



**UNIÓN EUROPEA**  
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

## DOCUMENTO 0







INDICE

<b>1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETO DEL PROYECTO</b>	<b>2</b>
<b>3. ESTUDIO ALTERNATIVAS</b>	<b>3</b>
3.1 Selección por ángulo de inclinación	3
<b>4. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS</b>	<b>5</b>
4.1 Características generales	5
4.2 Características técnicas	5
4.2.1 Estación meteorológica	5
4.2.2 Generador fotovoltaico	6
4.2.3 Punto de conexión	11
4.2.4 Secciones tipo	11
4.2.5 Estructura portante	13
<b>5. CONSIDERACIONES ADMINISTRATIVAS</b>	<b>15</b>
5.1 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA	15
<b>6. PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA</b>	<b>16</b>
<b>7. NECESIDAD DE REESTUDIO EN CASO DE ALTERACIÓN DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>	<b>17</b>
<b>8. PRESUPUESTO</b>	<b>18</b>

## 1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

La Estación de Tratamiento de Agua Potable de Majadahonda es una instalación del Canal de Isabel II dedicada a la potabilización de agua. La planta recibe agua de las centrales hidráulicas de Canal y realiza los procesos pertinentes para separar agua potable y fangos. Después cada uno de ellos, aguas y fangos recibe un tratamiento.

El plan estratégico del Canal de Isabel II tiene como objetivo compensar los consumos energéticos de la actividad de la empresa, destinados a potabilización y depuración, desde fuentes renovables tales como la hidráulica, las solar y el biogás de tratamiento de residuos.

Por lo tanto, Canal de Isabel II investiga la realización de aprovechamientos fotovoltaicos que le permitan cumplir con el plan estratégico, siguiendo la filosofía actual existente en la Comunidad de Madrid donde este tipo de energías se pretende instalar en suelos ya ocupados y con un uso existente como pueden ser cubiertas, siendo extendida esta filosofía por parte del Canal de Isabel II a depósitos de agua con un uso ya previamente establecido.

En este sentido, las instalaciones de la ETAP de Majadahonda disponen de diversas ubicaciones con las condiciones óptimas para instalar una planta fotovoltaica como son la cubierta de los Filtros de Arena, y la cubierta del Depósito Antiguo. Por ello, se ha decidido emplear estas dos ubicaciones para instalar un autoconsumo fotovoltaico que ayude a cubrir la demanda de potencia de la ETAP y que en los momentos de superávit de potencia vierta a la red.



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Documento 0

2. OBJETO DEL PROYECTO

El presente documento se realiza con el objeto de definir con suficientemente grado de detalle los diferentes equipos y elementos necesarios para la instalación y funcionamiento de la Planta Fotovoltaica de la ETAP de Majadahonda, así como la instalación eléctrica y el control necesarios para su conexión a red e incorporación en el sistema de telegestión del Canal de Isabel II.

En el presente proyecto se definirán las estructuras portantes, los módulos fotovoltaicos, los inversores string y los cableados y canalizaciones necesarios.

El documento servirá para la licitación y ejecución de los trabajos, la tramitación ante las Administraciones Competentes de las Autorizaciones necesarias para la construcción de dicha planta fotovoltaica, así como para los posibles contratos de compraventa de energía que se puedan derivar de la operación de la central.

### 3. ESTUDIO ALTERNATIVAS

#### 3.1 Selección por ángulo de inclinación

Se han estudiado varios escenarios mediante la combinación de los parámetros fundamentales de planta en el Análisis de Alternativas:

##### Disposición

En el caso de la Planta 1, cuya estructura será coplanar con la cubierta de los Filtros de Arenas, no existe problema con respecto al pitch de planta, ya que los módulos no generan sombras unos a otros, por lo que la disposición óptima a utilizar será 4H, que permite un mayor llenado de la superficie de la cubierta.

La Planta 2 se encuentra en una cubierta plana. Se estudian las disposiciones 4H, 2H y 1V. La disposición 4H permite un mayor llenado, debido al alto coste de la estructura soporte requerida, ha sido descartada. Las disposiciones 2H y 1V generan dos plantas idénticas ya que dos módulos ocupan la misma distancia en vertical que en horizontal. La producción es ligeramente mayor para la disposición 2H y el coste de la estructura soporte es menor para la disposición 1V. La diferencia de producción no justifica el mayor coste de la estructura, y esto unido a que los fabricantes de estructuras tienden a la 1V, se adoptará la disposición 1V.

##### Acimut

La cubierta de los Filtros de Arena presenta un acimut de  $-31,91^\circ$  y tendrá una inclinación de  $15^\circ$ . Esto supone un importante problema para la integración arquitectónica, ya que para orientar los módulos al sur se debe utilizar una doble estructura, cuyo coste es elevado. Por ello, el acimut escogido para la Planta 1 será  $-31,91^\circ$ , de forma que se integre arquitectónicamente con la cubierta.

La cubierta donde se ubica la Planta 2 no presenta ningún elemento que complique la integración arquitectónica, por lo que se dispondrá de un acimut de  $0^\circ$  que maximice la producción de energía y el rendimiento de la planta.

##### Módulo fotovoltaico

El módulo fotovoltaico a emplear será de tecnología monocristalina con célula partida con potencia de 405 Wp que es la que se observa como máxima en el mercado en el periodo de realización del presente proyecto.

##### Inclinación

Se consideraron las inclinaciones de  $15^\circ$ ,  $20^\circ$  y  $25^\circ$ . La inclinación que, para una planta fotovoltaica fija, optimiza la relación entre producción y superficie ocupada es  $25^\circ$ . Se escogerá, por tanto, la inclinación de  $25^\circ$  para la cubierta plana de la Planta 2. Para la Planta 1, cuya cubierta se encuentra a  $15^\circ$ , los módulos se acoplarán a la cubierta para aprovechar su inclinación y minimizar la estructura portante a utilizar.

**Agrupación de módulos**

Se tiene en cuenta los posibles efectos adversos de PID, pero dadas las condiciones favorables de la ubicación, y las protecciones que se dispondrán se agrupará los módulos en strings que garanticen tensiones menores a 1.100 V para minimizar las pérdidas por corriente.

**Por tanto, la Planta 1 se diseñará con disposición 4H, acimut -31,91º, inclinación 15º, y agrupaciones de módulos que generen tensiones menores de 1.100 V. Por otro lado, la Planta 2 se diseñará con disposición 1V, acimut 0º, inclinación 25º, y agrupaciones de módulos que generen tensiones menores de 1.100 V. Además, se utilizará un pitch de 3,8 metros, que minimiza las sombras de los módulos y permite aumentar la ocupación superficial de la planta.**

## 4. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS

### 4.1 Características generales

**Título:** Proyecto de una Instalación Fotovoltaica en la ETAP de Majadahonda.

**Términos municipales:** Las obras comprendidas en el proyecto se encuentran ubicadas en la provincia de Madrid, afectando al término municipal de Majadahonda.

**Obras principales:** La obra consiste en:

- Instalación de estructura portante en las cubiertas de los Filtros de Arena, del Depósito Antiguo y el Depósito Nuevo.
- Instalación sobre estructura de módulos fotovoltaicos que formarán el generador fotovoltaico.
- Interconexión de módulos para generar strings necesarios de tensiones máximas de 1.100 Vcc.
- Instalación de inversores string que convierten de Corriente Continua a Corriente Alterna, y actúan como cajas de agrupación. Los inversores recibirán tensión de los módulos a 1.100 Vcc y la convertirán a 400 Vac.
- Interconexión desde inversores string a Cajas de Agrupación de Vca.
- Conexión de las plantas fotovoltaicas a los Centros de Transformación AMPSO 1 y AMPSO 2.
- Instalación de redes de tierras de protección de la planta fotovoltaica.
- Instalación de cableado de comunicación.
- Instalación de estación meteorológica que recogerá fundamentalmente radiación solar horizontal, temperatura ambiente y temperatura de módulo fotovoltaico.
- Instalación de tuberías de polietileno y válvulas para el abastecimiento de agua al sistema de limpieza.

### 4.2 Características técnicas

#### 4.2.1 Estación meteorológica

La estación dispondrá de las siguientes medidas:

- Piranómetro para medida de radiación horizontal. El error máximo de medición se establece en 0,2 %.

- Sonda PT-100 para medida de temperatura ambiente. Esta sonda estará protegida para asegurar la correcta medición de temperatura ambiente sin tener afección de radiación solar o convección por viento. La medida se realizará con PT-100 de 4 hilos.
- Sonda PT-100 situada en modulo fotovoltaico para medida de temperatura de célula. La medida se realizará con PT-100 de 4 hilos.

La estación será capaz de registrar datos en tiempo real y almacenarlos en datalogger. Se conectará por RS485 a la monitorización en el centro de transformación.

Los soportes de colocación de piranómetros o células calibradas serán completamente rígidos para asegurar las mejores condiciones y la precisión de la medida.

#### 4.2.2 Generador fotovoltaico

##### 4.2.2.1 Módulo fotovoltaico

Se dispondrán módulos fotovoltaicos de características similares a las expuestas a continuación:

#### Características Eléctricas (STC 1000 W/m<sup>2</sup>, 25°C, AM1,5)

Potencia (Wp)	405 W
Tensión Máxima Potencia (Vmpp)	41,46 V
Intensidad Máxima Potencia (Impp)	9,77 A
Tensión de circuito abierto (Voc)	49,81 V
Intensidad de cortocircuito (Isc)	10,32 A
Coeficiente Pmax	-0,35 %/°C
Coeficiente Isc	0,051 %/°C
Coeficiente Voc	-0,289 %/°C
TONC	45±2 °C

### Características Mecánicas

Largo	2.015 mm
Ancho	996 mm
Fondo	40 mm
Peso	22,7 kg

El módulo fotovoltaico será de Silicio Monocristalino de célula partida. El número de total de módulos fotovoltaicos será de 2.620.

#### 4.2.2.2 Definición de String

El string se formará con 20 módulos en serie. La tensión de circuito abierto máxima será de 1.100 Vcc.

El número de strings necesario total será de 124. La potencia máxima fotovoltaica será de 1.004,4 kWp.

Se realizará el interconexión de los módulos fotovoltaicos generando series de 20 módulos. Estas series se conectarán con los inversores string mediante cable de 1x4 mm<sup>2</sup> y 1x6 mm<sup>2</sup> de cobre de tipo solar de forma directa. El cableado de series discurrirá por la estructura portante convenientemente grapados hasta que alcanzan la bandeja dispuesta en el suelo de la cubierta. Desde esta canalización se realiza la salida de los cables del generador fotovoltaico hasta cada uno de los inversores string.

Es de suma importancia que, para cada serie, el cable positivo y el negativo vayan juntos por las canalizaciones, para evitar formar espiras que generen un punto de atracción de rayos.

#### 4.2.2.3 Inversores String

Los inversores son los encargados de convertir la corriente continua generada en los módulos fotovoltaicos, en corriente alterna sincronizada con la de la red. Los inversores string se dispondrán a lo largo de la planta convirtiendo la corriente continua que reciben de los strings fotovoltaicos a 1.100 V en corriente alterna a 400 V. Además, estos inversores hacen las veces de cajas de agrupación congregando la potencia de varios strings a un solo cable de salida.

Estos inversores string permiten poder seccionar partes de planta fotovoltaica para la operación y mantenimiento del campo. No es necesario colocar fusibles, ya que los propios inversores string disponen de seccionadores internos que realizan las veces de estos. También se dispone de la monitorización de los inversores string. El inversor a suministrar deberá disponer de protección de string, o en su defecto, disponer de caja de fusibles.

Estos equipos se colocarán en la estructura metálica portante, y aunque están muy expuestos a fenómenos meteorológicos, cuentan con un grado de protección IP66 que los protege frente a proyecciones de polvo, humedad, cambios de temperatura y radiación incidente.



Los inversores string tendrán un máximo de 15 strings por inversor. La potencia máxima por string será de 8.100 W. A continuación, se establecen las características de los inversores a utilizar en el proyecto:

**Características Inversor 110 kW (25°C)**

**SALIDA GENERACION AC:**

Potencia nominal AC @40°C                      100 kW

Tensión de generación (BT)                      400 Vac

**ENTRADA CAMPO FOTOVOLTAICO DC:**

Ventana de Tensión de seguimiento de      200-1.000 Vdc  
Máxima potencia

Tension maxima DC                                  1.100 V

Corriente máxima DC                                260 A

Características eléctricas	
Potencia nominal de inversor AC	100 kW (40°C) - 110 kW (25°C)
Rango de tensión MPP	200-1.000 Vdc
Máxima tensión de entrada DC	1.100 V
Máxima corriente DC	260 A
Tension nominal AC	400V
Máxima corriente AC	160,4 A a 400 V
Factor de potencia	Cualquiera
Rango de temperatura de trabajo	-25°C a 60°C.
Frecuencia de trabajo	50 Hz

Máxima distorsión armónica	<3 %
Humedad relativa	De 0 a 100 %
Rendimiento máximo	98,6% a 400 V
Rendimiento europeo	98,4% a 400 V
Características físicas	Grado de protección IP-66
	Ventilación inteligente Conector MC4

Características Inversor 66 kW (25°C)

SALIDA GENERACION AC:

Potencia nominal AC @40°C                      60 kW

Tensión de generación (BT)                      400 Vac

ENTRADA CAMPO FOTOVOLTAICO DC:

Ventana de Tensión de seguimiento de    200-1.000 Vdc  
Máxima potencia

Tension maxima DC                                1.100 V

Corriente máxima DC                              132 A

Características eléctricas	
Potencia nominal de inversor AC	60 kW (40°C) - 66kW (25°C)
Rango de tensión MPP	200-1.000 Vdc
Máxima tensión de entrada DC	1.100 V

Máxima corriente DC	132 A
Tension nominal AC	400 V
Máxima corriente AC	95,3 A
Factor de potencia	Cualquiera
Rango de temperatura de trabajo	-25ºC a 60ºC
Frecuencia de trabajo	50 Hz
Máxima distorsión armónica	<3 %
Humedad relativa	De 0 a 100 %
Rendimiento máximo	98,7 % a 400 V
Rendimiento europeo	98,5 % a 400 V
Características físicas	Grado de protección IP-65 Convección natural Conector Helios H4

Se instalarán los siguientes inversores string:

- 7 Ud. Inversor 110 KW (25ºC) con 15 strings conectados
- 2 Ud. Inversor 66 KW (25ºC) con 9 strings conectados
- 1 Ud. Inversor 66 KW (25ºC) con 8 strings conectados

Además, los inversores string dispondrán de los siguientes elementos:

- 1 seccionador de corte en carga de 1.100 Vcc por cada 6 entradas de string.
- Protección de sobretensiones Clase II: 1 por cada 6 entradas de string DC + 1 de salida AC.
- 20/12 entradas para strings hasta 6 mm2 por polo Staubli MC4 EVO2 y Amphenol Helios H4.

- Salida trifásica para cable de generación en alterna de hasta 300 mm<sup>2</sup> impermeable con terminal OT/DT.
- Barra de red de tierras de Cobre de 50 mm<sup>2</sup>.
- Envolvente
- Placa de anclaje mural.
- Monitorización de corriente a nivel de string.
- Monitorización de tensión a nivel agrupación.
- Alimentación de SSAA para sistema de monitorización
- Bornas de conexión para cableado RS485 y conexión USB y MBUS en comunicaciones.
- IP de caja IP66/IP65. Prensa estopas a entradas y salidas tanto de generación DC, cables de comunicaciones y cable de red de tierras de 35 mm<sup>2</sup>.

Los cables de generación de XZ1-K 0,6/1 kV AC AL (1x120; 1x185; 1x240) mm<sup>2</sup> se tienden en bandeja hasta el límite de las cubiertas. Para llegar desde este punto hasta los Centros de Transformación de la red de la ETAP, los cables entrarán mediante una arqueta en zanja y llegarán enterrados bajo tubo hasta estos.

#### 4.2.3 Punto de conexión

Las dos nuevas plantas fotovoltaicas se conectarán, a través de cable enterrado bajo tubo, a los Cuadros Generales de Baja Tensión (CGBT) de los Centros de Transformación existentes en la ETAP. La Planta 1 se conectará al CGBT del C.T. AMPSO 2 y la Planta 2 al CGBT del C.T. AMPSO 1.

Los Cuadros Generales de Baja Tensión de cada Centro de Transformación no serán modificados. No obstante, será preciso revisar el estado de estos con el objetivo de comprobar si son aptos para conectar la planta.

En caso de que actualmente no haya conexión de fibra óptica en la estación se habilitará, ya que es esencial para la monitorización y gestión de la planta fotovoltaica.

#### 4.2.4 Secciones tipo

##### **Conducción en bandeja tipo B1: Conducción en bandeja 35x100 String - Inversor**

Bandeja de chapa metálica perforada con tapa, con borde de seguridad perfilado y base perforada y embutida, fabricada a partir de chapa de acero al carbono. Dimensiones 100 mm de base y 35 mm de ala.

### **Conducción en bandeja tipo B2: Conducción en bandeja 35x150 Inversor - Inversor**

Bandeja de chapa metálica perforada con tapa, con borde de seguridad perfilado y base perforada y embutida, fabricada a partir de chapa de acero al carbono. Dimensiones 150 mm de base y 35 mm de ala.

### **Conducción en bandeja tipo B3: Conducción en bandeja 60x200 Inversor - Inversor**

Bandeja de chapa metálica perforada con tapa, con borde de seguridad perfilado y base perforada y embutida, fabricada a partir de chapa de acero al carbono. Dimensiones 200 mm de base y 60 mm de ala.

### **Conducción en bandeja tipo B4: Conducción en bandeja 60x300 Inversor – Bloque de potencia**

Bandeja de chapa metálica perforada con tapa, con borde de seguridad perfilado y base perforada y embutida, fabricada a partir de chapa de acero al carbono. Dimensiones 300 mm de base y 60 mm de ala.

### **Conducción en zanja tipo Z1: Conducción bajo terreno convencional Red de Tierras**

- 1 conductor de red de tierra de 35 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo situado a 96 cm de profundidad en 10 cm de arena cribada.
- Relleno de 10 cm de arena cribada con una compactación mínima del 95% del Proctor modificado.
- 1 tubos de polietileno de 63 mm de diámetro situado en zanja con relleno con terreno seleccionado con generatriz superior situada a 57,5 cm del nivel de pavimento terminado.
- 1 tubos de polietileno de 90 mm de diámetro situado en zanja con relleno con terreno seleccionado con generatriz superior situada a 77 cm del nivel de pavimento terminado.
- 1 tubo de polietileno de 160 mm de diámetro situado en zanja con relleno con terreno seleccionado con generatriz superior situada a 76 cm del nivel de pavimento terminado.
- Relleno de terreno, hasta 0,41 m de espesor, con material seleccionado, con una compactación mínima del 95% del Proctor Normal.
- Relleno en la zona alta de tierra vegetal, de 0,45 m de espesor.
- Cinta de señalización amarilla a 25 cm de profundidad desde Nivel de pavimento terminado para cables eléctricos.
- Cinta de señalización verde a 25 cm de profundidad desde Nivel de pavimento terminado para tritubo.

- Protección mecánica (rasilla o planchas de fibra) a 45 cm de profundidad desde Nivel de pavimento terminado.

#### **Conducción en zanja tipo Z4: Conducción bajo terreno convencional Inversor – Centro de Transformación**

- 1 conductor de red de tierra de 35 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo situado a 124 cm de profundidad en 10 cm de arena cribada.
- Relleno de 10 cm de arena cribada con una compactación mínima del 95% del Proctor modificado.
- 1 tubo de polietileno de 63 mm de diámetro situado en zanja con relleno con terreno seleccionado con generatriz superior situada a 57,5 cm del nivel de pavimento terminado.
- 1 tubos de polietileno de 90 mm de diámetro situado en zanja con relleno con terreno seleccionado con generatriz superior situada a 78 cm del nivel de pavimento terminado.
- 4 tubos de polietileno de 160 mm de diámetro situado en zanja con relleno con terreno seleccionado con generatriz superior situada a 78 y 106,5 cm del nivel de pavimento terminado.
- Relleno de terreno, hasta 0,7 m de espesor, con material seleccionado, con una compactación mínima del 95% del Proctor Normal.
- Relleno en la zona alta de tierra vegetal de 0,45 m de espesor.
- Cinta de señalización amarilla a 25 cm de profundidad desde Nivel de pavimento terminado para cables eléctricos.
- Cinta de señalización verde a 25 cm de profundidad desde Nivel de pavimento terminado para tritubo.
- Protección mecánica (rasilla o planchas de fibra) a 45 cm de profundidad desde Nivel de pavimento terminado.

#### **4.2.5 Estructura portante**

Se utilizarán perfiles metálicos para la estructura portante que sostendrá los módulos fotovoltaicos. Se tendrá en cuenta la exposición al sol, agua y viento, por lo que debe ser capaz de soportar la exposición a ellos sin pérdida de características mecánicas.

Se dispondrá estructura para 2.480 módulos fotovoltaicos.

La estructura se fijará a las cubiertas mediante bloques de hormigón que actuarán como contrapesos, lastrando la estructura. Así, los apoyos de la estructura se unirán a los bloques de hormigón mediante anclaje químico. Dichos bloques de hormigón se han calculado de tal manera que no sean tan pesados



UNIÓN EUROPEA  
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MADADAHONDA  
Documento 0

para comprometer la estructura de la cubierta, y tengan el peso suficiente para lastrar la estructura frente a la carga de succión del viento, que tiende a levantar la estructura fotovoltaica.

Se debe asegurar un contrapeso mínimo de 66 kg por m<sup>2</sup> de superficie fotovoltaica para que el conjunto debidamente montado resista vientos de hasta 26 m/s, y carga de nieve según CTE de 0,72 kN/m<sup>2</sup>.

## 5. CONSIDERACIONES ADMINISTRATIVAS

A continuación, se definen los requisitos básicos para la licitación de este proyecto.

### 5.1 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

De acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas y el Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto; por el que se modifican determinados preceptos del RGLCAP, considerando el carácter de las actuaciones proyectadas, predominantemente obras eléctricas, y en particular de una planta fotovoltaica en una instalación de distribución de agua del Canal de Isabel II, se propone que el contratista adjudicatario de las obras ostente la clasificación en los siguientes grupos y subgrupos:

GRUPO	SUBGRUPO
E HIDRÁULICAS	1 ABASTECIMIENTOS Y SANEAMIENTOS
K ESPECIALES	8 ESTACIONES DE TRATAMIENTO DE AGUAS
I ESPECIALES	2 CENTRALES DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

No obstante, será el futuro Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares de la Licitación el que establezca definitivamente la Clasificación necesaria.



## **6. PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA**

La duración prevista para la ejecución de las obras es de DIECISIETE (17) meses a partir de la fecha del Acta de Comprobación de Replanteo. Las obras comenzarán una vez la nueva cubierta de filtros de arena de la ETAP de Majadahonda esté disponible.

El plazo de garantía será de DOCE (12) meses y empezará a contar a partir de la fecha de la recepción de las obras. Durante este tiempo será por cuenta del contratista la conservación de las obras e instalaciones y cuantas reparaciones se motiven y ordenen por defectos de ejecución de las mismas.

**7. NECESIDAD DE REESTUDIO EN CASO DE ALTERACIÓN DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

No obstante, si en el momento de realizar la aprobación definitiva por parte de la Dirección de obra de los módulos y resto de equipos se viesen alteradas las especificaciones técnicas de la instalación como longitud de strings, tensiones de vacío, intensidades de cortocircuito, etc., será responsabilidad del contratista rehacer toda la ingeniería a las nuevas características. En ningún caso se permitiría la reducción de la potencia de la instalación ni su producción.

## 8. PRESUPUESTO

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE (€)
1	OBRA CIVIL	11.377,73
2	EQUIPOS PRINCIPALES	334.360,08
3	MONTAJE Y CONEXIONADO	90.122,59
4	CONJUNTO DE FIJACIÓN Y LASTRE	79.914,96
5	CABLEADO	122.677,82
6	CANALIZACIONES	37.548,15
7	PUESTA A TIERRA	4.235,79
8	COMUNICACIONES Y VIGILANCIA	50.938,67
9	REPUESTOS	5.025,60
10	GESTIÓN DE RESIDUOS	31.587,25
11	SEGURIDAD Y SALUD	22.699,38
12	PUESTA EN SERVICIO	21.000,00
13	SISTEMA DE LIMPIEZA	5.232,08
14	PREVENCIÓN Y SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES	306.270,09
15	CONTINGENCIAS	33.700,63

**Total, ejecución material** **1.157.054,98**

13% Gastos Generales 150.417,15

6% Beneficio Industrial 69.432,30

**Total, presupuesto base de licitación excluido el IVA** **1.376.895,43**

Asciende el presupuesto base de licitación del proyecto a la expresada cantidad de UN MILLÓN TRESCIENTOS SETENTA Y SEIS MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS (1.376.895,43 €)

***Esta operación podrá cofinanciarse con el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, con recursos del REACT-UE, en el marco del PO de la Comunidad de Madrid 2014/2020, como parte de la respuesta de la Unión a la pandemia de COVID-19.***



UNIÓN EUROPEA  
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Documento 0

ANEXO 1. PLANO DE SITUACIÓN





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE  
MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)

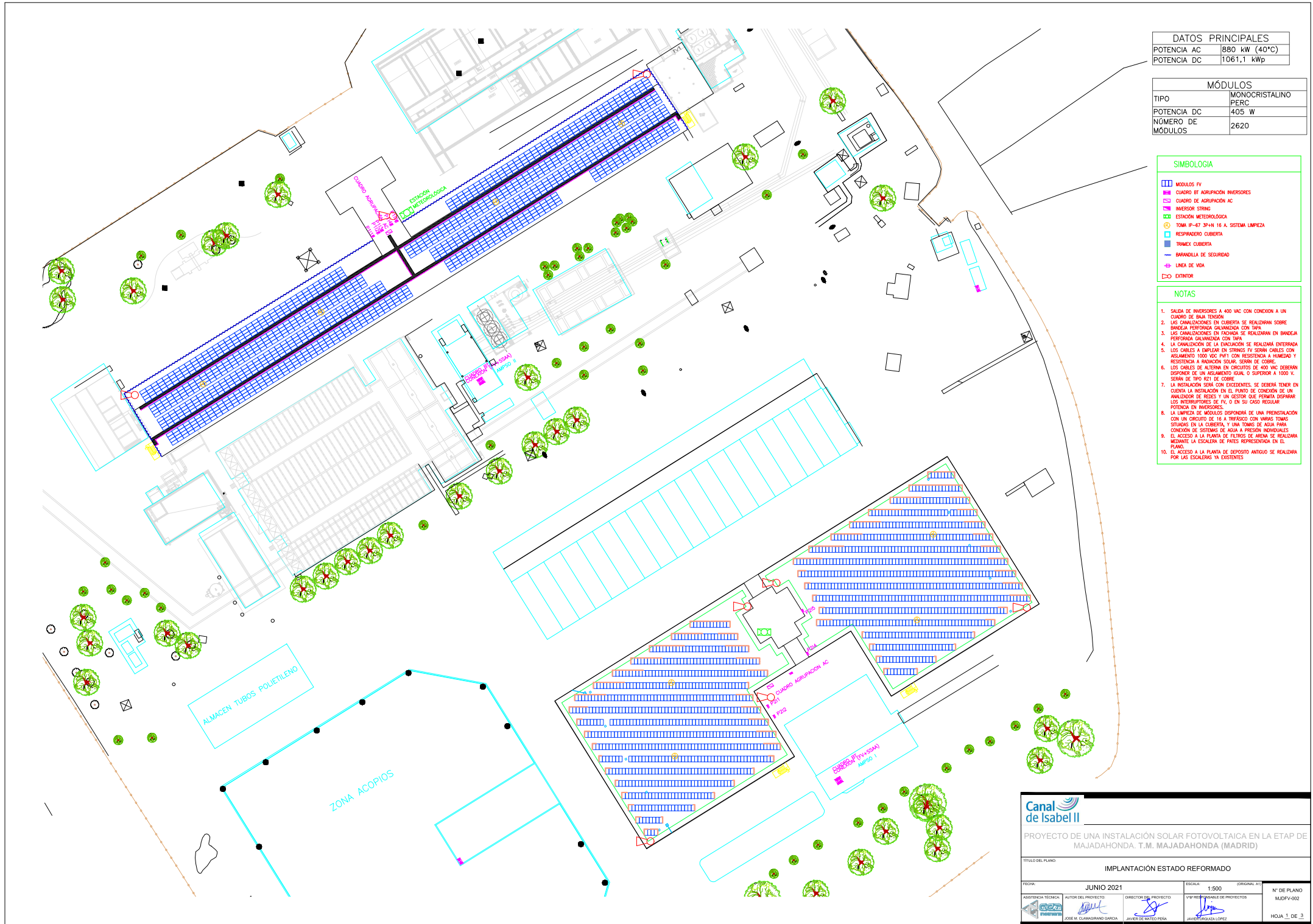
TÍTULO DEL PLANO		ESTADO ACTUAL GENERAL	
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	1:1000
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	DIRECTOR DEL PROYECTO:	VºPº RESPONSABLE DE PROYECTOS:
JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JAVIER DE MATEO PENA	JAVIER DE MATEO PENA
Nº DE PLANO:		HOJA 1 DE 3	
MUDPV-001			





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Documento 0

ANEXO 2. PLANO IMPLANTACIÓN



DATOS PRINCIPALES	
POTENCIA AC	880 kW (40°C)
POTENCIA DC	1061,1 kWp

MÓDULOS	
TIPO	MONOCRISTALINO PERC
POTENCIA DC	405 W
NÚMERO DE MÓDULOS	2620

#### SIMBOLOGIA

- MÓDULOS PV
- CUADRO DE AGRUPACIÓN INVERSORES
- CUADRO DE AGRUPACIÓN AC
- INVERSOR STRING
- ESTACIÓN METEOROLÓGICA
- TOMA IP-67 3P+N 16 A SISTEMA LIMPIEZA
- RESPRADERO CUBIERTA
- TRAMEX CUBIERTA
- BARRANDA DE SEGURIDAD
- LÍNEA DE VIDA
- EXTINTOR

#### NOTAS

1. SALIDA DE INVERSORES A 400 VAC CON CONEXIÓN A UN CUADRO DE BAJA TENSION.
2. LAS CANALIZACIONES EN CUBIERTA SE REALIZARÁN SOBRE BANDEJA PERFORADA SALVAMAZA CON TAPA.
3. LAS CANALIZACIONES EN FACHADA SE REALIZARÁN EN BANDEJA PERFORADA SALVAMAZA CON TAPA.
4. LA CANALIZACIÓN DE LA EVACUACIÓN SE REALIZARÁ ENTERRADA.
5. LOS CABLES A EMPLEAR EN STRINGS PV SERÁN CABLES CON AISLAMIENTO 1000 VDC P.V.T. CON RESISTENCIA A HUMEDAD Y RESISTENCIA A RADIACIÓN SOLAR. SERÁN DE COBRE.
6. LOS CABLES DE ALIMENTA EN CIRCUITOS DE 400 VAC DEBERÁN DISPONER DE UN AISLAMIENTO IGUAL O SUPERIOR A 1000 V. SERÁN DE TIPO XZ1 DE COBRE.
7. LA INSTALACIÓN SERÁ CON EXCEDENTES. SE DEBERÁ TENER EN CUENTA LA INSTALACIÓN EN EL PUNTO DE CONEXIÓN DE UN ANALIZADOR DE RED Y UN GESTOR QUE PERMITA DISPONER LOS INTERRUPTORES DE PV, O EN SU CASO REGULAR POTENCIA EN INVERSORES.
8. LA LIMPIEZA DE MÓDULOS DISPONDRÁ DE UNA PREINSTALACIÓN CON UN CIRCUITO DE 16 A TRIFÁSICO CON VARIAS TOMAS SITUADAS EN LA CUBIERTA, Y UNA TOMA DE AGUA PARA CONEXIÓN DE SISTEMAS DE AGUA A PRESIÓN INDIVIDUALES.
9. EL ACCESO A LA PLANTA DE FILTROS DE AGUA SE REALIZARÁ MEDIANTE LA ESCALERA DE PASES REPRESENTADA EN EL PLANO.
10. EL ACCESO A LA PLANTA DE DEPÓSITO ANTIGUO SE REALIZARÁ POR LAS ESCALERAS YA EXISTENTES.



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)

TÍTULO DEL PLANO: IMPLANTACIÓN ESTADO REFORMADO

FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	1:500	ORIGINAL:	AT	Nº DE PLANO:	MIDPV-002
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	DIRECTOR DEL PROYECTO:	Vº Bº RESPONSABLE DE PROYECTOS:				
JOSE M. CLAMERAND GARCIA	JOSE M. CLAMERAND GARCIA	JOSE M. CLAMERAND GARCIA	JOSE M. CLAMERAND GARCIA				
				HOJA 1 DE 3			



UNIÓN EUROPEA  
Fondo Europeo de Desarrollo Regional



## DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEIOS



**UNIÓN EUROPEA**  
**Proyecto cofinanciado por el Fondo**  
**Europeo de Desarrollo Regional**  
*Una manera de hacer Europa*





UNIÓN EUROPEA  
Fondo Europeo de Desarrollo Regional





## **MEMORIA**



## ÍNDICE

<b>1. ANTECEDENTES</b>	<b>9</b>
<b>2. OBJETO DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN</b>	<b>10</b>
<b>3. ÁMBITO GEOGRÁFICO</b>	<b>11</b>
<b>4. DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ACTUAL</b>	<b>13</b>
4.1 CUBIERTA FILTROS DE ARENA	14
4.2 DEPÓSITO ANTIGUO	14
4.3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN AMPSO 1 Y 2	15
4.4 RED DE TIERRAS	17
<b>5. CONDICIONES GENERALES DE SERVICIO</b>	<b>18</b>
<b>6. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS</b>	<b>19</b>
6.1 DESCRIPCIÓN GENERAL	19
6.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	20
6.2.1 ESTACIÓN METEOROLÓGICA	20
6.2.2 GENERADOR FOTOVOLTAICO	21
6.2.3 PUNTO DE CONEXIÓN	25
6.2.4 SECCIONES TIPO	25
6.2.5 ESTRUCTURA PORTANTE	27
6.2.6 MONITORIZACION Y COMUNICACIONES	27
6.2.7 RED DE TIERRAS	28
6.2.8 ACTUACIONES CUBIERTA FILTRO DE ARENAS PARA MANTENIMIENTO	28
6.2.9 ACTUACIÓN SOBRE ALUMBRADO CERCANO A DEPOSITO ANTIGUO	29
<b>7. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO DEL PROYECTO</b>	<b>30</b>
7.1 CABLES DE BAJA TENSIÓN GENERACIÓN	30
7.2 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS	31
7.3 ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA	31
<b>8. CONDICIONES GENERALES</b>	<b>32</b>

8.1	ALCANCE DE SUMINISTRO	32
8.2	SERVICIOS	32
8.3	NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE	33
8.4	INSPECCIONES, ENSAYOS Y PRUEBAS	35
<b>9.</b>	<b>ESTUDIOS Y CÁLCULOS</b>	<b>37</b>
9.1	CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA	37
9.2	GEOLOGÍA Y GEOTECNIA	37
9.3	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	37
9.4	CÁLCULOS DIMENSIONAMIENTO	38
9.5	CÁLCULOS ESTRUCTURALES	38
9.6	CONTRAINCENDIOS	38
9.7	CÁLCULOS ELÉCTRICOS	38
9.8	CÁLCULOS REFRIGERACIÓN	39
9.9	SUPERVISIÓN Y CONTROL	39
9.10	SEGURIDAD Y SALUD	39
9.10.1	<i>Protecciones Colectivas</i>	39
9.11	ESTUDIO DE INTERFERENCIAS	40
9.12	ESTUDIO DE MAGNETISMO	40
9.13	RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA Y RUIDOS	40
9.14	PLAN DE OBRA	40
9.15	SISTEMA DE LIMPIEZA	41
9.16	RELACIONES DEL CONTRATISTA CON LA DIRECCIÓN DE OBRA	41
<b>10.</b>	<b>CONSIDERACIONES ADMINISTRATIVAS</b>	<b>42</b>
10.1	CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA	42
10.2	REVISIÓN DE PRECIOS	42
10.3	PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA	44
<b>11.</b>	<b>PRESUPUESTO</b>	<b>45</b>
<b>12.</b>	<b>DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO</b>	<b>46</b>



## 1. ANTECEDENTES

La Estación de Tratamiento de Agua Potable de Majadahonda es una instalación del Canal de Isabel II dedicada a la potabilización de agua. La planta recibe agua de las centrales hidráulicas de Canal y realiza los procesos pertinentes para separar agua potable y fangos. Después cada uno de ellos, aguas y fangos recibe un tratamiento.

El plan estratégico del Canal de Isabel II tiene como objetivo compensar los consumos energéticos de la actividad de la empresa, destinados a potabilización y depuración, desde fuentes renovables tales como la hidráulica, las solar y el biogás de tratamiento de residuos.

Por lo tanto, Canal de Isabel II investiga la realización de aprovechamientos fotovoltaicos que le permitan cumplir con el plan estratégico, siguiendo la filosofía actual existente en la Comunidad de Madrid donde este tipo de energías se pretende instalar en suelos ya ocupados y con un uso existente como pueden ser cubiertas, siendo extendida esta filosofía por parte del Canal de Isabel II a depósitos de agua con un uso ya previamente establecido.

En este sentido, las instalaciones de la ETAP de Majadahonda disponen de diversas ubicaciones con las condiciones óptimas para instalar una planta fotovoltaica como son la cubierta de los Filtros de Arena, y la cubierta del Depósito Antiguo. Por ello, se ha decidido emplear estas dos ubicaciones para instalar un autoconsumo fotovoltaico que ayude a cubrir la demanda de potencia de la ETAP, y que vierta excedentes en la red en caso de superar la energía generada a la energía consumida en ciertos momentos del proceso. Por lo tanto, se tratará de una instalación de AUTOCONSUMO CON EXCEDENTES DE POTENCIA MAYOR DE 100 KW.



## 2. OBJETO DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN

El presente documento se realiza con el objeto de definir con suficientemente grado de detalle los diferentes equipos y elementos necesarios para la instalación y funcionamiento de la Planta Fotovoltaica de la ETAP de Majadahonda, así como la instalación eléctrica y el control necesarios para su conexión a red e incorporación en el sistema de telegestión del Canal de Isabel II.

En el presente proyecto se definirán las estructuras portantes, los módulos fotovoltaicos, los inversores string y los cableados y canalizaciones necesarios.

El documento servirá para la licitación y ejecución de los trabajos, la tramitación ante las Administraciones Competentes de las Autorizaciones necesarias para la construcción de dicha planta fotovoltaica, así como para los posibles contratos de compraventa de energía que se puedan derivar de la operación de la central.

### 3. ÁMBITO GEOGRÁFICO

Todas las actuaciones descritas en este proyecto se desarrollarán en la Estación de Tratamiento de Agua Potable de Majadahonda, situada en el término municipal de Majadahonda, en la Comunidad de Madrid. Dicha planta se encuentra situada a 15 km de Madrid.



Figura 1. Situación del Municipio de Majadahonda en la Comunidad de Madrid.

Según datos del Padrón Municipal a 1 de enero de 2019, el municipio de Majadahonda tiene una población de 71.826 habitantes.

La parcela donde se ubica la ETAP de Majadahonda tiene una forma irregular. La cubierta de los Filtros de Arena tiene forma rectangular con unas dimensiones de 192 m por 17 m, aunque esta será remodelada para albergar la instalación fotovoltaica (El proyecto de la nueva cubierta no es objeto del presente proyecto). La cubierta del Depósito Antiguo está dividida en dos zonas de igual forma y tamaño, cada una con una superficie aproximada de 3.307 m<sup>2</sup>. El acceso a la ETAP de Majadahonda se realizará por la Carretera de Boadilla del Monte, o bien, por la Calle del Dr. Mariano Alcaraz, pertenecientes al término municipal de Majadahonda, siendo las dos carreteras para llegar al término de Majadahonda las autovías M-503 y M-515.

Todas las actuaciones definidas en este proyecto se llevarán a cabo sobre la parcela propia de la ETAP de Majadahonda.

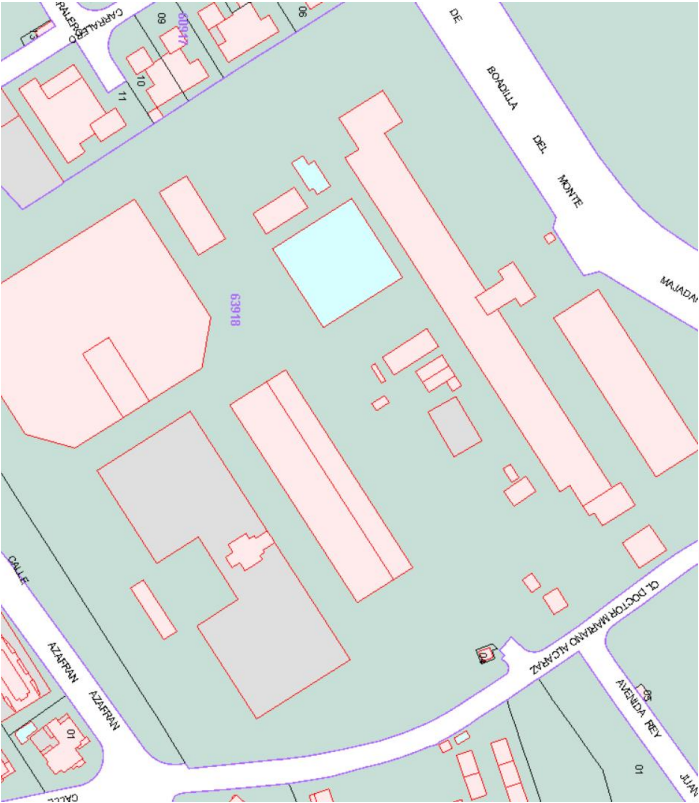


Figura 2. Plano catastral de la ETAP de Majadahonda.



Figura 3. Vista aérea de la ETAP de Majadahonda.



#### 4. DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ACTUAL

La estación de tratamiento de agua potable de Majadahonda entró en servicio en 1967 y ha sido renovada en varias ocasiones, siendo la última en 2006-09. Tiene una capacidad de tratamiento de 3,8 m<sup>3</sup>/s y en ella se trata el agua procedente del embalse de Picadas, en el río Alberche, y del campo de pozos de Guadarrama.

Se pueden distinguir dos instalaciones principales: la instalación de tratamiento de agua y la instalación de tratamiento de fangos. Una de las actividades que se realiza en la ETAP es el filtrado rápido sobre arena. Para ello la ETAP cuenta con unos filtros de arenas protegidos por una cubierta, ubicación de la primera planta fotovoltaica. A su vez, la ETAP de Majadahonda cuenta con dos depósitos de almacenamiento de agua, el Depósito Antiguo y el Depósito Nuevo. La segunda planta a instalar se ubicará sobre la cubierta del Depósito Antiguo. Además, a lo largo de la planta hay varios centros de transformación, como son los centros AMPSO 1 y AMPSO 2, donde se conectarán las nuevas instalaciones, los cuales se conectan a la red de media tensión de la ETAP que se conecta a la red de Media Tensión de Iberdrola que da servicio en la zona, mediante dos líneas.

De los elementos mencionados se detallarán en mayor medida las cubiertas de los Filtros de Arena y del Depósito Antiguo y los centros de transformación AMPSO 1 y AMPSO 2, ya que son los elementos afectados por este proyecto. La siguiente imagen muestra la ubicación de elementos en la ETAP de Majadahonda.

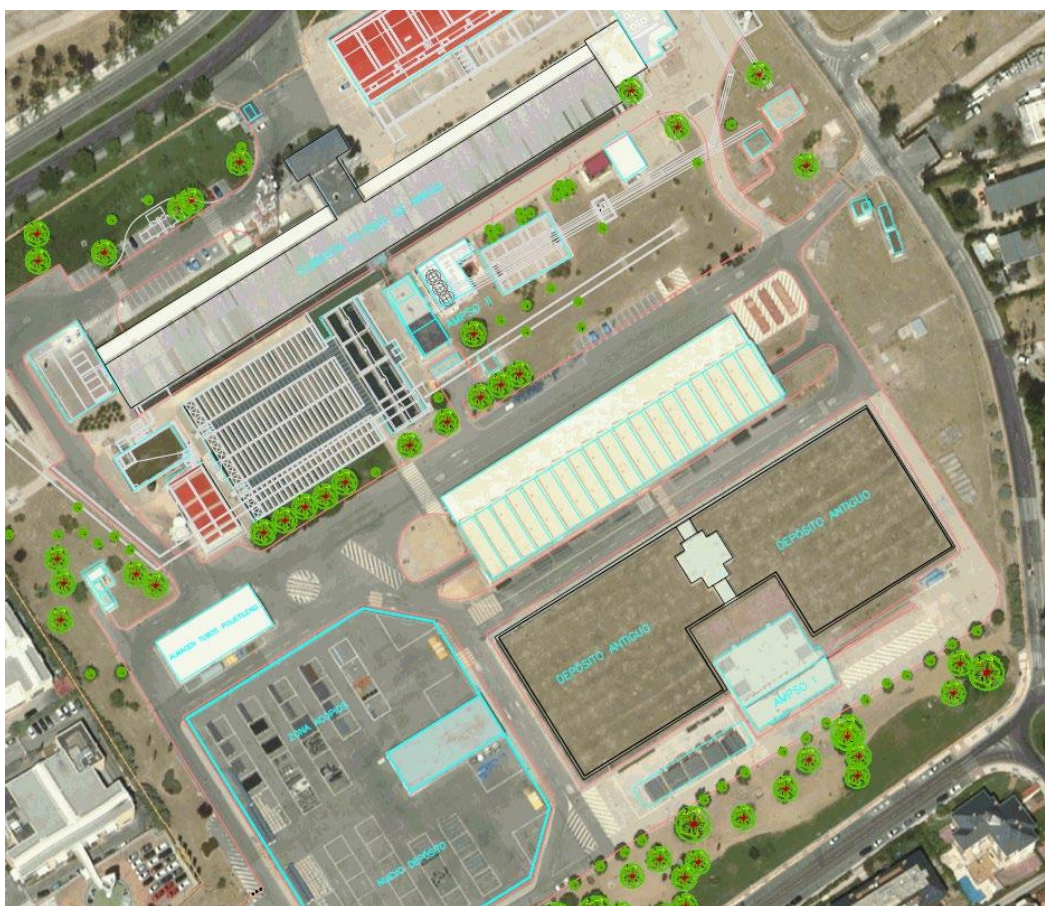


Figura 4. Elementos de Interés: Cubierta Filtros Arena, Depósito Antiguo y Centros de Transformación AMPSO 1 y 2.

#### 4.1 CUBIERTA FILTROS DE ARENA

Tras someter el agua al proceso de decantación tiene lugar el filtrado rápido sobre lecho de arena donde quedarán retenidas las partículas más pequeñas que no han podido ser eliminadas durante la decantación para posteriormente pasar a la cámara de ozonización intermedia. Es aquí, en la cubierta de los Filtros de Arena, donde se ubicará la Planta 1. Es importante tener en cuenta que esta cubierta se va a remodelar, variando su inclinación y sus dimensiones con el propósito de albergar la instalación fotovoltaica de manera coplanar. No obstante, se incluyen fotos del estado actual de la cubierta.



Figura 5. Cubierta Filtros de Arena Actual

La nueva cubierta tendrá una inclinación de 15º y se dimensionará para soportar la estructura fotovoltaica. El proyecto de cambio de cubierta no es objeto del presente proyecto.

#### 4.2 DEPÓSITO ANTIGUO

El Depósito Antiguo es el lugar al que llega el agua una vez ha sido tratada y potabilizada convenientemente en la planta. Este depósito es un edificio de planta rectangular construido al sureste de la planta. Tiene una capacidad de agua de 40.000 m<sup>3</sup> y abastece a los municipios cercanos.

El depósito consta básicamente de cuatro estancias: el depósito en sí que está formado por dos compartimentos destinados almacenamiento del agua y separados por la galería central; la caseta de válvulas, ubicada encima de la toma de agua del depósito, en ella se encuentran los equipos encargados de regular el la entrada de agua en el depósito y el agua almacenada en cada compartimento y la galería central, que conecta la caseta de válvulas con las arquetas y tubería de vaciado de compartimentos y reboses.





Figura 6. Vista del Depósito Antiguo de Majadahonda

La Planta 2 se ubicará en la cubierta del Depósito Antiguo utilizando estructuras portantes que dotarán a los módulos de la inclinación elegida. Se trata de una cubierta de bóvedas, en la que se ha colocado tierra encima de la estructura. Con el paso del tiempo, la capa superficial se ha convertido en tierra vegetal, por lo que, será necesario desbrozar y retirar dicha capa antes de comenzar la implantación.

#### 4.3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN AMPSO 1 Y 2

La red de media tensión de la ETAP de Majadahonda se conecta a la red de distribución de Iberdrola procedente de la Subestación Transformadora de Majadahonda. Esta red discurre a lo largo de la ETAP dando servicio a sus diferentes instalaciones.

