la estructura metálica portante.

Durante la instalación de los módulos, se comprobará que todos los orificios de montaje se utilizan para la fijación. Para la fijación de los módulos, se utilizará un sistema de guías. La disposición de los módulos será de doble fila por bancada o mesa estando orientado el lado más largo de los módulos en el eje este-oeste. Una vez se hayan montado mecánicamente las estructuras y módulos, se realizarán los trabajos eléctricos de los circuitos de CC.

La configuración que se realizará a la hora de instalar los módulos fotovoltaicos es la denominada "FORMACIÓN DE STRING". Los strings serán cableados mediante cable de cobre con aislamiento XLPE 0,6/1kV de 1x6mm<sup>2</sup> y con conectores estancos MC4, llevando tanto el



polo positivo como el negativo de cada string a su entrada asignada en el inversor. El cableado de strings por la estructura estará correctamente embreado y protegido, además de disponer de las holguras necesarias y el cableado eléctrico quedará perfectamente etiquetado.

### IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS

- caídas de personas al mismo nivel
- caídas de personas a distinto nivel
- Golpes con objetos y/o herramientas
- Cortes con objetos y/o herramientas
- Atrapamientos durante el montaje
- Sobreesfuerzos, postura forzada
- Los derivados del trabajo realizado a la intemperie
- Pisadas sobre objetos
- Contactos eléctricos directos o indirectos
- Fatiga visual y postural
- Ruido

### MEDIDAS PREVENTIVAS

- Se deberá utilizar una grúa de capacidad suficiente para la manipulación de la descarga.
- El acopio de elementos de estructura y paneles se realizará en una zona llana, de probada resistencia y distribuyéndolos de manera que queden zonas de paso adecuadas.
- No se apilarán materiales a una altura superior a 2 metros, en todo caso se tendrá en cuenta las instrucciones de almacenaje dadas por el fabricante. Solo se apilarán materiales de dimensiones similares, siempre que la estabilidad del conjunto esté garantizada.
- Una vez suministrado en obra el material necesario y acopiado convenientemente, se procederá a su montaje.
- El enganche de la pieza se realizará desde medios auxiliares adecuados y con los elementos de izado más convenientes.
- Se seguirán las normas de uso y medidas de prevención reflejadas para los elementos de izado y medios auxiliares utilizados.

- Los montadores se ubicarán en lugares preestablecidos, fuera del alcance de la carga.
- Bajo la indicación de uno de los montadores o de la persona encargada, siempre el más cercano al operador de la grúa, llevará a su posición las placas, el cual se presentará en la posición a colocar para que los montadores puedan montarlo.
- Se verificará que no existe personal alguno en la zona inferior a la de montaje.
- Se fijarán las placas al mismo ritmo que se colocan, de manera que no pueda transitarse sobre elementos sueltos.
- Para la manipulación de placas es obligatorio el uso de guantes anticorte.
- No se pueden dejar piezas acopiadas sueltas en los bordes de forjados y huecos, a los efectos de evitar desplazamientos y caídas de las mismas por golpes involuntarios o accidentes. Se deberán dejar como mínimo a una distancia de 1,50 m de los mismos.
- No se podrán suspender placas sobre trabajadores ni se permitirá circular o detenerse bajo las mismas, salvo en los casos necesarios para la ejecución del trabajo (alineación, aplomo) y durante el menor tiempo posible.
- No se podrán suspender placas sobre trabajadores ni se permitirá circular o detenerse bajo las mismas, salvo en los casos necesarios para la ejecución del trabajo (alineación, aplomo.) y durante el menor tiempo posible.
- Utilizar botas con puntera reforzada y plantilla anti-perforaciones, mantener el entorno de trabajo con buen orden y limpieza.
- Cuando se interrumpa por cualquier causa el trabajo, se elevará a la máxima altura posible el gancho.
- La maquinaria, materiales, medios auxiliares se dejarán fuera de las zonas de paso y de circulación de personas y vehículos.
- Evitar colocarse en el radio de acción de la grúa móvil y de las piezas.
- Comprobar enganche eslingas a grúa telescópica y tensado del mismo
- Prohibición de permanecer en el radio de acción de la máquina o del material que transporta (piezas)
- Emplear guantes de protección en las tareas de atado de las piezas, así como en las de su posterior colocación en el lugar definitivo.
- No manipular los elementos instalados
- Permanencia de los trabajadores mínimos necesarios para realizarla.
- Se informará a los trabajadores antes del inicio de los trabajos y que se deben de seguir las instrucciones que realice y controle el encargado en todo momento.
- Apuntalamiento y apoyo adecuado de los paquetes de piezas.
- Las maniobras de carga o descarga estarán siempre guiadas por un especialista, en previsión de los riesgos por maniobras incorrectas
- Se prohíbe acercarse al personal de la obra al entorno de la grúa y de la maquinaria y medios auxiliares presentes en la zona de trabajo.
- Disponer de protecciones diferenciales.

- Conexiones y mantenimiento de atornilladora en buen estado y en caso contrario desecharla.
- Los cuadros eléctricos dispondrán de disyuntores diferenciales y las herramientas manuales tendrán doble aislamiento. Las conexiones protegidas con clavijas, cables en buen estado y no empalmados.
- No se utilizarán cables eléctricos sin sus correspondientes enchufes y tomas de corriente adecuados al tipo de ambiente.
- No tirar directamente del cable para desenchufarlo de la corriente.
- Cuidar el buen estado de los cables de alimentación de los aparatos eléctricos, evitando que sean aprisionados por el paso de vehículos o pisados. Protegerlos cuando obligatoriamente se apoyen en el suelo. No utilizar aparatos eléctricos con las manos o los pies mojados.
- Toda la instalación eléctrica deberá cumplir el REBT y toda las maquinas dispondrán de las protecciones y aislamientos necesarios.
- Hay que dimensionar las instalaciones adecuadamente.
- Hay que dotar a las instalaciones de cuadros de mando con los elementos de protección adecuados: interruptores magnetotérmicos y diferenciales.
- Siempre que sea posible, el cableado de las instalaciones provisionales de la obra se pasará colgado del techo, evitando zonas de paso y humedades.
- Los enchufes han de estar en buen estado.
- Los cables manguera tienen que ser antihumedad.
- Hay que verificar periódicamente el buen estado de las instalaciones con mantenimientos regulares.
- Comprobar el correcto funcionamiento de los elementos de protección de los cuadros de mando.
- La reparación de cualquier elemento de la instalación eléctrica ha de correr a cargo de especialistas (electricistas).
- Los cuadros eléctricos, envolventes, apartamentas, tomas de corriente y demás elementos de la instalación provisional de obra han de cumplir las condiciones de seguridad contempladas en el REBT 842/2002 y concretamente la ITC-BT-33.
- Los cuadros eléctricos de obra, llamados «conjuntos para obras CO», se deben construir de acuerdo con la norma UNE-EN 60439-4.
- El grado de protección de los elementos de la instalación situados a la intemperie en las obras será como mínimo de IP 45.
- En los lugares de trabajo donde el nivel de exposición diario equivalente supere los 80 dB(A) y el nivel de pico supere los 135 dB(C):

- Debe evaluarse el nivel de exposición diario equivalente en los lugares de trabajo, tras haber efectuado la evaluación inicial, y repetir las medidas cada tres años, como mínimo.
- Los trabajadores tienen derecho a hacerse un control audio métrico mediante un médico, u otra persona debidamente cualificada bajo la responsabilidad de un médico. La periodicidad debe ser, como mínimo, cada cinco años.
- Se deben poner a disposición de los trabajadores protectores auditivos.
- En los lugares de trabajo donde el nivel de exposición diario equivalente supere los 85 dB(A) y el nivel de pico supere los 137 dB(C):
  - Debe establecerse y ejecutarse un programa de medidas técnicas y de organización, que tendrán que integrarse dentro de la planificación de la actividad preventiva de la empresa, destinado a reducir la exposición al ruido. Se deberá tener en cuenta que los riesgos derivados de la exposición al ruido tienen que eliminarse en el origen o reducir al nivel más bajo posible, y tendrán que considerarse los avances técnicos y la disponibilidad de medidas de control del riesgo en el origen.
- En el caso de realizar esfuerzos a lo largo de las tareas de colocación de las piezas se tendrán en cuenta mantener la espalda recta, doblar rodillas y hacer fuerza con útiles adecuados.
- Se realizarán las indicaciones necesarias al conductor de la grúa para que no sea necesario realizar ningún tipo de manipulación manual de cargas (excepto la colocación final de cada placa).
- Hay que tener presente la necesidad de la existencia de elementos auxiliares para el transporte de material.
- Tener en cuenta las características físicas del individuo (talla, peso, complexión, etc.).
- Realizar pausas durante la actividad.
- Evitar posturas forzadas y/o inadecuadas y hacer pequeños ejercicios para movilizar el resto del cuerpo.
- Siempre que sea posible, mantener la espalda recta durante la actividad.
- En la manipulación y transporte de herramientas o equipos, hay que repartir el peso para no sobrecargar un lado de la columna.
- Utilizar herramientas con mangos largos para economizar esfuerzos.
- Se formará en el manejo adecuado de cargas.
- Diseñar las tareas con el fin de que el trabajador las pueda llevar a cabo en posición neutral.

- Escoger planes de trabajo con alturas que se ajusten al tipo de tareas que se realizan, más bajos si se tiene que realizar esfuerzo y más altos si se tienen que llevar a cabo trabajos de precisión.
- Evitar las posturas inclinadas y/o giradas del tronco.
- Evitar las posturas estáticas y prolongadas de las extremidades superiores e inferiores
- Evitar, siempre que sea posible, los trabajos con las manos por encima de la cabeza.
- Aproximar el cuerpo y las manos tan cerca como sea posible de los trabajos que se han de realizar.
- Si se tiene que adoptar una postura inadecuada desde el punto de vista ergonómico, se ha de:
- Realizar rotación de tareas para usar grupos musculares diferentes. Establecer pausas adecuadas.
- Proponer a los trabajadores la realización de ejercicios de calentamiento antes de empezar a trabajar y de ejercicios de relajación al finalizar la jornada de trabajo.
- Automatizar o ayudarse de elementos mecánicos en las tareas que supongan carga postural elevada (mangos de las herramientas más largas para evitar inclinaciones del tronco, utilización de grúas cesta, etc.).
- Utilizar rodilleras cuando se trabaje arrodillado en el suelo.

### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad
- Gafas de seguridad anti-impactos estándar
- Protector auditivo de tapón de espuma
- Guantes para uso general
- Guantes de goma o P.V.C.
- Botas de seguridad
- Arnés de seguridad

### 3.1.3. Instalación de Inversores

La conexión en serie de los módulos se realiza por su parte posterior a través de los cables con conector tipo MC4 que parten de su caja de derivación estanca (con IP67) provista de tapa de registro. A través de la tapa se accede a las bornes de conexión y a los diodos de derivación.

En este punto se recogen los riesgos derivados de la instalación de inversores, mecanismos y otros equipos eléctricos.

#### **IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.**

- Caída de personas al mismo nivel
- Choques/golpes contra objetos inmóviles
- Golpes/ cortes por objetos o herramientas
- Atrapamientos por objetos o herramientas
- Contactos eléctricos
- Sobreesfuerzos
- Incendios

#### **MEDIDAS PREVENTIVAS**

- Mantener el espacio de trabajo limpio y ordenado. Eliminar los residuos generados lo antes posible despejando la zona y hacia lugares seguros que no generen nuevos riesgos.
- Use siempre la herramienta adecuada para el trabajo que realice.
- No se colocarán objetos ni máquinas ni herramientas de clase alguna en lugar que pueda causar daños por caídas y entorpecimiento en lugares de paso.
- Las escaleras portátiles deben estar en buen estado y los peldaños sin defectos, bien ensamblados. Se colocarán en lugares donde la base esté bien apoyada
- Las operaciones de uniones deberán efectuarse con guantes
- Utilizar gafas de seguridad o pantalla facial normalizadas.
- Los operarios deberán utilizar los guantes contra agresiones mecánicas en todas las tareas que conlleve la manipulación de piezas metálicas con aristas cortantes, salvo que se utilicen equipos de trabajo con riesgo de que el guante quede atrapado.
- Todos los conductores eléctricos que tengan partes activas accesibles se deberán aislar adecuadamente.
- Todos los equipos eléctricos deben disponer de clavija de conexión a tierra y estar conectados a enchufes que dispongan de conexión hembra de toma de tierra.

- Adoptar hábitos de trabajo seguros: desenchufar el cable en periodos largos de no uso de la máquina, no dejarla funcionando en el suelo o en otra superficie, no tirar del cable para desenchufarla, usar enchufes adecuados, no sobrecargar una línea eléctrica con varios usos.

### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.**

- Guantes.
- Calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad
- Ropa de trabajo.
- Arnés de seguridad

#### 3.1.4. Protecciones eléctricas y cableado

Los elementos de protección, maniobra y medida se prevén de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Los trabajos engloban la instalación de cableado para suministro eléctrico, para ello se utilizarán guías que facilitaran la introducción de este por parte de los operarios de forma manual cuando sea necesario o se montaran sobre bandejas metálicas ancladas y por canalizaciones enterradas. Para ello se utilizarán PEMP y herramienta eléctrica ligera, así como manual.

### **IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS**

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Caída de materiales o elementos en manipulación.
- Choques y golpes contra objetos inmóviles.
- Sobreesfuerzos o posturas inadecuadas.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.

### **MEDIDAS PREVENTIVAS**

- Los operarios tendrán los Equipos de Protección Individual correspondientes para la realización de las tareas.

- Los tajos estarán bien iluminados, entre los 200-300 lux.
- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando 'portalámparas estancos con mango aislante', y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a tensión de seguridad.
- Se prohibirá el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- Se acotarán las zonas de trabajo para evitar accidentes.
- Se verificará el estado de los cables de las máquinas portátiles para evitar contactos eléctricos.
- Las herramientas a utilizar por los electricistas instaladores estarán protegidas con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.
- Las pruebas de funcionamiento de la instalación serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.
- Antes de hacer entrar en carga a la instalación se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Se suspenderán los trabajos en condiciones atmosféricas adversas. Se mantendrá siempre la limpieza y orden en la obra.

### PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Casco de seguridad
- Chaleco reflectante
- Gafas de seguridad anti-proyecciones.
- Faja elástica de sujeción de cintura.
- Cinturón portaherramientas.
- Guantes de goma aislantes.

#### 3.1.5. Puesta en marcha de la instalación

Se comprobará en correcto funcionamiento de los equipos realizando varias conexiones / desconexiones de tensión.



Para cualquier trabajo a realizar para el correcto funcionamiento de los equipos, éste se realizará sin tensión. Los trabajos con riesgo eléctrico se realizarán siguiendo lo indicado en el REAL DECRETO 614/2001, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Antes de realizar las pruebas y puesta en marcha deberán asegurarse de que todas las cajas de conexiones y armarios eléctricos están cerradas, en caso de tener que abrirlas para realizar correcciones debe utilizarse el procedimiento de las “5 reglas de oro”, así mismo se debe verificar previamente la correcta instalación de los interruptores automáticos, diferenciales y la red de puesta a tierra.

### IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

- Choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo), o con masas puestas accidentalmente en tensión (contacto eléctrico indirecto).
- Choque eléctrico por contacto directo en los trabajos efectuados en las proximidades de líneas eléctricas al tocar los hilos desnudos. Es igualmente peligroso el contacto con maquinaria, andamios, útiles y herramientas conductoras.
- Caídas de personas al mismo nivel como consecuencia de choque o arco eléctrico.
- Incendios o explosiones originados por la electricidad.

### MEDIDAS PREVENTIVAS: INSTALACIONES, APARATOS Y HERRAMIENTAS

- Alejamiento de las partes activas. Las partes activas de la instalación han de estar situadas a una distancia tal, que no sea posible un contacto fortuito con las personas o elementos conductores que éstas pueden manipular.
- Interposición de obstáculos. Este es un procedimiento para impedir el contacto con las partes activas de la instalación. Estos obstáculos (tabiques, rejillas), estarán fijados y tendrán resistencia mecánica suficiente.
- Puesta a tierra. Consiste en poner en contacto íntimo con la tierra, a través de un conductor, todas las partes metálicas accesibles de un aparato o máquina, de forma que la corriente de defecto que se produce en caso de derivación pueda circular libremente a tierra. Es importante conocer que la puesta a tierra no protege en absoluto contra contactos directos.
- Interruptor diferencial. Es un aparato que actúa cuando se produce una derivación, es decir, cuando hay una fuga de corriente a tierra, ya sea porque una persona toque un elemento con tensión o porque un conductor bajo tensión toque la carcasa de un aparato.