La ETAP de Majadahonda alimenta a sus equipos gracias a la línea de media tensión de Canal de Isabel II que circula en el interior de la ETAP y se conecta a la red de distribución de Iberdrola procedente de la Subestación Transformadora de Majadahonda.

Las dos nuevas plantas fotovoltaicas se conectarán a dos centros de transformación existentes en la red de la ETAP, AMPSO 1 y AMPSO 2.

El C.T. AMPSO 1, al cual se conectará la Planta 2, alimenta las bombas, válvulas y compuertas correspondientes al Depósito Antiguo. Este centro está ubicado en el interior de un edificio construido específicamente para albergar dicho centro. El centro está compuesto por dos transformadores de 1.000 kVA y un transformador auxiliar de 100 kVA.



Figura 7. Edificio C.T. AMPSO 1

El C.T. AMPSO 2, al cual se conectará la Planta 1, alimenta las bombas, válvulas y compuertas correspondientes a la zona noroeste de la ETAP de Majadahonda. Este centro está compuesto por dos transformadores de 1250 kVA y se también se ubica en el interior de un edificio construido específicamente para albergarlo.



Figura 8. Edificio C.T. AMPSO 2



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA  
EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Memoria

4.4 RED DE TIERRAS

La ETAP de Majadahonda dispone de numerosas redes de tierras correspondientes a las instalaciones que alberga. Al no disponer de planos ni información sobre las redes de tierras de la ETAP, éstas no se incluirán en este apartado.



5. CONDICIONES GENERALES DE SERVICIO

El campo fotovoltaico que incluye estructura portante, módulos fotovoltaicos, cableado e inversores string, se instalará en las cubiertas de los Filtros de Arena y del Depósito Antiguo y su zona alledaña.

No se llevará a cabo red de MT. Los trabajos de conexión se realizarán en los Centros de Transformación existentes, AMPSO 1 y AMPSO 2.

Las condiciones ambientales previstas se especifican a continuación:

- Altitud sobre el nivel del mar ≈ 745 m.s.n.m.
- Temperatura nominal 20,0 °C
- Temperatura máxima 40,0 °C
- Temperatura mínima -10,0 °C
- Humedad relativa 100% para el diseño

## 6. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

### 6.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

En el presente Proyecto se definen las obras de la planta fotovoltaica de la ETAP de Majadahonda, así como las instalaciones eléctricas y el sistema de control para adaptar la obra al funcionamiento del sistema de control de la ETAP.

Se realizarán dos instalaciones fotovoltaicas sobre las cubiertas de los Filtros de Arenas y del Depósito Antiguo de la Estación de Tratamiento de Agua Potable de Majadahonda, en Majadahonda. Se dispondrá de una estructura metálica para soportar los módulos y los inversores string, así como de bandejas y canalizaciones para llevar los cables.

La energía fotovoltaica producida en corriente continua se transforma a corriente alterna mediante el uso de inversores string. Con anterioridad a su conexión, se adecua la tensión de conexión realizando conexiones de módulos en serie y la conexión de estas series en paralelo.

Se debe tener en cuenta que las características eléctricas del módulo al realizar series (strings) generan una tensión máxima a circuito abierto (con mínima temperatura ambiente) y una tensión mínima de seguimiento de punto de máxima potencia que deben encontrarse dentro de los límites establecidos por el fabricante del inversor. Se adecua, por lo tanto, el módulo con el inversor a través de estos valores.

Debido a las características de los transformadores a los que se conectarán las instalaciones fotovoltaicas (0,4/20 kV) se instalarán inversores de 1.100 V<sub>DC</sub> / 400 V<sub>AC</sub>, por lo que se establece como tensión límite máxima del sistema 1.100 V.

Además, teniendo en cuenta el entorno húmedo donde se llevarán a cabo las instalaciones, es conveniente no elevar excesivamente la tensión para evitar los posibles efectos de PID (Degradación Inducida por potencial) que se puedan producir en los módulos. Esta degradación genera la pérdida del módulo como semiconductor y es necesario evitarla, siendo usual las vías de disminuir la tensión de fuga bien por un aumento de aislamiento o bien con una disminución de la tensión de generación de continua. Otras vías de reducción consisten en evitar cargas en el módulo realizando una puesta a tierra de uno de los polos de la serie (usualmente el negativo), pero que no se ha tenido en cuenta en el presente proyecto.

La obra consiste en:

- Instalación de estructura portante en la cubierta de los Filtros de Arena y el Depósito Antiguo.
- Instalación sobre estructura portante de módulos fotovoltaicos que formarán el generador fotovoltaico.
- Interconexión de módulos para generar strings necesarios de tensiones máximas de 1.100 Vcc.
- Instalación de inversores string, que convierten Corriente Continua a Corriente Alterna y además, hacen la función de cajas de agrupación. La tensión de generación de los inversores string será de 400 V<sub>AC</sub>.
- Interconexión desde inversores string a strings fotovoltaicos en Vcc.
- Instalación de cuadros de agrupación de FV de generación en Vca.
- Interconexión desde inversores string a cuadros de agrupación de Vca
- Modificación de los cuadros generales de baja tensión de AMPSO 1 y AMPSO 2 para integrar interruptores de generación motorizados y con disparo por bobina y control.
- Interconexión del Cuadro General de Baja Tensión de AMPSO 1 y AMPSO 2 a cuadros de agrupación de FV en V<sub>AC</sub>.
- Instalación de redes de tierras de protección de toda la instalación.

- Instalación de estación meteorológica que recogerá fundamentalmente radiación solar horizontal, temperatura ambiente y temperatura de módulo fotovoltaico.
- Instalación de switch de comunicaciones en AMPSO 1 y AMPSO 2.
- Instalación de cableado de monitorización entre cajas de agrupación y switches en Ethernet con recogida de datos de Analizador de redes.
- Instalación de cableado de monitorización de Estación meteorológica a switch.
- Instalación de cableado de monitorización de inversores a switch de comunicaciones
- Instalación de cableado de monitorización de switch a HMI y a Control de Planta.
- Instalación de PLC para el control de las plantas fotovoltaicas en AMPSO 1.
- Instalación de Periferia distribuida en AMPSO 2 y para conexión con PLC de AMPSO 1.
- Instalación de cableado de monitorización con señales entre interruptores de baja tensión y nuevos PLCs que de servicio a AMPSO 1 y AMPSO 2.
- Programación de lógicas de control en PLC nuevos en AMPSO 1 y AMPSO 2 para ordenes de apertura de interruptor de baja tensión de generación con ordenes por comunicaciones desde relés de protecciones voltimétricas.
- Tendido de cableado de comunicación entre PLC nuevo de AMPSO 1 y estación de telecomunicaciones existente, ubicada en edificio de control de la ETAP.
- Realización de SCADA con datos recogidos por comunicaciones.
- Instalación de pasillos de tramex en cubierta de filtro de arenas para operación y mantenimiento.
- Instalación de sistema anticaídas en cubierta de filtro de arenas con líneas de vida.
- Sustitución de báculos de alumbrado por báculos de menor altura o en su caso retranqueo de las farolas.

## 6.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### 6.2.1 ESTACIÓN METEOROLÓGICA

En las instalaciones fotovoltaicas es importante medir los parámetros meteorológicos y más concretamente la temperatura ambiente y la radiación para poder realizar un control de la producción de la planta.

La estación meteorológica dispondrá de las siguientes medidas:

- Piranómetro para medida de radiación horizontal. El error máximo de medición se establece en 0,2 %.
- 2 células calibradas de Tecnología equivalente con error máximo de 0,5% en el mismo plano de la FV.
- Sonda PT-100 para medida de temperatura ambiente. Esta sonda estará protegida para asegurar la correcta medición de temperatura ambiente sin tener afección de radiación solar o convección por viento. La medida se realizará con PT-100 de 4 hilos.
- Sonda PT-100 situada en modulo fotovoltaico para medida de temperatura de célula. La medida se realizará con PT-100 de 4 hilos.
- Medida de humedad relativa del aire.
- Pluviómetro.

La estación será capaz de registrar datos en tiempo real, y almacenarlos en datalogger. Se conectará por RS485 a la monitorización en el bloque de potencia.

Los soportes de colocación de piranómetros o células calibradas serán completamente rígidos para asegurar que la medida se realiza en las mejores condiciones y que aseguren la precisión de la misma.

## 6.2.2 GENERADOR FOTOVOLTAICO

### 6.2.2.1 MÓDULO FOTOVOLTAICO

Se denomina generador fotovoltaico al conjunto de módulos fotovoltaicos encargados de transformar sin ningún paso intermedio la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica de corriente continua.

Se dispondrán módulos fotovoltaicos monocristalinos PERC de célula partida con características similares a las expuestas a continuación:

#### Características Eléctricas (STC 1000 W/m<sup>2</sup>, 25°C, AM1,5)

Potencia (Wp)	405 W
Tensión Máxima Potencia (Vmpp)	41,46 V
Intensidad Máxima Potencia (Impp)	9,77 A
Tensión de circuito abierto (Voc)	49,81 V
Intensidad de cortocircuito (Isc)	10,32 A
Coeficiente Pmax	-0,35 %/°C
Coeficiente Isc	0,051 %/°C
Coeficiente Voc	-0,289 %/°C
TONC	45±2 °C

#### Características Mecánicas

Largo	2.015 mm
Ancho	996 mm
Fondo	40 mm
Peso	22,7 kg

Estos tipos de paneles utilizan células partidas de silicio monocristalino que garantizan con un máximo rendimiento la producción eléctrica mientras exista radiación solar. Las cajas de conexiones intemperie incorporan diodos de derivación (by-pass) para evitar la posibilidad de rotura de circuito eléctrico en el interior del módulo como consecuencia de sombreados parciales de alguna célula.

El número de total de módulos fotovoltaicos será de 2.620.

### 6.2.2.2 DEFINICIÓN DE STRING

El string es la serie de módulos conectados en serie para conseguir una tensión del generador. Usualmente interesa disponer de una tensión lo más alta posible para disminuir las pérdidas por corriente, pero teniendo en cuenta que se debe respetar la tensión máxima de aislamiento fijada, que puede estar definida

no solo por los máximos existentes en normativa y por los aislamientos de fabricantes sino además por condiciones impuestas como la disminución de corriente de fuga por efecto PID como es el caso de este proyecto.

El string se formará con 20 módulos en serie. La tensión de circuito abierto máxima será de 1.100 Vcc. El número de strings necesario total será de 131. La potencia máxima fotovoltaica será de 1.061,1 kWp.

Se realizará el interconexionado de los módulos fotovoltaicos generando series de 20 módulos. Estas series se conectarán con los inversores string mediante cable de 1x4 mm<sup>2</sup> y 1x6 mm<sup>2</sup> de cobre de tipo solar de forma directa. El cableado de series discurrirá por la estructura portante convenientemente grapados hasta que alcanzan la bandeja dispuesta en el suelo de las cubiertas. Desde esta canalización se realiza la salida de los cables del depósito hasta el inversor string.

Es de suma importancia que, para cada serie, el cable positivo y el negativo vayan juntos por las canalizaciones, para evitar formar espiras que generen un punto de atracción de rayos.

### 6.2.2.3 INVERSORES STRING

Los inversores son los encargados de convertir la corriente continua generada en los módulos solares en corriente alterna sincronizada con la de la red. Los inversores string se dispondrán a lo largo de la planta convirtiendo la corriente continua que reciben de los strings fotovoltaicos a 1.100 V en corriente alterna a 400 V. Además, estos inversores hacen las veces de cajas de agrupación congregando la potencia de varios strings a un solo cable de salida.

Estos inversores string se disponen a sí mismo para poder seccionar partes de planta fotovoltaica para la operación y mantenimiento del campo. No es necesario colocar fusibles, ya que los propios inversores string disponen de seccionadores internos que realizan las veces de estos. También se dispone de la monitorización de los inversores string. En caso de seleccionar inversores string sin protecciones propias, se deberá incluir una caja de fusibles por string y fusible por agrupación.

Estos equipos se colocarán en la estructura metálica portante, y aunque están muy expuestos a fenómenos meteorológicos, cuentan con un grado de protección IP66 que los protege frente a proyecciones de polvo, a entrada de humedad, cambios de temperatura y radiación incidente.

Los inversores string tendrán un máximo de 16 strings por inversor. La potencia máxima por string será de 8.100 W. Estas son las características de los inversores que se van a utilizar en el proyecto:

#### Características Inversor 110 kW (25°C)

##### SALIDA GENERACION AC:

Potencia nominal AC @40°C 100 kW

Tensión de generación (BT) 400 Vac

##### ENTRADA CAMPO FOTOVOLTAICO DC:

Ventana de Tensión de seguimiento de 200-1.000 Vdc  
Máxima potencia

Tension maxima DC 1.100 V

Corriente máxima DC 260 A

Características eléctricas	
Potencia nominal de inversor AC	100 kW (40°C) - 110 kW (25°C)
Rango de tensión MPP	200-1.000 Vdc
Máxima tensión de entrada DC	1.100 V
Máxima corriente DC	260 A
Tensión nominal AC	400 V
Máxima corriente AC	160,4 A a 400 V
Factor de potencia	Cualquiera
Rango de temperatura de trabajo	-25°C a 60°C
Frecuencia de trabajo	50 Hz
Máxima distorsión armónica	<3 %
Humedad relativa	De 0 a 100 %
Rendimiento máximo	98,6 % a 400V
Rendimiento europeo	98,4 % a 400V
Características físicas	Grado de protección IP-66 Ventilación inteligente Conector MC4

#### Características Inversor 66 kW (25°C)

##### SALIDA GENERACION AC:

Potencia nominal AC @40°C	60 kW
Tensión de generación (BT)	400 Vac

##### ENTRADA CAMPO FOTOVOLTAICO DC:

Ventana de Tensión de seguimiento de	200-1.000 Vdc
Máxima potencia	
Tension maxima DC	1.100 V

Corriente máxima DC 132 A

Características eléctricas	
Potencia nominal de inversor AC	60 kW (40°C) - 66 kW (25°C)
Rango de tensión MPP	200-1.000 Vdc
Máxima tensión de entrada DC	1.100 V
Máxima corriente DC	132 A
Tension nominal AC	400V
Máxima corriente AC	95,3 A
Factor de potencia	Cualquiera
Rango de temperatura de trabajo	--25°C a 60°C
Frecuencia de trabajo	50 Hz
Máxima distorsión armónica	<3 %
Humedad relativa	De 0 a 100 %
Rendimiento máximo	98,7 % a 400 V
Rendimiento europeo	98,5 % a 400 V
Características físicas	Grado de protección IP-65
	Convección natural
	Conector Helios H4

Se instalarán los siguientes inversores string:

- 7 Ud. de inversor de 110 kW (25°C) con 15 strings conectados
- 2 Ud. de inversor de 66 kW (25°C) con 9 strings conectados
- 1 Ud. de inversor de 66 kW (25°C) con 8 strings conectados

Además, los inversores string dispondrán de los siguientes elementos:

- 1 seccionador de corte en carga de 1.100 Vcc por cada 6 entradas de string.
- Protección de sobretensiones Clase II: 1 por cada 6 entradas de string DC +1 de salida AC.
- 20/12 entradas para strings hasta 6 mm<sup>2</sup> por polo Staubli MC4 EVO2 y Amphenol Helios H4.
- Salida trifásica para cable de generación en alterna de hasta 300 mm<sup>2</sup> impermeable con terminal OT/DT.
- Barra de red de tierras de Cobre de 50 mm<sup>2</sup>.



- Envolvente.
- Placa de anclaje mural.
- Monitorización de corriente a nivel de string.
- Monitorización de tensión a nivel agrupación.
- Alimentación de SSAA para sistema de monitorización.
- Bornas de conexión para cableado RS485 y conexión USB y MBUS en comunicaciones.
- IP de caja IP66. Prensa estopas a entradas y salidas tanto de generación DC, Servicios Auxiliares AC, cables de comunicaciones y cable de red de tierras de 35 mm<sup>2</sup>.

Los cables de generación de XZ1 Al 0,6/1 kV AC AL (1x120; 1x185; 1x240) mm<sup>2</sup> se tienden en bandeja hasta el límite de la cubierta. Para llegar desde este punto hasta los Centros de Transformación de la red de la ETAP, los cables entrarán mediante una arqueta en zanja y llegarán enterrados bajo tubo hasta estos.

### 6.2.3 PUNTO DE CONEXIÓN

Las dos nuevas plantas fotovoltaicas se conectarán, a través de cable enterrado bajo tubo, a los Cuadros Generales de Baja Tensión (CGBT) de los Centros de Transformación existentes en la ETAP. La Planta 1 se conectará al CGBT del C.T. AMPSO 2 y la Planta 2 al CGBT del C.T. AMPSO 1.

Los Cuadros Generales de Baja Tensión de cada Centro de Transformación serán modificados. No obstante, será preciso revisar el estado de estos con el objetivo de comprobar si son aptos para conectar la planta. La modificación consistirá en la introducción de un interruptor general de distribución a generación que debe de ser motorizado y con disparo por bobina para poder ser telemandado. La tensión del telemando será la que se encuentre actualmente en el cuadro de baja tensión.

En el caso del CGD de AMPSO 1 además se deberá ampliar el cuadro en una columna más.

Se deberá cablear la fuerza del motor de cierre de interruptor, así como el circuito de disparo desde PLC nuevo o periferia distribuida. Se cableará la señal de interruptor abierto.

En caso de que actualmente no haya conexión de fibra óptica en la estación se habilitará, ya que es esencial para la monitorización y gestión de la planta fotovoltaica.

### 6.2.4 SECCIONES TIPO

Se describen a continuación las secciones tipo de conducciones.

#### **Conducción en bandeja tipo B1: Conducción en bandeja 35x100 String - Inversor.**

Bandeja de chapa metálica perforada con tapa, con borde de seguridad perfilado y base perforada y embutida, fabricada a partir de chapa de acero al carbono. Dimensiones 100 mm de base y 35 mm de ala.

#### **Conducción en bandeja tipo B2: Conducción en bandeja 35x150 Inversor - Inversor.**

Bandeja de chapa metálica perforada con tapa, con borde de seguridad perfilado y base perforada y embutida, fabricada a partir de chapa de acero al carbono. Dimensiones 150 mm de base y 35 mm de ala.

#### **Conducción en bandeja tipo B3: Conducción en bandeja 60x200 Inversor - Inversor.**



Bandeja de chapa metálica perforada con tapa, con borde de seguridad perfilado y base perforada y embutida, fabricada a partir de chapa de acero al carbono. Dimensiones 200 mm de base y 60 mm de ala.

#### **Conducción en bandeja tipo B4: Conducción en bandeja 60x300 Inversor – Bloque de potencia.**

Bandeja de chapa metálica perforada con tapa, con borde de seguridad perfilado y base perforada y embutida, fabricada a partir de chapa de acero al carbono. Dimensiones 300 mm de base y 60 mm de ala.

#### **Conducción en zanja tipo Z1: Conducción bajo terreno convencional Red de Tierras.**

- 1 conductor de red de tierra de 35 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo situado a 96 cm de profundidad en 10 cm de arena cribada.
- Relleno de 10 cm de arena cribada con una compactación mínima del 95% del Proctor modificado.
- 1 tubo de polietileno de 63 mm de diámetro situado en zanja con relleno con terreno seleccionado con generatriz superior situada a 57,5 cm del nivel de pavimento terminado.
- 1 tubo de polietileno de 90 mm de diámetro situado en zanja con relleno con terreno seleccionado con generatriz superior situada a 77 cm del nivel de pavimento terminado.
- 1 tubo de polietileno de 160 mm de diámetro situado en zanja con relleno con terreno seleccionado con generatriz superior situada a 76 cm del nivel de pavimento terminado.
- Relleno de terreno, hasta 0,41 m de espesor, con material seleccionado, con una compactación mínima del 95% del Proctor Normal.
- Relleno en la zona alta de tierra vegetal, de 0,45 m de espesor.
- Cinta de señalización amarilla a 25 cm de profundidad desde Nivel de pavimento terminado para cables eléctricos.
- Cinta de señalización verde a 25 cm de profundidad desde Nivel de pavimento terminado para tritubo.
- Protección mecánica (rasilla o planchas de fibra) a 45 cm de profundidad desde Nivel de pavimento terminado.

#### **Conducción en zanja tipo Z4: Conducción bajo terreno convencional Inversor – Centro General de Distribución.**

- 1 conductor de red de tierra de 35 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo situado a 124 cm de profundidad en 10 cm de arena cribada.
- Relleno de 10 cm de arena cribada con una compactación mínima del 95% del Proctor modificado.
- 1 tubo de polietileno de 63 mm de diámetro situado en zanja con relleno con terreno seleccionado con generatriz superior situada a 57,5 cm del nivel de pavimento terminado.
- 1 tubo de polietileno de 90 mm de diámetro situado en zanja con relleno con terreno seleccionado con generatriz superior situada a 78 cm del nivel de pavimento terminado.
- 4 tubos de polietileno de 160 mm de diámetro situado en zanja con relleno con terreno seleccionado con generatriz superior situada a 78 y 106,5 cm del nivel de pavimento terminado.
- Relleno de terreno, hasta 0,7 m de espesor, con material seleccionado, con una compactación mínima del 95% del Proctor Normal.
- Relleno en la zona alta de tierra vegetal de 0,45 m de espesor.
- Cinta de señalización amarilla a 25 cm de profundidad desde Nivel de pavimento terminado para cables eléctricos.
- Cinta de señalización verde a 25 cm de profundidad desde Nivel de pavimento terminado para tritubo.
- Protección mecánica (rasilla o planchas de fibra) a 45 cm de profundidad desde Nivel de pavimento terminado.

## 6.2.5 ESTRUCTURA PORTANTE

Se utilizarán perfiles metálicos para la estructura portante que sostendrá los módulos fotovoltaicos. Se tendrá en cuenta la exposición al sol, agua y viento, por lo que debe ser capaz de soportar la exposición a ellos sin pérdida de características mecánicas.

Se dispondrá estructura para 2.620 módulos fotovoltaicos.

En el depósito nuevo la estructura se fijará a la cubierta mediante el uso de correas coplanares a la cubierta.

En el depósito antiguo la estructura se fijará a las cubiertas mediante bloques de hormigón que actuarán como contrapesos, lastrando la estructura. Así, los apoyos de la estructura se unirán a los bloques de hormigón mediante anclaje químico. Dichos bloques de hormigón se han calculado de tal manera que no sean tan pesados para comprometer la estructura de la cubierta, y tengan el peso suficiente para lastrar la estructura frente a la carga de succión del viento, que tiende a levantar la estructura fotovoltaica.

Se debe asegurar un contrapeso mínimo de 66 kg por m<sup>2</sup> de superficie fotovoltaica para que el conjunto debidamente montado resista vientos de hasta 26 m/s, y carga de nieve según CTE de 0,72 kN/m<sup>2</sup>

## 6.2.6 MONITORIZACION Y COMUNICACIONES

La central fotovoltaica dispondrá de un sistema de monitorización que se realizará fundamentalmente por comunicaciones teniendo en cuenta la separación de plantas en AMPSO 1 y AMPSO 2.

Se dispondrá de los siguientes sistemas de monitorización:

### ZONA FV:

- Inversores string: Con monitorización de corriente y por MPPT y monitorización de tensión por inversor, así como de los parámetros de generación tanto de continua como de alterna. Usualmente se dispone en esta misma monitorización de medidas de temperatura de inversor. Se dará señal digital de estado de descargadores de sobretensión. Las señales se establecerán en RS485/ Ethernet (el medio deberá tener en cuenta su integración en comunicaciones en switch). El control de planta se instalará únicamente en la sala de control de la ETAP de Majadahonda que se conectará al switch de filtro de arenas que coincidirá en dicha sala. Este equipo recibirá órdenes de regulación de planta y gestionará globalmente los parámetros de generación de los inversores string.
- Cajas de agrupación: Las dos cajas de agrupación fotovoltaica integrarán analizadores de redes para monitorizar las señales de tensión, intensidad, potencia, potencia activa, potencia reactiva. Además, también se dispondrá de un contador bidireccional en cuatro cuadrantes por cada caja para medir la generación y consumo de las plantas. Las señales de analizador de redes se establecerán en RS485/ Ethernet (el medio deberá tener en cuenta su integración en comunicaciones en switch) y se conectarán a los switch MOXA ubicados en la sala de control que se encuentra debajo de cubierta de filtros de arenas y en el caso de depósito antiguo en la sala de cuadro de baja tensión para integrarse en las comunicaciones.
- Estación meteorológica: Se tomarán medidas de radiación, temperatura ambiente, temperatura de módulo fotovoltaico., humedad y pluviometría. Las señales se establecerán en RS485 y se conectarán a los switch MOXA para integrarse en las comunicaciones.
- PLC: Se instalará un nuevo PLC y una periferia distribuida en los centros de transformación donde se conectarán las plantas y solo dispondrán de señalización y control de los interruptores de baja tensión de generación

- Cuadro de alarmas: Las alarmas dadas en PLC se enviarán a un cuadro de alarmas con señalización visual.
- Switch MOXA: Es el elemento al que llegarán todas las señales de la planta vía RS485/Ethernet. Estará conectado al anillo de comunicaciones de Canal de la ETAP de Majadahonda, que se gestiona desde el CHC de Torrelaguna. Existirá uno por zona.

#### 6.2.7 RED DE TIERRAS

Todos los equipos de la nueva planta que lo requieran (chasis de paneles, conductores de protección, etc.) se conectarán a la red de tierras fotovoltaica.

- Red de tierras fotovoltaica

La red de tierra de fotovoltaica estará basada en el conductor de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup>, que discurrirá por las bandejas que llevan el cableado de baja tensión y luego llegará por zanja hasta 3 picas de tierra de 2 metros.

La conexión de los módulos fotovoltaicos a tierra se realizará interconectando los soportes metálicos de los propios módulos y conectando el último módulo al conductor de tierra aislado que se conectará a la red de tierra general fotovoltaica. Esta conexión se realizará en el interior del inversor string.

#### 6.2.8 ACTUACIONES CUBIERTA FILTRO DE ARENAS PARA MANTENIMIENTO

Las actuaciones principales serán dos:

- Ejecución de pasillos de mantenimiento en tramex
- Ejecución de línea de vida

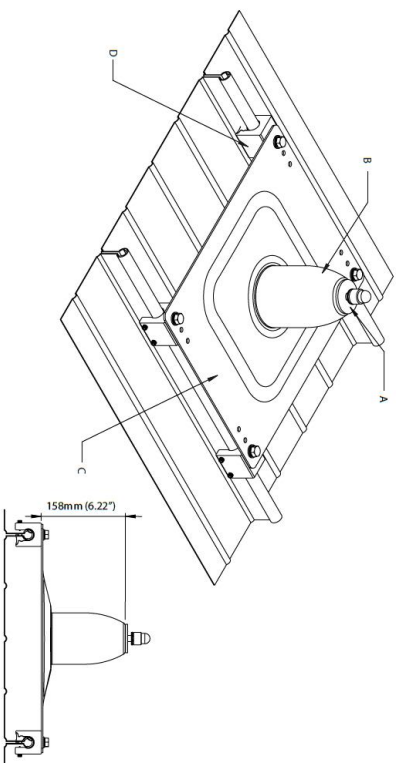
##### Sistema anticaída:

Existirá sistema vertical para llegada a cubierta y sistema horizontal para la zona de cubierta. El sistema horizontal contra caídas debe permitir el acceso continuo ininterrumpido.

El sistema anticaída en zonas horizontales de largo recorrido se basará en un carril anclado sobre cubierta metálica que se realizará con materiales de aleación de aluminio o acero inoxidable. Dispondrá de placas de anclaje, pasadores, argollas y todos los elementos necesarios para formar una línea de vida completamente certificada. La línea de vida en cada tramos contara con dos carros móviles. :

El sistema anticaída en zonas de cambio se basará en sistemas de anclaje sobre cubierta metálica que se realizará con materiales de aleación de aluminio o acero inoxidable. Dispondrá de placas de anclaje, pasadores, argollas y todos los elementos necesarios para formar una línea de vida completamente certificada:

La actuación se encuentra presupuestada en el Anejo de Seguridad y Salud como protección anticaída que quedara instalado en la cubierta para la operación y mantenimiento de la planta fotovoltaica.

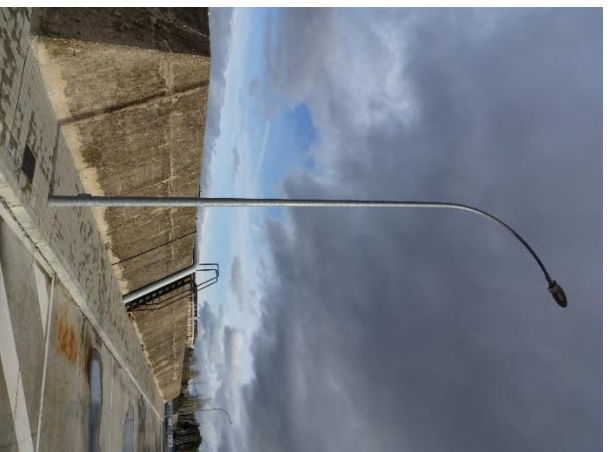


## 6.2.9 ACTUACIÓN SOBRE ALUMBRADO CERCANO A DEPOSITO ANTIGUO

La realización de una planta fotovoltaica en la cubierta del depósito antiguo genera la necesidad de retranquear báculos de gran altura de alumbrado o en su caso realizar una sustitución de báculo por uno de menor altura. En la siguiente imagen se observa uno de los báculos situados al Oeste.



En la zona sur encontramos dos báculos de gran tamaño que se deben sustituir por báculos de una altura máxima de 3 metros.



## 7. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO DEL PROYECTO

Se definen a continuación unos criterios generales de los elementos más característicos

### 7.1 CABLES DE BAJA TENSIÓN GENERACIÓN

Los conductores serán de cobre para secciones menores de 10 mm<sup>2</sup> y de aluminio para secciones superiores a 50 mm<sup>2</sup> y tendrán una sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos excesivos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de continua han de tener la sección suficiente para evitar que la caída de tensión sea superior al 1,5%, y los conductores de la parte de alterna, han de tener una sección adecuada para que la caída de tensión sea inferior al 1%, teniendo en cuenta en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente. Todo el cableado en continua será adecuado para su uso a la intemperie según la norma UNE 21123. El cableado se conducirá de forma que tenga el menor impacto visual posible.

Se emplearán dos tipos de cable, que serán RZ1-K 0,6/1kV y XZ1 Al 0,6/1kV, cuyas características técnicas son las que se muestran a continuación:

Flama: No propagador de llama, UNE-20432.1 (IEC-332.1).

Conductor de Cu: clase 5. (Secciones menores o iguales de 10 mm<sup>2</sup>)

Conductor de Al (Secciones mayores o iguales a 70 mm<sup>5</sup>)

Aislamiento: XLPE.

Cubierta: PVC

Temperatura máxima de utilización: 90°C.

Características constructivas: UNE-21123 (P-2)

Los colores de los conductores aislados estarán de acuerdo con la norma UNE 21.089, son los que se muestran a continuación:

Amarillo	Protección
Azul claro	Neutro
Negro	Fase
Marrón	Fase
Gris	Fase
Azul	Negativo
Rojo/ marrón	Positivo



Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en las instrucciones ITC-BT-07, ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21.

Cada extremo del cable habrá de suministrarse con un medio autorizado de identificación. Este requisito tendrá vigencia especialmente para todos los cables que terminen en la parte posterior o en la base de un cuadro de mandos, y en cualquier otra circunstancia en que la función del cable no sea evidente de inmediato.

Los medios de identificación serán etiquetas de plástico rotulado, firmemente sujetas al cajetín que precinta el cable o al cable.

Los conductores de todos los cables de control habrán de ir identificados a título individual en todas las terminaciones por medio de células de plástico autorizadas, que lleven rotulados caracteres indelebles, con arreglo a la numeración que figure en los diagramas de cableado pertinentes.

## **7.2 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS**

La línea de BT de evacuación de la planta situada en el Depósito Antiguo discurre bajo zanja hasta el centro de transformación AMPSO 1. Además, existen dos zanjas adicionales, una en cada planta, que conducen el cableado de tierra hasta las picas.

Será preciso hormigonar las zanjas en el cruce de caminos.

La canalización estará convenientemente protegida, realizándose con elementos prefabricados de hormigón que permitan disponer de un tubo de 160 mm de diámetro en su interior por donde discurrirán los cables. Esta canalización deberá disponer también de un tubo de 63 mm de diámetro para cables de comunicaciones de fibra óptica.

La canalización deberá respetar la estética de la zona y se debe mimetizar lo máximo posible.

Las canalizaciones bajo tubo se describen en el punto anterior.

## **7.3 ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA**

Las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (art.13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red.

## 8. CONDICIONES GENERALES

### 8.1 ALCANCE DE SUMINISTRO

El alcance del suministro de los equipos de la planta fotovoltaica incluirá a título indicativo que no exhaustivo:

- La ingeniería de detalle una vez aprobado el módulo fotovoltaico.
- Acopio de materiales, fabricación completa, realización de inspecciones y pruebas en taller.
- Embalaje, carga y transporte.
- Formalización de los seguros correspondientes.
- Ensamblaje en obra, si procede, de las secciones de transporte.
- Ejecución del montaje y de las pruebas de funcionamiento.
- Suministro de repuestos, documentación, control y garantías de los módulos fotovoltaicos, inversores string, del bloque de potencia (transformadores) y de las celdas de media tensión.
- Equipamiento auxiliar, incluyendo en éste la estructura portante, el cableado, las cajas de conexionado, etc.
- Puesta en marcha de la instalación.
- Legalización de la instalación ante todos los organismos.

Los equipos objeto de requerimiento para la Planta Fovoltaica de la ETAP de Majadahonda deberán ser suministrados en ésta con todos los sistemas auxiliares y accesorios que se requieran para su correcto funcionamiento y operación, incluso si no han sido indicados explícitamente en la presente memoria, completamente montados y probados en obra.

### 8.2 SERVICIOS

El contratista indicará las condiciones de carga, transporte, descarga, almacenamiento, montaje, ensayos y pruebas, ejecución de la instalación y puesta en servicio de los equipos.

Estarán incluidos dentro del alcance del contratista los siguientes servicios:

- El diseño de detalle para la fabricación y montaje de los equipos que conforman el suministro, proporcionando al Promotor y a la Dirección Facultativa de las Obras la información necesaria para el desarrollo de la Ingeniería Eléctrica, de Control y de Obra Civil.
- La coordinación y el intercambio de la información que se requiera con el adjudicatario de los trabajos de suministro y montaje del sistema fotovoltaico de la planta, así como con el fabricante de los módulos y de la estructura portante. Dicha labor de coordinación e intercambio de información, necesaria para el desarrollo del proyecto y su correcta planificación, se harán naturalmente extensivas a la Dirección Facultativa de las Obras.
- El desarrollo del control de calidad en la recepción de materiales y en la fabricación de los equipos en fábrica, con la realización de los pertinentes ensayos y pruebas y la emisión de los correspondientes certificados de materiales y ensayos.
- Todos los servicios relacionados con el embalaje, la carga y el transporte de los equipos hasta su lugar de emplazamiento definitivo, así como el seguro de transporte.
- La descarga en obra de los equipos y su colocación en la posición que hayan de ocupar definitivamente, incluyendo las grúas y los medios mecánicos auxiliares que fueran necesarios.
- El ensamblaje de los distintos elementos incluidos en el alcance de la presente Especificación, en caso de que fuera necesario.

- Los equipos y accesorios habrán de protegerse debidamente contra malos tratos, acciones climatológicas, humedad, salinidad, condensación, etc., procurándose en todo momento el uso de los productos o medios auxiliares necesarios para la adecuada protección de los materiales suministrados durante el período comprendido entre su fecha de fabricación y la puesta en servicio de éstos.
- Los trabajos de montaje en obra y puesta en marcha de los equipos objeto de suministro, incluyendo la limpieza de todos los equipos suministrados. Se incluirán las herramientas y el utillaje preciso para la realización tanto de las labores de montaje como de mantenimiento posterior de los equipos.
- Los ensayos, inspecciones y pruebas de los equipos en obra, incluyendo los consumibles necesarios para las pruebas y puesta en marcha y para un año de operación como mínimo.
- Los planos finales, tanto en papel como en soporte informático (formato .dwg), de detalle de los equipos realmente suministrados para su inclusión por la Ingeniería en el Proyecto 'as built' de la planta fotovoltaica.
- Los manuales de operación y mantenimiento de los equipos suministrados, tanto en papel como en soporte informático.
- La generación de la documentación y el abono de todas las tasas relacionadas con la legalización de las instalaciones objeto del proyecto.

### 8.3 **NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE**

Con carácter general serán de aplicación las siguientes Normas y Reglamentos:

- Normativa de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC).
- Directivas UE.
- Normas UNE.
- Recomendaciones de UNESA.
- Normativa vigente sobre Seguridad y Salud en el trabajo.

Será de aplicación la última edición existente de las citadas normas en la fecha de realización del proyecto.

En particular, el suministro se ajustará a la siguiente normativa:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, aprobada por Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo de 2014. Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- 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
- Decreto 70/2010, de 7 de octubre, del Consejo de Gobierno, para la simplificación de los procedimientos de autorización, verificación e inspección, responsabilidades y régimen sancionador en materia de instalaciones de energía eléctrica de alta tensión en la Comunidad de Madrid.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red establecidas por el IDAE en su apartado destinado a Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica (PCT-C.-octubre 2002).
- 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. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.



- 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 y modificaciones posteriores.
- Corrección de errores del Real Decreto 1955/2000 (BOE nº 62 de 13-3-2001), Orden 30 de mayo de 2017, Resolución de 20 de diciembre de 2001, Orden ECO/0797/2002 de 22 de marzo, Real Decreto 841/2002 de 2 de agosto, Real Decreto 2351/2004 de 23 de diciembre, Circular 1/2005 de 30 de junio, Circular 2/2005 de 30 de junio, Real Decreto 1454/2005 de 2 de diciembre, Real Decreto 1634/2006 de 29 de diciembre, Real Decreto 661/2007 de 25 de mayo, Circular 1/2008 de 7 de febrero, Real Decreto 325/2008 de 26 de septiembre, Real Decreto 485/2009 de 3 de abril, Real Decreto 1011/2009 de 19 de junio, Real Decreto 198/2010 de 26 de febrero, Real Decreto 1699/2011 de 18 de noviembre, Real Decreto 1718/2018 de 28 de diciembre, Real Decreto 1048/2013 de 27 de diciembre, Resolución de 10 de junio de 2015, Real Decreto 900/2015 de 9 de octubre, Real Decreto 1074/2015 de 27 de noviembre, Real Decreto 56/2016 de 12 de febrero, Real Decreto 897/2017 de 6 de octubre y Real Decreto-Ley 15/2018 de 5 de octubre.
- 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. (BOE nº 295 de 8-12-2011).
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico (BOE nº 310 de 27-12-2013).
- 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. (BOE nº 140 de 10-06-2014).
- 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 (BOE nº 243 de 10-10-2015).
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores (BOE nº 242 de 6-10-18)
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. (BOE nº 83 de 6 -04-2019).
- Decreto 6/2003 de 16 de enero, por el que se regulan las instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica.
- Instrucción de 17 de noviembre de 2004 de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre tramitación simplificada de determinadas instalaciones de distribución de alta y media tensión.
- Orden de 8 de octubre de 2003, del Departamento de Industria, Comercio y Turismo, por la que se regula el procedimiento de acreditación del cumplimiento de las condiciones de seguridad industrial de las instalaciones eléctricas de baja tensión, adaptándola a la nueva legislación.
- Decreto 6/2003 de 16 de enero, por el que se regulan las instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, Decreto de 12 Marzo de 1954 y Real Decreto 1725/84 de 18 de Julio.
- Real Decreto 2949/1982 de 15 de octubre de Acometidas Eléctricas.
- NTE-IEP. Norma tecnológica de 24-03-1973, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
- UNE-EN ISO 9001. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento de Colmenar Viejo.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

## 8.4 INSPECCIONES, ENSAYOS Y PRUEBAS

### *Generalidades*

La propiedad podrá inspeccionar todos los equipos a instalar, tanto en fábrica como en obra, siendo obligación del adjudicatario tomar las medidas necesarias para facilitar las inspecciones y aportar en su caso todos los medios que se precisen para la ejecución de los ensayos y pruebas de funcionamiento previstos en el suministro.

El adjudicatario avisará la propiedad de la fecha de realización de todas las pruebas con una antelación mínima de veinte (20) días.

Los técnicos que la propiedad designe como responsables de control de calidad de la obra tendrán libre acceso a la misma, así como a la factoría o las instalaciones fijas o móviles que el fabricante emplee para la fabricación de los equipos.

En el caso de que el representante de la propiedad no asista al ensayo, el contratista le proporcionará toda la información relativa a la preparación, desarrollo y circunstancias del mismo, incluyendo los respectivos protocolos y resultados.

Los ensayos y pruebas no tendrán en ningún caso carácter destructivo. La inspección no eximirá al contratista de sus garantías y de la responsabilidad del funcionamiento satisfactorio de los equipos de su suministro.

Para la realización y certificación de las pruebas y el análisis de los resultados obtenidos se seguirán las recomendaciones de las normas CEI y UNE, aplicables en su última revisión. En general se realizará:

### *Ensayos en fábrica*

Con carácter general se realizarán las siguientes comprobaciones durante el proceso de fabricación de los equipos:

En la recepción de materiales.

- El contratista entregará certificados de los materiales a emplear.
- Comprobación de la correcta aplicación del plan de control de calidad propuesto por el contratista y aprobado por la propiedad.

Durante la fabricación.

- Revisión y aprobación, en su caso, de los certificados de calificación de cada uno de los trabajadores que intervengan en la fabricación de los equipos. Estos deberán documentar de que han mantenido su calificación durante el tiempo requerido la normativa vigente.
- Comprobación de que las tolerancias, los espesores, dimensiones de los elementos y dimensiones generales de los equipos están de acuerdo con las indicadas en los planos del contratista aprobados por la propiedad.
- Comprobación de la correcta aplicación del plan de control de calidad propuesto por el contratista y aprobado por la propiedad.

### *Ensayos en obra*

Las pruebas a realizar en la central serán, como mínimo, las siguientes:

- Funcionamiento y marcha de todos los sistemas, de forma independiente y en conjunto.
- Pruebas de señales y elementos de protección y alarma, así como su actuación.
- Determinación del rendimiento.
- Verificación de Intensidades.

En general, se procederá a comprobar los conceptos que hayan sido garantizados por el adjudicatario.

Se definen en el ANEJO 23 Control de Calidad las pruebas a realizar. Las pruebas mínimas de módulos fotovoltaicos a realizar por el contratista serán las siguientes:

#### **1) Pruebas pre-embarque:**

Se establecen las condiciones en el Anejo 23 punto 4.4.2

- a. Mínimo 32 módulos según inspección normal nivel especial S-4. para VI-test, Máxima potencia en STC y EL Test.
- b. Mínimo 32 módulos para test PID
- c. Mínimo 32 módulos para test punto caliente
- d. Mínimo 32 módulos test LID

#### **2) Pruebas post-embarque:**

Se establecen las condiciones en el Anejo 23 punto 4.5.1

- a. Mínimo 32 módulos según inspección nivel especial S-4 para VI-test.
- b. Mínimo 32 módulos según inspección nivel especial S-4 para EL Test.

#### **3) Pruebas aceptación final:**

Se establecen las condiciones en el Anejo 23 punto 4.6

- a. Todos los módulos para VI-Test
- b. Todos los módulos para EL Test.
- c. Mínimo 32 módulos según inspección nivel especial S-4 para Degradación Máxima potencia.
- d. Todos los módulos test de Termografía IR
- e. Mínimo 32 módulos según inspección nivel especial S-4 para test PID

#### **4) Pruebas de garantía de rendimiento (Performance):**

Se establecen las condiciones en el Anejo 23 punto 4.7

- a. Todos los módulos para VI-Test
- b. Mínimo 32 módulos según inspección nivel especial S-4 para Degradación Máxima potencia.
- c. Todos los módulos test de Termografía IR

## 9. ESTUDIOS Y CÁLCULOS

### 9.1 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

En el Anejo nº 2 se incluye los trabajos de cartografía y topografía realizados para la redacción del proyecto. En el presente proyecto no se han realizado estos trabajos al ser superficies de edificios que han sido comprobadas geométricamente y no ser necesaria la topografía como tal.

Se ha basado el proyecto en información anterior que ha sido verificada.

### 9.2 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

En el anejo nº 3 se incluye la justificación para la no necesidad de realización de campaña geotécnica

No obstante, se investigará la naturaleza del terreno con la cata realizada por la maquinaria de obra a la hora de realizar las zanjas, para en su caso, tomar las medidas necesarias. El Contratista será responsable de decidir la realización de una campaña de caracterización geotécnica si fuera necesario.

### 9.3 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

En el anejo nº 4, se definen las alternativas a la construcción de las plantas fotovoltaicas en la ETAP de Majadahonda.

Se definen los elementos presentes en las cubiertas y las limitaciones en el uso de dichas cubiertas.

En las alternativas se elige:

Planta 1: Filtros de Arenas

- Acimut de  $-39,91^\circ$  de forma que se integre arquitectónicamente con la cubierta.
- Disposición de 4H para optimizar el llenado de la cubierta.
- Inclinación de  $15^\circ$  ya que es la inclinación que tendrá la cubierta a instalar sobre los Filtros de Arena, permitiendo así la integración arquitectónica.
- Módulos fotovoltaicos de Silicio Monocristalino de célula partida con mayor eficiencia y por lo tanto una menor ocupación por kW instalado.
- Tensiones de agrupaciones de módulos (string) menores a 1.100 V para minimizar las pérdidas por corriente.
- Inversores string para adaptarse al campo fotovoltaico más adecuadamente al disponer de muchos puntos de seguimiento de máxima potencia y también para garantizar la disponibilidad de la planta ante el fallo de un inversor.

Planta 2: Depósito Antiguo

- Acimut  $0^\circ$  de planta para que la planta fotovoltaica tenga las menores pérdidas por sombreado posibles mayorando su producción.
- Disposición de 1V, ya que se comprobó que el aumento de producción de la 2H no justifica el gasto que supone el aumento de la estructura portante necesario para el 2H. En un primer momento se estudió 4H pero se descartó por su ineficiencia.
- Inclinación de  $25^\circ$  ya que es la inclinación que para estructuras fijas optimiza la relación entre generación eléctrica y superficie utilizada.
- Módulos fotovoltaicos de Silicio Monocristalino de célula partida con mayor eficiencia y por lo tanto una menor ocupación por kW instalado.

- Tensiones de agrupaciones de módulos (string) menores a 1.100 V para minimizar las pérdidas por corriente.
- Inversores string para adaptarse al campo fotovoltaico más adecuadamente al disponer de muchos puntos de seguimiento de máxima potencia y también para garantizar la disponibilidad de la planta ante el fallo de un inversor.

#### 9.4 CÁLCULOS DIMENSIONAMIENTO

En el anejo nº5, se definen los cálculos de dimensionamiento de las plantas fotovoltaicas situadas en las cubiertas de los Filtros de Arena y del Depósito Antiguo seleccionadas en el Análisis de Alternativas.

En este documento se realiza una comparación de bases de datos de recurso solar de Meteonorm, PVGIS y NASA. Se establece el uso de la base de datos Meteonorm.

Se realizan los cálculos de dimensionamiento de las plantas fotovoltaicas incluyendo datos técnicos de los módulos fotovoltaicos a utilizar, los inversores a utilizar y la comprobación de la validez de los transformadores de potencia (por clasificación de armónicos y temperatura).

Se realizan los cálculos PVSyst que ofrece la producción con el sombreado correspondiente a los elementos de la planta, la cubierta y las inmediaciones de esta.

En este documento se presenta la tabla de PR a garantizar en el primer año.

#### 9.5 CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Los cálculos estructurales se recogen en el Anejo nº 7 a la memoria. Estos cálculos son relativos a las cargas que debe soportar la estructura que sostiene los módulos fotovoltaicos, la cual debe soportar la carga de presión de viento y nieve sin colapsar. También se calculan los contrapesos de hormigón necesarios para fijar la estructura de la cubierta del Depósito Antiguo impidiendo que los módulos se vuelen por efecto de la carga de succión del viento.

Adicionalmente se ha realizado el cálculo de la estructura de la cubierta del Depósito Antiguo, asegurando que la carga adicional que va a soportar debido a la planta fotovoltaica no provoque el colapso de dicha cubierta. La cubierta de los Filtros de Arena actual va a ser sustituida, por lo tanto, será necesario diseñar la nueva cubierta teniendo en cuenta la instalación fotovoltaica a albergar.

#### 9.6 CONTRAINCENDIOS

En el anejo nº 8 se han definido las actuaciones respecto a protección contraincendios que se proponen en el proyecto para el cumplimiento de la normativa. Fundamentalmente se realiza un estudio sobre el cumplimiento del RD 337 /2014 para centros de transformación.

Se debe disponer de un extintor en la caseta de generación de al menos eficacia 89B.