- Aparatos portátiles. Serán de doble aislamiento. Además, deberán estar protegidos con un diferencial de alta sensibilidad (30 mA).
- Lámparas portátiles. Tendrán el mango aislante y un dispositivo protector de la lámpara de suficiente resistencia. Cuando se empleen sobre suelos, paramentos o superficies que sean buenos conductores, no podrá exceder su tensión de 24 voltios, salvo que estén protegidas por disyuntor diferencial de alta sensibilidad.
- Cables flexibles. Deben ser de material resistente. El cable debe ir fijado en su entrada a la máquina, con el fin de evitar que esfuerzos indebidos incidan sobre las conexiones, produciendo cortocircuitos o contactos eléctricos peligrosos. Nunca tirar del cable para desconectar una clavija.
- Tomacorrientes de prolongadores. Deben estar concebidos de manera que no pueda establecerse contacto con las partes en tensión, ni siquiera en el momento de conectar o desconectar. Así mismo, las tomas de corriente hembra deben llevar tapa.
- Cuadros eléctricos. Deberán cumplir los siguientes requisitos:
  - Serán estancos. o Se ubicarán en lugares de fácil acceso.
  - Su grado de protección será IP 45, IK 08.
  - Deberán llevar señal normalizada de “PELIGRO, RIESGO ELÉCTRICO”.
  - Llevarán un sistema de cierre que no permita la apertura por personas no autorizadas.
  - Las tomas monofásicas destinadas a aparatos portátiles deberán estar protegidas por diferencial de alta sensibilidad.
  - Los cuadros eléctricos de intemperie se cubrirán con viseras contra la lluvia.
- Reparaciones y revisiones. No debe hacerse ninguna reparación, revisión, etc., de un aparato eléctrico sin haberlo desconectado previamente, quitando la llave del armario o los fusibles y ocultándolos y señalizándolo con: “NO CONECTAR, PERSONAL TRABAJANDO”.
- Aislamientos. No tocar nunca sin estar convenientemente aislado (taburete, guantes, calzado, etc.) una pieza metálica bajo tensión, ni a personas que estén en contacto con conductores bajo tensión.
- Personal especializado. El montaje y manipulación de aparatos eléctricos será ejecutado siempre por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.
- Señalización zona de trabajo. La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.

## 3.2. Identificación de maquinaria

La maquinaria necesaria para la realización de la obra será la siguiente:

### 3.2.1. Maquinaria de transporte

#### **CAMIÓN DE TRANSPORTE DE MATERIALES**

##### **RIESGOS**

- Atropello de personas (por maniobras en retroceso, ausencia de señalistas, falta de señalización)
- Choques al entrar y salir de la obra.
- Vuelco del camión.
- Caídas desde la caja al suelo.
- Atrapamiento entre objetos (Permanecer entre la carga en los desplazamientos del camión).
- Atrapamientos (labores de mantenimiento).
- Caídas de objetos desde la maquinaria.
- Contacto con la corriente eléctrica (caja izada bajo líneas eléctricas).
- Trauma sonoro, contaminación acústica.
- Ambiente pulvígeno.
- Cuerpos extraños en los ojos, proyección de partículas.
- Lesiones osteoarticulares por exposición a vibraciones.

##### **MEDIDAS PREVENTIVAS**

- Para subir o bajar del camión, utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal función hágalo de forma frontal asiéndose con ambas manos.
- No trate de realizar "ajustes" con el camión en movimiento o con el motor en funcionamiento, puede sufrir lesiones.
- No permita que personas no autorizadas accedan al camión, pueden provocar accidentes o lesionarse.

- No trabaje con el camión en situación de avería. Repárela primero, luego reinicie el trabajo.
- No toque directamente el electrolito de la batería con los dedos. Si debe hacerlo por algún motivo, hágalo protegido.
- Si debe manipular el sistema eléctrico por alguna causa, desconecte el motor y extraiga la llave de contacto totalmente.
- Antes de soldar tuberías del sistema hidráulico, vacíelas y límpielas de aceite. Recuerde que el aceite del sistema hidráulico es inflamable.
- No libere los frenos del camión en posición de parada, si antes no ha instalado los tacos de inmovilización en las ruedas.
- Durante el relleno de aire de las ruedas, sitúese tras la banda de rodadura apartado del punto de conexión. Recuerde que un reventón del conducto de goma o de la boquilla, puede convertir el conjunto en un látigo.
- Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.
- Se prohíbe la realización de replanteos o de mediciones en las zonas donde se están operando las máquinas y camiones para el movimiento de tierras.
- Se prohíbe el acopio de tierras de menos de 2m del borde de la excavación (como norma general).
- Las cargas se instalarán sobre la caja de forma uniforme compensando los pesos, de la forma más uniformemente repartida.
- Al circular cuesta abajo debe estar metida una marcha, nunca debe hacerse en punto muerto.
- Si el vehículo tiene caja con visera, el conductor permanecerá en la cabina durante la carga. En caso contrario fuera a una distancia conveniente.
- El basculante debe bajarse inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- Si topa con cables eléctricos, no salga del camión hasta haber interrumpido el contacto y alejado a el camión del lugar. Salte entonces, sin tocar a un tiempo el terreno (u objeto en contacto con este).

### PROTECCIONES COLECTIVAS

- Las operaciones de carga y de descarga de los camiones, se efectuarán en los lugares señalados a tal efecto.
- Todos los camiones estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.
- Los camiones estarán dotados de faros de marcha adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, y un extintor.

## EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

- Casco de seguridad (cuando salga de la cabina del camión)
- chaleco reflectante
- Calzado de seguridad

## CAMIÓN GRÚA

### RIESGOS

- Vuelco del camión
- Atrapamientos
- Caídas al subir y/o bajar a la zona de mandos
- Atropello de personas
- Desplome de carga
- Golpes por la carga a paramentos verticales u horizontales.

### INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

- Antes de iniciar las maniobras de carga / descarga, se instalarán calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas y los gatos estabilizadores.
- Las maniobras de carga / descarga serán dirigidas por un especialista, en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad.
- Se prohíbe expresamente sobrepasar la carga máxima admisible, fijada por el fabricante del camión, en función de la extensión del brazo-grúa.
- El gruista tendrá en todo momento a la vista la carga suspendida; si esto no fuera posible, las maniobras serán expresamente dirigidas por un Señalista, en previsión de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Las rampas para acceso del camión-grúa no superarán inclinaciones del 20 % como norma general (salvo características especiales del camión en concreto) en prevención de los riesgos de vuelco.

## EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

- Casco de seguridad (cuando salga de la cabina del camión)
- Chaleco reflectante
- Calzado de seguridad

### 3.2.2. Medios de elevación

## PLATAFORMA ELEVADORA

### RIESGOS MAS FRECUENTES

- Caída al subir o bajar a la máquina, (hacerlo por lugares imprevistos; saltar directamente al suelo).
- Inmovilización del brazo en extensión, (falta de mantenimiento).
- Caída de la guindola por: (sobrecarga; contacto y traba con elementos resistentes).
- Atrapamiento por partes móviles, (impericia; exceso de confianza).
- Caídas al subir o bajar de la cabina de mando, (hacerlo por lugares imprevistos).
- Contactos con la energía eléctrica por: (trabajar en proximidad o bajo catenarias de conducciones eléctricas aéreas).
- Quemaduras, (mantenimiento).
- Riesgo catastrófico por: (utilizar el brazo como grúa).
- Vuelco de la máquina por: (estación en pendientes superiores a las admitidas por el fabricante; blandones; intentar superar obstáculos).
- Caída del vehículo durante maniobras en carga, (impericia).

### SISTEMAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

- Se evitará que la plataforma de trabajo de la máquina permanezca húmeda y por lo tanto resbaladiza, para lo cual se evitarán ciertos trabajos como la elaboración de pastas.
- Es conveniente que sobre la plataforma de trabajo sólo esté el material estrictamente necesario y perfectamente repartido, para evitar que se produzca el vuelco de la máquina

- Para evitar la aproximación excesiva de la máquina a bordes de taludes y evitar vuelcos o desprendimientos, se señalarán dichos bordes, no permitiendo el acercamiento de maquinaria pesada a menos de 2 m.
- Se evitará la colocación del brazo de la máquina sobre personas o vehículos mediante la correcta formación del operador de la máquina y la colaboración del resto de trabajadores de a pie.
- No se permitirá el acceso a la plataforma elevadora a personas no autorizadas para el manejo del mismo.
- El acceso y salida de la plataforma se realizará de forma que esté completamente asentada sobre el terreno, evitando tropiezos en el acceso a la plataforma, y descenso mediante saltos.
- No se deberá, en ningún caso, superar la carga máxima de la plataforma ni la extensión máxima del brazo en función de dicha carga. Se tendrá en cuenta el posible desnivel del terreno.
- Preferentemente, las plataformas llevarán incorporado un pedal del tipo hombre-muerto para evitar maniobras indeseadas. Además, mientras la puerta de acceso no esté completamente cerrada, el vehículo no podrá realizar ningún movimiento de elevación ni desplazamiento.
- Antes de efectuar cualquier movimiento de traslación o elevación se comprobará la existencia de obstáculos que puedan interferir en el movimiento del aparato.
- El mantenimiento y las intervenciones en el motor se realizarán por personal formado para dichos trabajos, previendo las proyecciones de líquidos a altas temperaturas, incendio por líquidos inflamables o atrapamientos por manipulación de motores en marcha o partes en movimiento.
- A fin de poder intervenir de forma rápida en caso de urgencia, las plataformas elevadoras estarán provistos de un sistema de descenso de emergencia.
- Se señalará, también, la existencia de líneas eléctricas aéreas mediante banderolas que impidan el paso a vehículos que superen el gálibo marcado, para evitar la interferencia de las máquinas con dichas líneas eléctricas aéreas.
- Cada mando del control estará perfectamente identificado (por escrito), detallándose su función correspondiente. Estará además protegido para prevenir con ello cualquier accionamiento involuntario.
- El panel de control estará protegido con una barra que impida el aprisionamiento de las manos contra los mandos en caso de accidente.
- Las plataformas estarán provistas de controles de emergencia a nivel de tierra, para operar la unidad en caso de fallo.
- En caso de que la máquina disponga de apoyos hidráulicos, estos serán extendidos antes de la elevación de la cesta. Antes de esta operación se nivelará la máquina con niveles de burbuja.
- La cesta no será ocupada por más de 2 operarios al mismo tiempo.

- Se requiere el uso de arnés sujeto a la cuerda de sujeción la cual será enganchada a las partes fijas de la máquina.
- La cesta no será utilizada para elevar material excepto piezas pequeñas y herramientas de mano.
- La cesta no podrá descansar sobre tuberías, conductores, bandejas de cable u otras estructuras.
- La cesta no podrá estar situada a menos de 5 metros de cualquier conducto eléctrico energizado.
- Se considera necesario balizar la zona de la cesta y área de trabajo.
- En el caso excepcional de que un operario tuviese que salir de la cesta tendrá que llevar dos cuerdas con enganche rápido.

### **EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA OPERADORES. EPI.:**

- Casco de seguridad
- Calzado de seguridad
- Guantes.
- Ropa adecuada de trabajo.
- Arnés de seguridad.

### **MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS EN GENERAL**

- Radial
- Atornilladora
- polímetro
- Silicona
- Herramientas manuales (tijeras, destornilladores y martillo de goma)

### **MEDIOS AUXILIARES**

- Ganchos y eslingas
- Escaleras de mano



## 4. IMPLANTACIONES DE SALUBRIDAD Y CONFORT

La contrata principal, así como las empresas subcontratadas vinculadas contractualmente con ella, asumen en primera instancia la dotación y mantenimiento de la implantación para albergar, en condiciones de salubridad y confort equivalentes, a la totalidad del personal que participe en esta obra.

El cargo de amortización, alquileres y limpieza, derivados de la dotación y equipamiento de estas instalaciones provisionales del personal en obra, se prorrateará por parte de la empresa constructora en función de las necesidades de utilización tanto del personal propio como del subcontratado en condiciones de una utilización no discriminatoria, funcional y digna. El cálculo estimativo de las condiciones de utilización de este tipo de implantación provisional de obra será el siguiente:

### Retretes

- Estarán separados por sexos
- Situados en lugar aislado de los comedores y vestuarios.
- Limpieza diaria realizada por persona fija.
- Ventilación continua.
- Una placa turca o inodoro de taza alta cada 25 hombres o fracción.
- Un inodoro de taza alta cada 15 mujeres o fracción.
- Espacio mínimo por cabina de evacuación: 1,5 m x 2,3 m con puertas de ventilación inferior y superior.
- Equipamiento mínimo por cabina: papel higiénico, descarga automática de agua y conexión a la red de saneamiento o fosa séptica. Disponer de productos para garantizar la higiene y limpieza.

### Vestuarios

- Separados por sexos
- Superficie aconsejable: 1,25 m<sup>2</sup> por persona.
- Limpieza diaria realizada por persona fija.
- Ventilación suficiente en verano y calefacción efectiva en invierno.
- Útiles de limpieza: Serrín, escobas, recogedor, cubo de basura con tapa hermética, fregona y ambientador.
- Suelo liso y aislado térmicamente.
- Una taquilla guardarropa dotada de cierre individual mediante clave o llave y doble compartimento (separación del vestuario de trabajo y el de calle) y dos perchas por

cada trabajador contratado o subcontratado directamente por la empresa constructora.

- Bancos corridos o sillas.
- Una ducha por cada 10 trabajadores o fracción.
- Pileta corrida para el aseo personal: Un grifo por cada 10 usuarios.
- Jaboneras, portarrollos, toalleros, según el número de duchas y grifos.
- Un espejo de 40 x 50 cms mínimo, por cada 25 trabajadores o fracción.
- Rollos de papel, toalla o secadores automáticos.
- Instalaciones de agua caliente y fría.

“En caso de obras o instalaciones en el interior de locales o de adecuación de los mismo, se justificará para ese proyecto, el cumplimiento del R.D. 486/97 sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en lugares de Trabajo”.

Por carácter de obligatoriedad en todos los centros de trabajo, será necesario un **botiquín** de primeros auxilios con un equipamiento mínimo aconsejable de:

- Desinfectantes y antisépticos autorizados
- Gasas estériles.
- Algodón hidrófilo.
- Venda.
- Esparadrapo.
- Apósitos adhesivos.
- Tijeras.
- Pinzas
- Guantes desechables

# 5. IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

Los trabajos en altura son aquellos que se ejecutan en un lugar por encima del nivel de referencia, entendiendo como tal la superficie sobre la que puede caer el trabajador o trabajadora y ocasionarle daños personales. Los trabajos que supongan un riesgo de caída de altura superior a 2 metros requieren el uso de protección contra caídas de altura; esta altura se medirá desde la superficie en la que esté situada la persona hasta la del nivel inferior en la que quedaría retenida si no se dispusiera de un medio de protección.

Además del desnivel de caída, puede existir un peligro adicional debido a la naturaleza del lugar en el que se pueda producir la caída, como podría ser la presencia de esperas de ferralla, zona de paso de maquinaria o incluso que la caída fuese al mar. Por ello, será la evaluación de riesgos la que determinará la necesidad, en su caso, de adoptar medidas de prevención o protección frente al riesgo de caída desde alturas inferiores a 2 metros.

En el caso particular de trabajos temporales en altura, se aplicará lo establecido en el Apartado 4 del Anexo II del Real Decreto 1215/1997, es decir, se elegirán los equipos de trabajo más apropiados para garantizar y mantener unas condiciones de trabajo seguras, teniendo en cuenta, en particular, que deberá darse prioridad a las medidas de protección colectiva frente a las medidas de protección individual y que la elección no podrá subordinarse a criterios económicos.

## 5.1. Riesgos y Medidas preventivas asociadas

### 5.1.1. Redes de seguridad (Protección de lucernarios)

Las redes de seguridad ofrecen una protección colectiva temporal, para evitar la caída de personas por los lucernarios.