En la planta fotovoltaica de la cubierta de filtro de arenas planta 1 se situarán 3 extintores

En la planta fotovoltaica de la cubierta de deposito antiguo planta 2, se situaran 5 extintores.

#### 9.7 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

En el anejo nº 9 se han definido los cálculos eléctricos que son:

- Cálculos de cables de Baja tensión de generación de 1.100 Vcc, con dimensionamiento por intensidad admisible, caída de tensión y cortocircuito
- Cálculos de cables de Baja tensión de generación de 400 Vac, con dimensionamiento por intensidad admisible, caída de tensión y cortocircuito
- Dimensionamiento de protecciones de fusibles para generación de 1.100 Vcc
- Dimensionamiento de protecciones magnetotérmicas y protección contra contactos indirectos de generación 400 Vac
- Cálculo de red de tierra de protección de generación BT

## 9.8 CÁLCULOS REFRIGERACIÓN

En el anejo 10 se han realizado los cálculos de refrigeración de la generación fotovoltaica. En dicho documento se han calculado los aportes de calor debidos a perdidas de los elementos existentes que únicamente son los inversores string.

Estos tienen refrigeración por convección natural y por su sistema de ventilación propio, por lo que no presentan ningún problema.

## 9.9 SUPERVISIÓN Y CONTROL

En el anejo 11 se ha definido la arquitectura de control de la planta fotovoltaica y se han definido los sistemas de comunicaciones y las señales a tomar.

Se han definido en dicho anejo:

- Inversores string con medida de corriente por MPPT y medida de tensión por caja de agrupación y con conexión RS485/Ethernet en comunicaciones.
- Estación meteorológica con capacidad de medida de radiación horizontal por piranómetro, medida de temperatura ambiente, medida de humedad, medida de presión, medida de pluviometría, medida de temperatura de modulo fotovoltaico. Debe tener conectividad en RS485.
- Control de planta que gestiona las señales que le llegan de los inversores string y los controla globalmente, cumpliendo las órdenes que le llegan. Conexión RS485/Ethernet.
- Analizadores de red de las cajas de agrupación que miden la producción y el consumo de la planta.
- Integración de las comunicaciones con los PLC y Switch Moxa que se instalarán en los centros de transformación.

## 9.10 SEGURIDAD Y SALUD

En el Anejo nº 12 de la presente memoria se incluye el Estudio de seguridad y salud realizado, con un presupuesto de ejecución material de 171.838,90 € (ciento setenta y un mil ochocientos treinta y ocho euros con noventa céntimos).

### 9.10.1 PROTECCIONES COLECTIVAS

Se hará hincapié en la inclusión de las protecciones colectivas destinadas a caídas. Tanto la cubierta de filtros de arena como el depósito antiguo se consideran zonas con riesgo de caída en altura. Por ello, en ambos se ubicará una barandilla perimetral de protección de 1 metro de altura.



La cubierta de los filtros de arena es una superficie inclinada, cuyo punto más bajo está a 3,2 metros de altura. Además, la cubierta no está pensada para el tránsito de personas. Por ello, aparte de las barandillas de seguridad se incluirán Tramex y líneas de vida.

### 9.11 ESTUDIO DE INTERFERENCIAS

En el Anejo nº 13 se detallan Las afecciones más significativas dentro del proyecto que interfieren con servicios de generación eléctrica o de agua.

La actuación más destacable es la conexión a los Centros de Transformación AMPSO 1 y AMPSO 2 para realizar la integración en la red de la ETAP de Majadahonda y que podrá paralizar alguna de las actividades de esta.

### 9.12 ESTUDIO DE MAGNETISMO

En el Anejo nº14 se establecen los cálculos de magnetismo. Así mismo se establecen los requisitos que deben cumplir las canalizaciones a suministrar o realizar.

### 9.13 RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA Y RUIDOS

Entre las medidas de protección y corrección ambiental de las obras, definidas en el anejo nº 15, están las siguientes:

- Jalonamiento y protección de la obra

Juntamente con las operaciones de replanteo de las obras se delimitará físicamente la zona de ocupación de la obra (donde se incluirán acopios de materiales, campamento de obra y movimiento de maquinaria) mediante cinta de señalización, al objeto de que no sea invadido ningún espacio ajeno a la propia obra.

- Restauración e integración ambiental

No existen actuaciones al realizar la instalación. No obstante, se tomarán las siguientes medidas:

- Restitución geomorfológica y edáfica de las zonas de obra.
- Integración paisajística de la obra:
- Descompactación del terreno mediante laboreos, arados, escarificados etc.
- Se aprovechará la tierra vegetal de la nueva zona de ocupación, mediante su retirada, acopio, mantenimiento y finalmente su aporte y extendido. El extendido de la tierra vegetal puede completarse con un abonado, si la pérdida de nutrientes así lo aconseja.
- Vigilancia ambiental

Para la vigilancia ambiental se contará con un técnico especialista en disciplinas medioambientales que será responsable de la realización del seguimiento continuo de las obras.

- Vigilancia arqueológica

No existen actuaciones que exijan vigilancia arqueológica al realizarse sobre estructuras existentes.

### 9.14 PLAN DE OBRA

El Anejo nº 20 incluye el resumen de las unidades de obra a ejecutar y el plan de obra previsto, del que se deduce un plazo total de ejecución de DOCE (12) meses.

#### **9.15 SISTEMA DE LIMPIEZA**

El Anejo nº 21 describe el sistema de limpieza a emplear en la planta fotovoltaica con el uso de hidrolimpiadoras y con la realización de una preinstalación eléctrica y de fontanería para dar servicio a estas hidrolimpiadoras. Se realizará una acometida a la red existente de Canal de Isabel II interior de abastecimiento.

#### **9.16 RELACIONES DEL CONTRATISTA CON LA DIRECCIÓN DE OBRA**

En el Anejo nº 22 se incluye un protocolo de relaciones del adjudicatario con la administración, que tiene por objeto definir la representación del contratista y del Canal de Isabel II, así como fijar las normas de envío y aprobación de planos y documentación entre ambos.

## 10. CONSIDERACIONES ADMINISTRATIVAS

A continuación, se definen los requisitos básicos para la licitación de este proyecto.

### 10.1 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

De acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas y el Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto; por el que se modifican determinados preceptos del RGLCAP, considerando el carácter de las actuaciones proyectadas, predominantemente obras eléctricas, y en particular de una planta fotovoltaica en una instalación de distribución de agua del Canal de Isabel II, se propone que el contratista adjudicatario de las obras ostente la clasificación en los siguientes grupos y subgrupos:

GRUPO	SUBGRUPO
E HIDRÁULICAS	1 ABASTECIMIENTOS Y SANEAMIENTOS
K ESPECIALES	8 ESTACIONES DE TRATAMIENTO DE AGUAS
I ESPECIALES	2 CENTRALES DE PRODUCCIÓN DE ENERGIA

No obstante, será el futuro Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares de la Licitación el que establezca definitivamente la Clasificación necesaria.

### 10.2 REVISIÓN DE PRECIOS

Con fecha 3 de febrero se aprueba el Real Decreto 55/2017 por el que se desarrolla la Ley 2/2015 de 30 de marzo, de desindexación de la economía española.

La revisión periódica y predeterminada de precios procederá transcurridos dos años desde la formalización del contrato y se haya ejecutado al menos el 20% de su importe, cuando concurren acumulativamente las siguientes circunstancias:

- a) Que el período de recuperación de la inversión del contrato sea igual o superior a cinco años.
- b) Que así esté previsto en los pliegos, que deberán detallar la fórmula de revisión aplicable.

En el Real Decreto 55/2017 se recoge el artículo siguiente:

Artículo 8. Revisión periódica y predeterminada de precios en los contratos de obras y contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas.

1. Cuando así esté previsto en los pliegos de los contratos de obras y en los contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas, se podrá llevar a cabo la revisión periódica y predeterminada de los precios, aplicando a las fórmulas-tipo generales vigentes, los índices mensuales de precios de los materiales básicos elaborados por el Instituto Nacional de Estadística y publicados trimestralmente mediante orden del Ministro de Hacienda y Función Pública, previo informe favorable del Comité Superior de Precios de Contratos del Estado.

Los pliegos del contrato deberán detallar la fórmula de revisión aplicable.

Dicha revisión sólo podrá tener lugar transcurridos dos años desde la formalización del contrato y ejecutado al menos el 20 por ciento de su importe.

2. La relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales aplicables a estos contratos serán las recogidas, respectivamente, en los anexos I y II del Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas. Estos anexos podrán ser modificados por acuerdo del Consejo de Ministros, previo informe de la Junta Consultiva de Contratación Administrativa.

3. Las nuevas fórmulas-tipo generales que puedan establecerse para los contratos referidos, o las modificaciones sobre las ya existentes, reflejarán la ponderación en el precio del contrato del coste de los materiales básicos y de la energía incorporados al proceso de generación de las prestaciones objeto del mismo, conforme a lo previsto en el artículo 89 del texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, aprobado por Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre.

Los productos o grupos de productos que han de considerarse en el cálculo del índice de precios de cada material básico son los recogidos en el anexo único de la Orden HAP/1292/2013, de 28 de junio, por la que se establecen las reglas de determinación de los índices que intervienen en las fórmulas de revisión de precios de los contratos públicos, o cualquiera que venga a sustituirla.

4. Las fórmulas tipo citadas en el apartado anterior no incluirán el coste de la mano de obra.

La duración de la obra deducida del Programa de Trabajos es de 14 meses. Para el caso en que los trabajos superaran los dos años y se cumpliera con los demás requisitos en la Ley, sería de aplicación la siguiente fórmula de revisión de precios:

Obras Hidráulicas nº 561 para “Instalaciones y conducciones de abastecimiento y saneamiento” (Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre).

Esta fórmula tiene por expresión:

$$K_t = 0,10 \text{ Ct/Co} + 0,05 \text{ Et/Eo} + 0,02 \text{ Pt/Po} + 0,08 \text{ Rt/Ro} + 0,28 \text{ St/So} + 0,01 \text{ Tt/To} + 0,46$$

Donde:

$K_t$  = Coeficiente teórico de revisión para el momento

$C_t$  = Índice de coste del cemento en el momento de ejecución t.

$C_o$  = Índice de coste del cemento en el momento de la licitación.

$E_t$  = Índice de coste de energía en el momento de ejecución t.

$E_o$  = Índice de coste de la energía en el momento de la licitación.

$P_t$  = Índice de coste de los materiales plásticos en el momento de ejecución t.

$P_o$  = Índice de coste de los materiales plásticos en el momento de la licitación.

$R_t$  = Índice de coste de los áridos y rocas en el momento de ejecución t.

$R_o$  = Índice de coste de los áridos y rocas en el momento de la licitación.

St = Índice de coste de los materiales siderúrgicos en el momento de ejecución t.

So = Índice de coste de los materiales siderúrgicos en el momento de la licitación.

Tt = Índice de coste de los materiales electrónicos en el momento de ejecución t.

To = Índice de coste de los materiales electrónicos en el momento de la licitación.

No obstante, será el futuro Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares de la Licitación el que establezca definitivamente la Clasificación necesaria

### **10.3 PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA**

La duración prevista para la ejecución de las obras es de DIECISIETE (17) meses a partir de la fecha del Acta de Comprobación de Replanteo. Las obras comenzarán una vez la nueva cubierta de filtros de arena de la ETAP de Majadahonda esté disponible. El plan de obra se incluye en el Anejo nº 20.

El plazo de garantía será de DOCE (12) meses y empezará a contar a partir de la fecha de la recepción de las obras. Durante este tiempo será por cuenta del contratista la conservación de las obras e instalaciones y cuantas reparaciones se motiven y ordenen por defectos de ejecución de las mismas.

## 11. PRESUPUESTO

De acuerdo con las mediciones realizadas en el documento nº 4 de este proyecto, y por aplicación del cuadro de precios nº 1, se ha obtenido el presupuesto que se detalla a continuación.

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE (€)
1	OBRA CIVIL	11.377,73
2	EQUIPOS PRINCIPALES	334.360,08
3	MONTAJE Y CONEXIONADO	90.122,59
4	CONJUNTO DE FIJACIÓN Y LASTRE	79.914,96
5	CABLEADO	122.677,82
6	CANALIZACIONES	37.548,15
7	PUESTA A TIERRA	4.235,79
8	COMUNICACIONES Y VIGILANCIA	50.938,67
9	REPUESTOS	5.025,60
10	GESTIÓN DE RESIDUOS	31.587,25
11	SEGURIDAD Y SALUD	22.699,38
12	PUESTA EN SERVICIO	21.000,00
13	SISTEMA DE LIMPIEZA	5.232,08
14	PREVENCIÓN Y SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES	306.634,25
15	CONTINGENCIAS	33.700,63

**Total, ejecución material** **1.157.054,98**

13% Gastos Generales 150.417,15

6% Beneficio Industrial 69.432,30

**Total, presupuesto base de licitación excluido el IVA** **1.376.895,43**

Asciende el presupuesto base de licitación del proyecto a la expresada cantidad de UN MILLÓN TRESCIENTOS SETENTA Y SEIS MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS (1.376.895,43 €)

***Esta operación podrá cofinanciarse con el Fondos Europeo de Desarrollo Regional, con recursos del REACT-UE, en el marco del PO de la Comunidad de Madrid 2014/2020, como parte de la respuesta de la Unión a la pandemia de COVID-19.***



## 12. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO

### DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

#### MEMORIA

#### ANEJOS

Anejo nº 1. Características principales del proyecto

Anejo nº 2. Cartografía y topografía

Anejo nº 3. Estudio geológico-geotécnico

Anejo nº 4. Estudio de alternativas

Anejo nº 5. Cálculos de dimensionamiento

Anejo nº 6. Cálculos hidráulicos

Anejo nº 7. Cálculos estructurales

Anejo nº 8. Contraincendios

Anejo nº 9. Cálculos eléctricos

Anejo nº 10. Cálculos de refrigeración

Anejo nº 11. Telemando, telecontrol y automatismos

Anejo nº 12. Estudio de Seguridad y Salud

Anejo nº 13. Estudio de interferencias con instalaciones existentes

Anejo nº 14. Magnetismo

Anejo nº 15. Restauración ambiental, paisajística y ruidos

Anejo nº 16. Autorizaciones administrativas

Anejo nº 17. Justificación de precios

Anejo nº 18. Reportaje fotográfico

Anejo nº 19. Gestión de residuos de construcción y demolición

Anejo nº 20. Plan de obra

Anejo nº 21. Sistema de Limpieza

Anejo nº 22. Relación del Contratista con la Dirección de obra

Anejo nº 23. Control de calidad de las obras

Anejo nº 24. Medidas de prevención y seguridad

Anejo nº 25. Señalización corporativa

Anejo nº 26. Compendio Normativa

Anejo nº 27. Ruido

Anejo nº 28. Documentación a entregar por el contratista

Anejo nº 29. Estudio de reflexiones

## DOCUMENTO Nº2. PLANOS

- Situación
- Estado actual General
- Estado actual Filtros de Arena
- Estado actual Depósito Antiguo
- Implantación estado reformado
- Estado reformado Filtros de Arena
- Estado reformado Depósito Antiguo
- Implantación General Estructuras
- Implantación Estructuras Filtros de Arena
- Implantación Estructuras Depósito Antiguo
- Canalizaciones
- Canalizaciones Filtros de Arena
- Canalizaciones Depósito Antiguo
- Detalle Canalizaciones
- Cableado DC Filtros de Arena 1
- Cableado DC Filtros de Arena 2
- Cableado DC Depósito Antiguo 1
- Cableado DC Depósito Antiguo 2
- Cableado AC Filtros de Arena

- Cableado AC Depósito Antiguo
- Cableado Comunicaciones Filtros de Arena
- Cableado Comunicaciones Depósito Antiguo
- Red de tierras Filtros de Arena
- Red de tierras Depósito Antiguo
- Sistema de Limpieza Filtros de Arena. Abastecimiento
- Sistema de Limpieza Depósito Antiguo. Abastecimiento
- Sistema de Limpieza Filtros de Arena. Enchufes
- Sistema de Limpieza Depósito Antiguo. Enchufes
- Unifilar Filtros de Arena
- Unifilar Depósito Antiguo
- Unifilar General ETAP Majadahonda
- Unifilar Desarrollado Filtros de Arena
- Unifilar Desarrollado Deposito Antiguo
- Unifilar SSAA Filtros de Arena
- Unifilar SSAA Deposito Antiguo
- Canalizaciones Deposito Antiguo

#### DOCUMENTO Nº3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

- Pliego de prescripciones técnicas generales
- Pliego de prescripciones técnicas particulares

#### DOCUMENTO Nº4. PRESUPUESTO

- Mediciones auxiliares
- Mediciones
- Cuadro de precios nº 1
- Cuadro de precios nº 2



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA  
EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Memoria

- Presupuestos Parciales
- Resumen de Presupuesto
- Presupuesto de Ejecución material
- Presupuesto Base de Licitación

### 13. CONCLUSIÓN

**El contenido del presente Proyecto cumple los requisitos exigidos en el artículo 107 de la Ley de Contratos del Sector Público 30/2007 de 30 de octubre.**

Igualmente, se hace constar que el presente Proyecto se refiere a una obra completa en el sentido establecido en los Artículos 125 y 127.2 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, es decir, susceptible de ser entregada al uso general o al servicio correspondiente, sin perjuicio de las ampliaciones de que posteriormente pueda ser objeto, dado que comprende todos y cada uno de los elementos precisos para su puesta en servicio una vez concluido el plazo de ejecución.

Madrid, a Junio de 2021

Fdo.: D. Jose Manuel Clamagirand García  
El Ingeniero Autor del Proyecto

Fdo.: D. Javier de Mateo Peña  
El Director del Proyecto

Fdo.: D. Javier Urquiza López  
V.ºB.º Responsable de Proyectos

Firmas manuscritas ocultas por protección de datos



UNIÓN EUROPEA  
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

## ANEJO Nº 01.- CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO





## ÍNDICE

<b>1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETO DEL PROYECTO</b>	<b>2</b>
<b>3. ESTUDIO ALTERNATIVAS</b>	<b>3</b>
3.1 Selección por ángulo de inclinación	3
<b>4. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS</b>	<b>5</b>
4.1 Características generales	5
4.2 Características técnicas	6
4.2.1 Estación meteorológica	6
4.2.2 Generador fotovoltaico	6
4.2.3 Punto de conexión	11
4.2.4 Secciones tipo	12
4.2.5 Estructura portante	14
4.2.6 Actuaciones cubierta filtro de arenas para mantenimiento	14
4.2.7 Actuación sobre alumbrado cercano a Deposito antiguo	15
<b>5. RUIDO</b>	<b>17</b>
<b>6. CONSIDERACIONES ADMINISTRATIVAS</b>	<b>18</b>
6.1 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA	18
<b>7. PLAZO DE EJECUCIÓN</b>	<b>19</b>
<b>8. NECESIDAD DE REESTUDIO EN CASO DE ALTERACIÓN DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>	<b>20</b>
<b>9. PRESUPUESTO</b>	<b>21</b>

## 1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

La Estación de Tratamiento de Agua Potable de Majadahonda es una instalación del Canal de Isabel II dedicada a la potabilización de agua. La planta recibe agua de las centrales hidráulicas de Canal y realiza los procesos pertinentes para separar agua potable y fangos. Después cada uno de ellos, aguas y fangos recibe un tratamiento.

El plan estratégico del Canal de Isabel II tiene como objetivo compensar los consumos energéticos de la actividad de la empresa, destinados a potabilización y depuración, desde fuentes renovables tales como la hidráulica, las solar y el biogás de tratamiento de residuos.

Por lo tanto, Canal de Isabel II investiga la realización de aprovechamientos fotovoltaicos que le permitan cumplir con el plan estratégico, siguiendo la filosofía actual existente en la Comunidad de Madrid donde este tipo de energías se pretende instalar en suelos ya ocupados y con un uso existente como pueden ser cubiertas, siendo extendida esta filosofía por parte del Canal de Isabel II a depósitos de agua con un uso ya previamente establecido.

En este sentido, las instalaciones de la ETAP de Majadahonda disponen de diversas ubicaciones con las condiciones óptimas para instalar una planta fotovoltaica como son la cubierta de los Filtros de Arena, y la cubierta del Depósito Antiguo. Por ello, se ha decidido emplear estas dos ubicaciones para instalar un autoconsumo fotovoltaico que ayude a cubrir la demanda de potencia de la ETAP y que en los momentos de superávit de potencia vierta a la red.

## 2. OBJETO DEL PROYECTO

El presente documento se realiza con el objeto de definir con suficientemente grado de detalle los diferentes equipos y elementos necesarios para la instalación y funcionamiento de la Planta Fotovoltaica de la ETAP de Majadahonda, así como la instalación eléctrica y el control necesarios para su conexión a red e incorporación en el sistema de telegestión del Canal de Isabel II.

En el presente proyecto se definirán las estructuras portantes, los módulos fotovoltaicos, los inversores string y los cableados y canalizaciones necesarios.

El documento servirá para la licitación y ejecución de los trabajos, la tramitación ante las Administraciones Competentes de las Autorizaciones necesarias para la construcción de dicha planta fotovoltaica, así como para los posibles contratos de compraventa de energía que se puedan derivar de la operación de la central.

### 3. ESTUDIO ALTERNATIVAS

#### 3.1 Selección por ángulo de inclinación

Se han estudiado varios escenarios mediante la combinación de los parámetros fundamentales de planta en el Análisis de Alternativas:

##### Disposición

En el caso de la Planta 1, cuya estructura será coplanar con la cubierta de los Filtros de Arenas, no existe problema con respecto al pitch de planta, ya que los módulos no generan sombras unos a otros, por lo que la disposición óptima a utilizar será 4H, que permite un mayor llenado de la superficie de la cubierta.

La Planta 2 se encuentra en una cubierta plana. Se estudian las disposiciones 4H, 2H y 1V. La disposición 4H permite un mayor llenado, debido al alto coste de la estructura soporte requerida, ha sido descartada. Las disposiciones 2H y 1V generan dos plantas idénticas ya que dos módulos ocupan la misma distancia en vertical que en horizontal. La producción es ligeramente mayor para la disposición 2H y el coste de la estructura soporte es menor para la disposición 1V. La diferencia de producción no justifica el mayor coste de la estructura, y esto unido a que los fabricantes de estructuras tienden a la 1V, se adoptará la disposición 1V.

##### Acimut

La cubierta de los Filtros de Arena presenta un acimut de  $-31,91^\circ$  y tendrá una inclinación de  $15^\circ$ . Esto supone un importante problema para la integración arquitectónica, ya que para orientar los módulos al sur se debe utilizar una doble estructura, cuyo coste es elevado. Por ello, el acimut escogido para la Planta 1 será  $-31,91^\circ$ , de forma que se integre arquitectónicamente con la cubierta.

La cubierta donde se ubica la Planta 2 no presenta ningún elemento que complique la integración arquitectónica, por lo que se dispondrá de un acimut de  $0^\circ$  que maximice la producción de energía y el rendimiento de la planta.

##### Módulo fotovoltaico

El módulo fotovoltaico a emplear será de tecnología monocristalina con célula partida con potencia de 405 Wp que es la que se observa como máxima en el mercado en el periodo de realización del presente proyecto.

##### Inclinación

Se consideraron las inclinaciones de  $15^\circ$ ,  $20^\circ$  y  $25^\circ$ . La inclinación que, para una planta fotovoltaica fija, optimiza la relación entre producción y superficie ocupada es  $25^\circ$ . Se escogerá, por tanto, la inclinación de  $25^\circ$  para la cubierta plana de la Planta 2. Para la Planta 1, cuya cubierta se encuentra a  $15^\circ$ , los módulos se acoplarán a la cubierta para aprovechar su inclinación y minimizar la estructura portante a utilizar.

### **Agrupación de módulos**

Se tiene en cuenta los posibles efectos adversos de PID, pero dadas las condiciones favorables de la ubicación, y las protecciones que se dispondrán se agrupará los módulos en strings que garanticen tensiones menores a 1.100 V para minimizar las pérdidas por corriente.

**Por tanto, la Planta 1 se diseñará con disposición 4H en la cubierta de filtro de arenas, acimut -31,91º, inclinación 15º, y agrupaciones de módulos que generen tensiones menores de 1.100 V. Por otro lado, la Planta 2 sobre cubierta de deposito de antiguo, se diseñará con disposición 1V, acimut 0º, inclinación 25º, y agrupaciones de módulos que generen tensiones menores de 1.100 V. Además, se utilizará un pitch de 3,8 metros, que minimiza las sombras de los módulos y permite aumentar la ocupación superficial de la planta.**



## 4. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS

### 4.1 Características generales

**Título:** Proyecto de una Instalación Fotovoltaica en la ETAP de Majadahonda.

**Términos municipales:** Las obras comprendidas en el proyecto se encuentran ubicadas en la provincia de Madrid, afectando al término municipal de Majadahonda.

**Obras principales:** La obra consiste en:

- Instalación de estructura portante en las cubiertas de los Filtros de Arena, del Depósito Antiguo y el Depósito Nuevo.
- Instalación sobre estructura de módulos fotovoltaicos que formarán el generador fotovoltaico.
- Interconexión de módulos para generar strings necesarios de tensiones máximas de 1.100 Vcc.
- Instalación de inversores string que convierten de Corriente Continua a Corriente Alterna, y actúan como cajas de agrupación. Los inversores recibirán tensión de los módulos a 1.100 Vcc y la convertirán a 400 Vac.
- Interconexión desde inversores string a Cajas de Agrupación de Vca.
- Conexión de las plantas fotovoltaicas a los Centros de Transformación AMPSO 1 y AMPSO 2.
- Instalación de redes de tierras de protección de la planta fotovoltaica.
- Instalación de cableado de comunicación.
- Instalación de estación meteorológica que recogerá fundamentalmente radiación solar horizontal, temperatura ambiente y temperatura de módulo fotovoltaico.
- Instalación de tuberías de polietileno y válvulas para el abastecimiento de agua al sistema de limpieza.
- instalación de pasillos en tramex en cubierta filtros de arena.
- Instalación de sistema anticaídas de cubierta de filtros de arena
- Retranqueo de 4 farolas en la zona de cubierta de deposito antiguo para evitar sombras. O disminución de altura de báculos.

## 4.2 Características técnicas

### 4.2.1 Estación meteorológica

La estación dispondrá de las siguientes medidas:

- Piranómetro para medida de radiación horizontal. El error máximo de medición se establece en 0,2 %.
- Sonda PT-100 para medida de temperatura ambiente. Esta sonda estará protegida para asegurar la correcta medición de temperatura ambiente sin tener afección de radiación solar o convección por viento. La medida se realizará con PT-100 de 4 hilos.
- Sonda PT-100 situada en modulo fotovoltaico para medida de temperatura de célula. La medida se realizará con PT-100 de 4 hilos.

La estación será capaz de registrar datos en tiempo real y almacenarlos en datalogger. Se conectará por RS485 a la monitorización en el centro de transformación.

Los soportes de colocación de piranómetros o células calibradas serán completamente rígidos para asegurar las mejores condiciones y la precisión de la medida.

### 4.2.2 Generador fotovoltaico

#### 4.2.2.1 Módulo fotovoltaico

Se dispondrán módulos fotovoltaicos de características similares a las expuestas a continuación:

#### **Características Eléctricas (STC 1000 W/m<sup>2</sup>, 25°C, AM1,5)**

Potencia (Wp)	405 W
Tensión Máxima Potencia (Vmpp)	41,46 V
Intensidad Máxima Potencia (Impp)	9,77 A
Tensión de circuito abierto (Voc)	49,81 V
Intensidad de cortocircuito (Isc)	10,32 A
Coeficiente Pmax	-0,35 %/°C

Coeficiente I <sub>sc</sub>	0,051 %/°C
Coeficiente V <sub>oc</sub>	-0,289 %/°C
TONC	45±2 °C

### Características Mecánicas

Largo	2.015 mm
Ancho	996 mm
Fondo	40 mm
Peso	22,7 kg

El módulo fotovoltaico será de Silicio Monocristalino de célula partida. El número de total de módulos fotovoltaicos será de 2.620.

#### 4.2.2.2 Definición de String

El string se formará con 20 módulos en serie. La tensión de circuito abierto máxima será de 1.100 Vcc.

El número de strings necesario total será de 124. La potencia máxima fotovoltaica será de 1.004,4 kWp.

Se realizará el interconexionado de los módulos fotovoltaicos generando series de 20 módulos. Estas series se conectarán con los inversores string mediante cable de 1x4 mm<sup>2</sup> y 1x6 mm<sup>2</sup> de cobre de tipo solar de forma directa. El cableado de series discurrirá por la estructura portante convenientemente grapados hasta que alcanzan la bandeja dispuesta en el suelo de la cubierta. Desde esta canalización se realiza la salida de los cables del generador fotovoltaico hasta cada uno de los inversores string.

Es de suma importancia que, para cada serie, el cable positivo y el negativo vayan juntos por las canalizaciones, para evitar formar espiras que generen un punto de atracción de rayos.

#### 4.2.2.3 Inversores String

Los inversores son los encargados de convertir la corriente continua generada en los módulos fotovoltaicos, en corriente alterna sincronizada con la de la red. Los inversores string se dispondrán a lo largo de la planta convirtiendo la corriente continua que reciben de los strings fotovoltaicos a 1.100 V

en corriente alterna a 400 V. Además, estos inversores hacen las veces de cajas de agrupación congregando la potencia de varios strings a un solo cable de salida.

Estos inversores string permiten poder seccionar partes de planta fotovoltaica para la operación y mantenimiento del campo. No es necesario colocar fusibles, ya que los propios inversores string disponen de seccionadores internos que realizan las veces de estos. También se dispone de la monitorización de los inversores string. El inversor a suministrar deberá disponer de protección de string, o en su defecto, disponer de caja de fusibles.

Estos equipos se colocarán en la estructura metálica portante, y aunque están muy expuestos a fenómenos meteorológicos, cuentan con un grado de protección IP66 que los protege frente a proyecciones de polvo, humedad, cambios de temperatura y radiación incidente.

Los inversores string tendrán un máximo de 15 strings por inversor. La potencia máxima por string será de 8.100 W. A continuación, se establecen las características de los inversores a utilizar en el proyecto:

#### Características Inversor 110 kW (25°C)

##### SALIDA GENERACION AC:

Potencia nominal AC @40°C 100 kW

Tensión de generación (BT) 400 Vac

##### ENTRADA CAMPO FOTOVOLTAICO DC:

Ventana de Tensión de seguimiento de 200-1.000 Vdc  
Máxima potencia

Tension maxima DC 1.100 V

Corriente máxima DC 260 A

Características eléctricas	
Potencia nominal de inversor AC	100 kW (40°C) - 110 kW (25°C)
Rango de tensión MPP	200-1.000 Vdc
Máxima tensión de entrada DC	1.100 V

Máxima corriente DC	260 A
Tension nominal AC	400V
Máxima corriente AC	160,4 A a 400 V
Factor de potencia	Cualquiera
Rango de temperatura de trabajo	-25ºC a 60ºC.
Frecuencia de trabajo	50 Hz
Máxima distorsión armónica	<3 %
Humedad relativa	De 0 a 100 %
Rendimiento máximo	98,6% a 400 V
Rendimiento europeo	98,4% a 400 V
Características físicas	Grado de protección IP-66 Ventilación inteligente Conector MC4

Características Inversor 66 kW (25ºC)

SALIDA GENERACION AC:

Potencia nominal AC @40ºC60 kW

Tensión de generación (BT)400 Vac

ENTRADA CAMPO FOTOVOLTAICO DC:

Ventana de Tensión de seguimiento de200-1.000 Vdc  
Máxima potencia

Tension maxima DC 1.100 V

Corriente máxima DC 132 A

Características eléctricas	
Potencia nominal de inversor AC	60 kW (40°C) - 66kW (25°C)
Rango de tensión MPP	200-1.000 Vdc
Máxima tensión de entrada DC	1.100 V
Máxima corriente DC	132 A
Tension nominal AC	400 V
Máxima corriente AC	95,3 A
Factor de potencia	Cualquiera
Rango de temperatura de trabajo	-25°C a 60°C
Frecuencia de trabajo	50 Hz
Máxima distorsión armónica	<3 %
Humedad relativa	De 0 a 100 %
Rendimiento máximo	98,7 % a 400 V
Rendimiento europeo	98,5 % a 400 V
Características físicas	Grado de protección IP-65 Convección natural Conector Helios H4

Se instalarán los siguientes inversores string:

- 7 Ud. Inversor 110 KW (25°C) con 15 strings conectados



- 2 Ud. Inversor 66 KW (25°C) con 9 strings conectados
- 1 Ud. Inversor 66 KW (25°C) con 8 strings conectados

Además, los inversores string dispondrán de los siguientes elementos:

- 1 seccionador de corte en carga de 1.100 Vcc por cada 6 entradas de string.
- Protección de sobretensiones Clase II: 1 por cada 6 entradas de string DC + 1 de salida AC.
- 20/12 entradas para strings hasta 6 mm<sup>2</sup> por polo Staubli MC4 EVO2 y Amphenol Helios H4.
- Salida trifásica para cable de generación en alterna de hasta 300 mm<sup>2</sup> impermeable con terminal OT/DT.
- Barra de red de tierras de Cobre de 50 mm<sup>2</sup>.
- Envolvente
- Placa de anclaje mural.
- Monitorización de corriente a nivel de string.
- Monitorización de tensión a nivel agrupación.
- Alimentación de SSAA para sistema de monitorización
- Bornas de conexión para cableado RS485 y conexión USB y MBUS en comunicaciones.
- IP de caja IP66/IP65. Prensa estopas a entradas y salidas tanto de generación DC, cables de comunicaciones y cable de red de tierras de 35 mm<sup>2</sup>.

Los cables de generación de XZ1-K 0,6/1 kV AC AL (1x120; 1x185; 1x240) mm<sup>2</sup> se tienden en bandeja hasta el límite de las cubiertas. Para llegar desde este punto hasta los Centros de Transformación de la red de la ETAP, los cables entrarán mediante una arqueta en zanja y llegarán enterrados bajo tubo hasta estos.

#### 4.2.3 Punto de conexión

Las dos nuevas plantas fotovoltaicas se conectarán, a través de cable enterrado bajo tubo, a los Cuadros Generales de Baja Tensión (CGBT) de los Centros de Transformación existentes en la ETAP. La Planta 1 se conectará al CGBT del C.T. AMPSO 2 y la Planta 2 al CGBT del C.T. AMPSO 1.

Los Cuadros Generales de Baja Tensión de cada Centro de Transformación no serán modificados. No obstante, será preciso revisar el estado de estos con el objetivo de comprobar si son aptos para conectar la planta.

En caso de que actualmente no haya conexión de fibra óptica en la estación se habilitará, ya que es esencial para la monitorización y gestión de la planta fotovoltaica.

#### 4.2.4 Secciones tipo

##### **Conducción en bandeja tipo B1: Conducción en bandeja 35x100 String - Inversor**

Bandeja de chapa metálica perforada con tapa, con borde de seguridad perfilado y base perforada y embutida, fabricada a partir de chapa de acero al carbono. Dimensiones 100 mm de base y 35 mm de ala.

##### **Conducción en bandeja tipo B2: Conducción en bandeja 35x150 Inversor - Inversor**

Bandeja de chapa metálica perforada con tapa, con borde de seguridad perfilado y base perforada y embutida, fabricada a partir de chapa de acero al carbono. Dimensiones 150 mm de base y 35 mm de ala.

##### **Conducción en bandeja tipo B3: Conducción en bandeja 60x200 Inversor - Inversor**

Bandeja de chapa metálica perforada con tapa, con borde de seguridad perfilado y base perforada y embutida, fabricada a partir de chapa de acero al carbono. Dimensiones 200 mm de base y 60 mm de ala.

##### **Conducción en bandeja tipo B4: Conducción en bandeja 60x300 Inversor – Bloque de potencia**

Bandeja de chapa metálica perforada con tapa, con borde de seguridad perfilado y base perforada y embutida, fabricada a partir de chapa de acero al carbono. Dimensiones 300 mm de base y 60 mm de ala.

##### **Conducción en zanja tipo Z1: Conducción bajo terreno convencional Red de Tierras**

- 1 conductor de red de tierra de 35 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo situado a 96 cm de profundidad en 10 cm de arena cribada.
- Relleno de 10 cm de arena cribada con una compactación mínima del 95% del Proctor modificado.
- 1 tubos de polietileno de 63 mm de diámetro situado en zanja con relleno con terreno seleccionado con generatriz superior situada a 57,5 cm del nivel de pavimento terminado.
- 1 tubos de polietileno de 90 mm de diámetro situado en zanja con relleno con terreno seleccionado con generatriz superior situada a 77 cm del nivel de pavimento terminado.
- 1 tubo de polietileno de 160 mm de diámetro situado en zanja con relleno con terreno seleccionado con generatriz superior situada a 76 cm del nivel de pavimento terminado.

- Relleno de terreno, hasta 0,41 m de espesor, con material seleccionado, con una compactación mínima del 95% del Proctor Normal.
- Relleno en la zona alta de tierra vegetal, de 0,45 m de espesor.
- Cinta de señalización amarilla a 25 cm de profundidad desde Nivel de pavimento terminado para cables eléctricos.
- Cinta de señalización verde a 25 cm de profundidad desde Nivel de pavimento terminado para tritubo.
- Protección mecánica (rasilla o planchas de fibra) a 45 cm de profundidad desde Nivel de pavimento terminado.

#### **Conducción en zanja tipo Z4: Conducción bajo terreno convencional Inversor – Centro de Transformación**

- 1 conductor de red de tierra de 35 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo situado a 124 cm de profundidad en 10 cm de arena cribada.
- Relleno de 10 cm de arena cribada con una compactación mínima del 95% del Proctor modificado.
- 1 tubo de polietileno de 63 mm de diámetro situado en zanja con relleno con terreno seleccionado con generatriz superior situada a 57,5 cm del nivel de pavimento terminado.
- 1 tubos de polietileno de 90 mm de diámetro situado en zanja con relleno con terreno seleccionado con generatriz superior situada a 78 cm del nivel de pavimento terminado.
- 4 tubos de polietileno de 160 mm de diámetro situado en zanja con relleno con terreno seleccionado con generatriz superior situada a 78 y 106,5 cm del nivel de pavimento terminado.
- Relleno de terreno, hasta 0,7 m de espesor, con material seleccionado, con una compactación mínima del 95% del Proctor Normal.
- Relleno en la zona alta de tierra vegetal de 0,45 m de espesor.
- Cinta de señalización amarilla a 25 cm de profundidad desde Nivel de pavimento terminado para cables eléctricos.
- Cinta de señalización verde a 25 cm de profundidad desde Nivel de pavimento terminado para tritubo.
- Protección mecánica (rasilla o planchas de fibra) a 45 cm de profundidad desde Nivel de pavimento terminado.

#### 4.2.5 Estructura portante

Se utilizarán perfiles metálicos para la estructura portante que sostendrá los módulos fotovoltaicos. Se tendrá en cuenta la exposición al sol, agua y viento, por lo que debe ser capaz de soportar la exposición a ellos sin pérdida de características mecánicas.

Se dispondrá estructura para 2.480 módulos fotovoltaicos.

La estructura se fijará a las cubiertas mediante bloques de hormigón que actuarán como contrapesos, lastrando la estructura. Así, los apoyos de la estructura se unirán a los bloques de hormigón mediante anclaje químico. Dichos bloques de hormigón se han calculado de tal manera que no sean tan pesados para comprometer la estructura de la cubierta, y tengan el peso suficiente para lastrar la estructura frente a la carga de succión del viento, que tiende a levantar la estructura fotovoltaica.

Se debe asegurar un contrapeso mínimo de 66 kg por m<sup>2</sup> de superficie fotovoltaica para que el conjunto debidamente montado resista vientos de hasta 26 m/s, y carga de nieve según CTE de 0,72 kN/m<sup>2</sup>.

#### 4.2.6 Actuaciones cubierta filtro de arenas para mantenimiento

Las actuaciones principales serán dos:

- Ejecución de pasillos de mantenimiento en tramex
- Ejecución de línea de vida

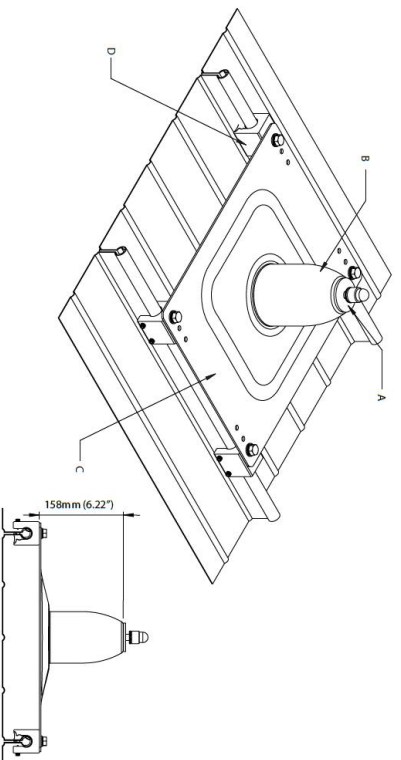
##### Sistema anticaída:

Existirá sistema vertical para llegada a cubierta y sistema horizontal para la zona de cubierta. El sistema horizontal contra caídas debe permitir el acceso continuo ininterrumpido.

El sistema anticaída en zonas horizontales de largo recorrido se basará en un carril anclado sobre cubierta metálica que se realizará con materiales de aleación de aluminio o acero inoxidable. Dispondrá de placas de anclaje, pasadores, argollas y todos los elementos necesarios para formar una línea de vida completamente certificada. La línea de vida en cada tramo contara con dos carros móviles:

El sistema anticaída en zonas de cambio se basará en sistemas de anclaje sobre cubierta metálica que se realizará con materiales de aleación de aluminio o acero inoxidable. Dispondrá de placas de anclaje, pasadores, argollas y todos los elementos necesarios para formar una línea de vida completamente certificada:

La actuación se encuentra presupuestada en el Anejo de Seguridad y Salud como protección anticaída que quedara instalado en la cubierta para la operación y mantenimiento de la planta fotovoltaica.



#### 4.2.7 Actuación sobre alumbrado cercano a Depósito antiguo

La realización de una planta fotovoltaica en la cubierta del depósito antiguo genera la necesidad de retranquear báculos de gran altura de alumbrado o en su caso realizar una sustitución de báculo por uno de menor altura. En la siguiente imagen se observa uno de los báculos situados al Oeste.



En la zona sur encontramos dos báculos de gran tamaño que se deben sustituir por báculos de una altura máxima de 3 metros.

PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Anejo Nº 01. Características principales del proyecto





## **5. RUIDO**

Los equipos a instalar no son móviles. Los equipos susceptibles de generar ruido son únicamente los inversores.

No existen edificios colindantes y no existe una especial protección en la zona de actuación.

No obstante, el ruido se limitará a 1 metro a 60 dB.

## 6. CONSIDERACIONES ADMINISTRATIVAS

A continuación, se definen los requisitos básicos para la licitación de este proyecto.

### 6.1 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

De acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas y el Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto; por el que se modifican determinados preceptos del RGLCAP, considerando el carácter de las actuaciones proyectadas, predominantemente obras eléctricas, y en particular de una planta fotovoltaica en una instalación de distribución de agua del Canal de Isabel II, se propone que el contratista adjudicatario de las obras ostente la clasificación en los siguientes grupos y subgrupos:

GRUPO	SUBGRUPO
E HIDRÁULICAS	1 ABASTECIMIENTOS Y SANEAMIENTOS
K ESPECIALES	8 ESTACIONES DE TRATAMIENTO DE AGUAS
I ESPECIALES	2 CENTRALES DE PRODUCCIÓN DE ENERGIA

No obstante, será el futuro Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares de la Licitación el que establezca definitivamente la Clasificación necesaria.



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Anejo Nº 01. Características principales del proyecto

7. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución de las obras considerado es de DIECISETE (17) meses, y comenzarán una vez que la nueva cubierta de filtros de arena de la ETAP de Majadahonda esté disponible. El plan de obra se incluye en el Anejo nº 20.

**8. NECESIDAD DE REESTUDIO EN CASO DE ALTERACIÓN DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

No obstante, si en el momento de realizar la aprobación definitiva por parte de la Dirección de obra de los módulos y resto de equipos se viesen alteradas las especificaciones técnicas de la instalación como longitud de strings, tensiones de vacío, intensidades de cortocircuito, etc., será responsabilidad del contratista rehacer toda la ingeniería a las nuevas características. En ningún caso se permitiría la reducción de la potencia de la instalación ni su producción.

## 9. PRESUPUESTO

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE (€)
1	OBRA CIVIL	11.377,73
2	EQUIPOS PRINCIPALES	334.360,08
3	MONTAJE Y CONEXIONADO	90.122,59
4	CONJUNTO DE FIJACIÓN Y LASTRE	79.914,96
5	CABLEADO	122.677,82
6	CANALIZACIONES	37.548,15
7	PUESTA A TIERRA	4.235,79
8	COMUNICACIONES Y VIGILANCIA	50.938,67
9	REPUESTOS	5.025,60
10	GESTIÓN DE RESIDUOS	31.587,25
11	SEGURIDAD Y SALUD	22.699,38
12	PUESTA EN SERVICIO	21.000,00
13	SISTEMA DE LIMPIEZA	5.232,08
14	PREVENCIÓN Y SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES	306.634,25
15	CONTINGENCIAS	33.700,63

**Total, ejecución material** **1.157.054,98**

13% Gastos Generales 150.417,15

6% Beneficio Industrial 69.432,30

**Total, presupuesto base de licitación excluido el IVA** **1.376.895,43**

Asciende el presupuesto base de licitación del proyecto a la expresada cantidad de UN MILLÓN TRESCIENTOS SETENTA Y SEIS MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS (1.376.895,43 €)

***Esta operación podrá cofinanciarse con el Fondos Europeo de Desarrollo Regional, con recursos del REACT-UE, en el marco del PO de la Comunidad de Madrid 2014/2020, como parte de la respuesta de la Unión a la pandemia de COVID-19.***



**UNIÓN EUROPEA**  
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

## ANEJO Nº 02.- CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA







PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Anejo Nº 02. Cartografía y topografía

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
-----------------	---

## 1. INTRODUCCIÓN

La planta fotovoltaica que se proyecta presenta dos ubicaciones diferentes: la cubierta de los Filtros de Arena y la cubierta del Depósito Antiguo de la Estación de Tratamiento de Agua Potable de Majadahonda.

Actualmente los Filtros de Arena poseen una cubierta con una inclinación de 5º. Esta cubierta va a ser sustituida por otra con una inclinación de 15º donde se instalará la nueva planta fotovoltaica de manera coplanar. Por otra parte, la cubierta del Depósito Antiguo presenta una extensión completamente llana.

Se considera, por tanto, que, al no efectuarse ninguna obra en el terreno, aparte de las zanjas de canalización de cables, no es necesario realizar un estudio topográfico de la zona.

Para la realización del presente proyecto, teniendo en cuenta las formas rectangulares de los depósitos y la altura constante en todo su perímetro, se ha tomado como hipótesis la no modificación de dicho perímetro, y se ha realizado la cartografía basada únicamente en ortofoto.



UNIÓN EUROPEA  
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

## ANEJO Nº 03.- ESTUDIO GEOTÉCNICO





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Anejo Nº 03. Estudio geotécnico

INDICE

1.	JUSTIFICACIÓN DE NO NECESIDAD DE ESTUDIO GEOTÉCNICO	4
----	---	---

## 1. JUSTIFICACIÓN DE NO NECESIDAD DE ESTUDIO GEOTÉCNICO

No se considera necesaria la realización de estudio geotécnico para el presente proyecto por los siguientes motivos:

- El terreno presenta buenas características para la construcción, este conocimiento del terreno queda patente en las obras acometidas previas al presente proyecto. En la zona están ejecutadas todas las instalaciones de la ETAP de Majadahonda, incluidos los depósitos antiguo y nuevo, que son obras civiles complejas. El entorno no presenta zonas rocosas, ni grandes pendientes que provoquen la necesidad de futuras excavaciones profundas.
- No se construirán bloques de potencia, ya que la conexión de las plantas fotovoltaicas se realizará a los centros de transformación ya existentes en la ETAP. Por otra parte, las zanjas que se han previsto para conducir el cableado al centro de transformación no supondrán problema alguno, ya que existen varias canalizaciones por zanja en la zona que indican que el terreno es apto para este tipo de obra civil.
- La cimentación de los depósitos dispone actualmente de un terreno drenado en todo el perímetro por lo que no se esperan problemas debidos a agua, ya que el depósito debe de tenerlos ya solucionados.
- Se ha estimado que la capacidad del portante es de  $1 \text{ kg/cm}^2$ . Será responsabilidad del contratista realizar un estudio geotécnico que compruebe las características principales del terreno donde se realizarán las cimentaciones y solera y en concreto la capacidad portante del suelo, y del redimensionamiento de cimentaciones y soleras.

Por todo lo anterior y por la propia naturaleza de los trabajos proyectados, se considera justificada la no necesidad de realización de estudio geotécnico.





## ANEJO Nº 04.- ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	SITUACIÓN	5
3.	DESCRIPCIÓN DE LIMITACIONES	6
3.1	Limitaciones por uso de las cubiertas	6
3.2	Limitaciones por posición	8
3.3	Limitaciones por tecnología de módulos fotovoltaicos	8
4.	ESTUDIO ALTERNATIVAS	9
4.1	Alternativas de disposición	9
4.2	Alternativas de Acimut	10
4.3	Alternativas de tipo de tecnología de módulo fotovoltaico	12
4.4	Alternativas de ángulo de inclinación	13
4.5	Potencia según superficie	15
4.6	Alternativas de agrupaciones de módulos	18
4.7	Alternativas a tipos de inversores	19

## 1. INTRODUCCIÓN

Se proyecta una planta fotovoltaica destinada al autoconsumo de la estación de tratamiento de agua potable (ETAP) de Majadahonda. Dicha planta fotovoltaica se dividirá en dos subplantas que se ubicarán en la cubierta de los Filtros de Arena y la cubierta del Depósito Antiguo.

En el presente anejo se analizarán las alternativas existentes teniendo en cuenta lo comentado en el Anejo “Cálculos de Dimensionamiento” respecto al recurso solar, y ajustándose a los condicionantes geométricos impuestos para su construcción.

## 2. SITUACIÓN

La estación de tratamiento de agua potable de Majadahonda pertenece al término municipal de Majadahonda. Las coordenadas de la planta son las siguientes:

- UTM: 426261 E, 4479020 N
- Altitud: 745 m



**Figura 2-1**

**Vista aérea ETAP Majadahonda**



### 3. DESCRIPCIÓN DE LIMITACIONES

Las principales limitaciones que tienen las cubiertas en las que se plantea construir las plantas fotovoltaicas son por la propia geometría de dichas cubiertas y por los elementos que se ubican alrededor de ellas.

Empezaremos por ubicar las dos plantas en la ETAP, para posteriormente comentar que limitaciones puede tener cada una de ellas.

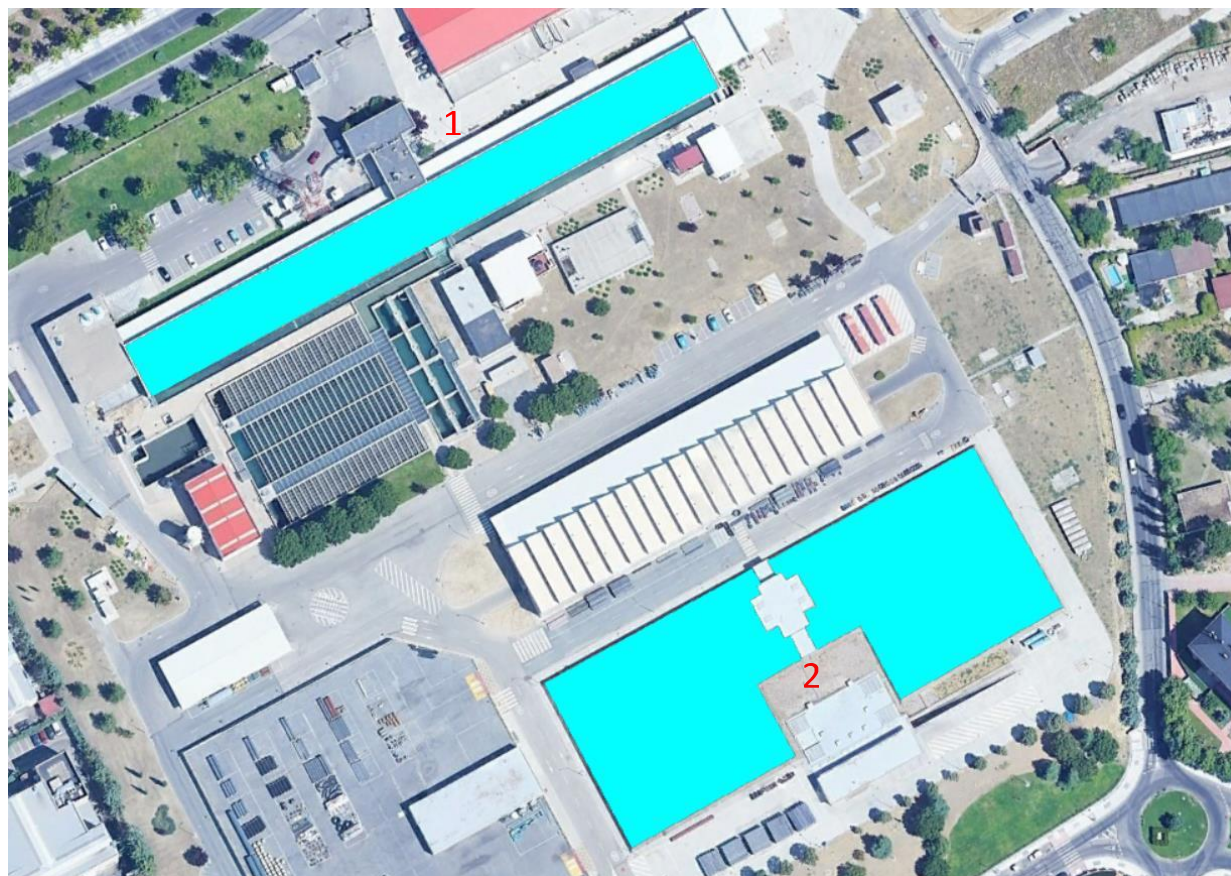


Figura 3-1 Vista aérea ubicación plantas fotovoltaicas

En la imagen superior se aprecia una vista en planta de la ETAP de Majadahonda. Las superficies coloreadas en azul son las plantas que se proyecta construir. La Planta 1 corresponde a la cubierta de los Filtros de Arena y la Planta 2 a la cubierta del Depósito Antiguo.

#### 3.1 Limitaciones por uso de las cubiertas

La cubierta de los Filtros de Arena (Planta 1) no tiene ningún uso particular aparte del de cubrir dichos filtros. Sus limitaciones son las siguientes:

- Actualmente dicha cubierta tiene una inclinación de 5º, pero se va a cambiar dicha inclinación a 15º. La cubierta está formada por placas sándwich, por lo que la opción más viable es colocar correas coplanares fijadas a las vigas de la cubierta para colocar la planta.

- Adicionalmente, para garantizar la seguridad de los operarios de limpieza y mantenimiento de la planta, se van a instalar pasarelas de TRAMEX y líneas de vida en la cubierta. Se debe tener en cuenta dichos elementos a la hora de diseñar la planta para que no generen sombras sobre los módulos.
- Existen dos elementos que generan sombras en la cubierta, que se deben tener en cuenta para evitar daños en los módulos. Hay una torre de telecomunicaciones inmediatamente delante de la cubierta, que mide 40 metros de alto y genera sombras en la planta durante la tarde. Por otra parte, hay una cubierta de 8 metros de altura ubicada al sureste de la planta que también genera sombras.



**Figura 3-2** Torre comunicaciones



**Figura 3-3** Cubierta

La cubierta del depósito antiguo (Planta 2) tiene los siguientes elementos que pueden generar limitaciones:

- Cubiertas diferenciadas: La cubierta del depósito está dividida en dos zonas, noreste y suroeste, por una construcción central que sobresale por encima de ellas. Además, la sala de bombas que se encuentra inmediatamente delante del depósito limita también dicho depósito y consecuentemente la superficie de la cubierta. La estructura de la cubierta está cubierta con tierra vegetal, siendo la opción más idónea la fijación por contrapesos.
- Construcción central: Este elemento es importante porque genera sombras tanto en la cubierta suroeste como en la noreste, siendo especialmente importantes en esta última. Por ello la



mínima distancia al muro de la galería será de 5 metros en la cubierta suroeste y de 7,5 en la noreste.

- Respiraderos: Estos elementos se distribuyen en línea en los extremos noreste y suroeste de las cubiertas, para airear gases de los productos químicos empleados en la potabilización. Se pueden aproximar como prismas de base cuadrada de 30 centímetros de lado y 60 centímetros de altura. Son elementos importantes para considerar, no por la sombra que puedan generar, sino porque se debe evitar colocar módulos fotovoltaicos encima de ellos, ya que son elementos que deben permanecer.
- Bóvedas: La cubierta está formada por una estructura de bóvedas de la que no se dispone plano. Debido a que los soportes de los muros exteriores del depósito soportan menor carga que los pilares, las losas de los extremos están más comprometidas respecto a la carga. Por ello en las bóvedas de los extremos se limitará la ocupación fotovoltaica, dejando una distancia de seguridad de 4,5 metros con respecto al muro.

Actualmente estos son los elementos presentes en la zona de implantación de la planta fotovoltaica. Sin embargo, una vez se ejecute la planta se instalará una barandilla de seguridad alrededor de las cubiertas. Esta barandilla constará de dos barras de 20 centímetros de diámetro, ubicadas a 0,9 y 0,45 metros respectivamente desde el suelo. Para evitar sombras nocivas para el módulo, se mantendrá una distancia mínima de 1,8 metros en todos aquellos puntos en los que la sombra pueda afectar al módulo.

### 3.2 Limitaciones por posición

Otra importante limitación de las plantas es la posición de las cubiertas. Así, las dos cubiertas están orientadas al suroeste, con un acimut de  $-31,91^\circ \pm 1^\circ$  (ángulo respecto al sur).

Se observa que, para hacer un llenado de las cubiertas con módulos fotovoltaicos, su acimut puede ser el mismo que tienen estas,  $-31,91^\circ \pm 1^\circ$ , consiguiendo una mayor integración arquitectónica, o pueden orientarse a un acimut de  $0^\circ$ , con una mayor producción solar.

Además, la inclinación de los módulos es otro factor relevante. Para este proyecto se considerarán inclinaciones de  $15^\circ$ ,  $20^\circ$  y  $25^\circ$ , eligiendo opción final aquella que proporcione mejores resultados.

En este apartado entrarían también las limitaciones que imponen el pitch y la disposición. El pitch es la distancia entre puntos homólogos de series de módulos, y la disposición, es la forma de colocar los módulos, siendo las opciones consideraras 1V, 2H y 4H.

### 3.3 Limitaciones por tecnología de módulos fotovoltaicos

Estas limitaciones vienen dadas por la existencia de varios fabricantes de módulos, sobre todo respecto al material y a la tecnología fotovoltaica de los módulos, que serán comentados posteriormente.

## 4. ESTUDIO ALTERNATIVAS

Este análisis de alternativas comprende varios escenarios en los diferentes elementos. Se irán realizando las diferentes comparaciones de estos.

### 4.1 Alternativas de disposición

Las alternativas que se presentan en esta sección son 2H y 4H, con dos y cuatro módulos colocados en horizontal uno encima de otro respectivamente, como se puede apreciar en la siguiente imagen.

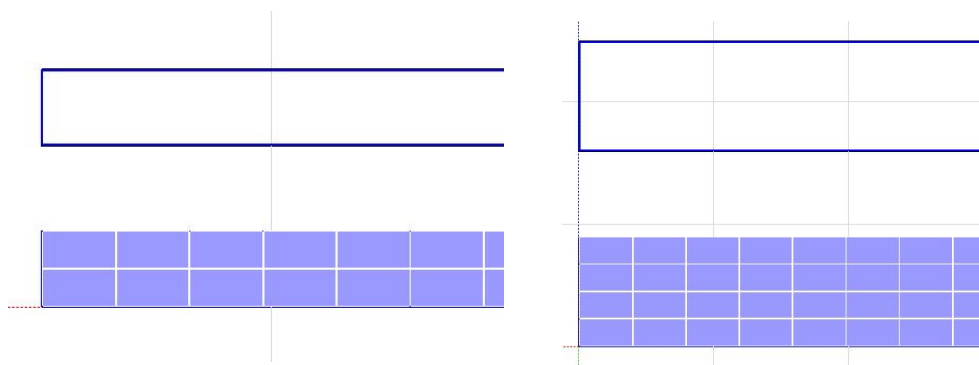


Figura 4-1 Alternativas disposición módulos 2H Y 4H

Los principales aspectos a analizar en este apartado son: el llenado de la planta y las cargas asociadas según la disposición.

La disposición 2H permite utilizar pitches más bajos, ya que la altura de la estructura fotovoltaica es menor. Sin embargo, el análisis de llenado de planta apunta que para un acimut de  $-31,91^\circ \pm 1^\circ$ , se puede ubicar un 20% más de módulos con disposición 4H, mientras que para acimut  $0^\circ$  la diferencia de llenados es mínima.

**En el caso de la Planta 1, cuya estructura será coplanar, no existe problema con respecto al pitch de planta, ya que los módulos no generan sombras unos a otros, por lo que la disposición óptima, la que utilizará es 4H.**

Analizando la Planta 2, ubicada en una cubierta plana, las cargas asociadas a la elección de una estructura 2H requieren una estructura de soporte fotovoltaica más ligera y económica, ya que tiene que aguantar menos peso por parte del módulo.

Además, la carga por viento en disposición 4H corresponde al doble que la de 2H, ya que el área de incidencia es el doble. Esto implica que los contrapesos deberán tener una masa mayor para sujetar eficazmente la estructura fotovoltaica.

Adicionalmente, se ha valorado la opción de implantar en 1V. Esta disposición genera una planta idéntica a la correspondiente a 2H, ya que dos módulos ocupan la misma distancia en vertical que en horizontal. La diferencia entre ambas disposiciones reside en la producción, que es mayor para disposición horizontal, y el coste de la estructura de soporte. La disposición 2H necesita el doble de perfiles portantes para sostener los módulos, y por tanto resulta más costosa que la 1V.

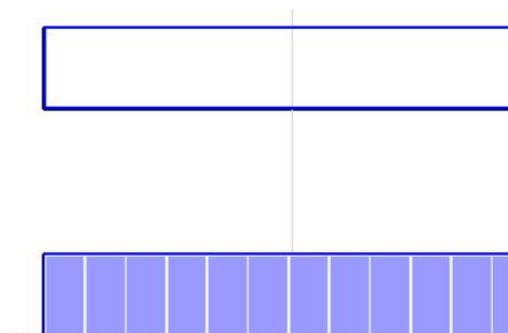


Figura 4-2 Disposición módulos 1V

Sin embargo, para acimut de 0 grados, la diferencia de producción entre las plantas 2H y 1V es mínima, ya que las sombras tienen un menor efecto sobre los módulos, siempre que el pitch sea lo suficientemente elevado. Por tanto, los datos de producción para disposiciones 1V se aproximarán a los resultados de producción obtenidos en PVSyst para las disposiciones 2H, con los mismos valores de inclinación y pitch.

A pesar de que el llenado de la planta pueda mejorar usando la disposición 4H, desde el punto de vista estructural es mucho más eficiente la disposición 2H ó 1V, ya que la distribución de cargas con 4H es peor, además de que dichas cargas aumentan considerablemente.

Por ello, se descartará la disposición 4H para implantarla en este proyecto, y dependiendo del resto de elecciones que se realicen respecto a las alternativas, y los resultados de analizar económicamente ambas propuestas se decidirá entre implantar en 2H o 1V.

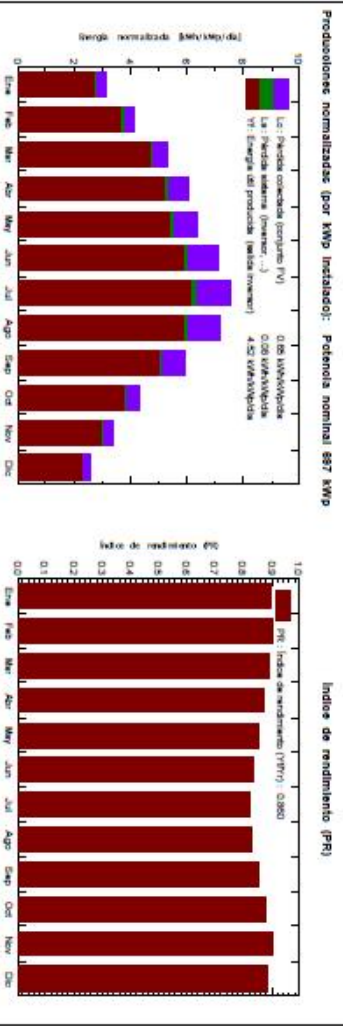
**Finalmente se observa que la diferencia de producción no justifica el mayor coste de la estructura, y esto unido a que los fabricantes de estructuras tienden a la 1V ha acabado por determinar que la disposición adoptada sea 1V.**

#### 4.2 Alternativas de Acimut

Se valoran las posibilidades de colocar los módulos con acimut  $0^\circ$  o  $-31,91^\circ \pm 1^\circ$ . La elección del acimut tiene influencia en la producción solar y en el llenado de la planta. En ese sentido, la configuración con acimut  $0^\circ$  ofrece una mayor producción solar de los módulos, mientras que la configuración con acimut  $-31,91^\circ \pm 1^\circ$  proporciona mayor integración arquitectónica.

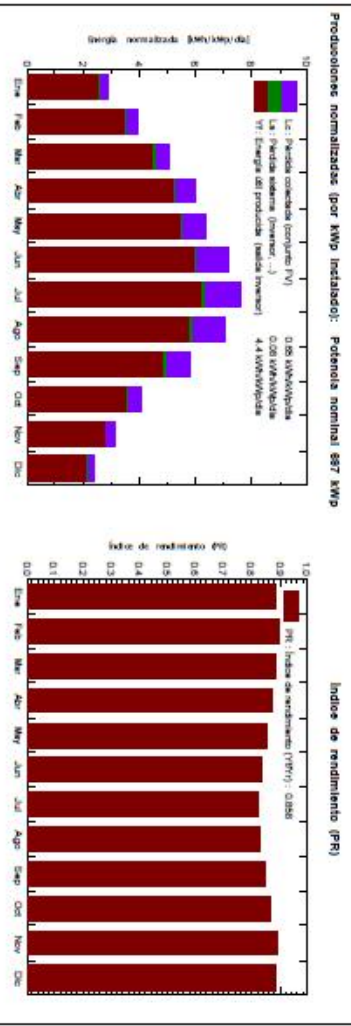
Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Cobertizos de tierra
Sombreados cercanos	Sombreado lineal	
Orientación Campos FV	Inclinación	25°
Módulos FV	Modelo	JAM72S10-405MR/1500V
Conjunto FV	Núm. de módulos	1720
Inversor	Modelo	SUN2000-100KTL-M1-400Vac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	6.0
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)	
		acimut 0°
		405 Wp
		697 kWp
		100 kW ac
		60.0 kW ac
		560 kW ac

Resultados principales de la simulación	Energía producida	1149 MWh/año	Producción específica	1650 kWh/kWp/año
Producción del sistema	Índice de rendimiento (PR)	86.00 %		



Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Cobertizos de tierra
Sombreados cercanos	Sombreado lineal	
Orientación Campos FV	Inclinación	25°
Módulos FV	Modelo	JAM72S10-405MR/1500V
Conjunto FV	Núm. de módulos	1720
Inversor	Modelo	SUN2000-100KTL-M1-400Vac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	6.0
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)	
		acimut -32°
		405 Wp
		697 kWp
		100 kW ac
		60.0 kW ac
		560 kW ac

Resultados principales de la simulación	Energía producida	1118 MWh/año	Producción específica	1605 kWh/kWp/año
Producción del sistema	Índice de rendimiento (PR)	85.80 %		



Se puede observar que para una configuración de inclinación 25° y pitches similares el acimut 0° proporciona mejores resultados tanto de producción como en rendimiento que el acimut -31,91±1°.

El hecho de que la generación sea mayor para acimut 0° se debe a que, además de recibir más horas de sol, esta configuración permite pitches más reducidos, ya que las sombras afectan menos a los módulos.

Dicho esto, si se quiere conseguir una mayor integración arquitectónica y una planta más regular, el acimut escogido es de  $-31,91^{\circ} \pm 1^{\circ}$ . En caso de que se quiera maximizar la producción solar, se debería escoger la configuración de acimut  $0^{\circ}$ .

**La cubierta de la Planta 2 es plana y no tienen elementos que compliquen la integración arquitectónica de los módulos fotovoltaicos. Por ello, para esta planta se escogerá un acimut de  $0^{\circ}$  que maximice la producción de energía y el rendimiento de planta.**

**La Planta 1 ubicada en la cubierta de los Filtros de Arena, tendrá una inclinación de  $15^{\circ}$ . Esto supone un importante problema para la integración arquitectónica, ya que si se quiere cambiar el acimut de  $-31,91^{\circ}$  que tiene la cubierta, debe utilizarse una doble estructura, cuyo coste es considerablemente superior al que tendría integrar la planta de forma coplanar.**

**Por ello, el acimut escogido para la Planta 1 será  $-31,91^{\circ}$ , de forma que se integre arquitectónicamente con la cubierta.**

#### 4.3 Alternativas de tipo de tecnología de módulo fotovoltaico

Se dispone actualmente de dos tecnologías fundamentales según materiales de generación fotovoltaica:

- Silicio
- CdTe Lamina delgada

En el presente proyecto se opta por la tecnología de silicio al disponer el Telururo de Cadmio que es altamente contaminante y no se dispone de estudios actuales de su afección sobre el agua de consumo.

Respecto a la tecnología fotovoltaica de silicio se dispone de tres tecnologías:

- Monocristalino
- Policristalino
- Amorfo

De estas posibilidades solo se tienen en cuenta dos de ellas que son la monocristalina y la policristalina, ya que los sistemas amorfos de silicio no están completamente desarrollados hasta la fecha.

La diferencia fundamental entre monocristalino y policristalino es que la primera, debido a su forma de cristalización permite rendimientos superiores que en la implantación se resumen en una menor necesidad de espacio. Por lo que, se selecciona esta tecnología en el proyecto para disminuir el espacio necesario.

Aunque inicialmente se planteó la ejecución del proyecto con módulos de 365 W, la tendencia hacia potencias de módulo mayores junto con el hecho de que no exista un límite de potencia a generar en la planta, ha llevado a proponer la utilización de módulos más potentes.

**Por lo tanto, el módulo fotovoltaico a emplear será de tecnología monocristalina con potencia de 405 Wp que es la que se observa como máxima en el mercado en el periodo de realización del presente proyecto.**



#### 4.4 Alternativas de ángulo de inclinación

Las opciones que se manejan son colocar los módulos con una inclinación de 15º, 20º ó 25º. Cuanto mayor es el ángulo al que se pone el módulo, mayor es la radiación que incide directamente en él, siendo el ángulo óptimo 30º. Por otra parte, a medida que aumenta el ángulo, también aumenta la sombra que proyecta el módulo.

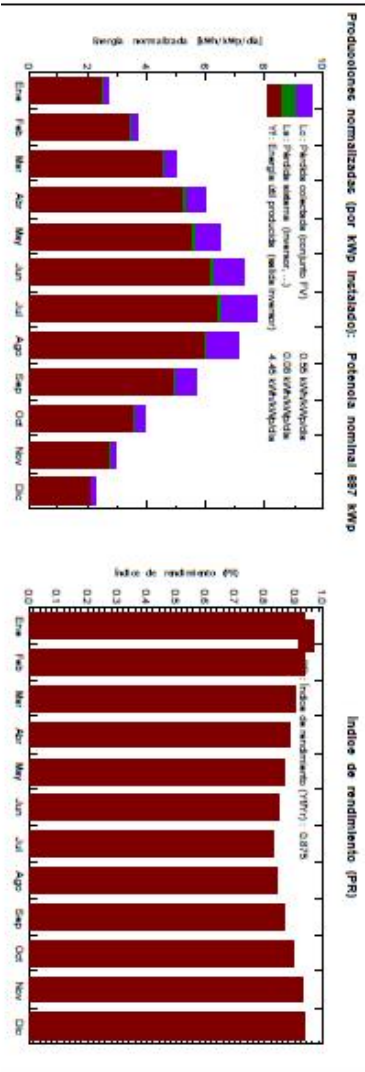
Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Cobertizos de tierra
Sombreados cercanos	Sombreado lineal	
Orientación Campos FV	Inclinación	15º
Módulos FV	Modelo	JAM72S10-40S/MR/1500V
Conjunto FV	Núm. de módulos	1720
Inversor	Modelo	SUN2000-100KTL-M1-400Vac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	SUN2000-60KTL-M0_400Vac
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)	6.0
		Prom total 560 kW ac

Resultados principales de la simulación

Energía producida 1131 MWh/año

Producción del sistema Índice de rendimiento (PR) 87.55 %

Prod. específica 1623 kWh/kWpl/año



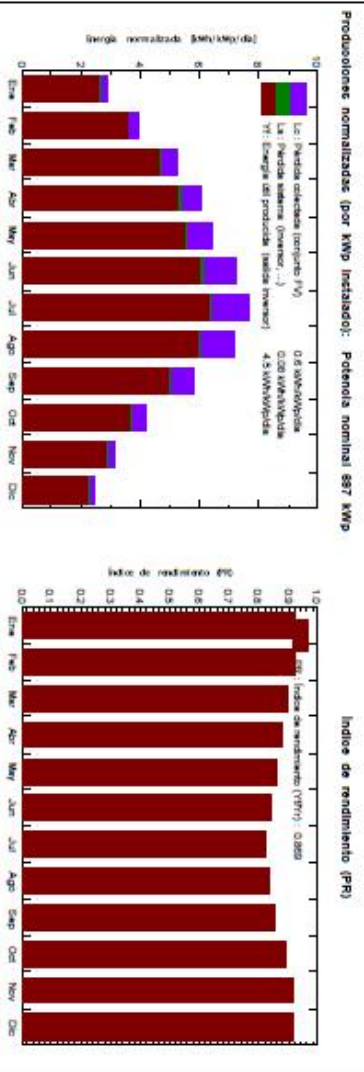
Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Cobertizos de tierra
Sombreados cercanos	Sombreado lineal	
Orientación Campos FV	Inclinación	20º
Módulos FV	Modelo	JAM72S10-40S/MR/1500V
Conjunto FV	Núm. de módulos	1720
Inversor	Modelo	SUN2000-100KTL-M1-400Vac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	SUN2000-60KTL-M0_400Vac
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)	6.0
		Prom total 560 kW ac

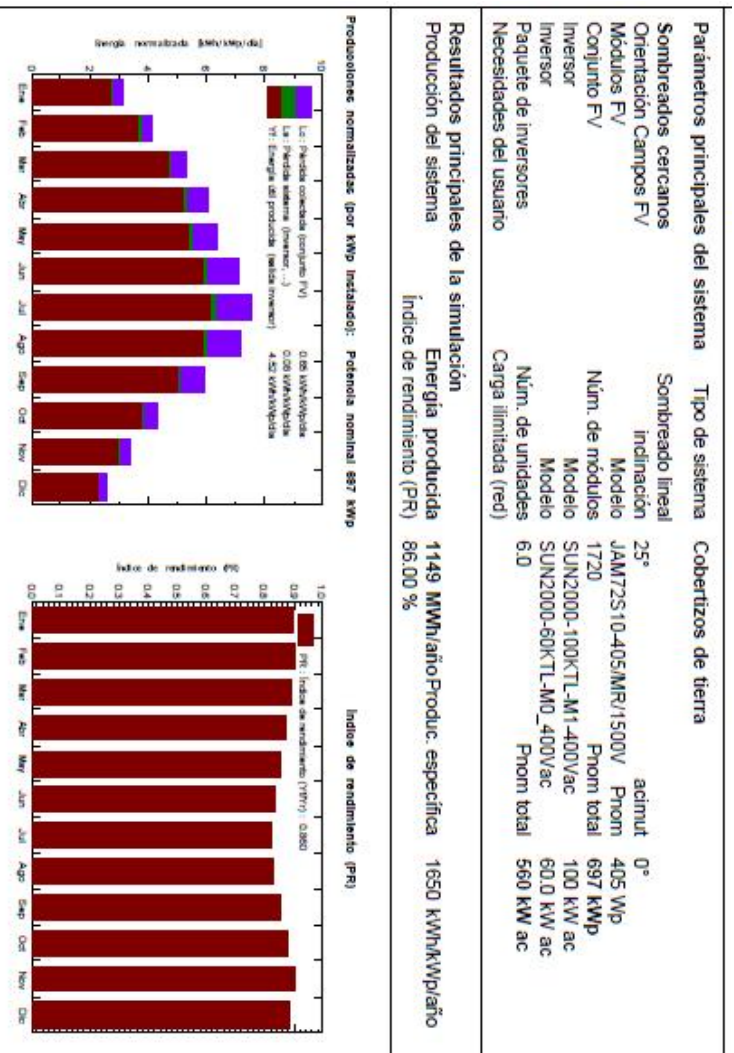
Resultados principales de la simulación

Energía producida 1145 MWh/año

Producción del sistema Índice de rendimiento (PR) 86.89 %

Prod. específica 1644 kWh/kWpl/año





Las figuras anteriores muestran los resultados de PVsyst para tres configuraciones idénticas con el mismo número de módulos y ángulos de inclinación 15°, 20° y 25°. Los resultados muestran que la inclinación de 25° conlleva una mayor producción de energía, a pesar de tener un factor de rendimiento peor. Este peor rendimiento se explica porque el tiempo que los módulos reciben sol, generan más energía, por la optimización de ángulo, sin embargo, también tienen más tiempo de sombra, por lo que las pérdidas son mayores que las de sus homólogos de 15 °.

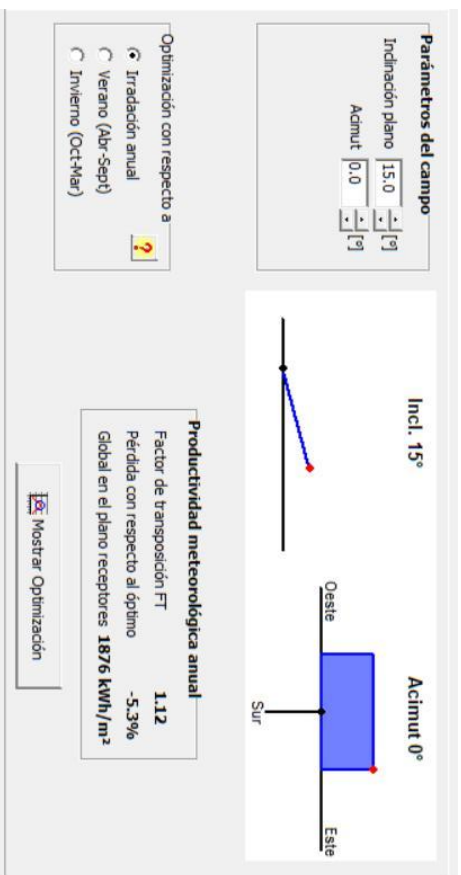


Figura 4-3

Inclinación módulos FV 15º



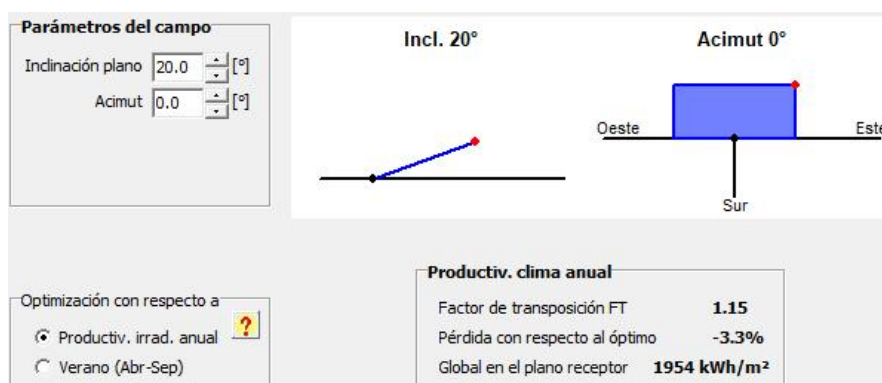


Ilustración 4-4 Incl. 20°

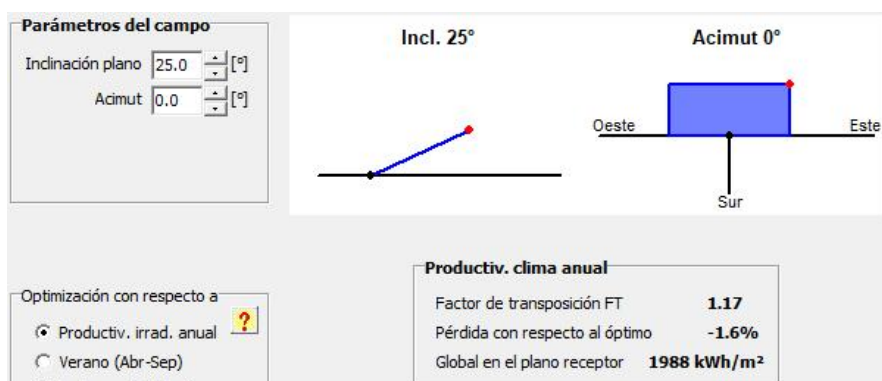


Figura 4-5 Incl. 25°

El propio análisis de inclinación de PVSyst ya confirma que la productividad de los módulos a 25° es mayor que a 20° y 15°, teniendo unas pérdidas por desorientación del 1,6% a 25° frente al 3,3% a 20° y 5,3% a 15°.

Visto este análisis, la opción más eficiente es colocar los módulos a 25°, ya que, para un mismo número de módulos, la producción es mayor. El mayor inconveniente que tiene poner los módulos a 25° es que reciben una mayor carga por viento, sin embargo, la zona no es muy ventosa, con velocidades máximas de 3 m/s según las bases de MeteoNorm 7.2, por lo que si los contrapesos están correctamente dimensionados no presentará ningún problema.

**Se escogerá por tanto la inclinación de 25° para la cubierta plana de la Planta 2. Para la planta 1, cuya cubierta se encuentra a 15°, se utilizará inclinación de 15°, para aprovechar la inclinación propia de la cubierta y minimizar la estructura portante a utilizar.**

#### 4.5 Potencia según superficie

En este punto se discute el pitch que debe adoptarse para cada una de las alternativas de ángulos de inclinación, para determinar cómo afecta al llenado de la planta.

Se dispone de un área de implantación posible de unos 9.800 m² entre las dos cubiertas. Se considera que el sombreado existente de la planta fotovoltaica viene determinado por el existente por la distancia entre filas y además de elementos como la galería principal y la caseta de válvulas.

La distancia entre paneles la calcularemos para los tres casos en los que el ángulo de inclinación lo estudiaremos en dos posiciones que serán:

$$\beta=15^\circ$$

$$\beta=20^\circ$$

$$\beta=25^\circ$$

Se calcula la distancia entre filas según IDAE de la siguiente forma:

La distancia  $d$ , medida sobre la horizontal, entre unas filas de módulos obstáculo, de altura  $h$ , que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia  $d$  será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = \frac{H}{\tan(61^\circ - \text{latitud})}$$

Donde  $\frac{1}{\tan(61^\circ - \text{latitud})}$  es un coeficiente adimensional denominado  $k$ . Algunos valores significativos de  $k$  se pueden ver en la tabla en función de la latitud del lugar.

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
$k$	1,600	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

Con el fin de clarificar posibles dudas respecto a la toma de datos relativos a “ $h$ ” y “ $d$ ”, se muestra la siguiente figura con algunos ejemplos:

La separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a la obtenida por la expresión anterior, aplicando  $h$  a la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la siguiente, efectuando todas las medidas de acuerdo con el plano que contiene a las bases de los módulos.

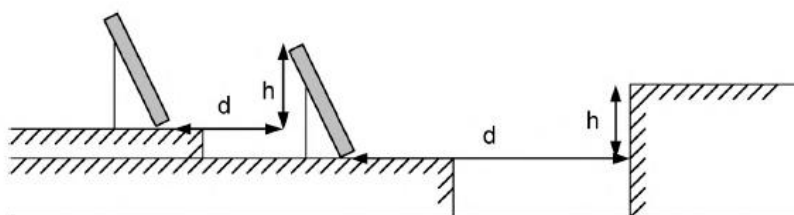


Figura 4-6 Determinación pitch

Teniendo en cuenta las dimensiones del módulo que son 2,006x1,002 m, y que se montará el módulo en vertical, la altura se obtendrá con los cálculos siguientes:

- Inclinación 15 °

Para  $\beta=15^\circ$ ;  $H=2,015 \cdot \sin(15) = 0,522$

Por lo que,

$$d = \frac{0,522}{\tan(61^\circ - 40,46)} = 1,39 \text{ m}$$

La distancia entre puntos homólogos será la distancia d calculada más lo que ocupen los módulos a lo ancho. En caso de elegir la disposición 1V:

$$pitch = 1,39 + 2,015 \cdot \cos(15) = 3,34 \text{ m}$$

La superficie por módulo efectiva (excepto las pérdidas de superficie por montaje) será:

$$Sup_{módulo} = 3,34 \cdot 0,996 = 3,32 \text{ m}^2$$

Esto permitiría un máximo de 2.951 módulos. Si suponemos el módulo de 405 W monocristalino dispondríamos de 1,2 MWp.

- Inclinación 20 °

Para  $\beta=20^\circ$ ;  $H=2,015 \cdot \sin(20) = 0,689$

Por lo que,

$$d = \frac{0,689}{\tan(61^\circ - 40,46)} = 1,84 \text{ m}$$

En caso de elegir la disposición 2H:

$$pitch = 1,85 + 2,015 \cdot \cos(20) = 3,73 \text{ m}$$

La superficie por módulo efectiva (excepto las pérdidas de superficie por montaje) será:

$$Sup_{módulo} = 3,73 \cdot 0,996 = 3,72 \text{ m}^2$$

Esto permitiría un máximo de 2.634 módulos. Si suponemos el módulo de 405 W monocristalino dispondríamos de 1,07 MWp.

- Inclinación 25 °

Para  $\beta=25^\circ$ ;  $H=2,015 \cdot \sin(25) = 0,852$

Por lo que,

$$d = \frac{0,852}{\tan(61^\circ - 40,64)} = 2,27 \text{ m}$$

En caso de elegir la disposición 2H:

$$pitch = 2,27 + 2,015 \cdot \cos(25) = 4,10 \text{ m}$$

La superficie por módulo efectiva (excepto las pérdidas de superficie por montaje) será:

$$Sup_{módulo} = 4,1 \cdot 0,996 = 4,08 \text{ m}^2$$

Esto permitiría un máximo de módulos de 2.401. Si suponemos el módulo de 405 W monocristalino dispondríamos de 0,972 MWp.

**Dado que la producción solar es relativamente baja para 15º, se puede optar por colocar los módulos a 20º ó 25º, según se prefiera maximizar el número de módulos instalados o el factor de rendimiento de la producción.**

**En este proyecto se ha optado por maximizar la producción solar de los módulos, por lo que para las Planta 2 se ha escogido una inclinación de 25º con un pitch de 3,8 metros, ya que permite maximizar la implantación de módulos, y no genera problemas de sombras. Para la planta 1, en la que se instalarán los módulos a 15º, no es necesario calcular el pitch, ya que como la instalación es coplanar, el pitch será el que determinen la longitud del módulo y el ángulo.**

#### 4.6 Alternativas de agrupaciones de módulos

Los módulos se agrupan formando strings. Dichos strings disponen de la tensión de circuito abierto que es suma de las tensiones de circuito abierto de los módulos que lo crean. Esta tensión de circuito abierto es importante para el dimensionamiento del string ya que se debe dimensionar por debajo de la tensión de aislamiento de los circuitos y equipos existentes a temperatura mínima de la zona.

Y es esta tensión la que establece posteriormente cual será la tensión de máxima potencia a la que funcionará el módulo.

La existencia de fenómenos de degradación (PID - Potential Induced Degradation) debidos a la tensión de trabajo de los módulos es una de las preocupaciones actuales en el dimensionado de plantas fotovoltaicas. Actualmente los sistemas llegan a tensiones de hasta 1.500 V, sin embargo, estas altísimas tensiones acentúan estos fenómenos de degradación.

Las recomendaciones de fabricantes es disponer módulos libres de efecto PID, así como sistemas antiPID en el inversor al trabajar en tensiones de 1.100 V. Esta podría ser la alternativa de tensión de trabajo para la planta objeto del proyecto.

Sin embargo, hay que resaltar que el efecto PID se produce por efecto de la tensión, pero también con todos los condicionantes que puedan mejorar la corriente de fuga de un módulo fotovoltaico, tales como puede ser la humedad, la suciedad, y otros.

En el caso que nos aplica no se espera una elevada humedad o suciedad en la zona a pesar de estar situada la planta sobre un depósito de agua, pero teniendo en cuenta que este se encuentra tapado.

Por lo tanto, la tensión máxima de aislamiento del campo fotovoltaico será de 1.100 V, poniendo especial cuidado en el diseño y mantenimiento de los strings, para disminuir los efectos de PID, y solicitando módulos fotovoltaicos PID free.

En caso de observarse en planta la posibilidad de PID se deberá actuar con elementos antiPID a nivel inversor.

#### 4.7 Alternativas a tipos de inversores

Actualmente existen dos estrategias para la conversión de continua a alterna mediante inversores:

- Utilización de inversores centrales
- Utilización de inversores de string

La utilización de un inversor central genera menos indisponibilidades que en inversores de string por una cuestión de ejecución en calidad. Así mismo los rendimientos de conversión son muy altos. De cara a la seguridad permite acotar la zona de control de conversión en el mantenimiento. Además, el hecho de aglutinar toda la conversión de la planta en un inversor resulta más interesante desde el punto de vista económico.

La ventaja de la utilización de pequeños inversores redunda en la disponibilidad fundamentalmente ya que a fallo de un inversor la disponibilidad de la planta no queda completamente comprometida. Por otro lado, tiene la capacidad de adaptarse al campo fotovoltaico más adecuadamente por lo que al poner muchos inversores se dota a la planta de muchos puntos de seguimiento de máxima potencia.

Una importante desventaja que presentaban los inversores de string respecto a los centrales es que, hasta hace poco, el transporte eléctrico desde el inversor de string hasta el bloque de potencia debía hacerse a máximo 600 V<sub>AC</sub>. Esto generaba unas mayores pérdidas respecto a los 1.500 V<sub>DC</sub> en los que se transportaba la potencia desde las cajas de agrupación al inversor central.

Sin embargo, esto ya no supone una desventaja, ya que se ha posibilitado el transporte a 800 V<sub>AC</sub>, equiparándose las pérdidas respecto a los 1.500 V<sub>DC</sub>. Este transporte tiene como inconveniente la elevación de la tensión de aislamiento de los conductores por encima de los clásicos valores de 0,6/1KV.

**En la presente instalación, los inversores string contarán con una tensión en el lado de corriente continua de 1.100 V y una tensión en el lado de corriente alterna de 400 V.**

Se ha optado por escoger inversores string, ya que dan la posibilidad de trabajar con distintos MPPT. En una planta fotovoltaica media, los módulos siempre tienen una desviación de potencia entre el 2% y el 5%, lo que implica que, si escogemos un módulo de 405 Wp, el suministrador proveerá un grupo de módulos de 395 Wp otro de 400 Wp, otro de 405 Wp, otro de 410 Wp y otro de 415 Wp, de manera que la media de potencia sea 405 Wp.

Dada esta situación, usar varios MPPT permite a cada uno de estos grupos trabajar óptimamente, maximizando la producción del campo fotovoltaico. Además, tienen la gran ventaja de que una avería en un inversor no compromete a toda la planta, cosa que si ocurre en inversores centrales.



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Anejo Nº 04. Análisis de alternativas

En la presente planta se ha optado por la dotar a la planta de 10 inversores de string. Específicamente, la planta 1 constará de 3 inversores string de 100 kW y 2 inversores string de 60 kW, mientras que la planta 2 contará con 4 inversores string de 100 kW y 1 inversor string de 60 kW.



## ANEJO Nº 05.- CÁLCULOS DE DIMENSIONAMIENTO





## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>SITUACIÓN</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>ANÁLISIS DE RECURSO SOLAR</b>	<b>6</b>
3.1	Meteonorm 7	7
3.2	PVGIS TMY	11
3.3	NASA-SSE	13
3.4	COMPARACION DE RECURSO SOLAR.	13
<b>4.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA</b>	<b>15</b>
<b>5.</b>	<b>DIMENSIONAMIENTO</b>	<b>18</b>
5.1	Parámetros principales de diseño	18
5.1.1	<i>Albedo</i>	18
5.1.2	<i>Condiciones de diseño</i>	18
5.1.3	<i>Otras limitaciones</i>	19
5.2	Sitio y base de datos meteorológica	19
5.3	Orientación	21
5.4	Sistema	22
5.5	Sombreado	33
5.6	Pérdidas	37
5.6.1	<i>Temperatura</i>	37
5.6.2	<i>Pérdidas óhmicas</i>	38
5.6.3	<i>Mismatch- Calidad y LID</i>	38
5.6.4	<i>Perdidas efecto suelo</i>	39
5.6.5	<i>Perdidas IAM</i>	40
5.6.6	<i>Consumo Auxiliares</i>	40
5.6.7	<i>Pérdidas por Envejecimiento</i>	41
<b>6.</b>	<b>PRODUCCIONES OBTENIDAS</b>	<b>42</b>
<b>7.</b>	<b>DIMENSIONAMIENTO TRANSFORMADOR</b>	<b>45</b>
7.1	Desclasificación del transformador por corrientes armónicas (cargas no lineales)	47
7.2	Desclasificación del transformador por temperatura	49
7.3	Dimensión final del transformador	51
7.3.1	<i>Transformador Planta 1: C.T. AMPSO 2</i>	51
7.3.2	<i>Transformador Planta 2: C.T. AMPSO 1</i>	52

## 1. INTRODUCCIÓN

Se proyecta una planta fotovoltaica destinada al autoconsumo de la estación de tratamiento de agua potable (ETAP) de Majadahonda.

Se han estudiado diferentes alternativas para la instalación de una planta fotovoltaica. Estas alternativas han sido analizadas en el Anejo “Análisis de alternativas”. Para este análisis de alternativas se ha utilizado parte de la información reflejada en este documento.

En el presente anejo se analizará el recurso solar a partir de la base de datos meteorológica de la que parte el cálculo de dimensionamiento. A partir de esta base de datos meteorológica se realizarán los cálculos de dimensionamiento que incluirán el número de módulos en serie, el número de series a instalar y los datos de producción conseguidos. Este análisis se realizará con el software PVsyst. Para la realización de este cálculo de dimensionamiento se han establecido un módulo fotovoltaico y un inversor concreto que permiten realizar un dimensionamiento adecuado. En la ejecución del proyecto, el dimensionamiento vendrá dado por el módulo e inversores finales seleccionados que deben ser similares en potencia pico y potencia nominal a la establecida en el presente anejo.

## 2. SITUACIÓN

La estación de tratamiento de agua potable de Majadahonda se encuentra en el término municipal de Majadahonda (Madrid). Las coordenadas de dicho depósito son las siguientes:

- UTM: 426261 E, 4479020 N
- Altitud: 745 m



**Figura 2-1**

**Vista aérea ETAP Majadahonda**

### 3. ANÁLISIS DE RECURSO SOLAR

En el presente punto se describen varias bases de datos meteorológicas y se analizan los resultados. Los valores más importantes a obtener de la base de datos meteorológica para el dimensionamiento de una planta fotovoltaica son:

- Temperatura mínima: Esta temperatura define la máxima serie de módulos que forman un string cuando el circuito está abierto (Tensión de circuito abierto). La forma de actuar generalmente viene dada por la vigilancia de los datos agrupados en pares (Radiación, temperatura), siendo la mayor tensión la que se produciría con una temperatura mínima de módulo y una radiación máxima del módulo. Este hecho es complejo en nuestras latitudes ya que la propia radiación genera un calentamiento instantáneo del módulo, aunque la temperatura ambiente se mantenga fría. Se vigilará por lo tanto en concreto el momento de generación inicial con una radiación mínima al inicio de la mañana con  $200 \text{ W/m}^2$ .
- Temperatura máxima: Esta temperatura define la mínima serie de módulos que forman un string cuando la planta fotovoltaica está recibiendo la máxima radiación (se calcula a  $1.000 \text{ W/m}^2$ ) en funcionamiento con tensión de máxima potencia y la temperatura ambiente es máxima. Esta tensión de máxima potencia debe situarse en el rango de trabajo del inversor.
- Temperatura media: Esta temperatura define el funcionamiento del módulo según temperatura a lo largo de un día. Por otro lado, define el valor de potencia máxima del inversor para su funcionamiento y que genera el “derating” o descalificación del inversor por temperatura, así como el arranque de ventiladores.
- Radiación Solar: La radiación solar dará la base para cálculo del valor de producción.
- Viento: El viento genera la posibilidad de cierta refrigeración del módulo fotovoltaico por lo que la existencia de este permite una mayor producción. Por otro lado, el viento máximo puede generar problemas estructurales, aunque este valor no se toma ya que normalmente la normativa estructural proporciona los valores de cálculo.

Las bases de datos meteorológicas a emplear para el análisis de recurso solar serán:

- Meteonorm 7.2: Basada en medidas en tierra de estaciones meteorológicas existentes y la interpolación de los datos de estas para obtener la base de datos del sitio a estudiar.
- PVGIS TMY: Se realiza con base de datos en tierra tal como la anterior.
- NASA-SSE: Es una base de datos basada en medidas de satélite sobre la implantación elegida. Los datos corresponden a los años 1983-2005 por lo que se tratará de manera prudente los valores obtenidos.