Las redes consisten en Paños de dimensiones ajustadas al hueco a proteger, de poliamida de alta tenacidad, con luz de malla 7,5 x 7,5 cm, diámetro de hilo 4 mm y cuerda de recercado perimetral de 12 mm de diámetro, de conformidad a norma UNE 81- 650 - 80.

### 5.1.2. Línea de vida (Sistema anticaídas)

De acuerdo con el Real Decreto 2177/2004 Las líneas de vida se instalan en lugares donde se requiera un trabajo de altura y que no esté protegido por ningún sistema colectivo.

### 5.1.3. Zona de Acopio e Isado

Se implanta 1 zona de acopio y ascenso con señalización visible.

#### **CAÍDA DE OBJETOS**

Se evitará el paso de persona bajo las cargas suspendidas en todo caso se acotarán las áreas de trabajo.

Las parrillas de armaduras empleadas para la realización de muros pantalla se colgarán para su transporte por medio de vigas de reparto o eslingas de brazos múltiples para asegurar el izado sin tensiones, bien deslingadas y provistas en sus ganchos de pestillo de seguridad.

El izado de los materiales alargados, se realizará manteniendo la horizontalidad de estos. Preferentemente el transporte de materiales se realizará sobre bateas para impedir el corrimiento de la carga.

#### **ACCESOS Y ZONAS DE PASO DEL PERSONAL, ORDEN Y LIMPIEZA**

Las aperturas de huecos horizontales deben condenarse con un tablero resistente, red, mallazo electrosoldado o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en sus inmediaciones con independencia de su profundidad o tamaño.

Las armaduras y/o conectores metálicos sobresalientes de las esperas de las mismas estarán cubiertas por resguardos tipo "seta" o cualquier otro sistema eficaz, en previsión de punciones o erosiones del personal que pueda colisionar sobre ellos.

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos se realizarán mediante pasarelas preferiblemente prefabricadas de metal o en su defecto realizadas "in situ", de una anchura mínima de 1 m, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria y capaz de resistir 300 Kg de peso, dotada de guirnaldas de iluminación nocturna.

En verano, proceder al regado previo de las zonas de paso y de trabajo que puedan originar polvareda durante el trasiego de armaduras.

Se establecerá una zona de aparcamiento de vehículos y máquinas, así como un lugar de almacenamiento y acopio de materiales inflamables y combustibles (gasolina, gasoil, aceites, grasas, etc.,) en lugar seguro fuera de la zona de influencia de los trabajos.

La distancia mínima entre las partes móviles más salientes de la maquinaria empleada para el preformado, acopios de armaduras y alcance de estas, y los obstáculos verticales más próximos, será de 70 cm en horizontal y 2,50 m en altura en los obstáculos horizontales para evitar alcances a personas.

### **PROTECCIÓN DE PERSONAS CONTRA CONTACTOS ELÉCTRICOS**

La instalación eléctrica estará ajustada al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión avalada por instalador homologado.

Cables adecuados a la carga que han de soportar, conexiones a las bases mediante clavijas normalizadas, blindadas e interconexiones con uniones antihumedad y antichoque.

Fusibles blindados y calibrados según la carga máxima a soportar por los interruptores.

Continuidad de la toma de tierra en las líneas de suministro interno de obra con un valor máximo de la resistencia de 78 Ohmios. Las máquinas fijas dispondrán de toma de tierra independiente.

Las tomas de corriente estarán provistas de neutro con enclavamiento y serán blindadas.

Todos los circuitos de suministro a las máquinas a instalaciones de alumbrado estarán protegidos por fusibles blindados, interruptores magnetotérmicos y disyuntores diferenciales de alta sensibilidad en perfecto estado de funcionamiento.

Los cables eléctricos que presenten defectos de recubrimiento aislante se habrán de reparar para evitar la posibilidad de contactos eléctricos con el conductor.

Distancia de seguridad a líneas de Alta Tensión:  $3,3 + \text{tensión (en kV)} / 100$ .

Tajos en condiciones de humedad muy elevada: es preceptivo el empleo de transformador portátil de seguridad de 24 V o protección mediante transformador de separación de circuitos.

### **PREVENCIÓN DE INCENDIOS, ORDEN Y LIMPIEZA**

Junto a los acopios de materiales combustibles, en oficinas y almacenes, se dispondrá de unos extintores adecuados en número y capacidad al riesgo de incendio de la zona.

Se dispondrá de un extintor de polvo polivalente junto a la zona de aparcamiento de maquinaria en general.

Condiciones preventivas del entorno de la zona de trabajo.

Estará terminantemente prohibido colocar focos para alumbrado reposando sobre las armaduras.

Se comprobará que están bien colocadas las redes que se encuentren en la obra, protegiendo la caída de altura de las personas en la zona de trabajo.

Se efectuarán apuntalamientos cuando los encofrados no tengan garantías de estabilidad durante la fase de colocación de armaduras. Se ejecutarán recalces cuando el comportamiento de la cimentación contigua o el terreno inestable contiguo a la zona de armado lo exija.

Siempre que existan interferencias entre los trabajos de conformación y montaje de armaduras y las zonas de circulación de peatones, máquinas o vehículos, se ordenarán y controlarán mediante personal auxiliar debidamente adiestrado, que vigile y dirija sus movimientos.

### 5.1.4. Señalización de seguridad

El Real Decreto 485/97 de 14 de Abril, BOE de 23/4/97 establece un conjunto de preceptos sobre dimensiones, colores, símbolos, formas de señales y conjuntos que proporcionan una determinada información relativa a la seguridad.

- **Señales de prohibición**  
Forma: Circulo  
Color de seguridad: Rojo  
Color de contraste: Blanco  
Color de Símbolo: Negro
- **Señales de indicación de peligro o advertencia**  
Forma: Triángulo equilátero  
Color de seguridad: Amarillo  
Color de contraste: Negro  
Color de símbolo: Negro
- **Señales de información de seguridad**  
Forma: Rectangular  
Color de seguridad: Verde  
Color de contraste: Blanco  
Color de símbolo: Blanco
- **Señales de obligación**  
Forma: Circulo  
Color de seguridad: Azul  
Color de contraste: Blanco  
Color de símbolo: Blanco

- **Señales de información**  
Forma: Rectangular  
Color de seguridad: Azul  
Color de contraste: Blanco  
Color de símbolo: Blanco
- **Señalización y localización equipos contra incendios**  
Forma: Rectangular  
Color de seguridad: Rojo  
Color de contraste: Blanco  
Color de símbolo: Blanco

En general se adoptarán los valores normalizados por UNE 175, serie A.

Las señales de seguridad pueden ser complementadas por letreros preventivos auxiliares que contienen un texto proporcionando información complementaria. Se utiliza juntamente con la señal normalizada de seguridad. Son de forma rectangular, con la misma dimensión máxima de la señal que acompañan, y colocadas debajo de ellas.

Este tipo de señales se encuentran en el mercado en diferentes soportes (plásticos, aluminio, etc.) y en distintas calidades y tipos de acabado (reflectante, fotoluminiscente, etc.).

### **CINTA DE SEÑALIZACIÓN Y DE DELIMITACIÓN DE ZONA DE TRABAJO**

En caso de señalar obstáculos, zonas de caída de objetos, se delimitará con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinándose 60º con la horizontal.

La intrusión en el tajo de personas ajenas a la actividad representa un riesgo que al no poderse eliminar se debe señalar mediante cintas en color rojo o con bandas alternadas verticales en colores rojo y blanco que delimiten la zona de trabajo.

### 5.1.5. Elevación de materiales

#### **PLATAFORMA ELEVADORA**

La plataforma elevadora es una máquina móvil creada para ayudar a que el personal de trabajo se desplace hasta la posición apropiada para diversas labores industriales en distintas alturas, brindando una mayor libertad de movimiento con mayor seguridad.

La plataforma elevadora dispone de estructuras sólidas, brindando estabilidad, así mismo cuenta con barandillas y sistemas de agarre para prevenir caídas del personal de trabajo.

Gracias al uso de estas plataformas se incrementarán los niveles de eficiencia. Los trabajos elevados suelen demandar más tiempo, por lo que, si se cuenta con una maquinaria capaz de llegar a los lugares más elevados, se completarán los trabajos en menos tiempo.