3.1 Meteonorm 7

Se obtienen la base de datos meteorológica mediante el software Meteonorm 7 V 7.2.4.

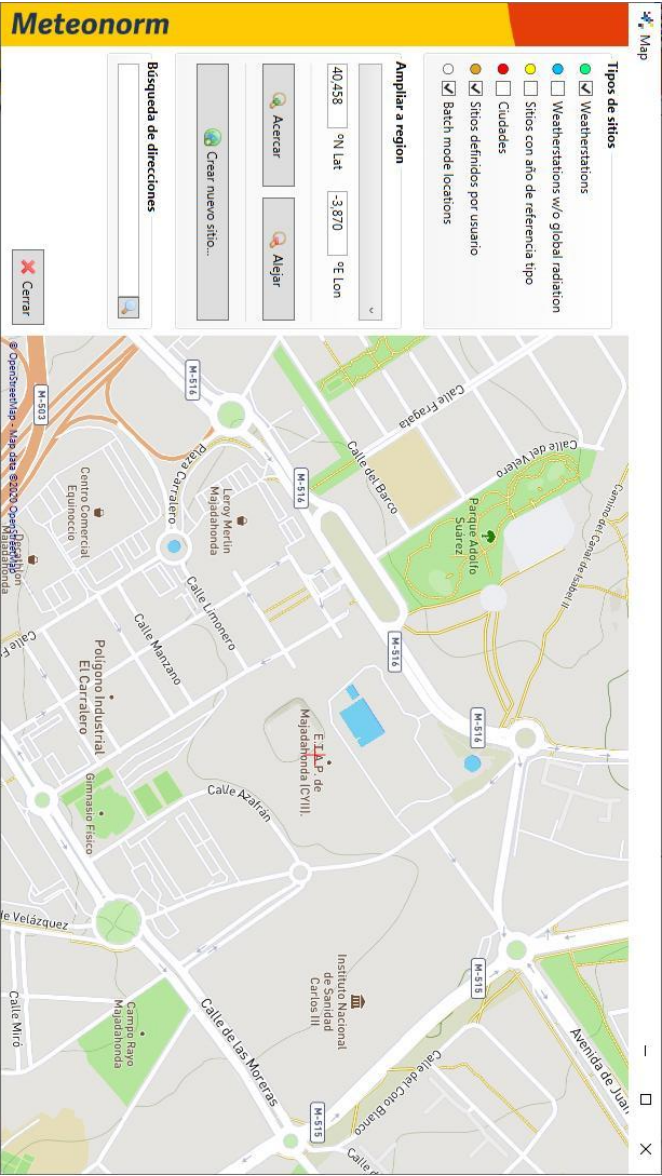


Figura 3-1 Sitio de Meteonorm ETAP Majadahonda

Se crea un nuevo sitio en la zona del depósito de la estación de tratamiento de agua potable (ETAP) de Majadahonda, donde el software asignará una base de datos sintética realizada por la interpolación de bases de datos tomadas en estaciones meteorológicas cercanas.

Información del sitio

Información general

Nombre

ETAP MAJADAHONDA

Tipo

Personalizado

Coordenadas

40,4582

-3,8698

WGS84

Altitud

746 m a.s.l.

Huso horario (timezone)

1 UTC

Referencia de tiempo

-30 min

Situación

Situación abierta

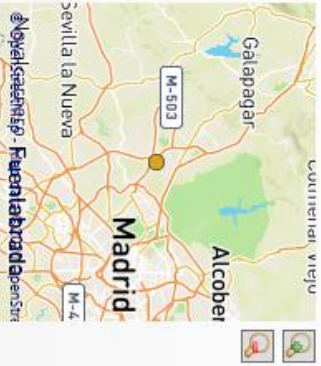


Figura 3-2 Datos del Sitio de Meteonorm ETAP Majadahonda

Se obtiene de la base de datos de radiación los siguientes valores:

- Radiación global diaria kWh/m2 medida en superficie horizontal.

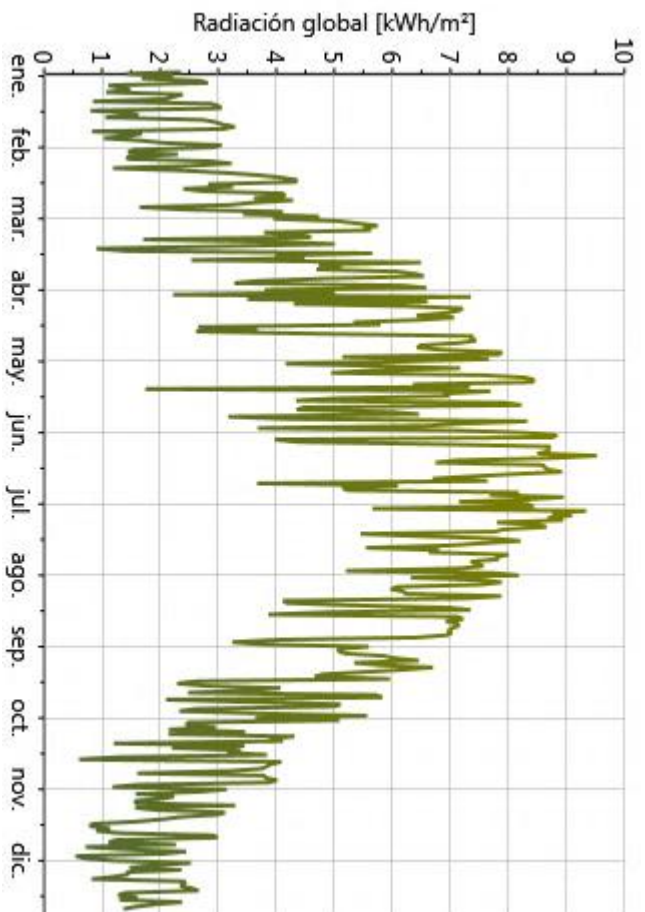


Figura 3-3 Radiación global diaria ETAP Majadahonda

- Radiación mensual directa y difusa kWh/m2 medida en superficie horizontal.

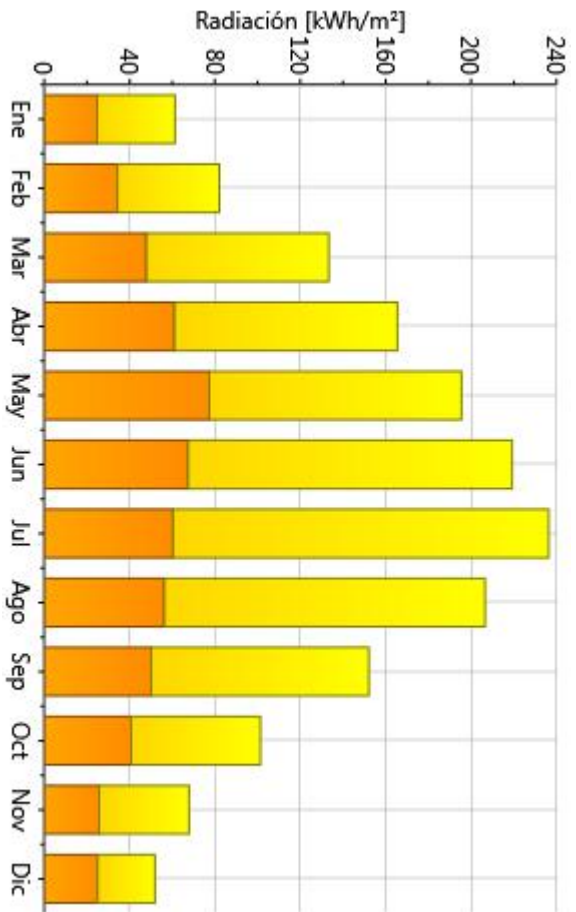
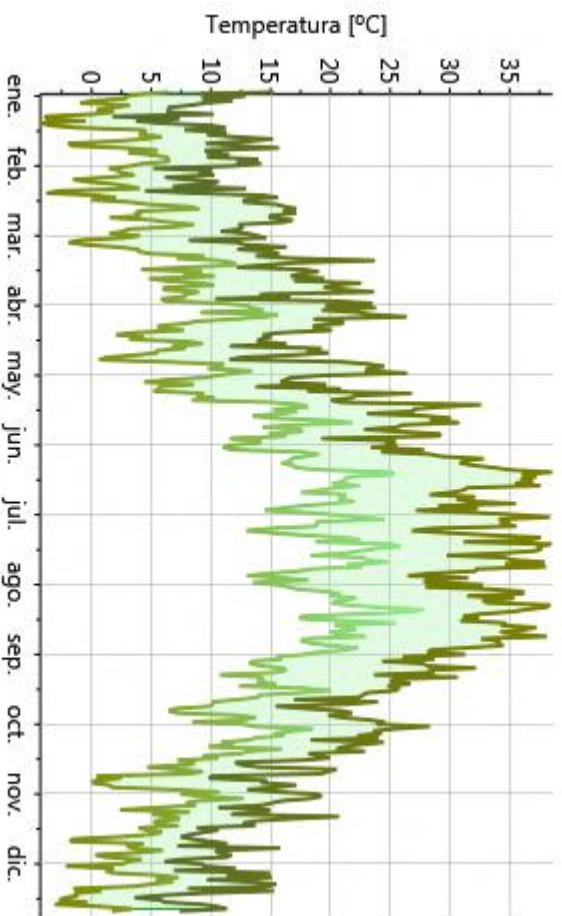


Figura 3-4 Radiación mensual directa y difusa ETAP Majadahonda

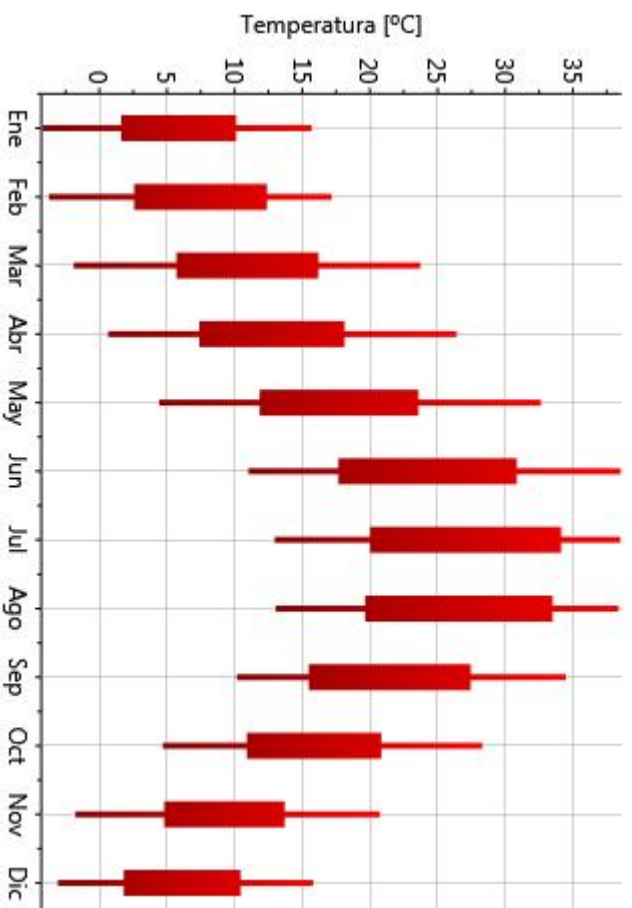


- Temperatura diaria (°C) máxima y mínima.



**Figura 3-5** Temperatura diaria máxima y mínima ETAP Majadahonda

- Temperatura media mensual (°C).



**Figura 3-6** Temperatura media mensual ETAP Majadahonda

- Precipitación mensual (mm) y días con precipitación.

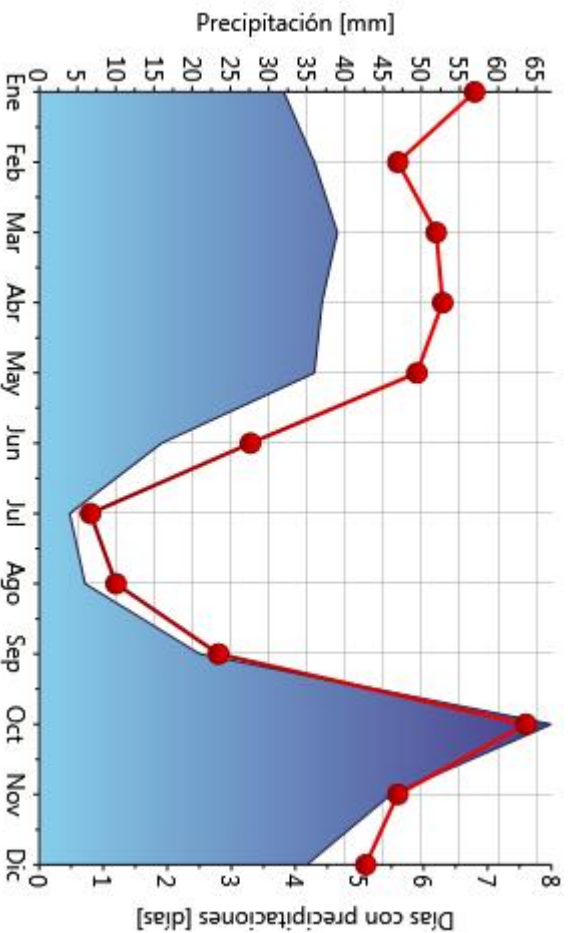


Figura 3-7 Precipitación mensual ETAP Majadahonda

- Duración de la radiación solar en horas según mes.

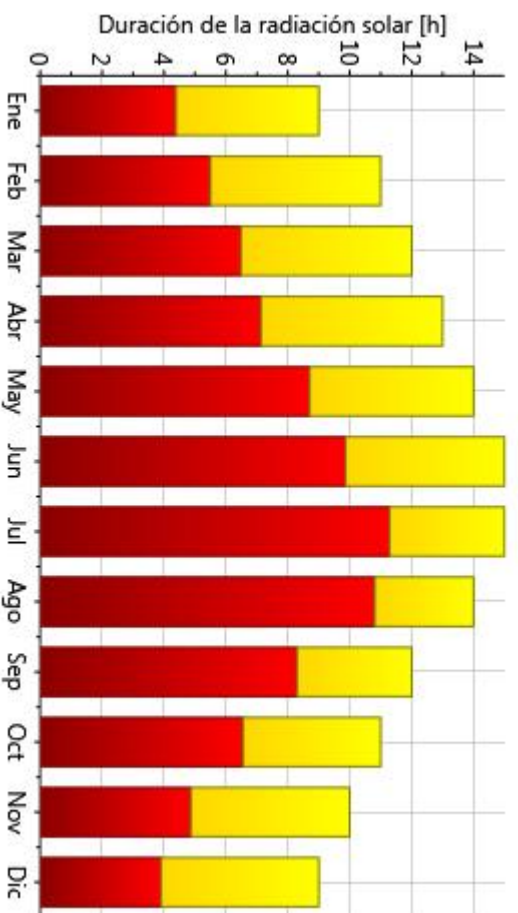


Figura 3-8 Duración radiación solar ETAP Majadahonda

Esta base de datos está actualmente disponible en PVSyst, por lo que no es necesario acceder a los datos vía web e importarlos, el propio programa los importa al seleccionar Importación Clima > MeteoNorm 7.2.

### 3.2 PVGIS TMY

Esta herramienta se encuentra en la Web y se selecciona la base de datos “Classic PVGIS”. Se obtiene la base de datos en la pestaña “Monthly radiation”.

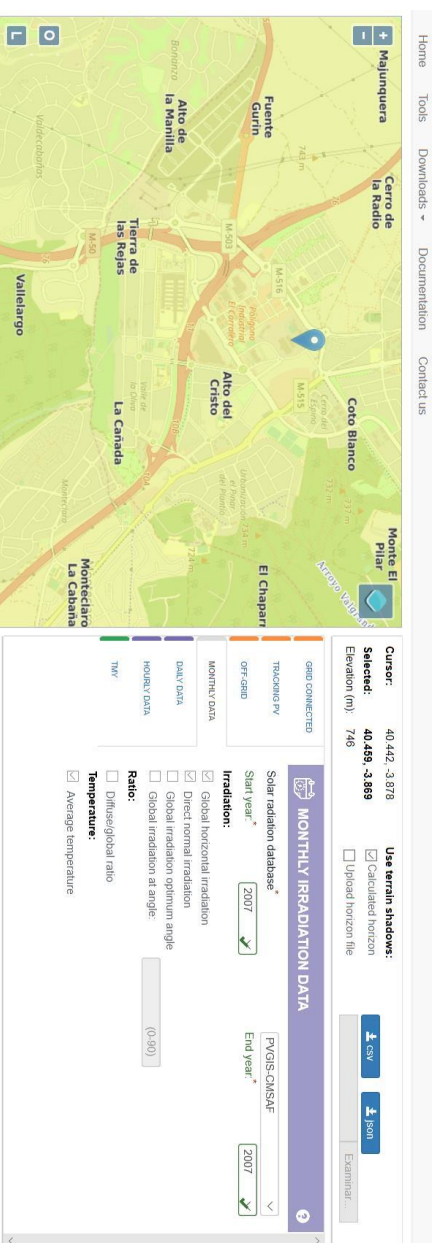


Figura 3-9 Sitio PVGIS ETAP Majadahonda

Se obtiene de la base de datos de radiación los siguientes valores:

- Radiación global diaria  $W/m^2$  medida en superficie horizontal.

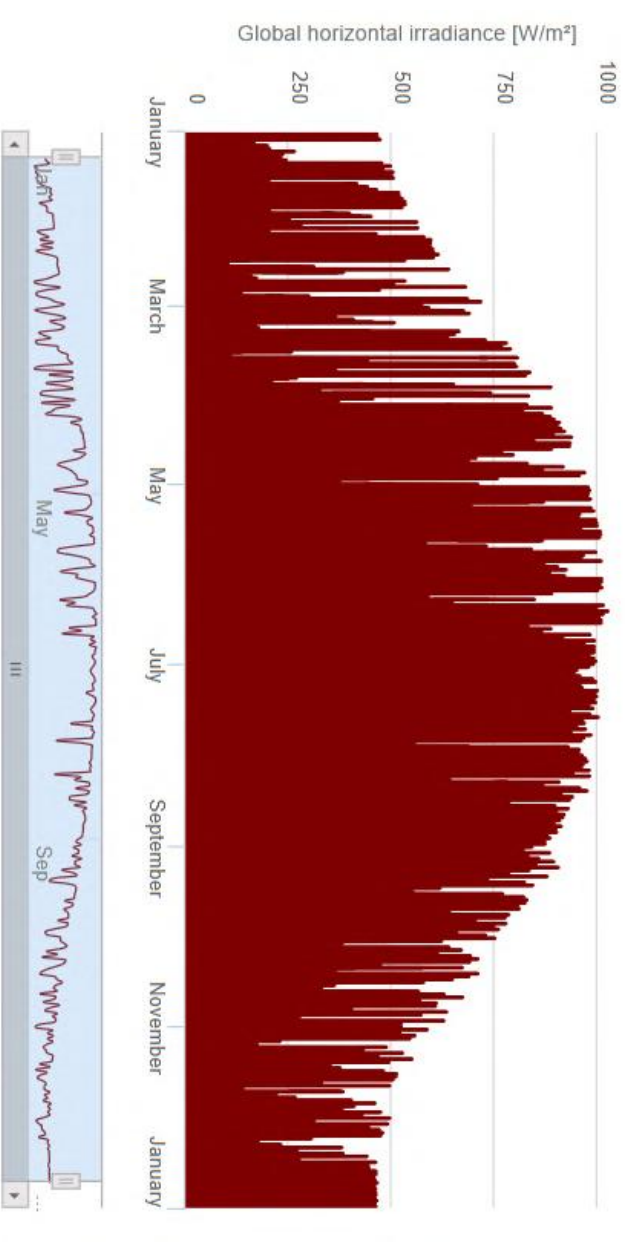


Figura 3-10 Radiación global diaria PVGIS ETAP Majadahonda

- Radiación difusa  $W/m^2$  medida en superficie horizontal.

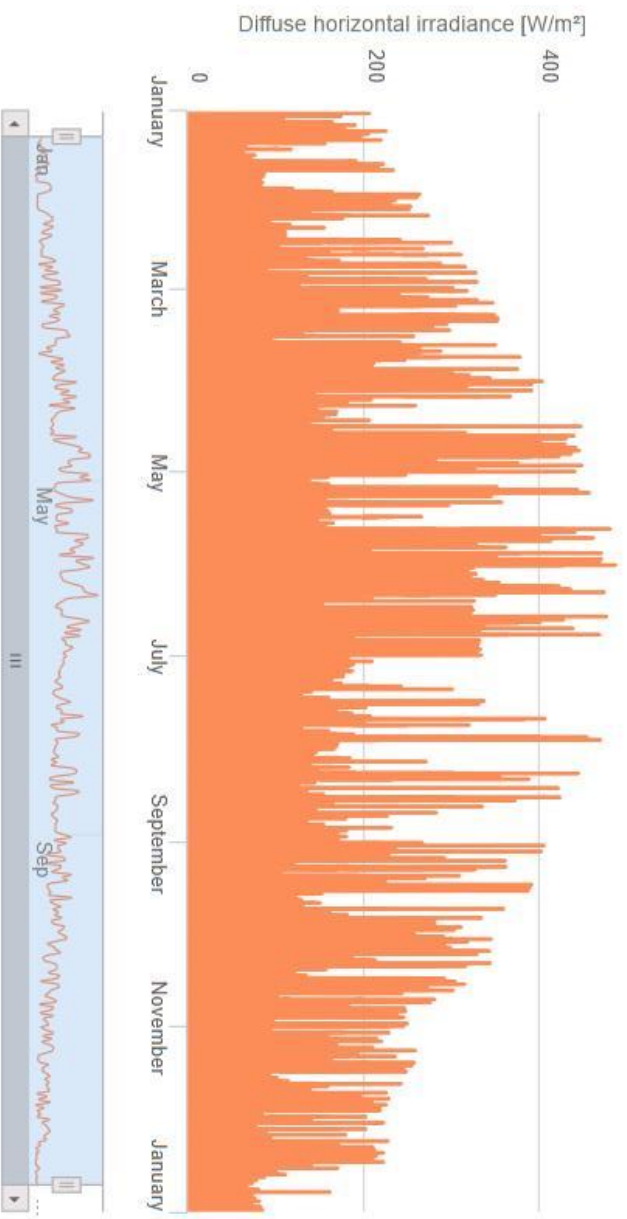


Figura 3-11 Radiación difusa diaria PVGIS ETAP Majadahonda

- Temperatura del bulbo seco ( $^{\circ}C$ ).

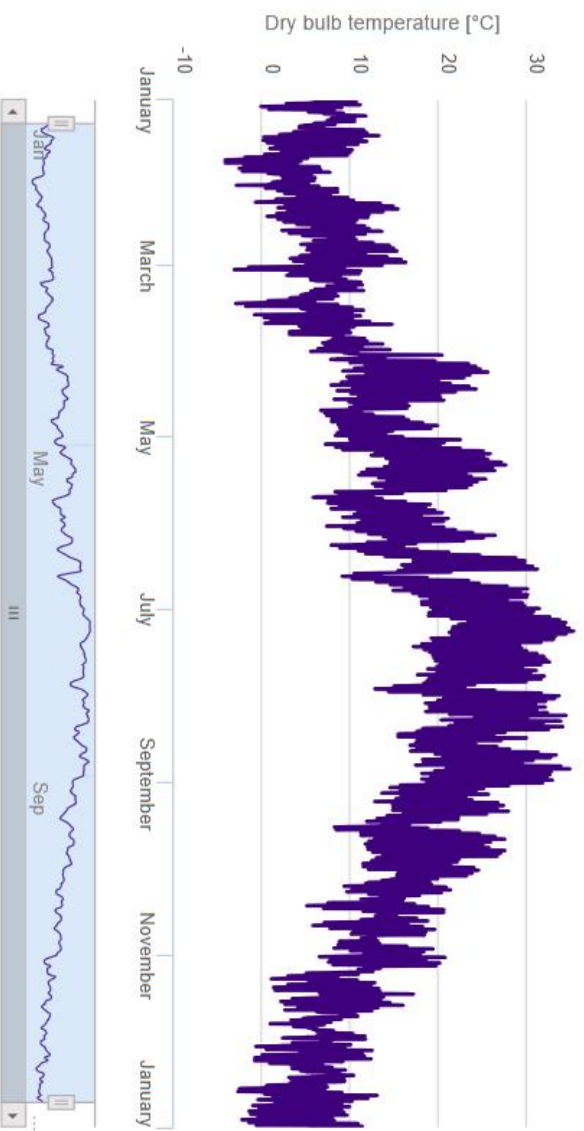
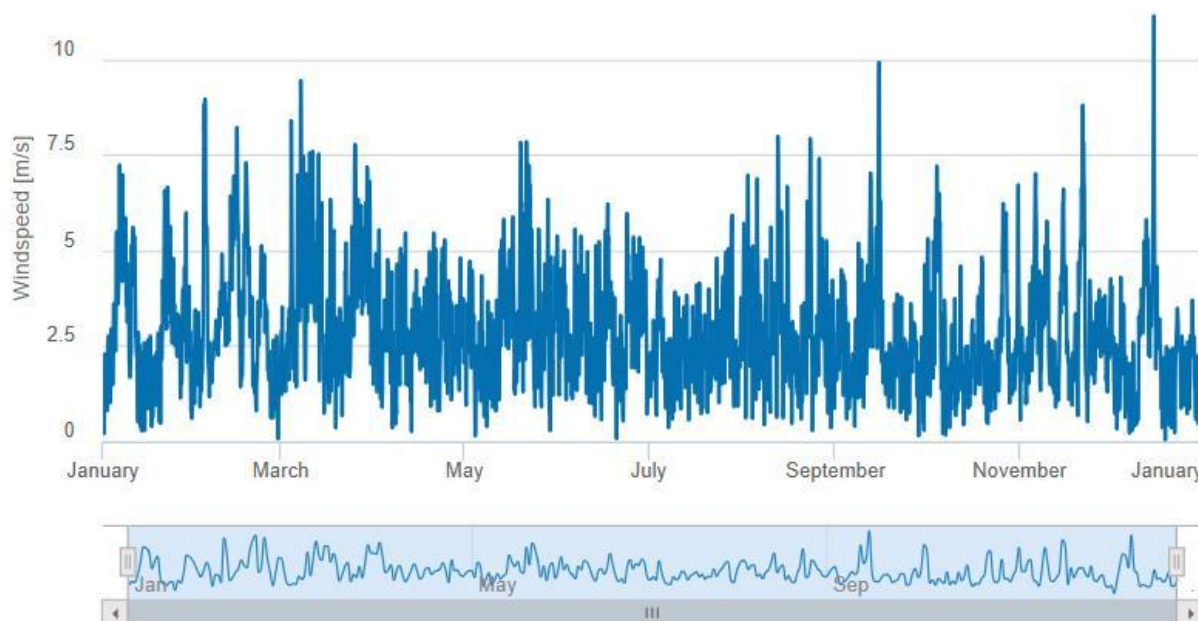


Figura 3-12 Temperatura diaria PVGIS ETAP Majadahonda



- Velocidad del viento (m/s).



**Figura 3-13 Velocidad del viento PVGIS ETAP Majadahonda**

No se dispone de valores de precipitación, por lo que se toman de MeteoNorm 7.2. Esta base de datos está actualmente disponible en PVSyst, por lo que no es necesario acceder a los datos vía web e importarlos, el propio programa los importa al seleccionar Importación Clima > PVGIS TMY.

### 3.3 NASA-SSE

Esta base de datos se importa directamente desde PVSyst, excepto los valores de velocidad de viento que se toman de la base de datos Meteonorm.

### 3.4 COMPARACION DE RECURSO SOLAR.

A continuación, se realiza una comparación de las bases de datos obtenidas respecto a radiación. En concreto se compara el valor de radiación horizontal global.

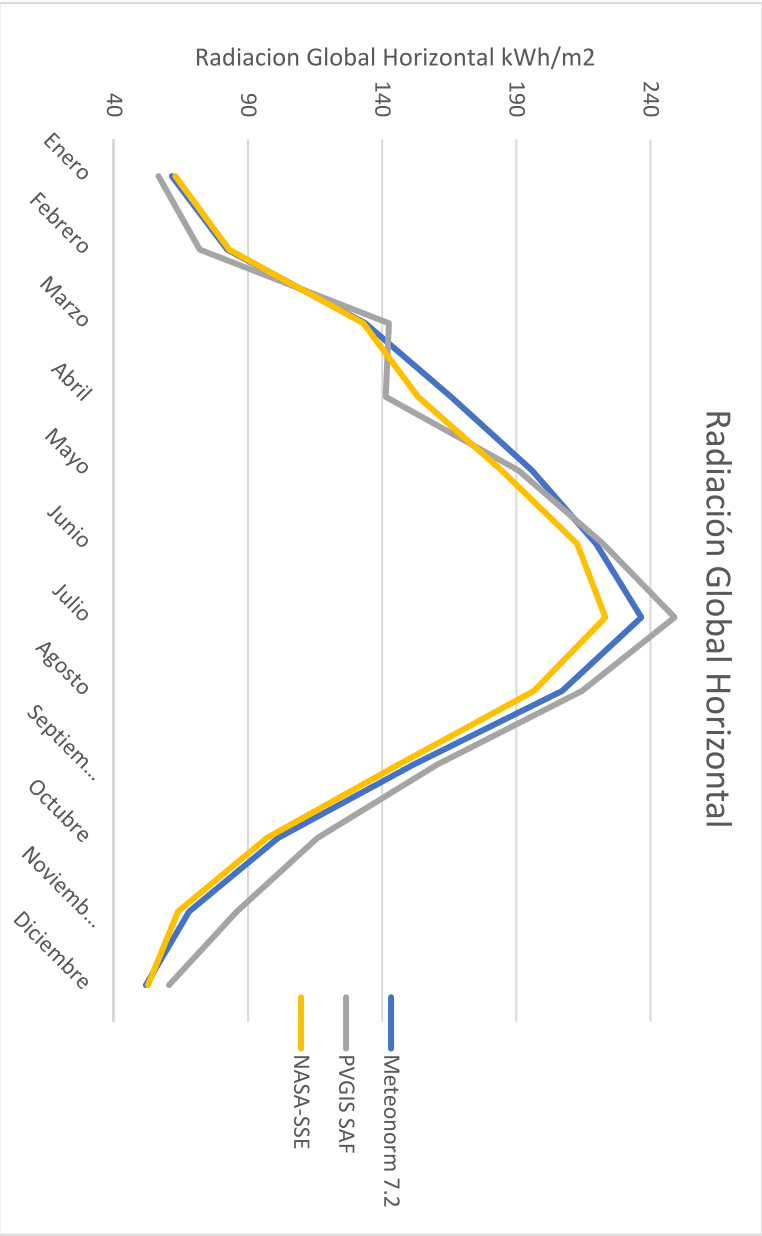


Figura 3-14 Comparación Bases de datos Radiación ETAP Majadahonda

Se observa, en la anterior gráfica, que disponemos de dos grupos diferentes de datos de radiación. Los valores que ofrecen más recurso solar son los correspondientes a la base de datos de PVGIS TMV.

En valores anuales se observa dicha diferencia.

Radiación horizontal global (kWh/m²)	Meteonorm 7.2	PVGIS SAF	NASA-SSE
Total	1675,2	1711,8	1608,7

Se tomará como base de datos para cálculo de dimensionamiento la ofrecida por MeteoNorm 7.2, no obstante, se tendrá en cuenta que los valores observados por otro tipo de base de datos pueden ser un 6 % mayores o menores al valor mayor observado.

#### 4. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

Tal como se ha establecido en el anejo de alternativas se dispondrá de una planta fotovoltaica que cumplirá con los siguientes requisitos:

- Acimut:

Planta 1 =  $-31,91^\circ$

Planta 2 =  $0^\circ$ .

- Inclinación:

Planta 1 =  $15^\circ$

Plantas 2 =  $25^\circ$

- Tensión máxima de aislamiento 1.100 V

- Inversores string: 10

Hay que hacer, por tanto, distinción entre la Planta 1 y la Planta 2.

La Planta 1 está conformada por series de módulos dispuestos en 4H, es decir, que habrá cuatro filas de módulos colocados horizontalmente, apoyados en correas coplanares a la cubierta para sostenerlos. Dichas correas se fijarán a las vigas de la cubierta mediante taladros.

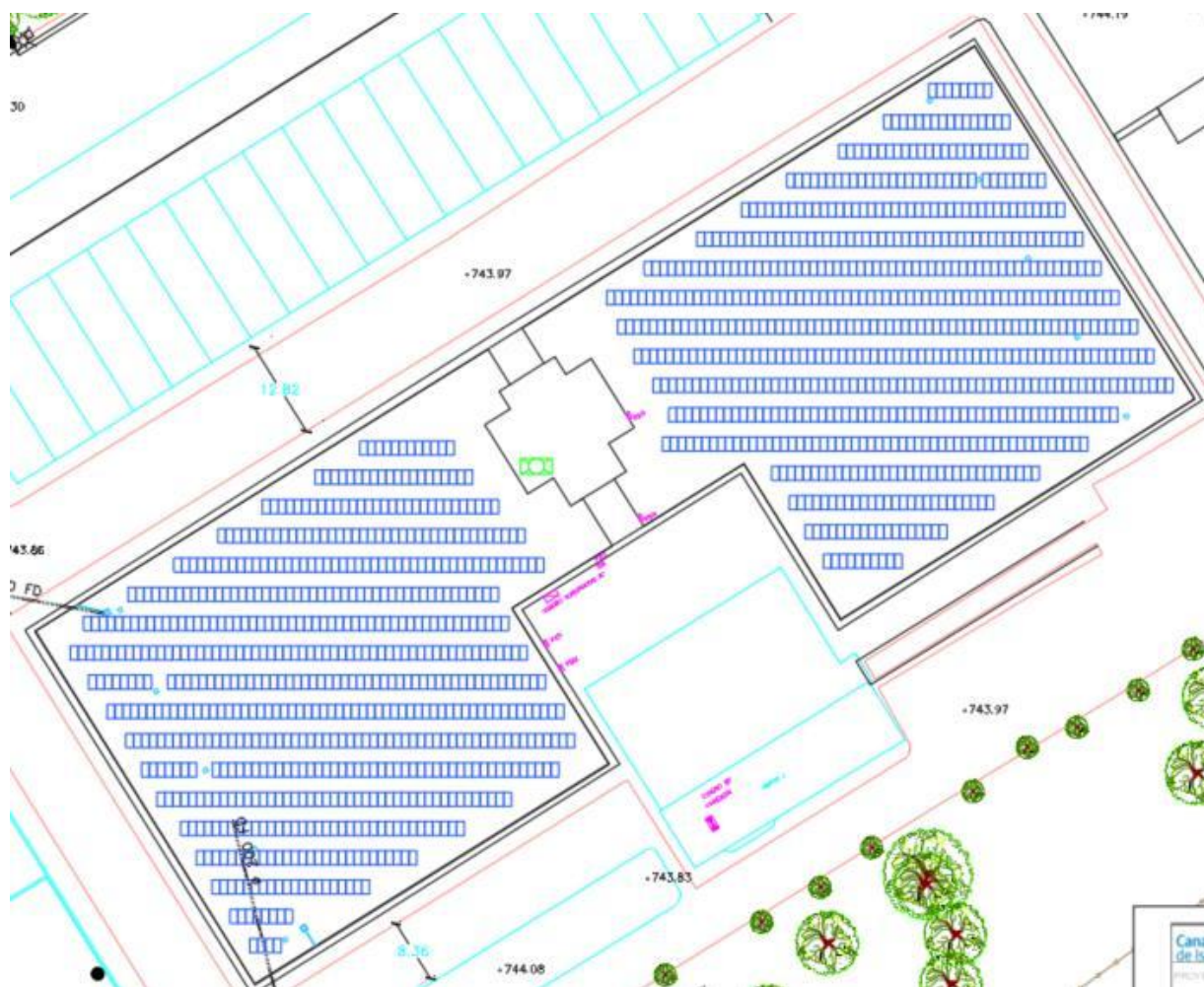


Figura 4-1 Implantación FV Filtros de Arena



Los módulos fotovoltaicos tienen por tanto una inclinación de  $15^\circ$ . Por el efecto de las sombras, se debe prescindir de colocar módulos en algunas zonas de la cubierta, esto implica que la delimitación de las series no siempre sea regular. Aun así, se ha diseñado de tal manera que se maximicen las series de 20 módulos en fila o 10 en 2 filas, para que la pérdida de series por sombras afecte lo menos posible.

La planta fotovoltaica 2 está conformada por series de módulos dispuestos en 1V, es decir, que habrá solamente una fila de módulos colocados verticalmente, apoyados en estructuras triangulares con perfiles portantes para sostenerlos. Dichas estructuras se sujetarán a la cubierta mediante contrapesos ubicados periódicamente, debido a que la cubierta no puede perforarse.



**Figura 4-2 Implantación FV Depósitos Antiguo y Nuevo**

Los módulos fotovoltaicos se apoyarán en una estructura de soporte con el ángulo de  $25^\circ$ . Estas estructuras se concatenarán hasta obtener la longitud de la fila deseada, varía a lo largo de la planta.

Las características principales de los módulos fotovoltaicos que se utilizarán son las siguientes, o en su defecto similares a las siguientes:

- Tipo de celda: Mono PERC 158,75 x 158,75 mm
- Nº de celdas: 144 medias celdas



**PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA**  
**Anejo Nº 05. Cálculos de dimensionamiento**

- Dimensiones: 2015 mm x 996 x 40 mm
- Peso: 22,7 kg
- Tensión máxima del sistema: 1.100 V<sub>dc</sub>

Las series de módulos se agrupan en los inversores de string. En estos inversores, se convierte la corriente continua en alterna, para después transportar la potencia generada hasta el bloque de potencia de la planta.

## 5. DIMENSIONAMIENTO

Para el dimensionamiento se seguirán los pasos del programa PVsyst.

### 5.1 Parámetros principales de diseño

Se seleccionan los parámetros principales de diseño. Se debe tener en cuenta fundamentalmente los valores de temperatura observados.

#### 5.1.1 Albedo

El albedo al no disponer de medida se fija mes a mes en 0,20. Se ha tomado este valor por la ubicación urbana de la ETAP de Majadahonda.

The screenshot shows the 'Albedo' tab in the PVsyst software. It contains three main sections:

- Valores mensuales (Monthly values):** A grid where each month (Ene. to Dic.) has a text box containing the value '0.20'.
- Definir un valor común (Define a common value):** A section with a 'Valor común' (Common value) text box containing '0.20', a note 'Albedo por defecto = 0,1', and a green 'Definir' button.
- Valores comunes del albedo (Common albedo values):** A list of materials and their corresponding albedo ranges or values:
 

Material	Albedo
Zona urbana	0.14 - 0.22
Hierba	0.15 - 0.25
Hierba fresca	0.26
Nieve fresca	0.82
Nieve húmeda	0.55 - 0.75
Asfalto seco	0.09 - 0.15
Asfalto húmedo	0.18
Concreto	0.25 - 0.35
Tejas rojas	0.33
Aluminio	0.85
Acero galvanizado reciente	0.35
Acero galvanizado oxidado	0.08

Figura 5-1 Albedo PVsyst

#### 5.1.2 Condiciones de diseño

La temperatura mínima para el límite de voltaje absoluto de circuito abierto se fija en  $-10^{\circ}\text{C}$ . Este valor mínimo de la temperatura tiene una probabilidad muy remota asociada, sin embargo, se debe tener en cuenta el sobre enfriamiento del módulo. Este efecto provoca que la temperatura del módulo sea algo menor que la temperatura ambiente.

Por tanto, considerando este efecto y siendo conservadores a la hora de evitar que la tensión de serie supere los  $1.100 V_{DC}$ , se fijará el límite inferior de temperatura en  $-10^{\circ}\text{C}$ .

La temperatura máxima para condiciones de operación a STC ( $1.000 \text{ W/m}^2$ ) es de  $50^{\circ}\text{C}$ .

Albedo Design conditions Other limitations Preferencias

**Site-dependent Design parameters**

Reference temperatures for array design by respect to the inverter input voltages

Lower temperature for Absolute Voltage limit -10 °C ☒

Winter operating temperature for VmppMax design 20 °C ☒

Usual operating temperature under 1000 W/m 50 °C ☒

Summer operating temperature for VmppMin design 60 °C ☒

Figura 5-2 Parámetros diseño PVsyst

Además se establecerá un límite de pérdidas por sobrepotencia del 3%. Este valor fija la potencia que se pierde cuando el inversor está saturado.

Aumentar dicho valor puede ser beneficioso, ya que se sobredimensiona ligeramente la planta: en períodos en los que la producción no es máxima, como el amanecer o el ocaso, y en invierno, cuando el precio de la electricidad aumenta, la producción solar será mayor; mientras que la potencia perdida se ubicará en momentos de máxima producción, en las horas centrales del día, y en verano, cuando el precio de la electricidad no es tan alto.

### 5.1.3 Otras limitaciones

Albedo Design conditions Other limitations Preferencias

**Limits with shading representations**

Discriminating orient. difference between shading planes 1.0 deg ☒

Maximum orient. difference for defining average (spread) orientation 10.0 deg ☒

Maximum Field/Shadings area ratio 2.5 ☒

Figura 5-3 Parámetros diseño PVsyst

## 5.2 Sitio y base de datos meteorológica

Se selecciona el sitio que ha sido creado en el análisis de recurso solar con el programa Meteonorm v7.2 tal y como se comentó en el anterior punto.



Ubicación

Nombre del sitio

Majadahonda

Pais

España

Región

Europa

Obtener de coordenadas

Mostrar mapa

Coordenadas Geográficas

Decimal

Latitud

40.4585

Longitud

-3.8700

Altitud

745

Deg. min. sec.

[°]

40

27

30

[°]

-3

52

12

Metros sobre el nivel del mar

Corresponde a una diferencia media

Trayectorias del sol

Obtener del nombre

Huso horario

1.0

Corresponde a una diferencia media

Hora Legal - Hora Solar = 1h 16m

Importación meteorología

☒ Meteoronorm 7.2

☐ NASA-SSE

☐ PVGIS TMY

☐ NREL / NSRDB TMY

Importar

Tabla E/S (Excel)

Importar

Exportar línea

Exportar tabla

Sitio

Majadahonda (España)

Origen de datos

Meteoronorm 7.2 (1991-2010), Sat=18%

	Irradiación global horizontal	Irradiación difusa horizontal	Temperatura	Velocidad del Viento	Link Turbidity	Relative Humidity
	kWh/m².mes	kWh/m².mes	°C	m/s	[1]	%
Enero	61.6	25.5	5.8	2.58	2.667	66.2
Febrero	82.2	32.2	7.4	2.80	2.817	60.8
Marzo	133.7	49.5	10.8	3.39	3.032	53.7
Abril	165.6	60.4	12.8	3.40	3.032	52.0
Mayo	196.1	67.5	17.7	2.90	3.234	47.6
Junio	219.7	64.2	23.9	3.10	3.362	38.1
Julio	236.6	59.2	26.6	3.30	3.362	33.8
Agosto	207.0	61.5	26.0	3.00	3.424	35.6
Septiembre	151.7	54.1	21.1	2.60	3.234	43.6
Octubre	101.3	41.9	15.5	2.69	2.962	58.5
Noviembre	67.9	32.3	9.1	2.70	2.667	64.8
Diciembre	51.9	26.5	6.2	2.49	2.591	67.3
Año	1675.3	574.8	15.2	2.9	3.032	51.8

Datos Requeridos

☒ Irradiación global horizontal

☒ Temp. Exterior Media

Datos adicionales

☒ Irradiación difusa horizontal

☒ Velocidad del viento

☒ Link Turbidity

☒ Relative Humidity

Unidades de insólación

☐ kWh/m².mes

☐ MJ/m².día

☐ MJ/m².mes

☐ W/m²

☐ Índice de claridad Kt

Irradiación global horizontal variabilidad de un año al otro

4.4%

Figura 5-5

Base datos Meteorológica ETAP Majadahonda PVsyst

Página 20 de 52

### 5.3 Orientación

Como se ha comentado, existirán dos configuraciones diferenciadas: Planta 1 y Planta 2.

En el caso de la Planta 1, los parámetros elegidos serán la inclinación de  $15^\circ$  y el acimut de  $-31.91^\circ$ , implantando los módulos en una estructura fija que se describe en el Anejo de Cálculos Estructurales. Esta selección permite maximizar la integración arquitectónica y el llenado de la cubierta, a la vez que se minimiza el coste de la estructura.

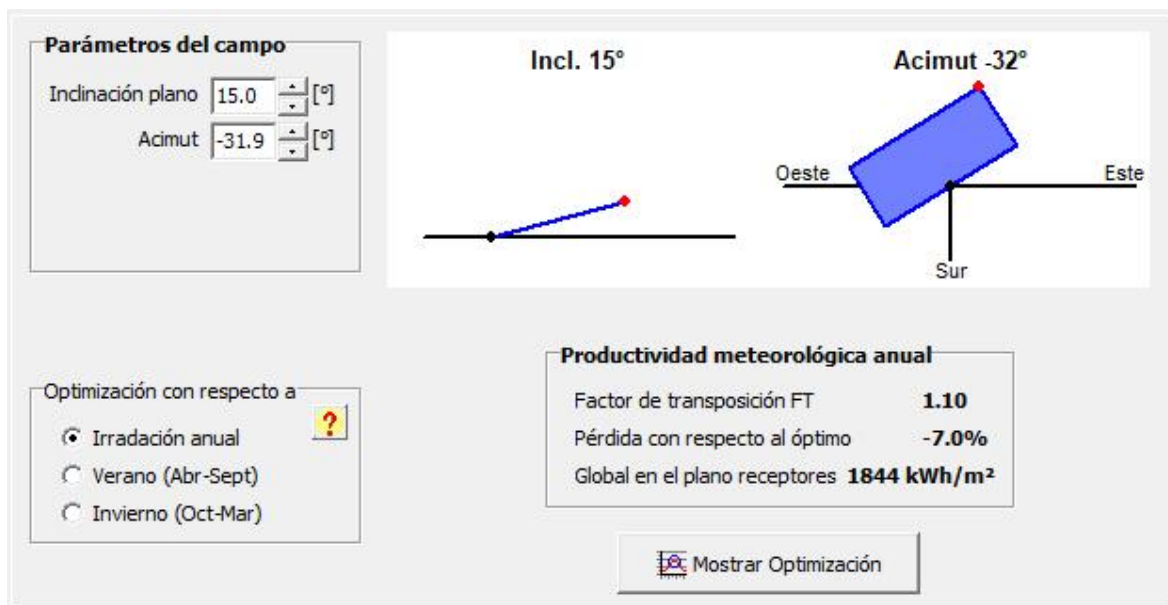


Figura 5-6 Definición orientación PVsyst

En los siguientes gráficos se observan las diferencias con la optimización respecto a año, verano o invierno.

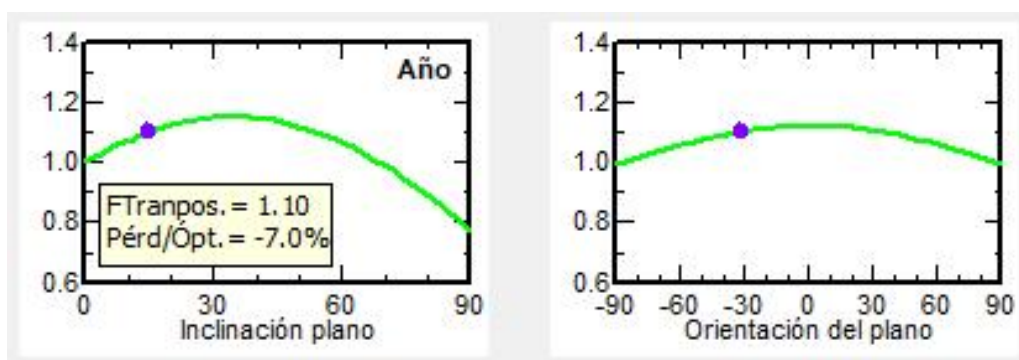


Figura 5-7 Rendimiento orientación PVsyst

En el caso de la Planta 2, se elige la inclinación de  $25^\circ$  y el acimut de  $0^\circ$ , implantando los módulos en una estructura fija descrita en el Anejo de Cálculos Estructurales. Esta selección permite limitar las pérdidas por desorientación e inclinación, a pesar de que dificulta el llenado de la planta.

Tipo de campo

Plano Inclinado Fijo

Parámetros del campo

Inclinación plano

25.0

[°]

Acimut

0.0


[°]

Optimización con respecto a

☒ Irradiación anual

☐ Verano (Abr-Sept)

☐ Invierno (Oct-Mar)



Productividad meteorológica anual

Factor de transposición FT


1.17

Pérdida con respecto al óptimo

-1.6%

Global en el plano receptores

1988 kWh/m²

 Mostrar Optimización

Incl. 25°

Acimut 0°

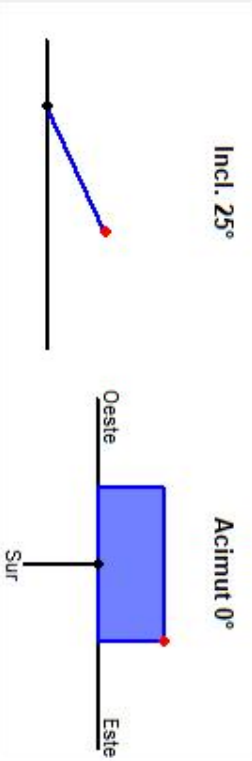


Figura 5-8 Definición orientación PVsyst

En los siguientes gráficos se observan las diferencias con la optimización respecto a año, verano o invierno.

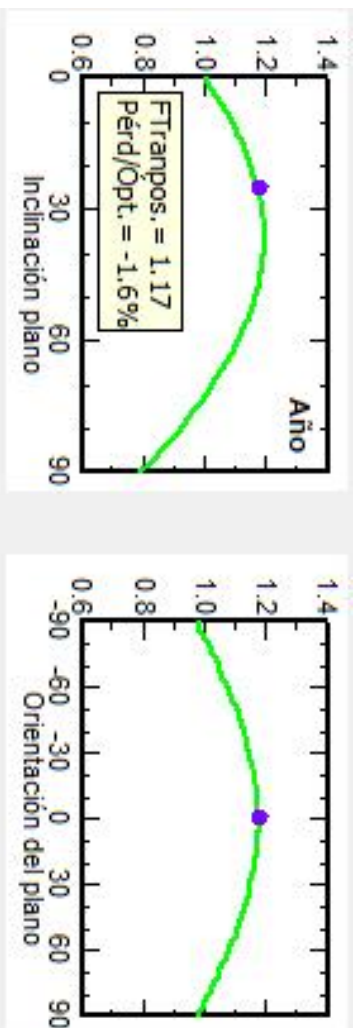


Figura 5-9 Rendimiento orientación PVsyst

## 5.4 Sistema

Se muestra en esta zona la configuración elegida. Se debe tener en cuenta que se calculan los valores con un módulo seleccionado que deberá ser de similares características, así como ocurre con el inversor que se selecciona para el presente cálculo pero que deberá ser seleccionado de manera similar.



El módulo seleccionado es monocristalino de célula partida de 405 Wp. Sus características figuran a continuación:

Potencia nominal405.0 WpTol. -/+0.01.2 %TecnologíaSi-mono

Cond. de referenciaGrf1000 W/m²TRef25 °C

Corriente de cortocircuitoIsc10.39 A Circuito abierto Voc49.86 V

Punto Potencia MáximoImpp9.740 A Vmpp41.60 V

Coefficiente de temperaturaTisc4.6 mA/°C

o mIsc0.044 %/°C

Núm. células72 x 2

Resultado del modelo interno

Cond. de funcionamientoGOper1000 W/m²TOper25 °C

Punto Potencia MáximoPrmp405.7 W def. temperatura-0.35 %/°C

Corriente Impp9.89 A Voltaje Vmpp41.0 V

Corriente de cortocircuitoIsc10.39 A Circuito abierto Voc49.9 V

Eficiencia22.50 % / Sup. células20.22 % / Sup. módulo

Resumen del modelo

Parámetros principales

R paral.800 ohm

R paral(G=0)3000 ohm

R serie modelo0.30 ohm

R serie máx.0.32 ohm

R serie aparente0.48 ohm

Parámetros modelo

Gamma1.004

IoRef0.02 nA

muVoc-145 mV/°C

miPrnóx fijado-0.35 /°C

DescripciónJA Solar, JAM72S10-405/MR/1500V

Módulo

Largo2015 mm

Ancho996 mm

Espesor40.0 mm

Peso22.70 kg

Sup. módulo2.007 m²

Células

En serie72

En paralelo2

Superficie célula125.2 cm²

Núm. total célula144

Superficie célula1.803 m²

La definición del tamaño del Módulo es obligatoria: se utiliza para la determinación de la eficiencia "usual".  
La superficie de las células es facultativa: si se define permitirá la definición de la eficiencia a nivel celular.

Tecnología y especificaciones del módulo

Frame:

Structure:

Connections:

Voltaje máximo del conjunto

Voltaje absoluto máximo del conjunto en cualquier condición (es decir Vco a la temperatura ambiente más baja posible).

Voltaje máximo IEC1500 V

Voltaje máximo UL (US)1500 V

Diodo bypass de protección

Nb. of sub-modules3 /módulo

(i.e. functional by-pass diodes,

Partición submódulo:

☐ Módulo teja

☐ CFV : módulo de concentración

☐ Módulo bifacial

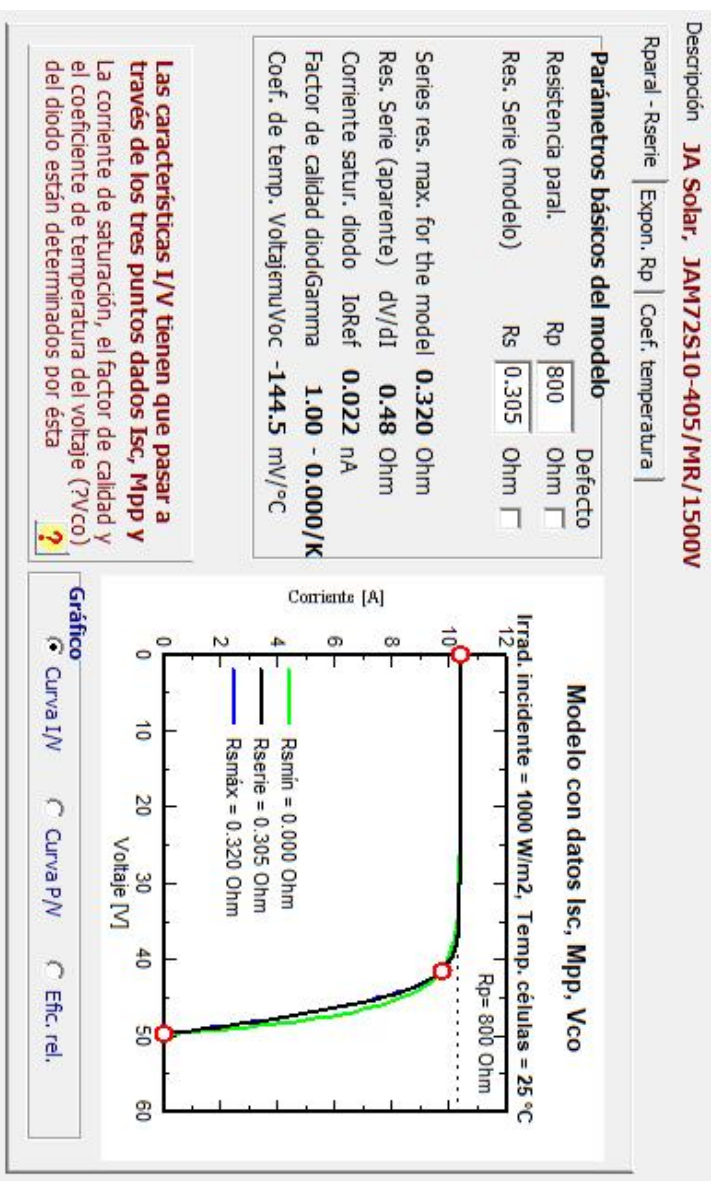
☐ A lo largo

☐ A lo ancho

☐ Twin half cells

☐ Shingled cells

Figura 5-10 Módulo fotovoltaico PVsyst



En este proyecto no existe un límite o valor de referencia de potencia al que se quiera llegar, sino que lo que se pretende es maximizar el llenado de las cubiertas, optimizando la producción solar.

Tras varios ensayos se ha determinado colocar series de 20 módulos. Así, la cubierta de los Filtros de Arena albergará 63 series y el Depósito Antiguo albergará 61 series entre sus dos cubiertas. La potencia total instalada será de 1004,4 kWp.

En cuanto a los inversores seleccionados para la planta, serán inversores de string, de dos modalidades diferentes:

### Inversor 1:

Se utilizarán 7 equipos de estas características. Se empleará este inversor en dos configuraciones diferentes: 15 series y 16 series.

Lado entrada (Campo FV CC)		Lado salida (Red CA)	
<b>Voltaje MPP mínimo</b>	200 V	<input type="radio"/> Monofásico	<b>Frecuencia</b>
Voltaje mín. para Pnom	N/A V	<input checked="" type="radio"/> Trifásico	<input checked="" type="checkbox"/> 50 Hz
Maximum current per MPPT	N/A A	<input type="radio"/> Bifásico	<input checked="" type="checkbox"/> 60 Hz
Voltaje MPP nominal	600 V	<b>Voltaje de Red</b>	400 V
<b>Voltaje MPP máximo</b>	1000 V	<b>Potencia nominal CA</b>	100 kVA
<b>Voltaje FV máx. absoluto</b>	1100 V	Potencia máxima CA	110 kVA
<b>Umbral de la potencia</b>	150 W	Corriente CA nominal	144 A <input checked="" type="checkbox"/>
Especificación contractual, sin significado físico verdadero.	<input type="checkbox"/> ? Obligatorio	Corriente CA máxima	160 A <input type="checkbox"/>
Potencia nominal FV	N/A kW	<b>Eficiencia</b>	
Potencia máxima FV	N/A kW <input type="checkbox"/>	<b>Eficiencia máxima</b>	98.68 % <input type="checkbox"/> ?
Corriente máxima FV	260 A <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Eficiencia definida para 3 voltajes	

Figura 5-13 Parámetros Inversor 1 PVsyst



Figure 10 is a line graph showing Efficiency [%] on the y-axis (ranging from 80 to 100) versus P salida (CA) [kW] on the x-axis (ranging from 0 to 120). The graph compares the efficiency of a system for different input voltages and an EIT (Efficiency Improvement Technique) for a specific voltage.

The legend indicates the following data series:

- 540 V,  $T^*C = 40^{\circ}C$ ,  $\cos\Phi = 1.00$  (Black line)
- EIT, for U = 800 V (Blue line)
- EIT, for U = 618 V (Green line)
- EIT, for U = 540 V (Red line)

The graph shows that efficiency is high (above 95%) for output power up to approximately 10 kW. Beyond 10 kW, the efficiency drops sharply for all configurations. The EIT configurations generally maintain higher efficiency than the standard 540 V configuration at higher power levels, with the EIT for U = 618 V showing the highest efficiency in the 10-120 kW range.

### Rendimiento Inversor 1 PVsyst

**Inversor 2:**

Se utilizarán 3 equipos de estas características.

Lado entrada (Campo FV CC)	
<b>Voltaje MPP mínimo</b>	<b>200 V</b>
Voltaje mín. para Pnom	N/A V
Maximum current per MPPT	N/A A
Voltaje MPP nominal	600 V
<b>Voltaje MPP máximo</b>	<b>1000 V</b>
<b>Voltaje IV máx. absoluto</b>	<b>1100 V</b>
<b>Umbral de la potencia</b>	<b>80 W</b>
Especificación contractual, sin significado físico verdadero.	<input type="checkbox"/> Obligatorio
Potencia nominal FV	N/A kW
Potencia máxima FV	N/A kW
Corriente máxima FV	132.0 A

Lado salida (Red CA)	
<input checked="" type="radio"/> Monofásico <input checked="" type="radio"/> Trifásico <input type="radio"/> Bifásico	Frecuencia <input checked="" type="checkbox"/> 50 Hz <input checked="" type="checkbox"/> 60 Hz
<b>Voltaje de Red</b>	<b>400 V</b>
<b>Potencia nominal CA</b>	<b>60.0 kVA</b>
Potencia máxima CA	66.0 kVA
Corriente CA nominal	86.7 A
Corriente CA máxima	95.3 A
Eficiencia	<b>98.71 %</b> <input type="checkbox"/> Eficiencia definida para 3 voltajes

### Figura 5-15 Parámetros Inversor 2 PVsyst



Configuración global sistema

2

Num. de tipos de sub-conjuntos

Esquema Simplificado

Resumen sistema global

Num. de módulos	1260	Potencia nominal PV	510 kWp
Superficie módulos	2529 m²	Potencia máxima PV	491 kWdc
Num. de inversores	5	Potencia nominal CA	420 kWac

Sub-conjunto #1

Sub-conjunto #2

Nombre y orientación del sub-conjunto

Nombre Sub-conjunto #1 Orden 1 Inclinación 15°

Orientación: Plano Inclinado Fijo Acmut -32°

Selección del módulo PV

Disponible actualmente Filter All PV modules

JA Solar 405 Wp 35V Si-mono JAW7ZS10-405NR/1500V Since 2018 Manufacturer 2018

Dimensionamiento de volajes : 35,8 V Voc (-10°C) 54,8 V

Use Optimizer

Selección del inversor

Disponible actualmente Output voltagge 400 V Tri 50Hz

Huawei Technologies 100 kW 200 - 1000 V Tri 50/60Hz SUN2000-100KTL-M1-400VAC Since 2019

Num. de inversores 3 Voltaje de funcionam.: 200-1000 V Potencia global inv. 300 kWac

Utilice característica mu Voltaje máx. de entrada: 1100 V Inversor con 10 MPPT

Dimensionamiento del conjunto

Num. de módulos y cadenas

Mód. en serie 20 entre 6 y 20

Num. de cadenas 45

Perdida sobrecarga 0,0 % Pérd. sobrecarga 1,22

Relación Prom 1,22

Num. módulos 900 Superficie 1806 m²

Cond. de funcionamiento

Vmp (60°C)	716 V
Vmp (20°C)	836 V
Voc (-10°C)	1096 V

Irradiancia plano 1000 W/m²

Imp (STC) 446 A

Isc (STC) 468 A

Isc (en STC) 468 A

Máx. en bases

STC

Pmáx en funcionamiento en 1000 W/m² y 50°C

333 kW

Potencia nom. Conjunto (STC) 365 kWp

Figura 5-17

Planta 1 subconjunto 1 PVsyst

Configuración global sistema

2 Num. de tipos de sub-conjuntos Esquema Simplificado

Resumen sistema global

Num. de módulos	1260	Potencia nominal PV	510 kWp
Superficie módulos	2529 m²	Potencia máxima PV	491 kWdc
Num. de inversores	5	Potencia nominal CA	420 kWac

Sub-conjunto #1

Sub-conjunto #2

Nombre y orientación del sub-conjunto

Nombre Sub-conjunto #2 Orden 2 Inclinación 15°

Orientación: Plano Inclinado Fijo Acmut -32°

Selección del módulo PV

Disponible actualmente Filter All PV modules

JA Solar 405 Wp 35V Si-mono JAW7ZS10-405NR/1500V Since 2018 Manufacturer 2018

Dimensionamiento de volajes : 35,8 V Voc (-10°C) 54,8 V

Use Optimizer

Selección del inversor

Disponible actualmente Output voltagge 400 V Tri 50Hz

Huawei Technologies 100 kW 200 - 1000 V Tri 50/60Hz SUN2000-100KTL-M1-400VAC Since 2019

Num. de inversores 2 Voltaje de funcionam.: 200-1000 V Potencia global inv. 120 kWac

Utilice característica mu Voltaje máx. de entrada: 1100 V Inversor con 6 MPPT

Dimensionamiento del conjunto

Num. de módulos y cadenas

Mód. en serie 20 entre 6 y 20

Num. de cadenas 45

Perdida sobrecarga 0,0 % Pérd. sobrecarga 1,22

Relación Prom 1,22

Num. módulos 900 Superficie 1806 m²

Cond. de funcionamiento

Vmp (60°C)	716 V
Vmp (20°C)	836 V
Voc (-10°C)	1096 V

Irradiancia plano 1000 W/m²

Imp (STC) 446 A

Isc (STC) 468 A

Isc (en STC) 468 A

Máx. en bases

STC

Pmáx en funcionamiento en 1000 W/m² y 50°C

333 kW

Potencia nom. Conjunto (STC) 365 kWp

Ayuda al dimensionamiento

Sin pre-dim. Entrar Prom deseada 0,0 kWp

... o superficie disponible(módulos) 0 m²

Figura 5-18

Planta 1 subconjunto 2 PVsyst

Configuración global sistema

2 Num. de tipos de sub-conjuntos Esquema Simplificado

Resumen sistema global

Num. de módulos	1260	Potencia nominal PV	510 kWp
Superficie módulos	2529 m²	Potencia máxima PV	491 kWdc
Num. de inversores	5	Potencia nominal CA	420 kWac

Sub-conjunto #1

Sub-conjunto #2

Nombre y orientación del sub-conjunto

Nombre Sub-conjunto #1 Orden 1 Inclinación 15°

Orientación: Plano Inclinado Fijo Acmut -32°

Selección del módulo PV

Disponible actualmente Filter All PV modules

JA Solar 405 Wp 35V Si-mono JAW7ZS10-405NR/1500V Since 2018 Manufacturer 2018

Dimensionamiento de volajes : 35,8 V Voc (-10°C) 54,8 V

Use Optimizer

Selección del inversor

Disponible actualmente Output voltagge 400 V Tri 50Hz

Huawei Technologies 100 kW 200 - 1000 V Tri 50/60Hz SUN2000-100KTL-M1-400VAC Since 2019

Num. de inversores 2 Voltaje de funcionam.: 200-1000 V Potencia global inv. 120 kWac

Utilice característica mu Voltaje máx. de entrada: 1100 V Inversor con 6 MPPT

Dimensionamiento del conjunto

Num. de módulos y cadenas

Mód. en serie 20 entre 6 y 20

Num. de cadenas 18

Perdida sobrecarga 0,0 % Pérd. sobrecarga 1,22

Relación Prom 1,22

Num. módulos 360 Superficie 722 m²

Cond. de funcionamiento

Vmp (60°C)	716 V
Vmp (20°C)	836 V
Voc (-10°C)	1096 V

Irradiancia plano 1000 W/m²

Imp (STC) 178 A

Isc (STC) 187 A

Isc (en STC) 187 A

Máx. en bases

STC

Pmáx en funcionamiento en 1000 W/m² y 50°C

133 kW

Potencia nom. Conjunto (STC) 146 kWp

Ayuda al dimensionamiento

Sin pre-dim. Entrar Prom deseada 0,0 kWp

... o superficie disponible(módulos) 0 m²



Configuración global sistema

2

↓

Núm. de tipos de sub-conjuntos

?

Esquema Simplificado

Sub-array #1

Sub-conjunto #2

Nombre y orientación del sub-conjunto

Nombre

Sub-array #1

Orden

1

↓

Orienté.

Plano Inclinado Fijo

Inclinación

25°

Admut

0°

Resumen sistema global

Núm. de módulos

1360

Potencia nominal FV

551 kWp

Superficie módulos

2729 m²

Potencia máxima FV

539 kWdc

Núm. de inversores

5

Potencia nominal CA

460 kWac

Selección del módulo FV

Disponible actualmente

Filter

All PV modules

JA Solar

405 Wp 35V

Si-mono

JAM72S10-405/MR/1500V

Since 2018

Manufacturer 2018

Abrir

Use Optimizer

Dimensionamiento de voltajes :

Voc (-10°C)

35,8 V

54,8 V

Selección del inversor

Disponible actualmente

Output voltage 400 V Tri 50Hz

Huawei Technologies

1000 kW

200 - 1000 V TL

50/60Hz

SUN2000-100KTL-M1-400VAC

Since 2019

Abrir

Núm. de inversores

4

✓

Voltaje de funcionam.:

200-1000 V

Potencia global inv.

400 kWac

Utilice característica mu

Voltaje máx. de entrada:

1100 V

Inversor con 10 MPPT

Dimensionamiento del conjunto

Núm. de módulos y cadenas

?

?

Mód. en serie

20

entre 6 y 20

Núm. de cadena

60

Perdida sobrecarga

0,0 %

Perd. sobrecarga

1,22

?

Relación Prom

1,22

Núm. módulos

1200

Superficie

2408 m²

Cond. de funcionamiento

Vmpp (60°C)

716 V

Vmpp (20°C)

836 V

Voc (-10°C)

1096 V

Irradiancia plano

1000 W/m²

Impp (STC)

594 A

Isc (STC)

623 A

Isc (en STC)

623 A

Máx. en bases

STC

Pmáx en funcionamiento en 1000 W/m² y 50°C

444 kW

Potencia nom. Conjunto (STC)

486 kWp

Figura 5-19      Planta 2 subconjunto 1 PV/syst

Configuración global sistema

2

Núm. de tipos de sub-conjuntos

?

Esquema Simplificado

Resumen sistema global

Núm. de módulos

1360

Potencia nominal FV

551 kWp

Superficie módulos

2729 m²

Potencia máxima FV

539 kWdc

Núm. de inversores

5

Potencia nominal CA

460 kWac

Sub-array #1

Sub-conjunto #2

Nombre y orientación del sub-conjunto

Nombre

Sub-conjunto #2

Orden

2

Inclinación

25°

Acmut

0°

Orientación

Plano Inclinado Fijo

Ayuda al dimensionamiento

Sin pre-dim.

Entrar Phom deseada

0,0

kWp

... o superficie disponible(módulos)

0

m²

Selección del módulo FV

Disponible actualmente

Filter

All PV modules

JA Solar

40 S Wp 35V

Si-mono

JAM72S 10-40S/MR/1500V

Since 2018

Manufacturer 2018

Abbr

Dimensionamiento de voltajes:

Voc (-10°C)

35,8 V

54,8 V

Use Optimizer

Selección del inversor

Disponible actualmente

Output voltage 400 V Tri 50Hz

Huawei Technologies

60 kW

200 - 1000 V TL

50/60Hz

SUN2000-60KT-M0-400VAC

Since 2018

Abbr

Núm. de inversores

1

Voltaje de funcionam.:

200-1000 V

Potencia global inv.

60,0 kWac

Utilice característica mu

Voltaje máx. de entrada:

1100 V

Inversor con 6 MPPT

Dimensionamiento del conjunto

Núm. de módulos y cadenas

Cond. de funcionamiento

Vmpp (60°C)

716 V

Vmpp (20°C)

836 V

Voc (-10°C)

1096 V

Mód. en serie

20

entre 6 y 20

Núm. de cadena

8

Perdida sobrecarga

0,0 %

Perd. sobrecarga

1,08

Relación Phom

1,08

Núm. módulos

160

Superficie

321 m²

Irradiancia plano

1000 W/m²

Imp (STC)

79,2 A

Isc (STC)

83,1 A

Isc (en STC)

83,1 A

Pmáx en funcionamiento

59,1 kW

Potencia nom. Conjunto (STC)

64,8 kWp

Figura 5-20      Planta 2 subconjunto 2 PVsyst

Es importante observar que las potencias sobre las que se calcula la sobrecarga estén referidas a la misma temperatura, o en su defecto temperaturas próximas. En este caso, la sobrecarga se ha calculado para 1004,4 kWp de producción fotovoltaica a 25°C y una potencia de 100 kW y 60 kW a 40 °C para ambos inversores, con una potencia total de 820 kW. Este valor no aplica ya que debe calcularse por inversor y configuración.

$$ILRg = \frac{1061,8}{880} = 1,206$$

Las 3 configuraciones existentes muestran diferentes ILR

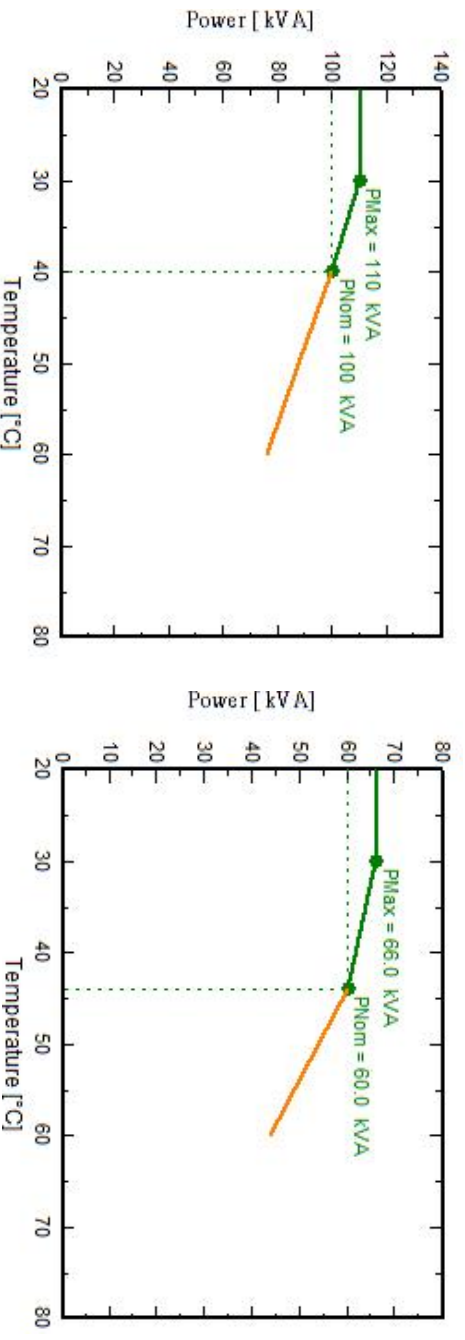
- 15 series 121,5 kWp en inversor de 100 kW (100 a 40°C)
- $ILR2 = \frac{121,5}{100} = 1,215$
- 9 series 72,9 kWp en inversor de 60 kW (60 a 40°C)

$$ILR3 = \frac{72,9}{60} = 1,215$$

$$ILR3 = \frac{64,8}{60} = 1,08$$

- 8 series 64,8 kWp en inversor de 60 kW (60 a 40°C)

Este cálculo se realiza a 40°, por lo que a continuación se relacionan las potencias a la misma temperatura. La potencia instalada en alterna sería de 902 kW a 25°C.



Y, por tanto:

- 15 series 12,5 kWp con en inversor de 100 kW (110 a 25°C)  
$$ILR2 = \frac{121,5}{110} = 1,104$$
- 9 series 72,9 kWp con en inversor de 60 kW (66 a 25°C)  
$$ILR3 = \frac{72,9}{66} = 1,104$$
- 8 series 64,8 kWp con en inversor de 60 kW (66 a 25°C)  
$$ILR3 = \frac{64,8}{66} = 0,981$$

El dimensionado que ha resultado es el siguiente:

- 15 series 121,5 kWp con en inversor 100 kW



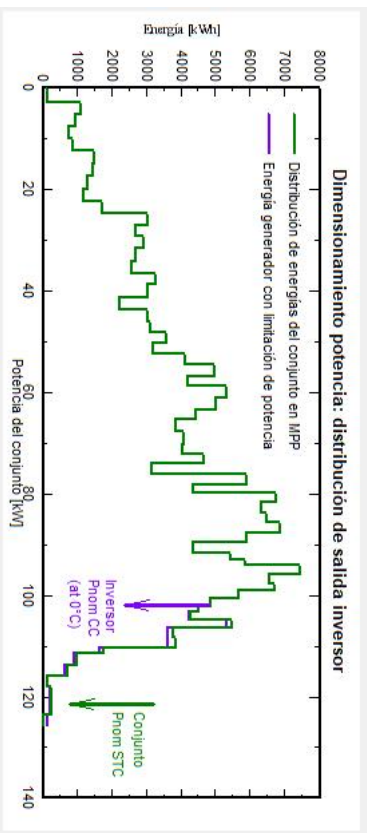
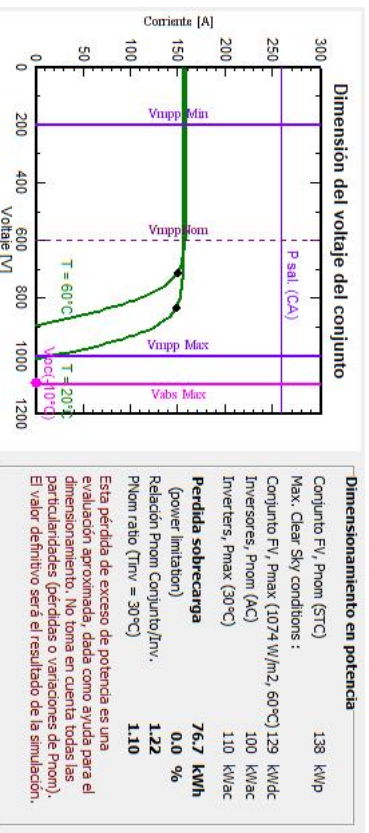


Figura 5-22 Comprobación dimensionado sistema 1

- 9 series 72,9 kWp con en inversor 60 kW

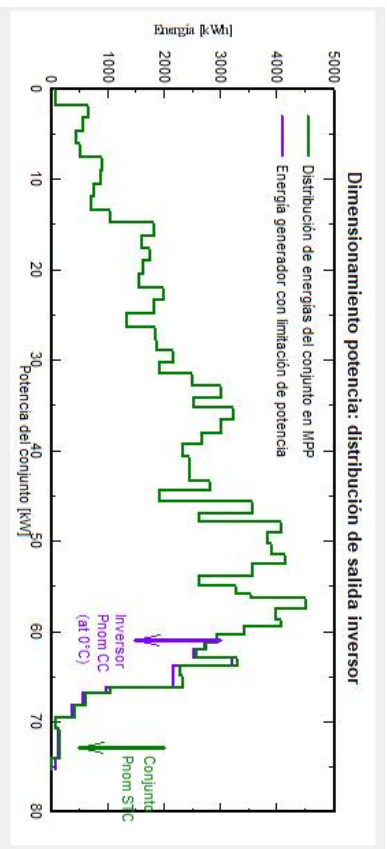
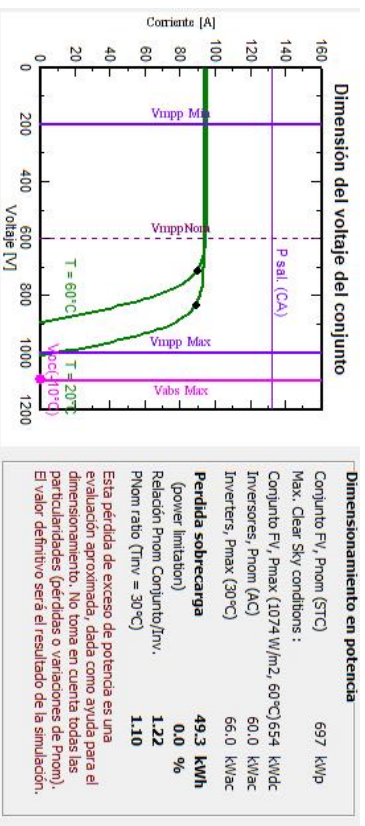


Figura 5-23 Comprobación dimensionado sistema 2

- 8 series 64,8 kWp con en inversor 60 kW

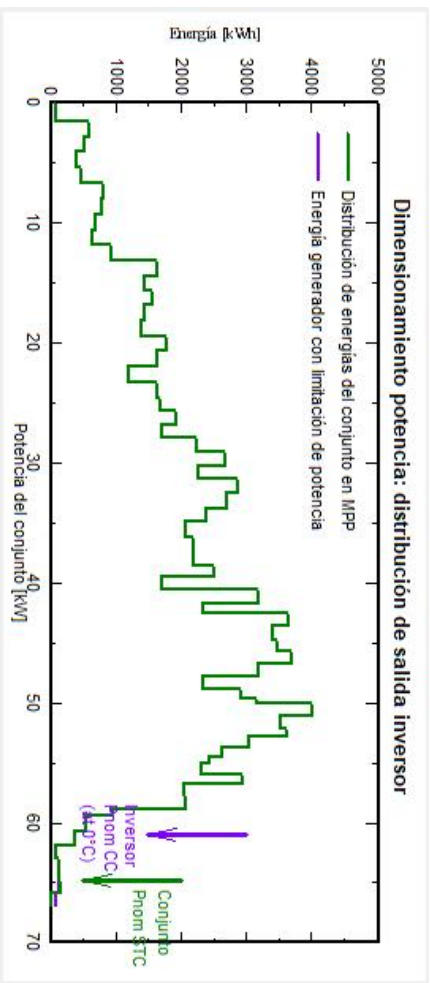
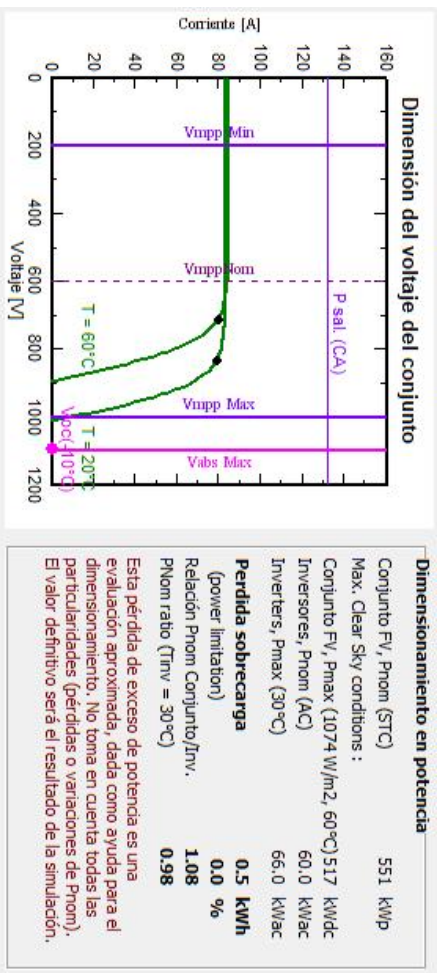


Figura 5-24 Comprobación dimensionado sistema 3

## 5.5 Sombreado

Se construye el sombreado existente. Como se ha dividido el proyecto en dos sistemas diferentes, cada sistema tiene su propia construcción de sombreado.

En el sistema de la Planta 1 los elementos de sombreado considerados son los petos de la cubierta, la antena de telecomunicaciones, las barandillas y los diversos edificios aledaños, resultando:

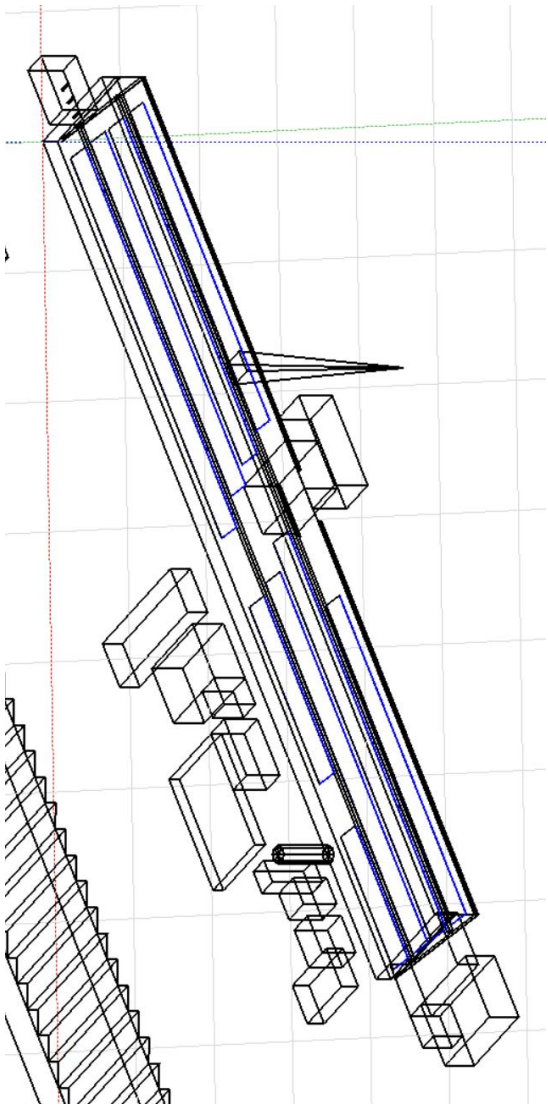


Figura 5-25      Sombreado general Planta 1

En este sombreado se disponen los strings en la superficie fotovoltaica, en filas de igual longitud para facilitar la integración arquitectónica y el llenado de la planta.

Se realiza el cálculo de sombreado según sombreado lineal para toda la implantación:

Comentario: Filtros de Arena v10

Compatibilidad con parámetros Orientación y Sistema

Superficie acf	Orient./Sistema	2529 m²	Sombreado	2605 m²
Inclinación carr		15.0°		15.0°
Acimut campos		-31.9°		-31.9°

Información

Tabla del factor de sombreado

Tabla

Gráfico

Utilización en la simulación

☐ Sin sombreado

☒ Sombreado lineal

☐ Según cadenas de módulos

Calculation mode

☒ Fast (table)

☐ Slow (simul.)

Fracción para efecto eléctrico

100.0

%

Modelos

Conjunto del sistema

Abrir

Registrar

Imprimir

Anular

OK

Cálculo eléctrico detallado (según disposición de módulos)

Figura 5-26      Cálculo sombreado planta 1



Status

Displaying generated tables

Recompute

Orientación del plano

Plano Inclinado Fijo

Inclinación = 15°, Acimut = -32°

Tabla del factor de sombreado (lineal), para el componente directo, Orient. #1

Altura	Acimut: -180°	-160°	-140°	-120°	-100°	-80°	-60°	-40°	-20°	0°	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°	180°
90°	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
80°	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
70°	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001
60°	0,005	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,005	0,005	0,005
50°	0,012	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,012	0,011	0,011	0,012
40°	0,020	0,017	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,019	0,016	0,017	0,020
30°	0,033	0,031	0,017	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,001	0,032	0,029	0,030	0,033
20°	0,077	0,060	0,045	0,006	0,002	0,002	0,006	0,000	0,002	0,006	0,001	0,001	0,005	0,034	0,014	0,051	0,094	0,092	0,077
10°	0,122	0,0520	0,108	0,020	0,017	0,038	0,058	0,065	0,080	0,077	0,031	0,010	0,026	0,112	0,027	0,070	0,158	0,154	0,122
2°	1,000	0,979	0,170	0,115	0,261	0,246	0,306	0,252	0,243	0,247	0,214	0,127	0,277	0,191	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Factor de sombreado para difuso: 0.012 Y para albedo: 0.251

Figura 5-27 Tabla sombreado lineal planta general

En el caso de la Plantas 2 se han considerado los edificios de planta cercanos a las cubiertas.

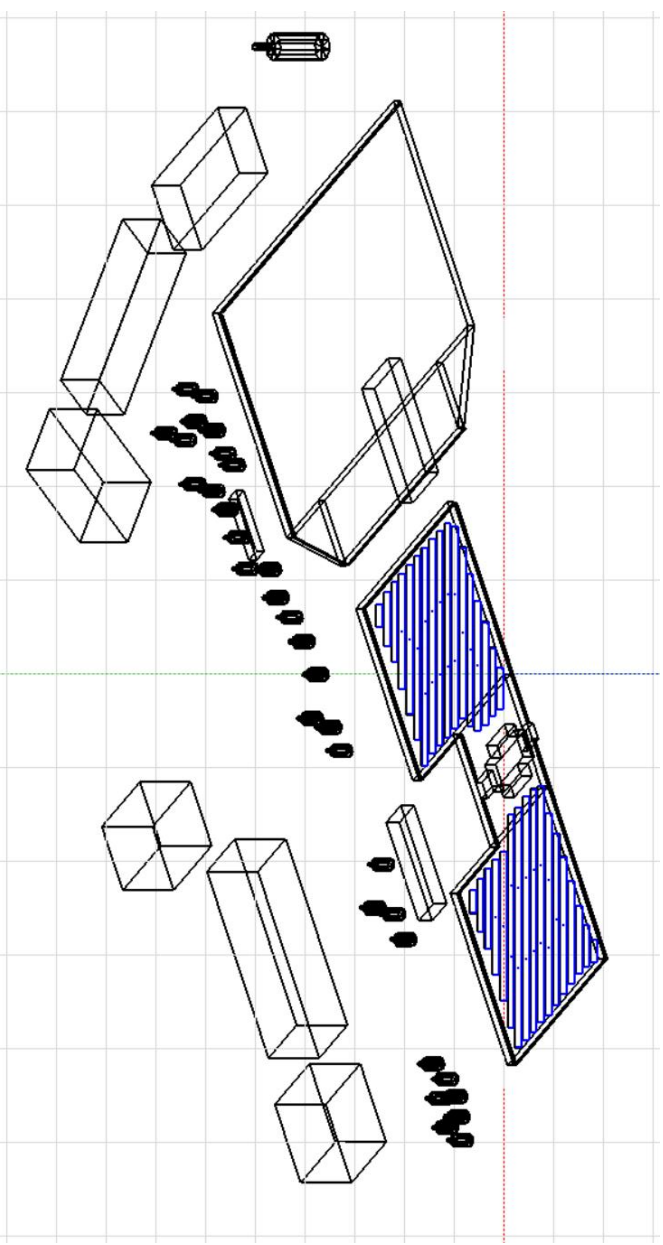


Figura 5-28 Sombreado general Planta 2

En este sombreado se disponen los strings en la superficie fotovoltaica en filas de diferente longitud para facilitar el llenado de la cubierta.

Se realiza el cálculo de sombreado según sombreado lineal para toda la implantación:

Comentario

Compatibilidad con parámetros Orientación y Sistema

Superficie act	Orient./Sistema	Sombreado
2448 m²	25.0°	25.23 m²
Inclinación carr		25.0°
Acumul campos	0.0°	0.0°

Información

Utilización en la simulación

☐ Sin sombreado

☐ Sombreado lineal

☒ Según cadenas de módulos

Calculation mode

☐ Fast (table)

☐ Slow (simul.)

Fracción para efecto eléctrico

%

%

Se ha definido un objeto fino:

Fracción para efecto eléctrico

%

%

Calcúlo eléctrico detallado (según disposición de módulos)

Modelos

Conjunto del sistema

Abrir

Registrar

Imprimir

Anular

OK

Tabla del factor de sombreado

Tabla

Gráfico

Construcción/Perspectiva

Figura 5-29 Cálculo sombreado planta general

Status

Displaying generated tables

Recompute

Mostrar

Linear table

Module strings table

Orientación del plano

Plano Inclinado Fijo

Inclinación = 25°, Acimut = 0°

Tabla del factor de sombreado (lineal), para el componente directo, Orient. #1

Altura	Acimut -180°	-160°	-140°	-120°	-100°	-80°	-60°	-40°	-20°	0°	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°	180°
90°	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
80°	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
70°	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
60°	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
50°	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
40°	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
30°	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
20°	0,000	0,000	0,004	0,005	0,004	0,001	0,000	0,000	0,060	0,089	0,062	0,004	0,004	0,004	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
10°	Atrás	Atrás	0,008	0,010	0,026	0,009	0,101	0,290	0,370	0,394	0,378	0,312	0,140	0,032	0,012	0,000	0,000	Atrás	Atrás
2°	Atrás	Atrás	Atrás	Atrás	0,048	0,918	0,906	0,951	0,954	0,943	0,931	0,871	0,828	0,652	0,024	Atrás	Atrás	Atrás	Atrás

Factor de sombreado para difuso: 0.050 y para albedo: 0.922

Figura 5-30 Tabla sombreado lineal planta general

5.6 Pérdidas

En este apartado se detallan las pérdidas a integrar.

5.6.1 Temperatura

El coeficiente de pérdidas por temperatura se fijará en 20 W/m²K, un valor usual para plantas fotovoltaicas. En el presente proyecto se utilizará una superficie libre de hormigón armado y sin obstáculos que den sombra, por lo que la elección de este valor está justificada.

Auxiliares

Parámetros técnicos

Envejecimiento

Indisponibilidad

Corrección espectral

Pérdida óhmica

Calidad módulos - LID - Desajuste

Pérdidas por suciedad

Pérdidas IAM

¡Usted puede definir el factor de pérdidas térmicas del generador o el coeficiente estándar TNCO: el programa le dará la equivalencia!

Factor de pérdidas térmicas  $U = U_c + U_v + V_{\text{Viento}}$

Factor de pérdida constante  $U_c$  20.0 W/m²K

Factor de pérdida del viento  $U_v$  0.0 W/m²K / m/s

Valores por defecto según el montaje

☐ Captadores "flashes" con circulación de aire alrededor

☐ Semi-integrado con conducto de aire

☐ Integrado con aislamiento trasero

Factor TNCO equivalente

TNCO (Temperatura Nominal de Célula operativa) está especificada a menudo por los fabricantes para el módulo mismo. Es una definición alternativa para el factor U, que no tiene mucho sentido cuando es aplicada al conjunto en funcionamiento.

No utilice el enfoque TNCO. Trae mucha confusión aplicada en los conjuntos!

Ver el TNCO de todos modos

Figura 5-31

Pérdidas temperatura PVsyst

### 5.6.2 Pérdidas óhmicas

Respecto al cableado se realiza un diseño que permite disponer de una caída de tensión media de 0,5%, ya que al disponer de inversores de string, las distancias entre series e inversor son considerablemente bajas.

Por otra parte, las pérdidas desde los inversores hasta el punto de inyección se estimarán en un 1%. Las distancias entre los inversores y el trafo varían desde los 60 hasta los 174 metros, siendo la media de dichas distancias aproximadamente 100 metros.

Dado que los cables que conectarán los inversores con el trafo son de sección 185 ó 240 mm<sup>2</sup> y el programa permite un diámetro mínimo de 240 mm<sup>2</sup>, se fijará la distancia equivalente para que con este cable la caída de tensión sea 1%.

Como en el proyecto las plantas fotovoltaicas se van a conectar a trafos ya existentes, las pérdidas se considerarán hasta dichos trafos. Por tanto, en este proyecto no se tendrán en cuenta las pérdidas de los transformadores de la ETAP a los que se van a conectar las plantas.

The screenshot shows the PVsyst software interface for configuring AC losses. The 'Perdidas óhmicas' tab is selected. The 'Circuito CC: pérdidas óhmicas en el sub-campo' section has 'Fracción pérdidas en STC' set to 0.50%. The 'AC losses after the inverter (Sistema completo)' section has 'Circuito CA: inverter punto inyección' checked. The 'Transformador externo' section is set to 'Transformador externo presente'.

Figura 5-32 Pérdidas Óhmicas PVsyst

### 5.6.3 Mismatch- Calidad y LID

Las pérdidas de calidad del módulo se fijan en un -0,8%. Este valor normalmente se establece por defecto ya que el fabricante garantiza un PR determinado, y para evitar riesgos, es frecuente que los módulos que suministra tengan una producción algo mayor.

El efecto LID (Light Induced Degradation) corresponde a un valor de garantía del fabricante. En este caso se fija en 2,5% atendiendo a la gráfica provista por el fabricante del módulo.



### Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 25-year linear power output warranty



Figura 5-33 Garantía degradación Modulo Fotovoltaico

Las pérdidas por Mismatch de módulos se deja fijada en el valor de defecto de 1,0%, ya que el rendimiento del seguimiento del MPP no es perfecto por las variaciones de intensidad de MPP de los módulos. La exigencia de una clasificación de módulos por intensidades de máxima potencia puede evitar este efecto y debe ser obligatoria en la realización de este proyecto. El valor queda para el cálculo para estar al lado de la seguridad.

En caso de que los módulos no trabajen en MPPT las pérdidas asociadas a un voltaje fijo son del 2,5%.

Las pérdidas por Mismatch de tensiones es un efecto que aparece debido a las diferencias de longitudes y secciones de cableados en continua. Se dispone un valor de esta pérdida de 0,1%.

Configuración	Valor	Unidad	Defecto
<b>Calidad módulos</b>			
Pérdida eficiencia módulo	-0.8	%	<input checked="" type="checkbox"/>
Desviación de la eficiencia efectiva media del módulo con respecto a las especificaciones del fabricante.	?		
(valor negativo indica un mejor rendimiento)			
<b>LID - "Light Induced Degradation"</b>			
Factor de pérdidas LID	2.5	%	<input type="checkbox"/>
Degradación de módulos de silicio cristalino, en las primeras horas de funcionamiento con respecto a los valores de producción STC.	?		
<b>Pérdidas de "desajuste" Módulos</b>			
Pérdidas de potencia en MPP	1.0	%	<input checked="" type="checkbox"/>
Pérdidas de func. en voltaje fijo	2.5	%	<input checked="" type="checkbox"/>
No pertinente durante el funcionamiento MPPT			
<b>Strings voltage mismatch</b>			
Power Loss at MPP	0.1	%	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 5-34 Calidad y Mistmatch módulos PVsyst

#### 5.6.4 Pérdidas efecto suelo

Estas pérdidas están relacionadas con la suciedad en polvo que puede aportar de manera usual el suelo adyacente. En este caso el suelo adyacente está formado por grava y hormigón celular, por lo que puede haber suciedad de tipo polvo. Así, se dispondrá de un valor conservador del 0,4%.