El uso de plataforma elevadora está regulado bajo la Norma Europea “EN-280” titulada “PLATAFORMAS ELEVADORAS MÓVILES DE PERSONAL” (PEMP), la cual establece los requisitos y las medidas técnicas de seguridad de todos los tipos y capacidades, destinadas a desplazar personas hasta una posición de trabajo.

Por lo anteriormente expuesto, APLICACIÓN y DEFINICIÓN, las PEMP están diseñadas y fabricadas especialmente para elevar personas, cualquiera que sea la clase, tipo, sistema o medio de accionamiento de dichas máquinas.

#### **ESCALERAS DE MANO DE UN SOLO CUERPO**

No deberán salvar más de 5 m de altura, a no ser que estén reforzadas, siempre se acuerdo con las condiciones y limitaciones establecidas por el fabricante.

La inclinación de la escalera apoyada deberá estar en torno a los 75 grados.

Los dos montantes deben reposar en el punto superior de apoyo y estar sólidamente fijados a él.

La parte superior de los montantes debe sobrepasar en un metro su punto superior de apoyo.

#### **ESCALERAS DE MANO TELESCÓPICAS**

Dispondrán como máximo de dos tramos de prolongación, además del de base, cuya longitud máxima total del conjunto no superará los 12 m.



Estarán equipadas con dispositivos de enclavamiento y correderas que permitan fijar la longitud de la escalera en cualquier posición, de forma que coincidan siempre los peldaños sin formar dobles escalones.

La anchura de su base no podrá ser nunca inferior a 75 cm, siendo aconsejable el empleo de estabilizadores laterales que amplíen esta distancia.

### SEÑALES ÓPTICO-ACÚSTICAS DE VEHÍCULOS DE OBRA

Las máquinas autoportantes que ocasionalmente puedan intervenir en la evacuación de materiales de la excavación manual deberán disponer de:

- Una bocina o claxon de señalización acústica.
- Señales sonoras o luminosas (previsiblemente ambas a la vez) para indicación de la maniobra de marcha atrás.
- En la parte más alta de la cabina dispondrán de un señalizador rotativo luminoso destellante de color ámbar para alertar de su presencia en circulación viaria.
- Dos focos de posición y cruce en la parte delantera y dos pilotos luminosos de color rojo detrás.
- Dispositivo de balizamiento de posición y preseñalización (lamas, conos, cintas, mallas, lámparas destellantes, etc.).

#### 5.1.6. Iluminación

Se atenderá a lo dispuesto por el R.D. 486/1.997:

- Zonas de paso: 50 lux
- Zonas de trabajo: 200 lux
- Los accesorios de iluminación exterior serán estancos a la humedad.
- Portátiles manuales de alumbrado eléctrico: 24 voltios.
- Prohibición total de utilizar iluminación de llama.

### 5.2. Identificación y prevención de riesgos laborales evitables

El análisis con detenimiento de la obra nos permitirá conocer y evaluar los distintos riesgos laborales a los que están expuestos los trabajadores, este análisis nos conducirá a poder adoptar en la obra un proceso de actuación preventiva, estableciendo las condiciones de seguridad óptimas que garanticen la integridad de los trabajadores no solo físicamente sino en el más amplio concepto de salud laboral.

Es por tanto indispensable esta identificación previa de los riesgos laborales en las obras para afrontar con éxito los compromisos mediante los cuales la empresa constructora desarrollará desde el punto de vista preventivo cada una de las distintas actuaciones constructivas contempladas en el Estudio de Seguridad y Salud para esta obra.

Esta evaluación inicial de riesgos, que su vez viene contemplada en la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Profesionales, tendrá a efectos reales, el carácter de NORMA DE SEGURIDAD de obligado cumplimiento en el interior del recinto de la obra, por lo que viene a representar en la práctica un Plan Específico de Seguridad para cada actividad o fase constructiva que intervenga en el proceso de realización de este proyecto.

La evaluación e identificación de los riesgos laborales, establece, divulga e impone para esta obra, una serie de medidas preventivas y determina el comportamiento que se debe seguir o al que se deben ajustar las operaciones y la forma de actuación del trabajador y sus compañeros en cada uno de los tajos, comportamiento este extensivo a todas las empresas contratadas directa o indirectamente para esta obra por la empresa constructora principal.

La evaluación inicial de riesgos elaborada en el Estudio de Seguridad y Salud es solamente un documento informativo y genérico de los riesgos a que están expuestos los trabajadores, el posterior Plan de Seguridad y Salud elaborado por la empresa constructora y adaptado a las posibilidades de esta, tendrá el carácter de verdadera Evaluación Inicial de Riesgos laborales que hace mención la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.

Algunos de los riesgos más comunes y, por lo tanto, evitables que se dan en este tipo de obras son:

- Caída de operarios a mismo nivel. (Tránsito por la obra)
- Caída de operarios a distinto nivel (Andamios, escaleras de mano, huecos, etc.)
- Caída de objetos sobre operarios en manipulación de los mismos.
- Caída de objetos sobre operarios (Trabajos a distintos niveles.)
- Choques o golpes contra objetos móviles
- Choques o golpes contra objetos inmóviles.
- Atrapamientos.
- Aplastamientos
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Proyección de partículas a ojos.

- Cortes en manos y pies por objetos o herramientas.
- Pisadas sobre objetos cortantes o punzantes
- Atropello de vehículos.

### **Medidas preventivas a adoptar:**

Las medidas preventivas a adoptar con carácter general en una obra están encaminadas a ofrecer una protección colectiva principalmente y una individual como apoyo a esta para eliminar los riesgos detectados. En el apartado 5.2. del presente documento se realiza un desglose de las medidas de preventivas, tanto colectivas como individuales, en términos generales, las cuales tendremos que aplicar en función de los riesgos y requisitos identificados.

### 5.3. Identificación y prevención de riesgos laborales no evitables

El estudio o plan de seguridad de una obra se debe realizar bajo la premisa “*Se ha de proteger la obra de forma que el trabajador este protegido, hasta el punto de que, aunque quiera accidentarse, no pueda*”. No obstante, la realidad siempre guarda alguna variable que no hemos contemplado y puede originar un accidente. Es por esto que se ha de prever una serie de riesgos de carácter inevitables, los cuales hemos de intentar minimizar fundamentalmente con equipos de protección personal, que, combinados con las protecciones colectivas mejorarán la seguridad de la ejecución de la obra significativamente.

Algunos de los riesgos no evitables más comunes son:

- Lumbalgias por sobreesfuerzo
- Contaminaciones acústicas
- Lesiones por exposición a vibraciones
- Contactos eléctricos
- Ambientes pulvígenos
- Vuelcos de maquinaria o vehículos
- Cuerpos extraños en ojos
- Contactos con sustancias corrosivas
- Dermatitis por contacto
- Caída de materiales en proceso de manipulación
- Caída de materiales por desplome
- Golpes o cortes con herramientas y/o materiales
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Inhalación de sustancias tóxicas
- Caída de operarios a mismo nivel
- Caída de operarios a distinto nivel, por/en/desde:
  - Zanjas

- Pozos
- Escaleras fijas o móviles
- Huecos de forjado
- Huecos de fachada
- Hundimiento de plataformas de trabajo
- Andamios
- Pasarelas

### **Medidas preventivas a adoptar:**

Las medidas preventivas que palien los efectos de los riesgos inevitables son tan diversas como fases de obra estemos ejecutando, así hemos de tener en cuenta:

- Talud natural del terreno
- Entibaciones
- Limpieza
- Apuntalamientos
- Redes
- Mallazos
- Pasos o pasarelas
- Iluminación adecuada
- Carcasas o resguardos de máquinas
- Protección de escaleras
- Sistemas de evacuación de escombros
- Limpieza de zona de trabajo
- Plataformas de descarga de materiales
- Caminos de circulación
- Andamios de seguridad
- Barandillas

También se ha de tener en cuenta que, aunque todos estos sistemas de seguridad estén correctamente ejecutados, hemos de prever el fallo y por tanto se ha de tener en cuenta la protección individual con el único fin de minimizar las consecuencias que puede originar un accidente de trabajo.