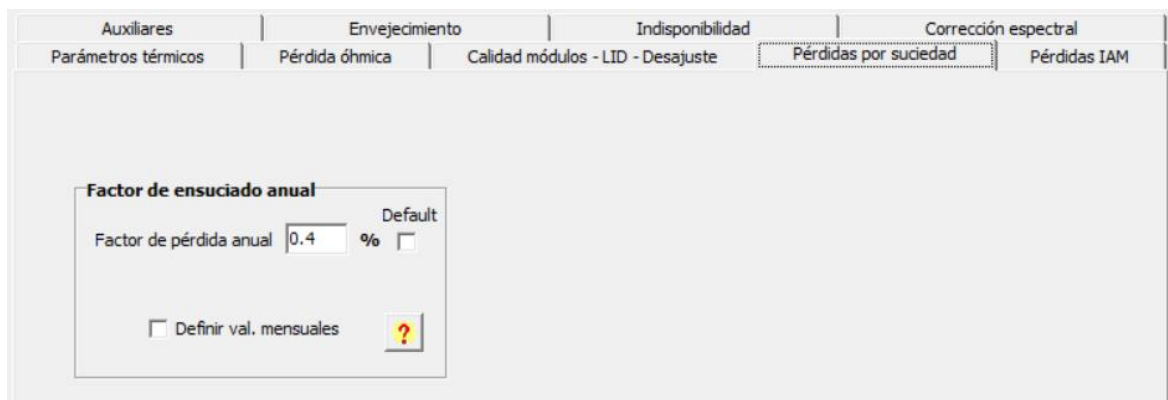


Figura 5-35 Pérdidas por polvo PVsyst

### 5.6.5 Pérdidas IAM

Estas pérdidas se establecerán no con el valor dado por el suministrador del módulo sino con los valores Ashrae.

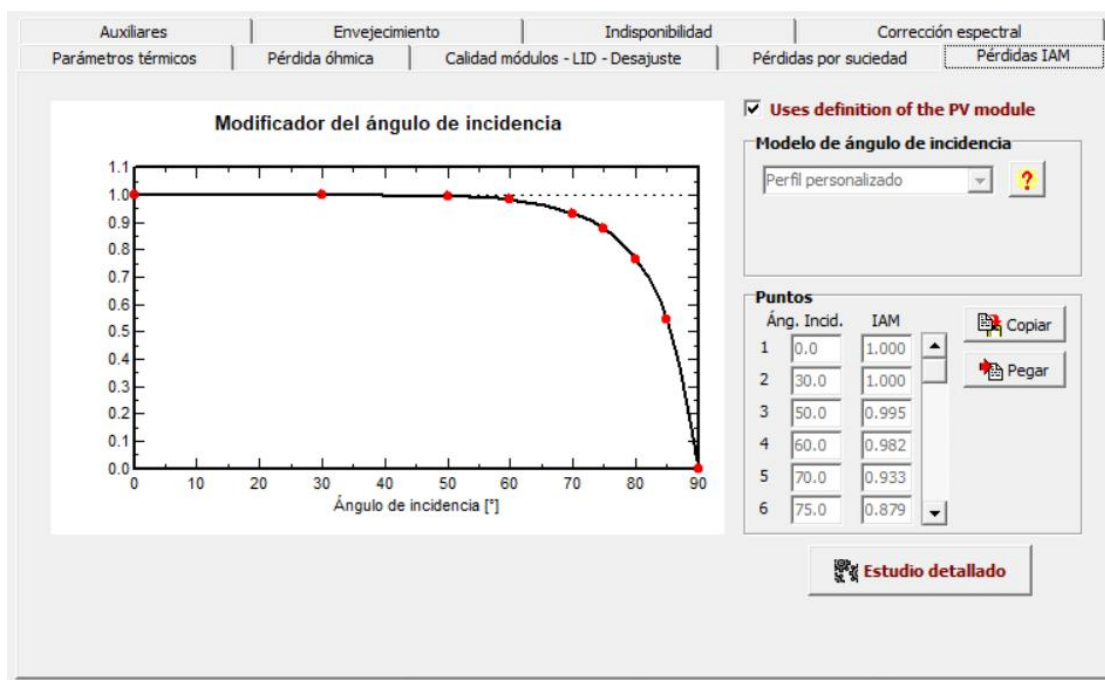


Figura 5-36 Pérdidas IAM PVsyst

### 5.6.6 Consumo Auxiliares

Para la planta que se proyecta no hay consumos auxiliares definidos ya que no se ha considerado iluminación artificial de la planta y los inversores de string no tienen sistemas de ventilación.

La única pérdida auxiliar que debe considerarse es la de ventilación del transformador, estimándose en un consumo de 300 W que se activa a partir del 20% de potencia del transformador. Es decir, cuando el transformador alcance los 340 kW, el consumo de 300 W de los ventiladores se pondrá en marcha.



Thermal parameter

Ohmic Losses

Module quality - LID - Mismatch

Soiling Loss

IAM Losses


Auxiliaries

Ageing

Unavailability

Auxiliaries energy losses

☒ Auxiliaries consumption defined



Continuous auxiliary loss (fans, etc)

... from inverter output power threshold

300

370.0

W

kW

Proportional to the inverter output power

... from inverter output power threshold

0

0.0

W / kW

kW

Night loss (excluding inverter night loss)

0

W

The auxiliary energy may be fans, air conditioning, monitoring or other electronics, lighting, or any other energy which should be subtracted from the energy sold to the grid

Figura 5-37 Pérdidas Servicios Auxiliares PVsyst

### 5.6.7 Pérdidas por Envejecimiento

Por último, deben considerarse las pérdidas por envejecimiento para la estimación de la potencia efectiva de la planta en el periodo de retorno sobre el que se calcule la rentabilidad. Para el módulo elegido el fabricante asegura un rendimiento del 83,1% en el año 25 según la siguiente curva (negra).

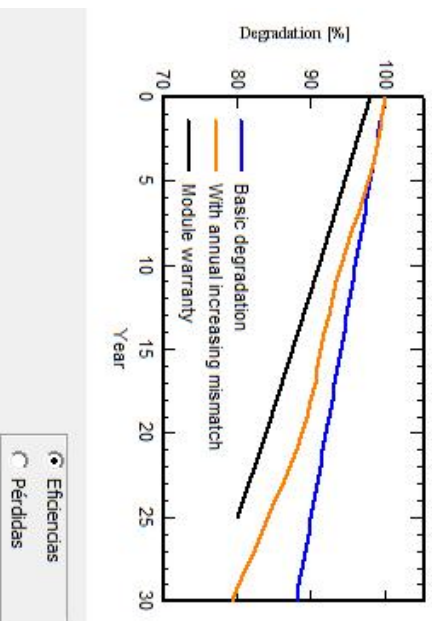
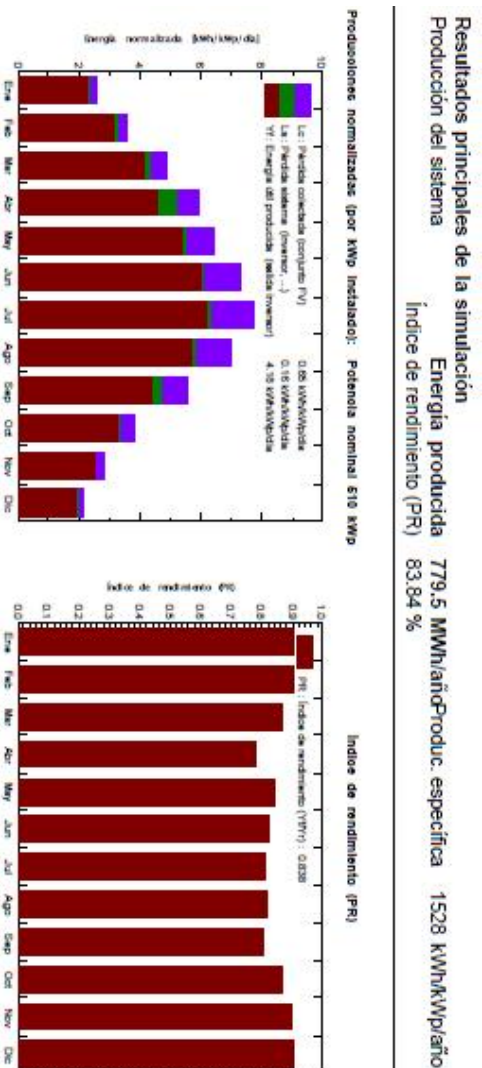


Figura 5-38 Pérdidas envejecimiento PVsyst (no calculado)

## 6. PRODUCCIONES OBTENIDAS

A continuación, se muestran los valores finales de producción obtenidos para la configuración de la planta fotovoltaica descrita.

Planta 1 (Sin pérdidas efecto eléctrico sombreado según strings de -1,1%)



Planta 2 (Sin pérdidas efecto eléctrico sombreado según strings -3,54%)

Resultados principales de la simulación

Producción del sistema

Energía producida

832.3 MWh/año

Índice de rendimiento (PR)

78.76 %

832.3 MWh/año

Producción específica

1511 kWh/kWpl/año

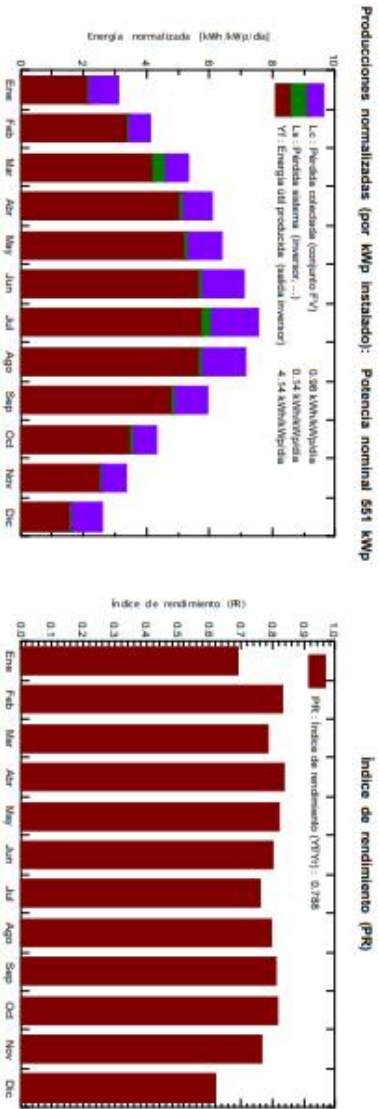
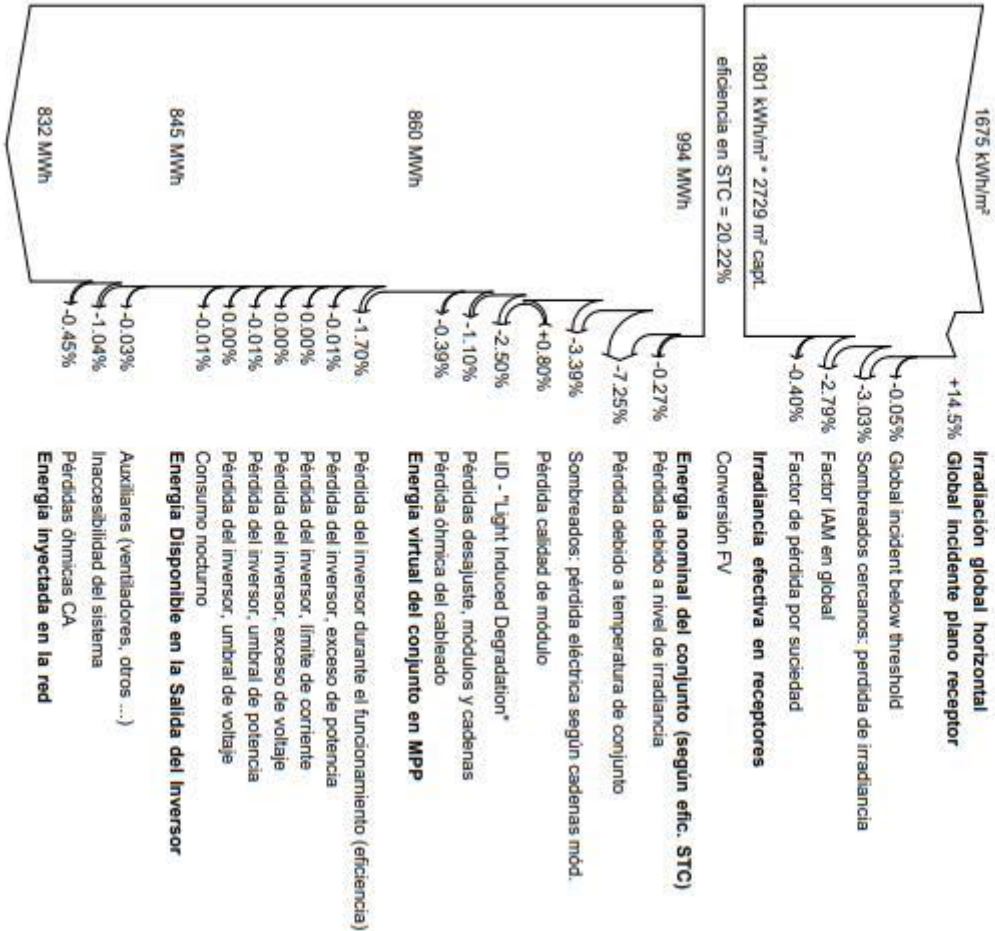


Diagrama de pérdida durante todo el año





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Anejo Nº 05. Cálculos de dimensionamiento

Teniendo en cuenta el efecto de sombreado según strings tendríamos:

- Planta 1 (Filtros de Arena): PR 83,84%. 1528 kWh/kWp
- Planta 2 (Depósito Antiguo): PR 78,76%. 1511 kWh/kWp

## 7. DIMENSIONAMIENTO TRANSFORMADOR

En este proyecto no se va a diseñar un transformador para incluirlo en las instalaciones de la ETAP y conectar las plantas fotovoltaicas, sino que estas se conectarán a transformadores ya existentes en los centros de potencia de la ETAP. No obstante, se dimensionarán los parámetros principales de los transformadores para comprobar si cumplen con las especificaciones.

La Planta 1 se conectará a un transformador existente en el centro de transformación AMPSO 2 y la Planta 2 se conectará a un transformador existente en el centro de transformación AMPSO 1. Por tanto, deben realizarse dos dimensionamientos de transformador.

Para el dimensionamiento del transformador de potencia se tomarán los valores de potencia máxima de los inversores a 25°C, que en conjunto corresponden a 462 kVA. La potencia a 40°C será de 420 kVA pero no generará efectos sobre el dimensionamiento.

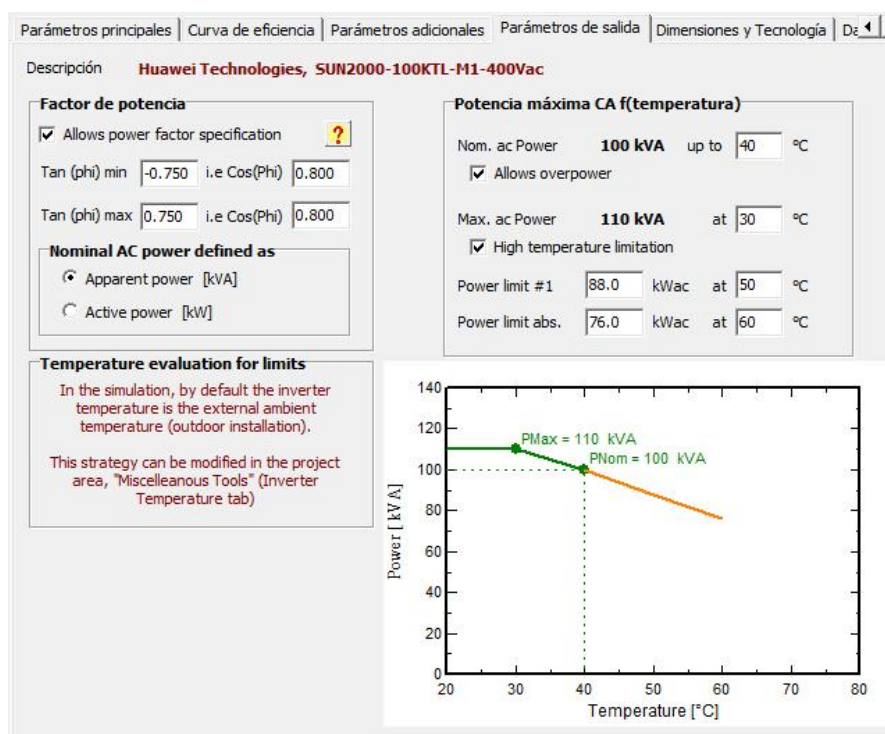


Figura 7-1

Potencia inversores 100 kW



**Parámetros principales** | Curva de eficiencia | Parámetros adicionales | Parámetros de salud | Dimensiones y Tecnología | De... >

---

Descripción      **Huawei Technologies, SUN2000-60KTL-M0\_400VAc**

---

### Factor de potencia

☒ Allows power factor specification ?

Tan (phi) min  i.e Cos(phi)

Tan (phi) max  i.e Cos(phi)

---

**Nominal AC power defined as:**

- ☒ Apparent power [kVA]
- ☐ Active power [kW]

---

### Temperature evaluation for limits

In the simulation, by default the inverter temperature is the external ambient temperature (outdoor installation).

This strategy can be modified in the project area, "Miscellaneous Tools" (Inverter Temperature tab)

---

### Potencia máxima CA f(temperatura)

Norm. ac Power **60.0 kVA** up to  °C

☒ Allows overpower

Max. ac Power **66.0 kVA** at  °C

☒ High temperature limitation

Power limit #1  kWac at  °C

Power limit abs.  kWac at  °C

---

Temperature [°C]	Power [kVA]
-20	66.0
30	66.0
50	60.0
80	60.0

**Figura 7-2**      **Potencia inversores 60 kW**

Se utilizarán parámetros de desclasificación de transformadores como son:

- Corrientes armónicas
- Temperaturas

Los inversores a los que afecta la Planta 1 son:

- Inversor 1: 100 kVA (40°C) 15 series 121,5 kWp
- Inversor 2: 100 kVA (40°C) 15 series 121,5 kWp
- Inversor 3: 100 kVA (40°C) 15 series 121,5 kWp
- Inversor 4: 60 kVA (40°C) 9 series 72,9 kWp
- Inversor 5: 60 kVA (40°C) 9 series 72,9 kWp

Los inversores a los que afectan las Planta 2 son:

- Inversor 1 (P2): 100 kVA (40°C) 15 series 121,5 kWp
- Inversor 2 (P2): 100 kVA (40°C) 15 series 121,5 kWp
- Inversor 3 (P2): 60 kVA (40°C) 8 series 64,8 kWp



- Inversor 4 (P2): 100 kVA (40°C) 15 series 121,5 kWp
- Inversor 5 (P2): 100 kVA (40°C) 15 series 121,5 kWp

### 7.1 Desclasificación del transformador por corrientes armónicas (cargas no lineales)

Los generadores fotovoltaicos disponen de un inversor que transforma corriente continua con corriente alterna. Estos elementos de potencia generan corrientes armónicas que se limitan por normativa, siendo usualmente esta limitación en el caso de inversores fotovoltaicos dada en THD < 3% a potencia nominal.

El factor K se define en la norma UNE 21428-4 según la siguiente expresión:

$$K = \sqrt{1 + \left[ \frac{e}{1+e} \right] \cdot \left[ \frac{In_1}{I} \right]^2 \cdot \sum_{i=2}^{18} \left[ n_i^q \cdot \left( \frac{In_i}{In_1} \right)^2 \right]}$$

Donde:

e = 0,3. Pérdidas de Foucault constante del transformador.

q = 1,5. Coeficiente del transformador función de los arrollamientos y la frecuencia.

n = Número de orden del armónico.

$$I = \sqrt{\sum_{i=1}^{18} [In_i^2]}$$

A continuación, se muestra una tabla de Distorsión Armónica de un inversor fotovoltaico string de 100 kVA (40°C). (Es valida la tabla para inversores de 60 kVA a 40°C de la misma serie)

Frequency				50.00				
THD50 (%)				1,126/1,123/1,110				
Harmonics	Current Magnitude [A]			% of Fundamental			Phase	Harmonic Current Limits [%]
	L1	L2	L3	L1	L2	L3		
1st	126.108	126.300	126.189	99.878	100.030	99.941	Three Phase	
2nd	0.078	0.223	0.157	0.062	0.177	0.124	Three Phase	1
3rd	0.185	0.220	0.121	0.146	0.174	0.096	Three Phase	4
4th	0.091	0.032	0.070	0.072	0.025	0.056	Three Phase	1
5th	0.463	0.519	0.664	0.366	0.411	0.526	Three Phase	4
6th	0.018	0.053	0.049	0.014	0.042	0.039	Three Phase	1
7th	0.789	0.707	0.694	0.625	0.560	0.550	Three Phase	4
8th	0.046	0.096	0.062	0.037	0.076	0.049	Three Phase	1
9th	0.077	0.079	0.076	0.061	0.063	0.061	Three Phase	4
10th	0.173	0.170	0.209	0.137	0.134	0.165	Three Phase	0.5
11th	0.344	0.344	0.405	0.272	0.272	0.321	Three Phase	2
12th	0.050	0.051	0.035	0.040	0.040	0.027	Three Phase	0.5
13th	0.641	0.577	0.526	0.508	0.457	0.417	Three Phase	2
14th	0.168	0.150	0.133	0.133	0.118	0.105	Three Phase	0.5
15th	0.097	0.181	0.097	0.077	0.143	0.077	Three Phase	2
16th	0.177	0.137	0.172	0.140	0.108	0.136	Three Phase	0.5
17th	0.348	0.290	0.311	0.275	0.230	0.247	Three Phase	1.5
18th	0.046	0.077	0.032	0.036	0.061	0.025	Three Phase	0.5
19th	0.216	0.341	0.266	0.171	0.270	0.211	Three Phase	1.5
20th	0.113	0.089	0.151	0.089	0.071	0.120	Three Phase	0.5
21th	0.057	0.104	0.081	0.045	0.082	0.065	Three Phase	1.5
22th	0.158	0.115	0.181	0.125	0.091	0.144	Three Phase	0.5
23th	0.372	0.369	0.247	0.294	0.292	0.195	Three Phase	0.6
24th	0.026	0.052	0.040	0.021	0.041	0.031	Three Phase	0.5
25th	0.127	0.219	0.172	0.101	0.173	0.136	Three Phase	0.6
26th	0.115	0.086	0.103	0.091	0.068	0.081	Three Phase	0.5
27th	0.054	0.093	0.066	0.042	0.074	0.052	Three Phase	0.6
28th	0.084	0.078	0.138	0.067	0.062	0.109	Three Phase	0.5
29th	0.129	0.150	0.151	0.102	0.119	0.120	Three Phase	0.6
30th	0.017	0.031	0.030	0.013	0.025	0.024	Three Phase	0.5
31th	0.142	0.167	0.101	0.112	0.132	0.080	Three Phase	0.6
32th	0.122	0.088	0.107	0.097	0.070	0.085	Three Phase	0.5
33th	0.030	0.066	0.055	0.024	0.052	0.044	Three Phase	0.6
34th	0.032	0.022	0.040	0.026	0.018	0.031	Three Phase	--
35th	0.110	0.082	0.096	0.087	0.065	0.076	Three Phase	--
36th	0.032	0.040	0.022	0.025	0.031	0.018	Three Phase	--
37th	0.102	0.134	0.076	0.081	0.106	0.061	Three Phase	--
38th	0.060	0.049	0.046	0.047	0.038	0.037	Three Phase	--
39th	0.035	0.050	0.041	0.028	0.040	0.033	Three Phase	--
40th	0.033	0.022	0.049	0.026	0.018	0.039	Three Phase	--
41th	0.027	0.047	0.041	0.021	0.037	0.033	Three Phase	--
42th	0.017	0.028	0.021	0.014	0.022	0.017	Three Phase	--

Figura 7-3

Distorsión Armónica en corriente producida por los inversores Armónicos 2-42

43th	0.103	0.093	0.054	0.081	0.074	0.042	Three Phase	--
44th	0.039	0.029	0.036	0.031	0.023	0.029	Three Phase	--
45th	0.016	0.057	0.041	0.013	0.045	0.032	Three Phase	--
46th	0.031	0.026	0.038	0.025	0.021	0.030	Three Phase	--
47th	0.037	0.018	0.039	0.029	0.014	0.031	Three Phase	--
48th	0.015	0.023	0.019	0.012	0.019	0.015	Three Phase	--
49th	0.072	0.075	0.056	0.057	0.060	0.045	Three Phase	--
50th	0.038	0.021	0.025	0.030	0.017	0.020	Three Phase	--

Figura 7-4

Distorsión Armónica en corriente producida por los inversores Armónicos 43-50

Si se toman los armónicos impares hasta un número total de 18 armónicos tenemos los siguientes resultados para el 50% de carga. El 50% de carga provoca unas series de armónicos más críticas que al 100%, por tanto, se tomarán estos datos para el dimensionamiento del trafo por armónicos.

i	ni	H(%)	Ini (A)
1	1		126,3
2	3	0,177%	0,223551
3	5	0,174%	0,219762
4	7	0,025%	0,031575
5	9	0,411%	0,519093
6	11	0,042%	0,053046
7	13	0,560%	0,70728
8	15	0,076%	0,095988
9	17	0,063%	0,079569
10	19	0,134%	0,169242
11	21	0,272%	0,343536
12	23	0,040%	0,05052
13	25	0,457%	0,577191
14	27	0,118%	0,149034
15	29	0,143%	0,180609
16	31	0,108%	0,136404
17	33	0,230%	0,29049
18	35	0,061%	0,077043

El valor de K= 1,00.

## 7.2 Desclasificación del transformador por temperatura

En este punto se calcula la desclasificación del transformador suponiendo la placa de características realizada a 20°C con temperaturas de 40°C.

Se dispone de la siguiente tabla de fabricante, donde se muestra los siguientes parámetros:

K1: Régimen de potencia con respecto a la potencia nominal

K2: Factor de desclasificación de transformadores

T: Tiempo que permanece en la carga establecida en K1 a 40°C ambiente

	Factor K1					
Tiempo (h)	0,25	0,5	0,7	0,8	0,9	1
0,5	1,9	1,77	1,58	1,18	-	-
1	1,64	1,54	1,37	1,04	-	-
2	1,37	1,3	1,18	0,95	-	-
4	1,15	1,1	1,03	0,88	-	-
6	1,04	1,01	0,96	0,86	-	-
8	0,98	0,96	0,92	0,84	-	-
12	0,92	0,91	0,88	0,83	-	-
24	0,82	0,82	0,82	0,82	-	-

Tabla 7-5 Factor desclasificación por tiempo a carga a temperatura ambiente de 40°C

Se debe comentar que la base de datos extraída no muestra temperaturas superiores a 40°C en ningún momento, siendo en cualquier caso una base de datos de valores promedio.

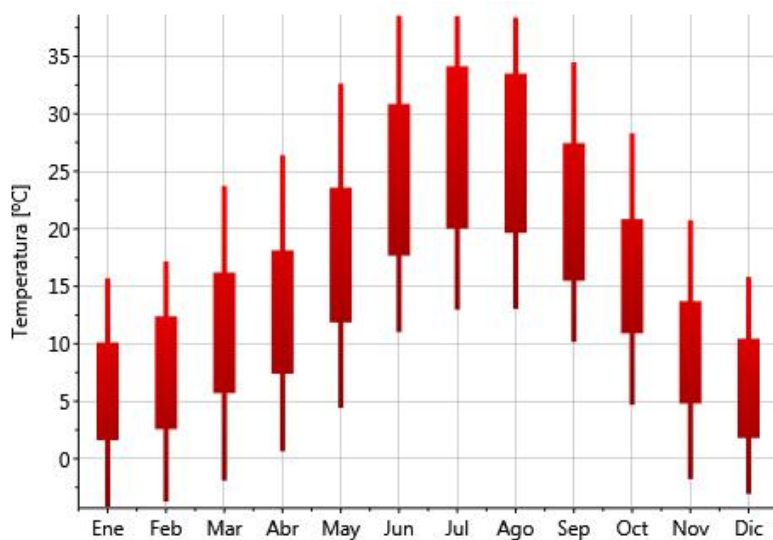


Figura 7-6 Temperatura ambiente

En este sentido se han extraído datos de los años 2000 a 2019 en datos históricos de la red Clima de la estación meteorológica ubicada en Ciudad Universitaria (la más cercana a Majadahonda) que indican que la temperatura máxima ha superado los 40°C algunas veces durante las últimas dos décadas.



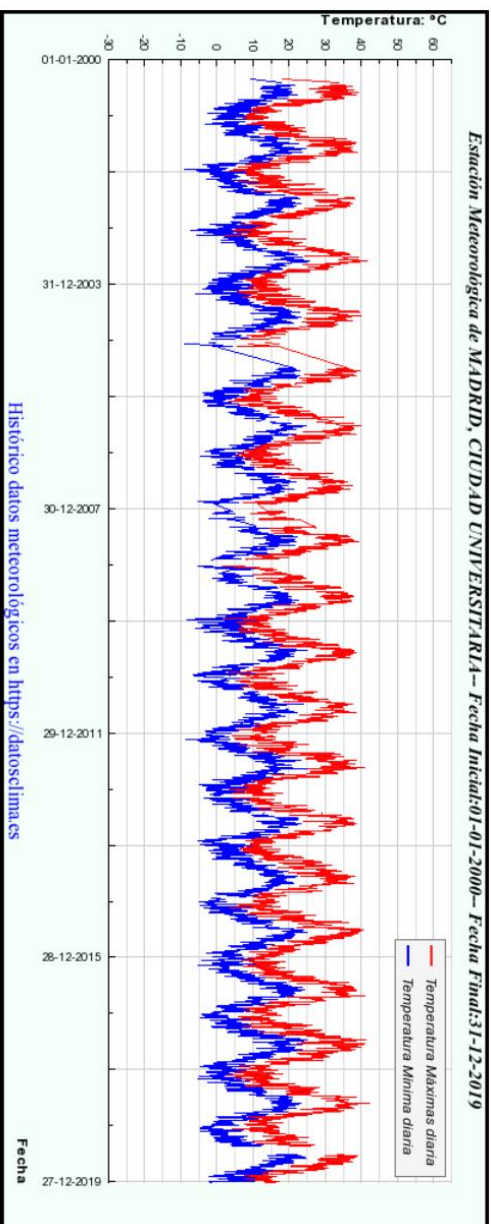


Figura 7-7      Temperaturas máximas y mínimas desde 1992 hasta 2019

Este dato no se considerará relevante, viendo las escasas veces que se da esta circunstancia y valorando el hecho de que las temperaturas en Ciudad Universitaria son mayores que en Majadahonda.

### 7.3 Dimensión final del transformador

#### 7.3.1 Transformador Planta 1: C.T. AMPSO 2

La potencia máxima a evacuar es de 462 kVA. En los unifilares de la ETAP consta que la Planta 1 se va a conectar a un grupo con dos trafos de 1.250 kVA cada uno, por lo que están bien dimensionados.

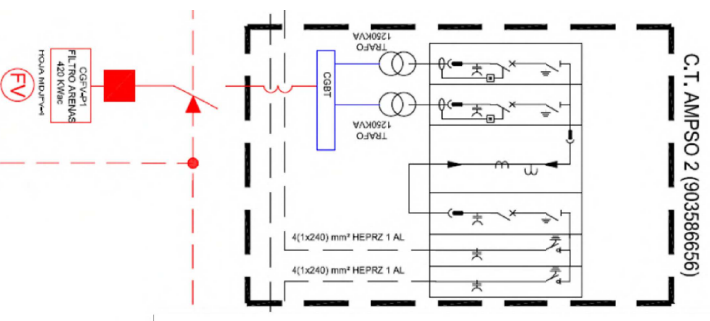


Figura 7-8      Diagrama unifilar C.T. AMPSO 2

### 7.3.2 Transformador Planta 2: C.T. AMPSO 1

La potencia máxima a evacuar es de 440 kVA. En los unifilares de la ETAP consta que la Planta 2 se van a conectar a un grupo con dos trafos de 1.000 kVA cada uno, por lo que están bien dimensionados.

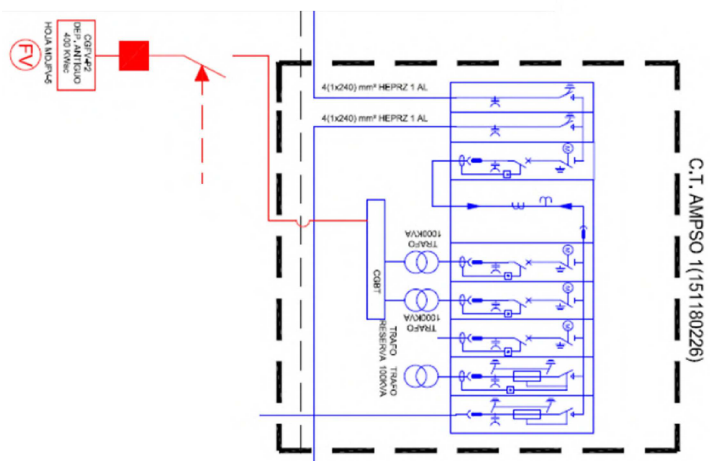


Figura 7-9 Diagrama unifilar C.T. AMPSO 1





**UNIÓN EUROPEA**  
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

## ANEJO Nº 06.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Anejo Nº 06. Cálculos hidráulicos

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
-----------------	---



**PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA**  
**Anejo Nº 06. Cálculos hidráulicos**

**1. INTRODUCCIÓN**

La planta fotovoltaica que se proyecta se va a ejecutar en las cubiertas de los Filtros de Arena y el Depósito Antiguo de la ETAP de Majadahonda. No obstante, estas plantas no tendrán afectación ninguna en el agua almacenada en los depósitos. Tampoco hay ningún curso de agua que afecte a las plantas fotovoltaicas, por estos motivos no se considera necesario realizar un estudio hidráulico específico para este proyecto.



**UNIÓN EUROPEA**  
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

## ANEJO Nº 07.- CÁLCULOS ESTRUCTURALES





## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>SITUACIÓN</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA</b>	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b>BASES DE CÁLCULO</b>	<b>8</b>
4.1	Acciones permanentes sobre cubierta G	10
4.1.1	Estructura de soporte (G1)	10
4.1.2	Paneles fotovoltaicos (G2)	11
4.1.3	Contrapesos (G3)	11
4.2	Acciones variables sobre cubierta Q	11
4.2.1	Sobrecarga de uso ( $Q_u$ )	11
4.2.2	Viento ( $Q_v$ )	12
4.2.3	Nieve ( $Q_n$ )	17
4.3	Afección de las nuevas acciones sobre la cubierta existente	20
4.3.1	Estructura soporte	20
4.3.2	Paneles fotovoltaicos	20
4.3.3	Contrapesos	20
4.3.4	Presión del viento	20
4.3.5	Nieve	20
4.3.6	Sobrecarga de uso remanente	20
<b>5.</b>	<b>CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE FOTOVOLTAICA</b>	<b>22</b>
5.1	Disposición de los módulos	23
5.2	Cálculo estructura 1V	24
5.2.1	Cálculo de los perfiles portantes	24
5.2.2	Acciones variables sobre la estructura de soporte	24
5.2.3	Cálculo de flechas	32
5.2.4	Cálculo de los soportes	33
5.3	Cálculo estructura 4H	36
5.4	Cálculo de los contrapesos	36

## 1. INTRODUCCIÓN

Se proyecta una planta fotovoltaica destinada al autoconsumo en la Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) de Majadahonda. Dentro de dicha estación habrá dos ubicaciones fotovoltaicas: la Planta 1, que se pretende ubicar en la cubierta de los Filtros de Arena y la Planta 2, que se ubicará en la cubierta del Depósito Antiguo. Ambas cubiertas presentan diferentes características estructurales.

Será necesario realizar cálculos estructurales para cada una de las plantas por separado. Primero, se determinará la carga que pueden soportar las cubiertas realizando las asunciones pertinentes. Después, se calculará el peso que generan los módulos, la estructura portante y las fijaciones a las cubiertas.

Por otro lado, se establecerán las condiciones de carga, teniendo en cuenta sobrecargas debidas a trabajos de mantenimiento y sobrecargas a causa de acciones climáticas, como el viento o la nieve. La estimación de cargas se realizará por viento y por nieve según norma CTE Documento Básico SE-AE.

## 2. SITUACIÓN

La Estación de Tratamiento de Agua Potable de Majadahonda pertenece al término municipal de Majadahonda. Las coordenadas de la ETAP son las siguientes:

- UTM: 426261 E, 4479020 N
- Altitud: 745 m



**Figura 2-1**

**Vista de la ETAP de Majadahonda**

### 3. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

La Planta 1 tendrá una configuración coplanar a la cubierta de los Filtros de Arena. Esta cubierta se va a remodelar expresamente para alojar la planta fotovoltaica. La cubierta tendrá una inclinación de 15º y, por tanto, los módulos tendrán también esa inclinación.

Los módulos de la Planta 1 se fijarán mediante correas que a su vez estarán fijadas a la estructura de la cubierta de los Filtros de Arena. En esta planta solamente será necesario dimensionar las correas, ya que la cubierta y su estructura se van a remodelar para dar cabida a la planta fotovoltaica, por lo tanto, la estructura deberá diseñarse para soportar las cargas de la planta fotovoltaica.



**Figura 3-1** Plano de la cubierta de los Filtros de Arena con implantación fotovoltaica

En la Planta 2 los módulos fotovoltaicos se ubicarán sobre una estructura soporte con una inclinación de 25º. Debido a que la cubierta no puede perforarse la estructura soporte se sujetará sobre esta mediante unos contrapesos calculando el sobrepeso que se transmite a la cubierta.





**Figura 3-2 Plano de la cubierta del Depósito Antiguo con implantación fotovoltaica**

Los módulos se encuentran colocados horizontalmente en la estructura tal como se ha comentado anteriormente. Las características principales de cada módulo fotovoltaico son:

- Dimensiones: 2008 mm x 1002 x 40 mm.
- Peso: 22,5 kg

En el caso de la Planta 2 la estructura soporte sobre la que se coloca el módulo se eleva 20 cm sobre la superficie de la cubierta de tal manera que el punto más bajo del módulo inferior se encuentra como mínimo a 20 cm del suelo.

La separación entre hileras es de 3,80 m.

#### 4. BASES DE CÁLCULO

En este punto se calculan las acciones que deben ser consideradas para dimensionar el sobrepeso que se le va a aplicar a la cubierta con el fin de asegurar su integridad estructural.

En este punto se deben revisar las memorias de cálculo existentes:

- Como se ha comentado anteriormente, la cubierta de los Filtros de Arena se va a remodelar específicamente para albergar la planta fotovoltaica. Por tanto, no existe memoria de esta estructura, y la cubierta soportará las cargas relacionadas con la planta fotovoltaica. Por ello, no existirá limitación de peso en la Planta 1.
- En el caso del Depósito Antiguo, los documentos Nº1 Memoria y Anejos y Nº2 Justificantes de la Liquidación Provisional del Proyecto del Depósito de Agua de Majadahonda, contienen planos del depósito con información de materiales y medidas. La cubierta está formada por bóvedas de hormigón como se muestra en la siguiente imagen.

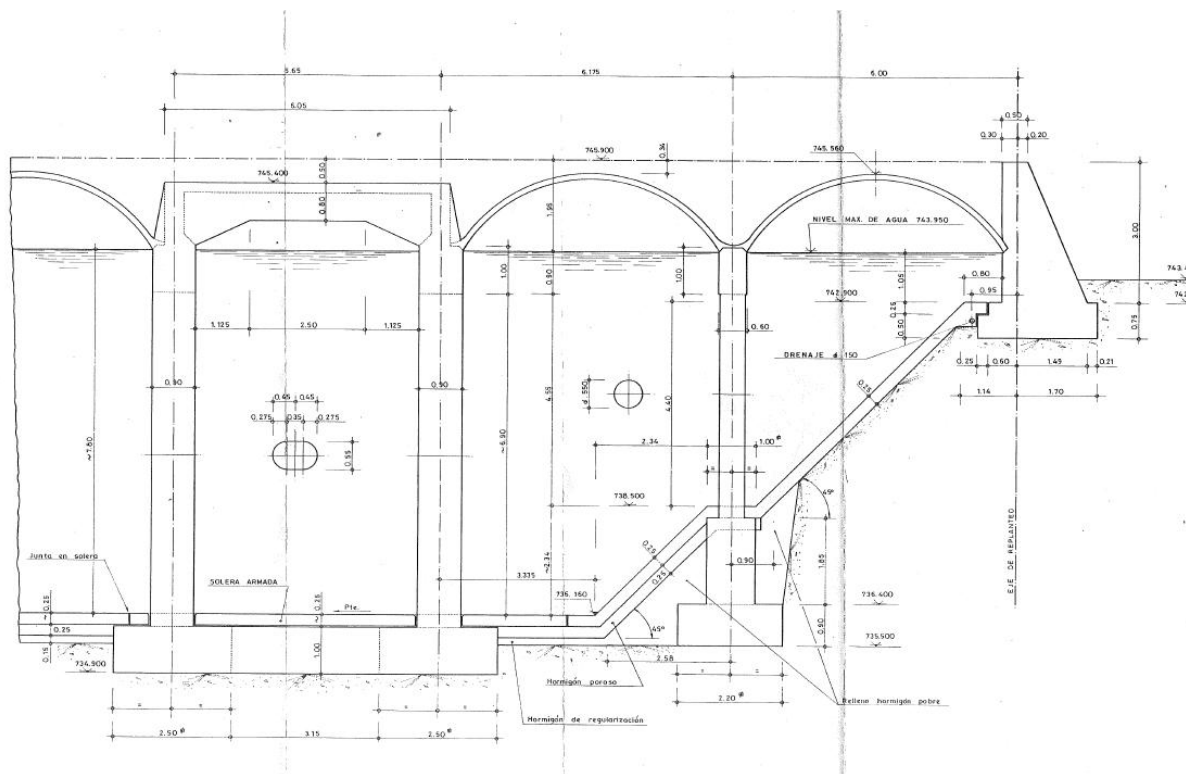


Figura 4-1 Detalle de las bóvedas de la cubierta del Depósito Antiguo

Como se puede observar en la Figura 4-2, encima de las bóvedas de la cubierta hay depositada una capa de tierra, verificada durante las visitas a la planta.





Además, la memoria da la siguiente información sobre la sobrecarga que puede asumir la bóveda:

mas con la horizontal. Se han estimado a continuación los valores de las cargas verticales debidas a peso propio, relleno de tierras de 0,34 m. de espesor en clave, y a una - posible sobrecarga superficial de 200 Kg/ m<sup>2</sup>.

Según dicha memoria, además de la carga que supone la capa de tierra, se permite una sobrecarga adicional de 200 kg/m<sup>2</sup>.

Esta capa de tierra tiene un espesor mínimo de 34 cm, que coincide con la cima de las bóvedas. En el proyecto consta como capa de tierra, pero en la superficie se ha desarrollado tierra vegetal, como se puede apreciar por la vegetación. Por lo tanto, se asumirá que 10 centímetros de esta capa son de tierra vegetal, lo cual es importante, ya que debe desbrozarse y eliminarse dicha capa para nivelar el terreno y evitar contracciones por la vegetación. **Por tanto, se determina que se debe retirar la capa de arena y tierra vegetal hasta una profundidad de 10 cm.**

La sobrecarga de la planta fotovoltaica sobre la cubierta del depósito se calcula como: la carga que se va a eliminar debido al desbroce y retirada de tierra, más la sobrecarga adicional del depósito. Se tomará una densidad de la tierra de 1.800 kg/m<sup>3</sup>, acorde a los cálculos del proyecto del depósito, y una retirada de 10 cm de tierra. En el caso de que se supere la carga será posible que el espesor de tierra retirada aumente ligeramente.

$$Carga_{cubierta} = e_T \cdot \rho_T + Carga_{Adicional} = 0,1 \cdot 18,00 + 2,00 = 3,80 \text{ kN/m}^2$$

Por lo tanto, en una primera aproximación, se obtiene que la cubierta que mayores limitaciones tendrá respecto a la carga que se le va a imponer será la cubierta del Depósito Antiguo, ya que la cubierta de los Filtros de Arena se diseñará para soportar la carga fotovoltaica que corresponda.

$$Q_{TOT FA} = SIN LIMITACIÓN$$

$$Q_{TOT DA} < 3,80 \text{ kN/m}^2$$

#### 4.1 Acciones permanentes sobre cubierta G

##### 4.1.1 Estructura de soporte (G1)

Deben distinguirse dos casos, la Planta 1, en la que la estructura se limitará a correas de aluminio fijadas a la estructura de la cubierta y la Planta 2, en la que estas correas de aluminio se sustentan sobre una estructura que permite al módulo alcanzar la inclinación de 25°.

En el caso de la Planta 1, la estructura que soporta los módulos fotovoltaicos está formada por correas de aluminio, dos por cada fila de módulos, y tiene un peso de 1,27 kg/m, y a cada módulo le corresponden dos tramos de perfil de 2,017 metros, con lo que se obtiene un peso específico de 2,55 kg/m<sup>2</sup>.

$$G1_{P1} = \frac{2,017 \cdot 2 \cdot 1,27}{2,015 \cdot 0,996} = 2,55 \text{ kg/m}^2 = 0,025 \text{ kN/m}^2$$

En el caso de la Planta 2, cada 4 metros de planta, correspondientes a 2 paneles, se utilizan 10,21 metros de perfil (cálculo en apartado 5), donde se tienen en cuenta las correas y los apoyos de éstos. Se obtiene un peso específico de 5,56 kg/m<sup>2</sup>.

$$G1_{P2} = \frac{10,21 \cdot 1,27}{2 \cdot 2,015 \cdot 0,996} = 3,23 \text{ kg/m}^2 = 0,0317 \text{ kN/m}^2$$

#### 4.1.2 Paneles fotovoltaicos (G2)

Los módulos tienen unas dimensiones de 2015 x 996 mm. El peso del panel es de 22,7 kg.

$$G2 = 0,11 \text{ kN/m}^2$$

#### 4.1.3 Contrapesos (G3)

En la Planta 2, la estructura quedará fijada a la cubierta mediante el uso de contrapesos. Estos han de colocarse sobre los apoyos de la estructura que soporta los módulos. Dichos contrapesos se han calculado en el apartado 5.3 de forma que fijen la estructura frente a la carga del viento. La carga obtenida es de:

$$G3 = 0,66 \text{ kN/m}^2$$

### 4.2 Acciones variables sobre cubierta Q

#### 4.2.1 Sobrecarga de uso (Q<sub>u</sub>)

De nuevo se debe distinguir entre la cubierta de los Filtros de Arena y la del Depósito Antiguo.

La cubierta de los Filtros de Arena, en la que se proyecta una de las plantas fotovoltaicas, corresponde, según la CTE -SE- AE, a la categoría de uso G (cubiertas accesibles únicamente para conservación), y en concreto a la categoría G1 (cubiertas ligeras sobre correas) que exige una carga uniforme de 0,4 kN/m<sup>2</sup> y de carga concentrada o puntual de 1 kN.

Es importante aclarar que la sobrecarga de uso no se aplicará en los puntos en los que hay estructuras fotovoltaicas, ya que los operarios de mantenimiento no se subirán a los módulos o la estructura, y no será viable colocar maquinaria en zonas donde ya haya módulos colocados. Por tanto, la sobrecarga de uso será solo aplicable a las zonas en las que no haya módulos.

$$Q_{u P1} = 0,4 \text{ kN/m}^2$$

La cubierta del Depósito Antiguo corresponde, según la CTE -SE- AE, a la categoría de uso G (cubiertas accesibles únicamente para conservación), y en concreto, a la categoría G1 (cubiertas con inclinación inferior a 20º) que exige una carga uniforme de 1 kN/m<sup>2</sup> y de carga concentrada o puntual de 2 kN.

Es importante aclarar que la sobrecarga de uso no se aplicará en los puntos en los que hay estructuras fotovoltaicas, ya que los operarios de mantenimiento no se subirán a los módulos o la estructura, y no



será viable colocar maquinaria en zonas donde ya haya módulos colocados. Por tanto, la sobrecarga de uso será solo aplicable a las zonas en las que no haya módulos.

$$Q_{u\,p2} = 1\,kN/m^2$$

4.2.2 Viento ( $Q_v$ )

El cálculo de la carga de viento se realiza mediante la siguiente fórmula, donde se expresa la presión estática  $q_e$ :

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Presión dinámica del viento ( $q_b$ )

La presión dinámica del viento se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$q_b = 0,5 \cdot \delta \cdot v_b^2$$

Donde  $\delta$  es la densidad del aire y el valor básico de la velocidad del viento, que se toma de la figura D.1, siendo la zona asignada a Majadahonda, la zona A.