Por ello se ha de dotar a los trabajadores de las prendas de protección o equipos de protección individual que sean imprescindibles y que ello no sea en detrimento de la protección colectiva, única arma eficaz de combatir con cierto rigor técnico y eficaz los accidentes en las obras de construcción, entre estas prendas tenemos:

- Casco de seguridad
- Botas o calzado de seguridad
- Gafas de seguridad
- Mascarilla de filtro mecánico
- Mascarillas de filtros químicos

- Guantes de lona y piel
- Protectores auditivos
- Cinturón de seguridad
- Cinturón antivibratorio
- Ropa de trabajo
- Traje de agua
- Pantallas de soldador
- Herramientas aislantes

La eficacia de las medidas preventivas de los riesgos inevitables, no se puede evaluar de forma independientemente de las de los riesgos evitables, ya que partiremos de la base de que todos los riesgos han de ser evitados, por lo que evaluaremos la eficacia de las medidas adoptadas cuando o bien no se produzcan accidentes, o por el contrario en la fatal consecución de un accidente en la que, una vez analizado el mismo, adoptaremos las medidas pertinentes para que no pueda originarse nuevamente.

### 5.4. Previsiones e informaciones útiles para el uso normal de la instalación

Una vez finalizada la obra y la puesta en marcha, se deben establecer las medidas de seguridad pertinentes para el uso de la instalación. Estas serán:

- Instrucciones de operación normal y de emergencia
- Señalización clara de mandos de operación y emergencia
- Dispositivos de protección personal y colectiva para trabajos posteriores de mantenimiento
- Equipos de rescate y auxilio para casos necesarios
- Todas aquellas que se consideren pertinentes

## 6. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA

En el presente apartado se realizará un desglose de las condiciones que se deben cumplir a nivel facultativo para la realización de la obra.

### Servicios de prevención

Conforme a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, las empresas que intervengan en la ejecución de la obra designarán sus representantes en materia de seguridad y salud. El empresario deberá nombrar una persona o persona encargada de prevención en la obra dando cumplimiento a lo señalado en el artículo 30 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores y su distribución en la misma.

Los servicios de prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo en ella existentes y en lo referente a:

- El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.
- La evaluación de los factores de riesgo que puedan afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores en los términos previstos en el artículo 16 de esta Ley.
- La determinación de las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
- La información y formación de los trabajadores.
- La prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.
- La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

El servicio de prevención tendrá carácter interdisciplinario, debiendo sus medios ser apropiados para cumplir sus funciones. Para ello, la formación, especialidad, capacitación, dedicación y número de componentes de estos servicios, así como sus recursos técnicos, deberán ser suficientes y adecuados a las actividades preventivas a desarrollar, en función de las siguientes circunstancias:

- Tamaño de la empresa
- Tipos de riesgo que puedan encontrarse expuestos los trabajadores Distribución de riesgos en la empresa

### **Seguros de responsabilidad civil y todo riesgo en obra**

El contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia; imputables al mismo o a las personas de las que debe responder. Se entiende que esta responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal.

El contratista viene obligado a la contratación de un Seguro, en la modalidad de todo riesgo a la construcción, durante el plazo de ejecución de la obra con ampliación a un periodo de mantenimiento de un año, contado a partir de la fecha de terminación definitiva de la obra.

### **Formación**

Todo el personal que realice su cometido en alguna de las fases de la obra deberá realizar un curso de Seguridad y Salud en la Construcción, en el que se les indicarán las normas generales sobre Seguridad y Salud que en la ejecución de esta obra se van a adoptar. Esta formación deberá ser impartida por los jefes de Servicios Técnicos o mandos intermedios, recomendándose su complementación por instituciones tales como los Gabinetes de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Mutua de Accidentes, etc.

Por parte de la Dirección de la empresa en colaboración con el Coordinador de Seguridad y Salud en ejecución de obra, se velará por que el personal sea instruido sobre las normas particulares que para la ejecución de cada tarea o para la utilización de cada máquina, sean requeridas.

Se impartirá al personal de obra, al comienzo de esta y posteriormente con carácter periódico, charlas (o cursillos) sobre Seguridad y Salud Laboral, referidas a los riesgos inherentes a la obra en general.

Se impartirán charlas (o cursillos) específicas al personal de los diferentes gremios que intervengan en la obra, con explicación de los riesgos existentes y normas y medidas preventivas a utilizar. Se informará a todo el personal que intervenga en la obra, sobre la existencia de productos inflamables, tóxicos, etc. y medidas a tomar en cada caso.

### **Reconocimientos médicos**

Al ingresar en la empresa constructora todo trabajador deberá ser sometido a la práctica de un reconocimiento médico, el cual se repetirá con periodicidad máxima de un año.

Reconocimientos: Se deberá efectuar un reconocimiento médico a los trabajadores antes de que comiencen a prestar sus servicios en la obra, comprobando que son aptos (desde el punto de vista médico) para el tipo de trabajo que se les vaya a encomendar.

Periódicamente se efectuarán reconocimientos médicos a todo el personal de la obra. Botiquín de primeros auxilios: El contenido de los botiquines se ajustará a lo especificado en el capítulo 2.5. “Requisitos a cumplir por las instalaciones de higiene, sanitarias y locales provisionales de obra” del presente Pliego de Condiciones. Estará atendido por personal con la suficiente formación para ello.

### Partes

- *Informes de accidentes*

Por cada accidente ocurrido, aunque haya sido sin baja, se rellenará un informe (independientemente y aparte del modelo oficial que se rellene para el envío a los Organismos Oficiales) en el que se especificarán los datos del trabajador, día y hora, lesiones sufridas, lugar donde ocurrió, maquinaria, maniobra o acción causante del accidente y normas o medidas preventivas a tener para evitar su repetición.

El informe deberá ser confeccionado por el responsable de seguridad de la obra, siendo enviadas copias del mismo a la Dirección Facultativa, constructor o Contratista Principal y Comité de Seguridad y Salud o Trabajadores Designados en tareas de Prevención de Riesgos.

- *Parte de deficiencias*

El responsable de seguridad de la obra emitirá periódicamente partes de detección de riesgos en los que se indicarán la zona de obra, los riesgos observados y las medidas de seguridad a implantar (o reparar) para su eliminación. Copia de estas partes será enviada a la Dirección Facultativa, constructor o Contratista Principal y Comité de Seguridad y Salud o Trabajadores Designados en tareas de Prevención de Riesgos.

### Libro de incidencias

Con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud en la obra, existirá un libro de incidencias habilitado al efecto y facilitado por el Colegio Oficial al que pertenezca el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Dicho libro constará de hojas duplicadas.

Las anotaciones de dicho libro podrán ser efectuadas por el constructor o contratista principal, subcontratistas y trabajadores autónomos, por personas u órganos con responsabilidad en materia de prevención en las empresas que intervengan en la obra, por los representantes de los trabajadores, por técnicos de los CAT de Osalan e Inspección de Trabajo y Seguridad Social, por la dirección facultativa. Dichas anotaciones estarán únicamente relacionadas con la inobservancia de las instrucciones y recomendaciones preventivas recogidas en el Plan de Seguridad y Salud.



Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el Coordinador en materia de Seguridad y Salud estará obligado a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y a notificar la anotación al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores.

### **Control de entrega de equipos de protección individual**

Cada trabajador que reciba prendas de protección personal firmará un documento justificando su recepción.

En dicho documento constará el tipo y número de prendas entregadas, así como la fecha de dicha entrega y se especificará la obligatoriedad de su uso para los trabajos que en dicho documento se especifiquen.

## 7. OBSERVACIONES

Para la adecuada efectividad de las medidas preventivas enumeradas en este Estudio Básico de Seguridad y Salud es necesario que, en el clausurado del Contrato de Obra, se incluyan las disposiciones adecuadas dirigidas al efectivo cumplimiento de dichas medidas por parte de la Empresa contratista, de sus Subcontratas y de los Trabajadores Autónomos.



*Firmado: Silvia Juliana Díaz Ruiz  
Salamanca, enero 2024  
Máster en ingeniería industrial  
Colegiado Nº 2045 (COGITI Salamanca)*

# ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Duero  
A E C T  
Douro

# Índice del Estudio de Gestión de residuos

1. ANTECEDENTES.....	148
2. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS SE GENERARÁN .....	148
2.1. Relacionado con el funcionamiento .....	150
2.2. Relacionado con la fabricación.....	150
2.3. Análisis del ciclo de vida .....	150
3. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA .....	150
4. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA	151
5. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA	152
6. MANEJO DE RESIDUOS.....	152

### 1. ANTECEDENTES

Se prescribe el presente Estudio de Gestión de Residuos, como anejo al presente proyecto, con objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

El presente estudio se redacta por encargo expreso del Promotor, y se basa en la información técnica por él proporcionada. Su objeto es servir de referencia para que el Constructor redacte y presente al Promotor un Plan de Gestión de Residuos en el que se detalle la forma en que la empresa constructora llevará a cabo las obligaciones que le incumben en relación con los residuos de construcción y demolición que se produzcan en la obra, en cumplimiento del Artículo 5 del citado Real Decreto.

Dicho Plan de Gestión de Residuos, una vez aprobado por la Dirección Facultativa y aceptado por el Promotor, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

### 2. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS SE GENERARÁN

En la siguiente tabla se indican las cantidades de residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra. Los residuos están codificados con arreglo a la lista europea de residuos (LER) publicada por la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero.

Los tipos de residuos corresponden al capítulo 17 de la citada Lista Europea, titulado “Residuos de la construcción y demolición” y al capítulo 15 titulado “Residuos de envases”. También se incluye un concepto relativo a la basura doméstica generada por los operarios de la obra.

Los residuos que en la lista aparecen señalados con asterisco (\*) se consideran peligrosos de conformidad con la Directiva 91/689/CEE.

La estimación de pesos y volúmenes de los residuos se realiza a partir del dato de la superficie total aproximada de la instalación, que en este caso es:

$$S = 77 \text{ m}^2$$

Código	Residuos a entregar a un gestor	Peso (Tm)	Vol. (m <sup>3</sup> )
<b>De naturaleza pétreo</b>			
17 01 01	Hormigón	0,000	0,000
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas a las especificadas en el código 17 01 06 (1)	0,000	0,000
17 02 02	Vidrio	0,000	0,000
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos a los especificados en los códigos 17 09 01(2), 17 09 02 (3) y 17 09 03 (4)	0,000	0,000
<b>De naturaleza no pétreo</b>			
17 02 01	Maderas	0,086059	0,185706
17 02 03	Plásticos	0,009059	0,044388
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las especificadas en el código 17 03 01 (5)	0	0
17 04 07	Metales mezclados	0,002718	0,022194
17 04 11	Cables distintos a los especificados en el código 17 04 10 (6)	0	0
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos a los especificados en los códigos 17 06 01(7) y 17 06 03 (8)	0	0
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los especificados en el código 17 08 01 (9)	0	0
<b>Potencialmente peligrosos y otros</b>			
15 01 06	Envases mezclados	0,001812	0,022647
15 01 10*	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminadas por ellas	0,022647	0,083341
17 04 10*	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	0	0
20 03 01	Mezcla de residuos municipales (basura)	0,022647	0,110971
<b>NOTAS:</b>			
(1) 17 01 06 – Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que contienen sustancias peligrosas.			
(2) 17 09 01 – Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio.			
(3) 17 09 02 – Residuos de construcción y demolición que contienen PCB.			
(4) 17 09 03 – Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas.			
(5) 17 03 01 – Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla.			
(6) 17 04 10 – Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas.			
(7) 17 06 01 – Materiales de aislamiento que contienen amianto.			
(8) 17 06 03 – Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas.			
(9) 17 08 01 – Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con sustancias peligrosas.			

## 2.1. Relacionado con el funcionamiento

Las instalaciones fotovoltaicas estáticas y de conexión a red, es decir, sin sistema de almacenaje de energía, tienen un impacto medioambiental nulo, ya que no tienen partes móviles que emitan ruido o necesiten lubricación, no emiten gases ni residuos tóxicos y tampoco afectan negativamente a la fauna o la flora.

## 2.2. Relacionado con la fabricación

Como en el proceso de producción de cualquier componente electrónico, la fabricación de paneles solares e inversores genera ciertos residuos. Estos residuos están regulados por el Real Decreto 833/1988, de 20 de julio. Los ácidos empleados en los procesos de fabricación están regulados por la Ley 10/1993, de 26 de octubre.

Por lo tanto, concluimos que los componentes que conforman un generador fotovoltaico solo producen residuos significativos en su fabricación. Por otro lado, la energía utilizada en el proceso de fabricación de estos es amortizada con la energía generada a lo largo de la vida útil de la instalación, la cual es libre de emisiones.

## 2.3. Análisis del ciclo de vida

El balance desde el punto de vista energético es favorable. Un sistema fotovoltaico recupera la energía invertida en su fabricación en un periodo de unos dos años de producción, lo cual es una mínima parte de los 25 años de su vida útil.

La energía generada por un sistema fotovoltaico de forma limpia es energía que ahorramos de otras fuentes de energía contaminantes, lo que se traduce a su vez en una reducción de los residuos o gases emitidos en la producción de dicha energía.

## 3. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA

En la lista anterior puede apreciarse que la mayor parte de los residuos que se generarán en la obra son de naturaleza no peligrosa. Entre ellos predominan los residuos procedentes del transporte del material a obra en pallets. Para este tipo de residuos no se prevé ninguna medida específica de prevención más allá de las que implica un manejo cuidadoso.

En este sentido, el Constructor se encargará de almacenar separadamente estos residuos hasta su entrega al “gestor de residuos” correspondiente y, en su caso, especificará en los contratos con los subcontratistas la obligación que éstos contraen de retirar de la obra todos los residuos y envases generados por su actividad, así como de responsabilizarse de su gestión posterior.

## 4. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

En la tabla siguiente se indican los tipos de residuos que van a ser objeto de entrega a un gestor de residuos, con indicación de la frecuencia con la que su retirada deberá llevarse a cabo.

Código	Residuos a entregar a un gestor	Frecuencia
<b>17 02 01</b>	Madera	ESPORÁDICA
<b>17 02 03</b>	Plástico	ESPORÁDICA
<b>17 03 02</b>	Mezclas bituminosas distintas al código 17 03 01	ACELERADA
<b>17 04 07</b>	Metales mezclados	ACELERADA
<b>17 04 10*</b>	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	ACELERADA
<b>17 04 11</b>	Cables distintos a los especificados en el código 17 04 10	ACELERADA
<b>17 06 04</b>	Materiales de aislamiento distintos a los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03	ESPORÁDICA
<b>15 01 06</b>	Envases mezclados	ESPORÁDICA
<b>15 01 10*</b>	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	ACELERADA
<b>20 03 01</b>	Mezcla de residuos municipales (basura)	ACELERADA (1)

La frecuencia **ESPORÁDICA** puede consistir en la retirada de los residuos cada vez que el contenedor instalado a tal efecto esté lleno; o bien de una sola vez, en la etapa final de la ejecución del edificio. La frecuencia **ACELERADA** indica que los residuos se irán retirando separadamente (preferiblemente cada día) a medida que se vayan generando. A esta categoría corresponden los residuos producidos por la actividad de los subcontratistas.

(1) – La basura doméstica generada por los operarios de la obra se llevará diariamente a los contenedores municipales.

## 5. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA

Dado que las cantidades de residuos de construcción y demolición estimadas para la obra objeto del presente proyecto son inferiores a las asignadas a las fracciones indicadas en el punto 5 del artículo 5 del RD 105/2008, no será obligatorio separar los residuos por fracciones.

No obstante, los residuos de las categorías a las que se ha asignado una eliminación ACELERADA se retirarán de la obra separadamente, de acuerdo con sus características. Aquellos a los que se ha asignado una eliminación de tipo ESPORÁDICO, podrán ser almacenados en un contenedor temporal de modo conjunto. Los residuos previstos para VALORIZAR en la obra para la creación de rellenos se irán vertiendo progresivamente en las zonas señaladas para ello.

## 6. MANEJO DE RESIDUOS

Los residuos ocasionados de la instalación fotovoltaica propiamente dicha se depositarán en las furgonetas de la empresa instaladora aparcadas en las propias instalaciones para después ser trasladadas a un punto limpio autorizado.



*Firmado: Silvia Juliana Díaz Ruiz  
Salamanca, 2025  
Máster en ingeniería industrial  
Colegiado Nº 2045 (COGITI Salamanca)*



# PLANOS