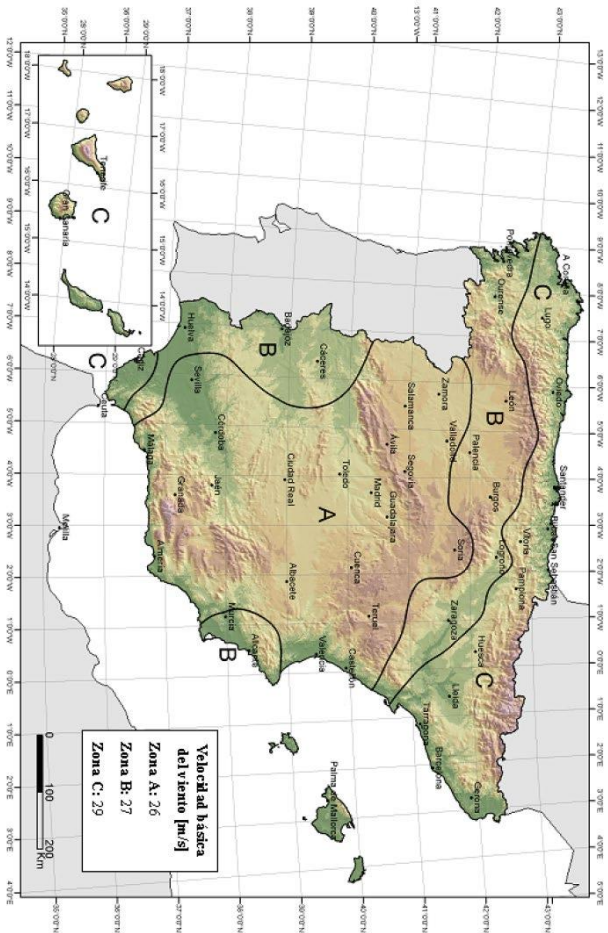


Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento,  $v_b$

$$q_b = 0,42\,kN/m^2\,(\text{Zona A})$$

Coefficiente de exposición

Se selecciona de la tabla 3.4 el valor del coeficiente de exposición  $c_e$ .

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición  $c_s$

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)										
	3	6	9	12	15	18	24	30			
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7			
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5			
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1			
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6			
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0			

El grado de aspereza del entorno de este proyecto se considera de grado IV (zona urbana en general, industrial o forestal), ya que la ETAP se encuentra ubicada en una zona industrial con varias viviendas y construcciones pertenecientes al polígono cerca.



Figura 4-4 Edificaciones colindantes a la ETAP de Majadahonda

La cubierta de Filtros de Arena tiene una altura variable que va desde los 3,5 metros hasta los 8 metros. Por otra parte, la cubierta del Depósito Antiguo se encuentra a una altura de 2 metros sobre el suelo. Por esto, se decide disponer de dos casos para el coeficiente de exposición:



- $C_e=1,34$  para aspereza del entorno IV y altura 2 metros para el Depósito Antiguo.
- $C_e=1,63$  para aspereza del entorno IV y altura 8 metros para los Filtros de Arena.

### Coeficiente eólico de planta fotovoltaica

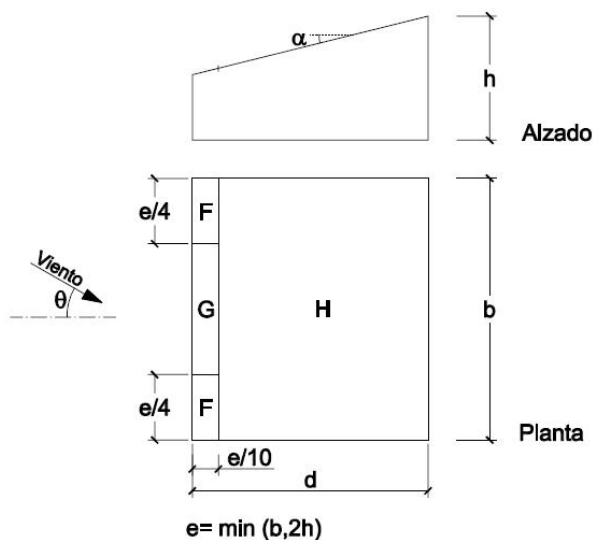
Una vez más se distinguirán dos casos, la Planta 1 y la Planta 2.

- Planta 1: Cubierta de Filtros de Arena

Esta cubierta es básicamente un tejado a un agua con una inclinación de  $15^\circ$ . Como la planta fotovoltaica que se va a integrar en ella será coplanar, seguirá teniendo la configuración de tejado a un agua con inclinación de  $15^\circ$ .

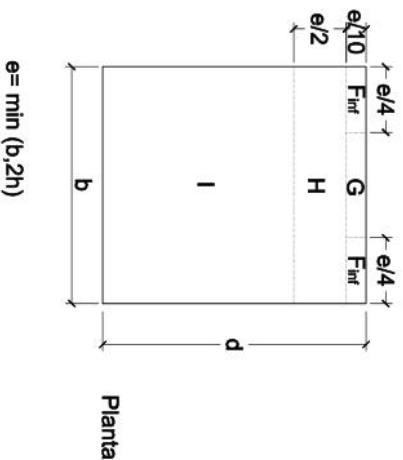
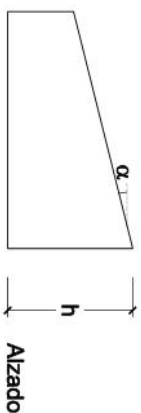
Los valores CTE a aplicar para la instalación fotovoltaica como elemento local serán los siguientes, teniendo en cuenta que se trata de elemento D.3 Cubierta a un agua con ángulo de  $15^\circ$ . Se selecciona valor  $15^\circ$  de inclinación de cubierta y se dispone con área de más de  $10 \text{ m}^2$ .

Dependiendo de la superficie del elemento a estudiar estos coeficientes deberán adaptarse según se indica en la propia norma.



$C_p$	Zona		
Angulo Viento	F	G	H
$-45^\circ/+45^\circ$	-0,9	-0,8	-0,3
	0,2	0,2	0,2
$135^\circ/225^\circ$	-2,5	-1,3	-0,9





C <sub>p</sub>	Zona				
Angulo Viento	Finf	Fsup	G	H	I
45º/135º	-1,6	-2,4	-1,9	-0,8	-0,7

Se realiza cálculo para la totalidad de la cubierta. La sección total tiene 193 m de largo, 22,4 m de ancho y 8 m de altura, por lo tanto, e= 16 y b = 193.

De esta forma se obtiene que para presión, el mayor coeficiente se produce con el viento soplando de dirección sur, y tiene un valor de:

$$ce_{VPF} = 0,35$$

Y que para la succión, el mayor coeficiente se obtiene para el viento lateral (este u oeste), y tiene un valor de:

$$ce_{VPS} = -0,71$$

Que determinan unos valores de cálculo de la acción del viento de:

$$q_{VPF} = q_b \cdot Ce \cdot ce_{VPF} = 0,42 \times 1,63 \times 0,35 = 0,24 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{VSF} = q_b \cdot Ce \cdot ce_{VSF} = 0,42 \times 1,63 \times -0,71 = -0,49 \text{ kN/m}^2$$

- Planta 2: Depósito Antiguo

a) Cálculo de un módulo

Los valores CTE a aplicar para la instalación fotovoltaica como elemento local será la siguiente, teniendo en cuenta que se trata de elemento D.3 Cubierta a un agua con ángulo de 25°.

Esta situación se producirá siempre y cuando se disponga de los consiguientes cierres traseros y laterales, o bien una fila determinada se encuentre al abrigo del viento de las filas anteriores, tal y como se verá en el siguiente punto.

Se distinguen 3 casos de acción del viento:

VIENTO SUR	VIENTO NORTE	VIENTO ESTE O VIENTO OESTE
Ce = 2,00	Ce = 1,42	Ce = 1,42

Para obtener el valor de los coeficientes de presión y de succión de cálculo globales se utilizará la media ponderada de los valores recogidos en el CTE, con la geometría correspondiente a la agrupación más corta dispuesta, compuesta por 3 paneles.

De esta forma se obtiene que para presión, el mayor coeficiente se produce con el viento soplando de dirección sur, y tiene un valor de:

$$ce_{VPF} = 0,36$$

Y que para la succión, el mayor coeficiente se obtiene para el viento lateral (este u oeste), y tiene un valor de:

$$ce_{VPS} = -0,98$$

Que determinan unos valores de cálculo de la acción del viento de:

$$q_{VPF} = q_b \cdot Ce \cdot ce_{VPF} = 0,42 \times 1,34 \times 0,36 = 0,20 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{VSF} = q_b \cdot Ce \cdot ce_{VSF} = 0,42 \times 1,34 \times -0,98 = -0,55 \text{ kN/m}^2$$

b) Cálculo de todo el conjunto.

En este apartado se va a analizar la necesidad de cierre trasero de los módulos, con objeto de minimizar su ejecución a las zonas estrictamente necesarias.

Desde este punto de vista, los arrays de paneles fotovoltaicos serían equiparables a marquesinas a un agua, con sus correspondientes coeficientes de succión.

De esta forma, el Eurocódigo 1, parte 1-4 Acciones generales, determina esos valores para el conjunto de la estructura, en concreto en la tabla 7.6, y para 25º de ocupación toma el valor de -1,40, lógicamente mayor que el obtenido para el caso de cubierta a 1 agua.

Ahora bien, teniendo en cuenta la protección de una fila sobre la siguiente, se toma como referencia el 70% del valor correspondiente a la marquesina libre, obteniendo un valor de:

$$ce_{VPS} = -0,98$$

Prácticamente igual al obtenido en el apartado anterior.

Por lo tanto se emplearán los valores obtenidos de acción del viento, y se tomarán las medidas de cierre perimetrales necesarias en las filas más al norte de la planta, así como en los laterales de las filas sucesivas no protegidas por la anterior a partir de un ángulo de 45º desde su arista superior.

Este cierre se plantea mediante murete de bloque de hormigón de 20 cm de 1 m de altura en la parte trasera, hasta la cara inferior del panel, y en el lateral de los arrays formando el “cuchillo” que la propia inclinación del panel determina.

#### 4.2.3 Nieve ( $Q_n$ )

El cálculo de la carga de nieve se realiza mediante la siguiente fórmula, donde se expresa la presión estática  $q_n$ :

$$q_n = \mu \cdot S_k$$

$\mu$  es el coeficiente de forma de la cubierta y es igual a 1 para cubiertas de ángulo menor a 30º.

El valor característico de la carga de nieve  $S_k$  sobre un terreno horizontal se selecciona de la tabla 3.8 siendo en este caso la capital de provincia Madrid con altitud 660 m sobre el nivel del mar y carga de nieve de 0,6 kN/m².

Tabla 3.8 Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas					
Capital	Altitud m	S <sub>k</sub> kN/m <sup>2</sup>	Capital	Altitud m	S <sub>k</sub> kN/m <sup>2</sup>
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6
Alicante / Alacant	0	0,2	Huelva	0	0,2
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7
Avila	1.130	1,0	Jaén	570	0,4
Badajoz	180	0,2	León	820	1,2
Barcelona	0	0,4	Lérida / Lleida	150	0,5
Bilbao / Bilbo	0	0,3	Logroño	380	0,6
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,7
Caceres	440	0,4	Madrid	660	0,6
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,2
Castellón	640	0,2	Murcia	40	0,2
Ciudad Real	100	0,6	Orense / Ourense	130	0,4
Córdoba	100	0,2	Oviedo	230	0,5
Coruña / A Coruña	0	0,3	Palencia	740	0,4
Cuenca	1.010	1,0	Palma de Maiorca	0	0,2
Gerona / Girona	70	0,4	Palmas, Las	0	0,2
Granada	690	0,5	Pamplona/Iruña	450	0,7
			Pontevedra	0	0,3
			Salamanca	780	0,5
			Sant Sebasti-	0	0,3
			tián/Dorostia	0	0,3
			Santander	1.000	0,7
			Segovia	10	0,2
			Sevilla	1.090	0,9
			Soria	0	0,4
			Tarragona	0	0,2
			Tenerife	950	0,9
			Teruel	550	0,5
			Toledo	0	0,2
			Valencia/València	690	0,4
			Valladolid	520	0,7
			Vitoria / Gasteiz	650	0,4
			Zamora	210	0,5
			Zaragoza	0	0,2
			Ceuta y Melilla		

Al ser un lugar expuesto, el resultado se incrementará en un 20%, con lo que se obtiene un S<sub>k</sub> total de 0,72 kN/m².

En el Anejo E de la CTE se proporcionan tablas para realizar un cálculo más preciso a partir de la ubicación y la altitud. La altitud de la ETAP de Majadahonda es de 745 metros y se ubica en el plano de zonas climáticas en la zona 4.

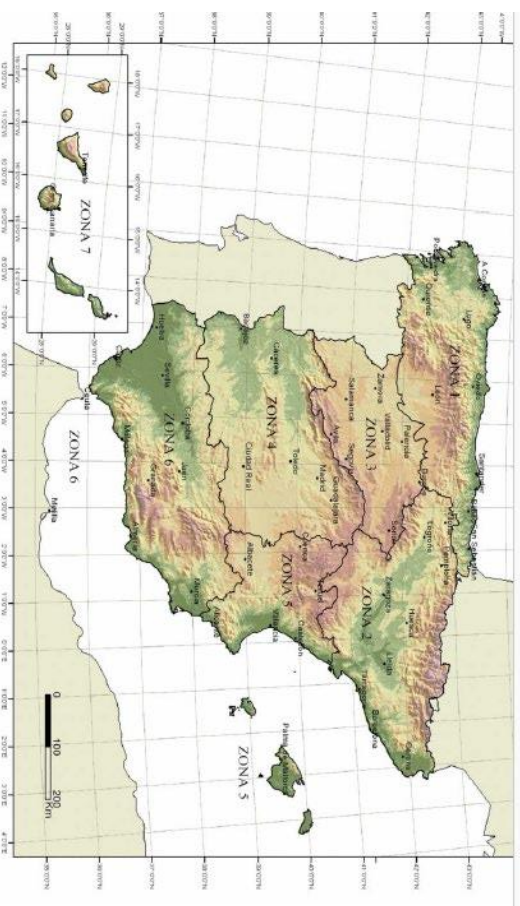


Figura E.2 Zonas climáticas de invierno

Según la tabla E.2 la altura de 745 metros indicaría un valor característico un poco superior.

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m²)

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

El valor de CTE, en el caso que nos atañe: zona 4 y altitud 745 m, es de 0,7 kN/m². Como este valor es menor que el proporcionado tras mayorar un 20% el valor de la tabla 3.8, se tomará este último para el cálculo de la estructura.

$$Q_n = 1 \cdot 0,72 = 0,72 \text{ kN/m}^2$$

### 4.3 Afección de las nuevas acciones sobre la cubierta existente

En este apartado se va a analizar la afección que las nuevas cargas tienen sobre la cubierta existente.

Como se ha indicado con anterioridad, la cubierta del depósito está diseñada para un relleno mínimo de tierra sobre clave de bóveda de 34 cm, y para una sobrecarga de uso de 2,00 kN/m<sup>2</sup>.

#### 4.3.1 Estructura soporte

En este caso, la estructura soporte sólo afecta al área ocupada, por lo que para ver su repercusión sobre la superficie total de la cubierta tendremos que aplicar el coeficiente 2/3,8, de forma que:

$$G1' = 0,03 \text{ kN/m}^2$$

#### 4.3.2 Paneles fotovoltaicos

En este caso procedemos de igual forma que en el anterior, obteniendo que:

$$G2' = 0,06 \text{ kN/m}^2$$

#### 4.3.3 Contrapesos

En este caso procedemos de igual forma que en el anterior, obteniendo que:

$$G3' = 0,35 \text{ kN/m}^2$$

#### 4.3.4 Presión del viento

En este caso procedemos de igual forma que en el anterior, teniendo en cuenta la componente vertical de la presión del viento, resultando:

$$Qv' = 0,10 \text{ kN/m}^2$$

#### 4.3.5 Nieve

Esta coincide con la vista en apartados anteriores, de forma que:

$$Qn' = 0,72 \text{ kN/m}^2$$

#### 4.3.6 Sobrecarga de uso remanente

Para evaluar la afección total sumamos todas las cargas anteriores, obteniendo el valor de:

$$(0,03 + 0,06 + 0,35 + 0,10 + 0,72) = 1,3 \text{ kN/m}^2$$

Como vemos, este valor es algo inferior al inicialmente propuesto de eliminación de 10 cm de tierra sobre la cubierta, pudiendo alcanzarse con tan solo la eliminación de unos 8 cm, dejando intacto el total de la sobrecarga de uso de 2,00 kN/m<sup>2</sup> para la que se diseñó originalmente.





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Anejo Nº 07. Cálculos estructurales

En todo caso, dada la naturaleza de la actuación, será necesario extremar la vigilancia del comportamiento estructural de la estructura portante a medida que se avance con la ejecución de la obra.

## 5. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE FOTOVOLTAICA

Es preciso aclarar que en esta sección se calculará la estructura de soporte fotovoltaica a título informativo, ya que los fabricantes de estructuras deberán acreditar los cálculos de sus estructuras verificando que soporten las cargas.

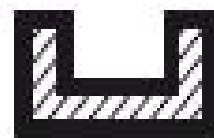
En esta sección se hará un cálculo de las cargas a las que se somete la estructura que soporta los módulos fotovoltaicos con el fin de dimensionar los perfiles que se van a utilizar y establecer las distancias entre apoyos.

Se va a realizar el cálculo para dos tipos de perfiles distintos, ambos con sección en U, fabricados en distintos materiales: uno en aluminio y otro en acero galvanizado.

Los perfiles de aluminio que se han considerado para realizar el cálculo de la estructura tienen las siguientes características:

Propiedades		Perfiles de Cálculo Aluminio		
		40x40 e2	40x40 e4	50x30 e3
Sección	mm	40x40	40x40	50x30
Espesor	mm	2	4	3
Peso	kg/m	0,658	1,27	1,224
Longitud	m	6,05	6,05	6,05
MIx	cm4	3,928	7,246	11,322
MIy	cm4	6,559	11,503	18,72
Wx	cm3	1,517	2,882	3,518
Wy	cm3	3,279	5,751	7,488
Tensión admisible	Mpa	160	160	160
Momento flector admisible	Nm	242,72	461,12	562,88

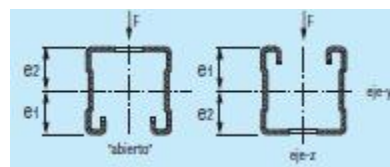
Límite Elástico (MPa)		
T40	65	65
T50	110	130
T60	160	170



Estas características corresponden al producto de un fabricante concreto. Se podrán utilizar productos de otros suministradores siempre que sus características sean similares a las que se describen en el cuadro anterior.

Los perfiles de acero galvanizado que se han considerado para realizar el cálculo de la estructura tienen las siguientes características:

Propiedades		Perfiles de Cálculo Acero Galvanizado		
		MQ 41 F	MQ 41 HDG plus	MQ 52 F
Sección	mm	41x41	41x41	52x41
Espesor	mm	2	2	2,5
Peso	kg/m	2,13	2,13	3,01
Longitud	m	6	6	6
MIx	cm4	5,37	5,37	11,41
MIy	cm4	7,33	7,33	10,79
Wx	cm3	2,54	2,54	4,28
Wy	cm3	3,55	3,55	5,23
Tensión admisible	Mpa	152,6	175,3	152,6
Momento flector admisible	Nm	338,1	445,9	652,7



Estas características corresponden a la gama de carriles de instalación MQ del suministrador Hilti. Se podrán utilizar productos de otros suministradores siempre que sus características sean similares a las que se describen en el cuadro anterior.

### 5.1 Disposición de los módulos

Las disposiciones que se han propuesto como alternativas para el diseño de la planta son: 4H para la cubierta de los Filtros de arena y 1V para la cubierta del Depósito Antiguo.

En la disposición 4H cada columna de módulos está fijada por dos perfiles portantes, tal como aparece en la siguiente imagen. Nótese que la estructura carecería de los perfiles horizontales y de los apoyos verticales que aparecen en la imagen, ya que los perfiles portantes irán directamente sujetos a la cubierta.

#### Configuración 4H



Figura 5-1

Ejemplo estructura soporte para configuración módulos 4H

#### Configuración 1V

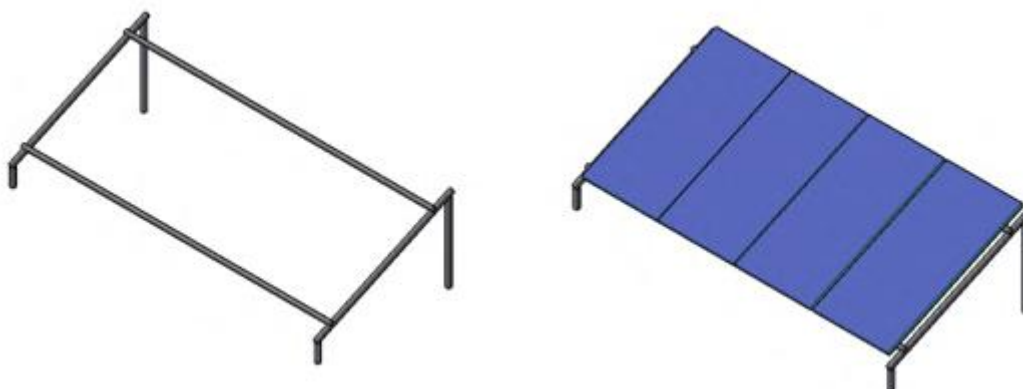


Figura 5-2

Ejemplo estructura soporte para configuración módulos 1V

## 5.2 Cálculo estructura 1V

### 5.2.1 Cálculo de los perfiles portantes

Los dos perfiles portantes que hay en la disposición 1V reciben el peso y las cargas por viento y nieve de los módulos que sostienen. Este cálculo es fundamental para determinar cuál es la distancia máxima a la que se pueden ubicar dos soportes consecutivos sin afectar a la estabilidad de la estructura.

#### 5.2.1.1 Acciones permanentes sobre la estructura de soporte

##### **Módulos fotovoltaicos (L1)**

Los módulos tienen unas dimensiones de 2015 x 996 mm. El peso del panel es de 22,7 kg. En este caso se evalúa la disposición 1V, por lo que el peso de cada módulo se divide entre los cuatro apoyos que se sustentan en los dos perfiles portantes y estos son sostenidos mediante anclajes como el que muestra la siguiente imagen.

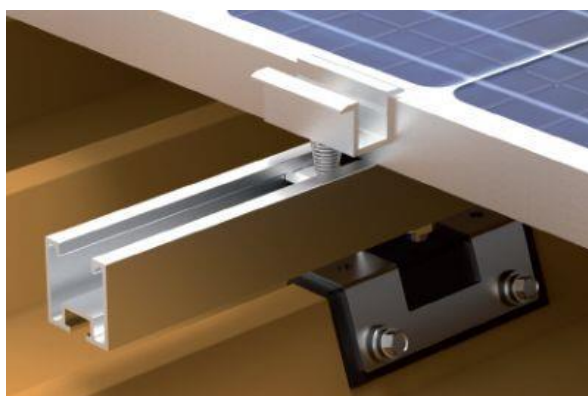


Figura 5-3 Anclajes módulos

Por tanto, cada perfil soporta las cargas puntuales de dos de los cuatro anclajes de cada módulo. La carga por anclaje es de:

$$L1 = 22,7 \cdot \frac{1}{4} = 0,0557 \text{ kN}$$

Cada perfil portante soportará n cargas L1, siendo n el número de módulos que hay en una fila.

##### **Peso propio de la estructura (L2)**

La estructura que soporta los módulos fotovoltaicos está formada por correas de aluminio o acero galvanizado, y su peso lineal depende de la sección, espesor y material que se escoja.

### 5.2.2 Acciones variables sobre la estructura de soporte

Las acciones variables que puede sufrir la estructura son la carga por viento y por nieve, que se han calculado anteriormente.

**Viento ( $Q_v$ )**

Las cargas que se calcularon para viento son las siguientes:

$$q_{VSF} = -0,55 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{VPF} = 0,20 \text{ kN/m}^2$$

Estas cargas deben ser multiplicadas por el área del módulo para obtener la carga total por módulo, que después será transmitida a los cuatro anclajes comentados anteriormente:

$$q_{VSF} = -0,55 \cdot (2,015 \cdot 0,996) \cdot \frac{1}{4} = -0,276 \text{ kN}$$

$$q_{VPF} = 0,20 \cdot (2,015 \cdot 0,996) \cdot \frac{1}{4} = 0,100 \text{ kN}$$

Igual que ocurre con L1, el perfil portante soportará  $n$  cargas  $Q_v$ , siendo  $n$  el número de módulos que hay en una fila.

**Nieve ( $Q_n$ )**

La carga que se calculó para nieve es la siguiente:

$$q_n = 1 \cdot 0,72 = 0,72 \text{ kN/m}^2$$

Igual que la carga por viento, esta carga debe ser multiplicada por el área del módulo para obtener la carga total por módulo, que después será transmitida a los cuatro anclajes comentados anteriormente:

$$q_n = 0,72 \cdot (2,015 \cdot 0,996) \cdot \frac{1}{4} = 0,36 \text{ kN}$$

Igual que ocurre con L1, el perfil portante soportará  $n$  cargas  $Q_n$ , siendo  $n$  el número de módulos que hay en una fila.

**5.2.2.1 Definición hipótesis acciones sobre la estructura de soporte****Cálculo para perfil de aluminio**

Se comenzará el cálculo con el perfil 40x40 e2 de aluminio. Además, se supondrá una longitud inicial de separación entre soportes con el fin de observar si el perfil portante aguanta las cargas establecidas para dicha separación. Se comenzará con una separación de 4 metros, que equivale a 4 módulos en disposición 1V.

Las hipótesis de carga que se realizan en el proyecto para el cálculo de la estabilidad de la cubierta son las siguientes:

Hipótesis 1:  $P(L1+L2) + Q(Qvp)$

Hipótesis 2:  $P(L1+L2) + Q(Qn)$

Hipótesis 3:  $P(L1+L2) + Q(Qn+Qvp)$

- Hipótesis 1

Esta hipótesis contempla la acción de cargas permanentes junto a la acción de presión del viento. Se establece el cálculo en comprobación del fallo de la estructura de soporte.

Acción permanente: existen cinco acciones permanentes debidas al peso del módulo, las dos de los extremos con valor:

$$P_{ext} = 1,10 \cdot (0,056) = 0,061 \text{ kN}$$

y las tres centrales con valor:

$$P_c = 1,10 \cdot (0,056 \cdot 2) = 0,124 \text{ kN}$$

ya que corresponden a apoyos dobles que cargan dos módulos simultáneamente.

Además, existe una carga distribuida correspondiente al peso del propio perfil 40x40 e2;

$$P_{d-Al} = 1,10 \cdot (0,0065) = 0,0071 \text{ kN/m}$$

Acción variable: existen cinco acciones permanentes debidas la carga del viento, las dos de los extremos con valor:

$$Q_{ext} = 1,5 \cdot (0,100) = 0,15 \text{ kN}$$

y las tres centrales con valor:

$$Q_c = 1,50 \cdot (0,100 \cdot 2) = 0,30 \text{ kN}$$

ya que corresponden a apoyos dobles que cargan dos módulos simultáneamente.

La combinación total de las cargas viene determinada por el siguiente diagrama:

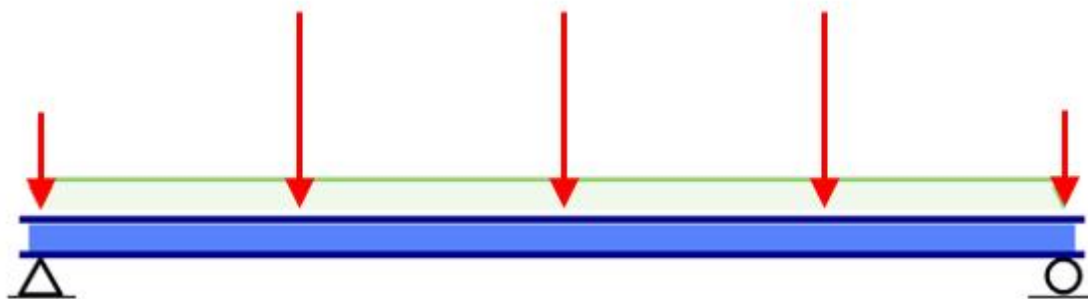


Figura 5-4 Diagrama distribución cargas

El momento flector máximo resulta:

$$M_{f \max} = 1,17 \text{ kNm}$$



El momento flector admisible por el perfil figura en las tablas de propiedades de los perfiles y en este caso es de 242,7 Nm. Esto indica que el perfil está bastante subdimensionado. Se rehará el cálculo para una distancia entre apoyos de 2 metros y perfil 40x40 e4 que tiene 4 milímetros de espesor.

Las cargas aplicadas tendrían el mismo valor a excepción del peso propio del perfil, cuyo valor sería:

$$P_{d-Al} = 1,10 \cdot (0,0125) = 0,0137 \text{ kN/m}$$

En este caso el esquema equivalente sería el mostrado en la siguiente imagen:

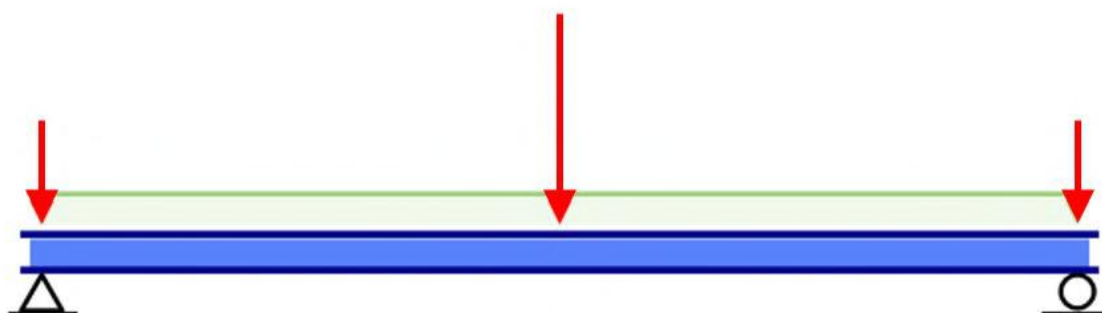


Figura 5-5

Diagrama distribución cargas

El momento flector máximo resulta:

$$M_{f \max} = 0,296 \text{ kNm}$$

El momento flector admisible por el perfil figura en las tablas de propiedades de los perfiles y en este caso es de 461,1 Nm, por lo que sería apto para soportar las cargas establecidas en esta hipótesis.

#### - Hipótesis 2

Esta hipótesis contempla la acción de cargas permanentes junto a la acción de carga de la nieve. Se establece el cálculo en comprobación del fallo de la estructura de soporte.

Los diagramas de cargas son idénticos a los mostrados en la hipótesis 1, por lo que no se mostrarán. Además, se realizarán los cálculos para 2 metros de distancia entre soportes y perfil 40x40 e4.

Acción permanente: existen tres acciones permanentes debidas al peso del módulo, las dos de los extremos con valor:

$$P_{ext} = 1,10 \cdot (0,056) = 0,061 \text{ kN}$$

y la central con valor:

$$P_c = 1,10 \cdot (0,056 \cdot 2) = 0,124 \text{ kN}$$

ya que corresponde a apoyos dobles, que cargan dos módulos simultáneamente.

Además, existe una carga distribuida correspondiente al peso del propio perfil 40x40 e4;

$$P_{d-AI} = 1,10 \cdot (0,0125) = 0,0137 \text{ kN/m}$$

Acción variable: existen tres acciones permanentes debidas la carga la nieve, las dos de los extremos con valor:

$$Q_{ext} = 1,5 \cdot (0,36) = 0,54 \text{ kN}$$

y la central con valor:

$$Q_c = 1,50 \cdot (0,36 \cdot 2) = 1,08 \text{ kN}$$

ya que corresponde a un apoyo doble, que cargan dos módulos simultáneamente.

El momento flector máximo resulta:

$$M_{f \text{ max}} = 0,632 \text{ kNm}$$

El momento flector admisible por el perfil figura en las tablas de propiedades de los perfiles y en este caso es de 461,1 Nm. Esto indica que el perfil está subdimensionado. Se rehará el cálculo para una distancia entre apoyos de 1,5 metros.

Las cargas aplicadas tendrían el mismo valor, sin embargo, el esquema de cargas cambia:

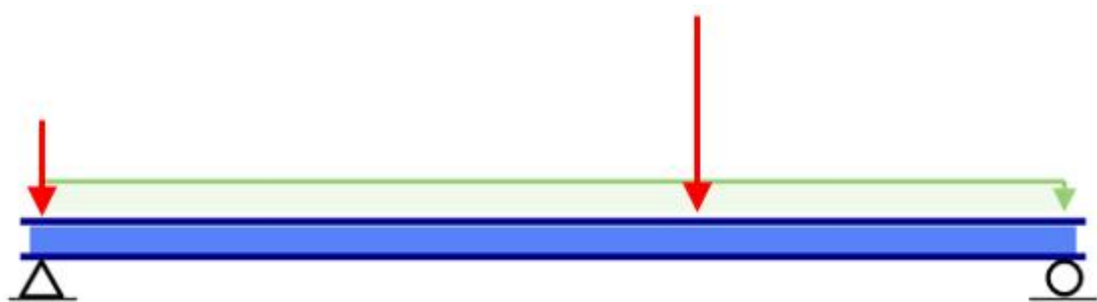


Figura 5-6

Diagrama distribución de cargas

El momento flector máximo resulta:

$$M_{f \text{ max}} = 0,421 \text{ kNm}$$

El momento flector admisible por el perfil figura en las tablas de propiedades de los perfiles y en este caso es de 461,1 Nm, por lo que sería apto para soportar las cargas establecidas en esta hipótesis.

- Hipótesis 3

Esta hipótesis contempla la acción de cargas permanentes junto a la acción simultánea de las cargas variables de viento y nieve:

$$Q_{N+V} = 1,5 \cdot (0,5 \cdot 0,37 + 0,5 \cdot 0,145) = 0,386 \text{ kN}$$

Dado que la carga combinada de viento y nieve es menor que la carga sólo creada por nieve, 0,555 kN, no es necesario realizar el cálculo, ya que el perfil 40x40 e4 con una distancia entre soportes de 1,5 metros ya cumple para nieve.

**Cálculo para perfil de acero galvanizado**

Se comenzará el cálculo con el perfil MQ41F. Además, se supondrá una longitud inicial de separación entre soportes con el fin de observar si el perfil portante aguanta las cargas establecidas para dicha separación. Se comenzará con una separación de 4 metros, que equivale a 4 módulos en disposición 1V.

Las hipótesis de carga que se realizan en el proyecto para el cálculo de la estabilidad de la cubierta son las siguientes:

Hipótesis 1:  $P(L1+L2) + Q(Q_{vp})$

Hipótesis 2:  $P(L1+L2) + Q(Q_n)$

Hipótesis 3:  $P(L1+L2) + Q(Q_n+Q_{vp})$

- Hipótesis 1

Esta hipótesis contempla la acción de cargas permanentes junto a la acción de presión del viento. Se establece el cálculo en comprobación del fallo de la estructura de soporte.

Acción permanente: existen cinco acciones permanentes debidas al peso del módulo, las dos de los extremos con valor:

$$P_{ext} = 1,10 \cdot (0,056) = 0,061 \text{ kN}$$

y las tres centrales con valor:

$$P_c = 1,10 \cdot (0,056 \cdot 2) = 0,124 \text{ kN}$$

ya que corresponden a apoyos dobles que cargan dos módulos simultáneamente.

Además, existe una carga distribuida correspondiente al peso del propio perfil MQ41F;

$$P_{d-AG} = 1,10 \cdot (0,02) = 0,023 \text{ kN/m}$$

Acción variable: existen cinco acciones permanentes debidas la carga del viento, las dos de los extremos con valor

$$Q_{ext} = 1,50 \cdot (0,083) = 0,1245 \text{ kN}$$

y las tres centrales con valor:

$$Q_c = 1,50 \cdot (0,083 \cdot 2) = 0,249 \text{ kN}$$

ya que corresponden a apoyos dobles, que cargan dos módulos simultáneamente.

La combinación total de las cargas viene determinada por el siguiente diagrama:

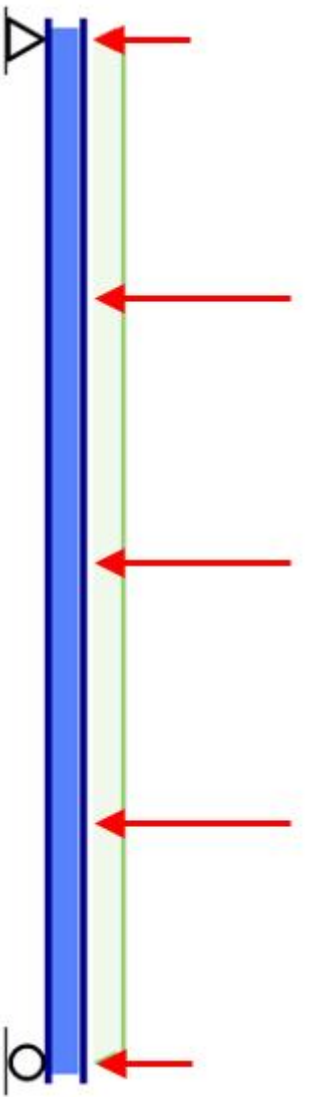


Ilustración 5-7

Diagrama distribución de cargas

El momento flector máximo resulta:

$$M_{f \max} = 1,2 \text{ kNm}$$

El momento flector admisible por el perfil figura en las tablas de propiedades de los perfiles y en este caso es de 338,1 Nm. Esto indica que el perfil está bastante subdimensionado. Se rehará el cálculo para una distancia entre apoyos de 2 metros con el mismo perfil.

En este caso el esquema equivalente sería el mostrado en siguiente imagen:

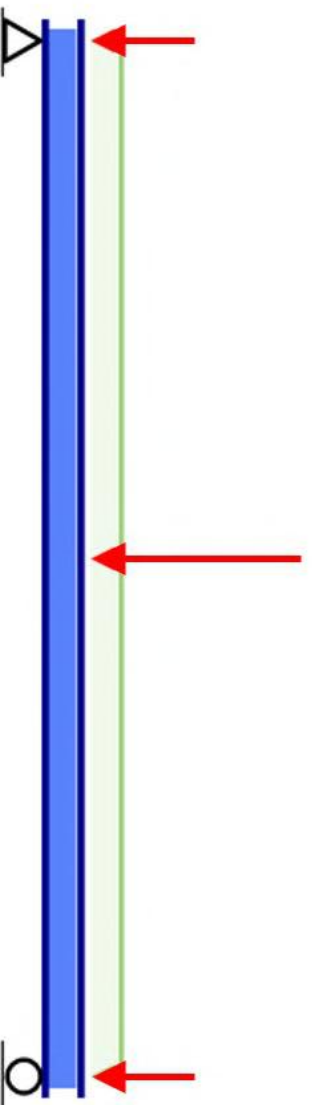


Figura 5-8

Diagrama distribución de cargas

El momento flector máximo resulta:

$$M_{f \max} = 0,3 \text{ kNm}$$

El momento flector admisible por el perfil figura en las tablas de propiedades de los perfiles y en este caso es de 338,1 Nm, por lo que sería apto para soportar las cargas establecidas en esta hipótesis.

- Hipótesis 2

Esta hipótesis contempla la acción de cargas permanentes junto a la acción de carga de la nieve. Se establece el cálculo en comprobación del fallo de la estructura de soporte.

Los diagramas de cargas son idénticos a los mostrados en la hipótesis 1, por lo que no se mostrarán. Además, se realizarán los cálculos para 2 metros de distancia entre soportes y dado que el momento resultante del cálculo por nieve fue de 632 Nm, se utilizará el perfil MQ52F, que es el único que supera dicho valor.

Acción permanente: existen tres acciones permanentes debidas al peso del módulo, las dos de los extremos con valor:

$$P_{ext} = 1,10 \cdot (0,056) = 0,061 \text{ kN}$$

y la central con valor:

$$P_c = 1,10 \cdot (0,056 \cdot 2) = 0,124 \text{ kN}$$

ya que corresponde a apoyos dobles, que cargan dos módulos simultáneamente.

Además, existe una carga distribuida correspondiente al peso del propio perfil MQ52F;

$$P_{d-AG} = 1,10 \cdot (0,0295) = 0,0325 \text{ kN/m}^2$$

Acción variable: existen tres acciones permanentes debidas la carga la nieve, las dos de los extremos con valor:

$$Q_{ext} = 1,5 \cdot (0,36) = 0,54 \text{ kN}$$

y la central con valor:

$$Q_c = 1,50 \cdot (0,36 \cdot 2) = 1,08 \text{ kN}$$

ya que corresponde a un apoyo doble, que cargan dos módulos simultáneamente.

El momento flector máximo resulta:

$$M_{f \max} = 0,642 \text{ kNm}$$

El momento flector admisible por el perfil figura en las tablas de propiedades de los perfiles y en este caso es de 652 Nm, por lo que sería apto para soportar las cargas establecidas en esta hipótesis.

- Hipótesis 3

Esta hipótesis contempla la acción de cargas permanentes junto a la acción simultánea de las cargas variables de viento y nieve:

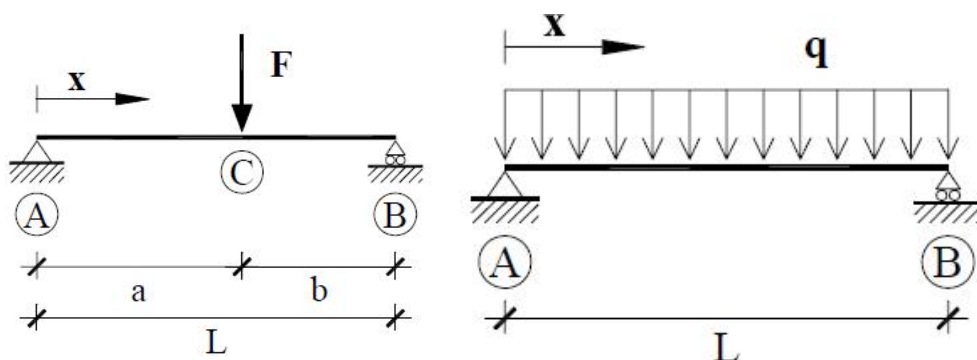
$$Q_{N+V} = 1,5 \cdot (0,5 \cdot 0,37 + 0,5 \cdot 0,145) = 0,386 \text{ kN}$$

Dado que la carga combinada de viento y nieve es menor que la carga sólo creada por nieve, 0,555 kN, no es necesario realizar el cálculo, ya que el perfil MQ52F con una distancia entre soportes de 2 metros ya cumple para nieve.

### 5.2.3 Cálculo de flechas

Una vez realizado el cálculo se ha comprobado que tanto el perfil de aluminio como el de acero galvanizado pueden soportar las cargas establecidas. Es necesario calcular también la flecha que resulta para ambos casos.

En el caso del perfil de aluminio 40x40 e4, la ecuación que determina la flecha correspondiente a la combinación de estos dos diagramas es:



$$\delta = \frac{P_c \cdot b}{9 \cdot E \cdot I \cdot L} (L^2 - b^2)^{3/2} + \frac{Q \cdot a}{24 \cdot E \cdot I} (a^3 - 2La^2 + L^3) = 0,65 \text{ mm}$$

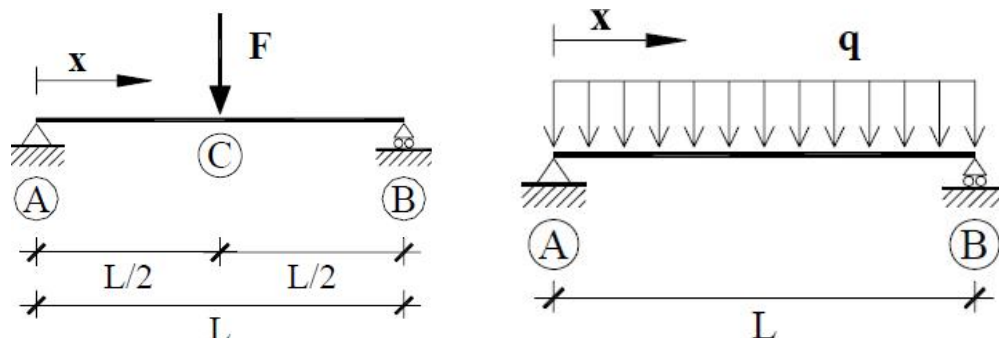
Siendo E el módulo de Young del aluminio ( $7 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$ ) e I el momento de inercia del perfil, en este caso  $2,882 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$ . La flecha máxima admisible es:

$$\frac{L}{350} = 4,28 \text{ mm} > 0,65 \text{ mm}$$

Por lo que el perfil portante 40x40 e4 para una luz de 1,5 metros está correctamente dimensionado.

En el caso del perfil de aluminio MQ52F, la ecuación que determina la flecha correspondiente a la combinación de estos dos diagramas es:





$$\delta = \frac{P_c \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I} + \frac{5 \cdot Q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = 0,235 \text{ mm}$$

Siendo E el módulo de Young del aluminio ( $21 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$ ) e I el momento de inercia del perfil, en este caso  $4,28 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ . La flecha máxima se ubica en el punto medio del perfil, y tiene valor 0,235 milímetros. La flecha máxima admisible es:

$$\frac{L}{350} = 5,7 \text{ mm} > 0,235 \text{ mm}$$

Por lo que el perfil portante MQ52F está correctamente dimensionado para una luz de 2 metros.

#### 5.2.4 Cálculo de los soportes

Los soportes de la estructura están compuestos de tres perfiles colocados tal y como muestra el siguiente detalle.

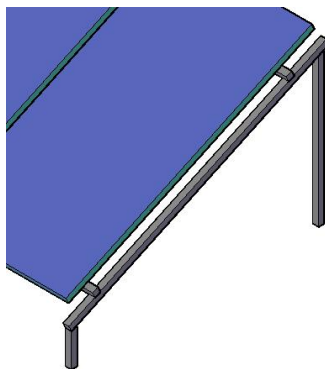


Figura 5-9 Detalle estructura soporte

Los dos perfiles verticales se fijarán al contrapeso que se calculó anteriormente mediante un empotramiento de tal manera que puedan transmitir los momentos generados por las cargas que soportan.

El primer elemento que se calculará es el perfil inclinado que soporta los dos perfiles portantes. Se evaluará el perfil para las cargas correspondientes a la hipótesis de carga máxima, que es la hipótesis de cargas permanentes junto con nieve.

Las cargas que recibe el perfil son las reacciones (R) de los perfiles portantes y su propio peso. A continuación, se calculan ambas:

$$R = \frac{Q_{PP}}{2} = \frac{2 \cdot (1,1 \cdot 0,055 + 1,5 \cdot 0,37) + (1,1 \cdot 0,13 + 1,5 \cdot 0,74) + (0,0325 \cdot 2)}{2} = 1,2852 \text{ kN}$$

$$P_{d-AG} = 1,10 \cdot (0,0295) = 0,0325 \text{ kN/m}$$

Dichas cargas se aplican según el diagrama que se muestra a continuación:



Figura 5-10

Diagrama de cargas aplicadas

El momento flector máximo resulta:

$$M_{f \max} = 0,422 \text{ kNm}$$

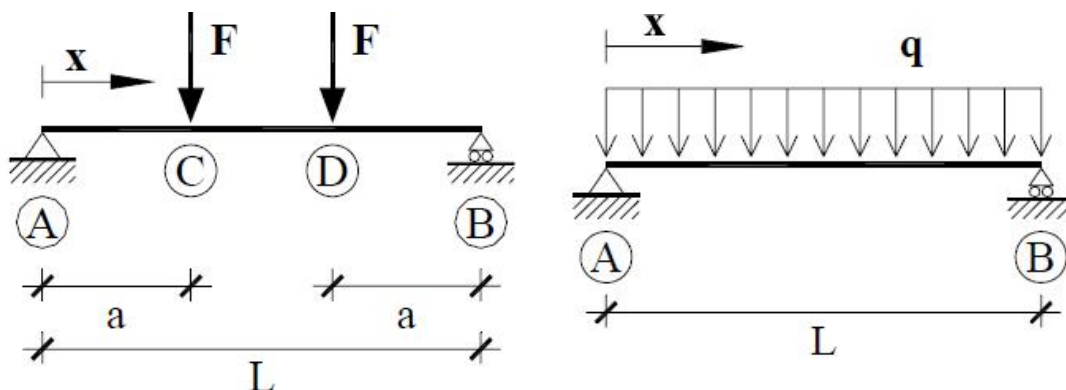
El momento flector admisible por el perfil figura en las tablas de propiedades de los perfiles y en este caso es de 652,7 Nm, por lo que sería apto para soportar las cargas establecidas en esta hipótesis.

En este perfil también existen esfuerzos axiales, siendo su máximo 0,558 kN. Por tanto, es necesario calcular la tensión del perfil para compararla con la admisible.

$$\sigma = \frac{M_{f \max}}{I} + \frac{N}{S} = \frac{422}{4,28 \cdot 10^{-6}} + \frac{558}{3,8 \cdot 10^{-4}} = 100 \text{ MPa}$$

Siendo S la sección del perfil en mm<sup>2</sup>.

La tensión admisible del perfil son 152,6 MPa, con lo cual está correctamente dimensionado. Por último, se calculará la flecha máxima del perfil, para comprobar que cumple con las normas de deformaciones.



$$\delta = \frac{R \cdot a}{24 \cdot E \cdot I} (3 \cdot L^2 - 4 \cdot a^2) + \frac{5 \cdot Q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = 0,24 \text{ mm}$$

Siendo E el módulo de Young del aluminio ( $21 \cdot 10^{10} \text{ kN/m}^2$ ) e I el momento de inercia del perfil, en este caso  $4,28 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$ . La flecha máxima se ubica en el punto medio del perfil, y tiene un valor de 0,235 milímetros. La flecha máxima admisible es:

$$\frac{L}{350} = 5,9 \text{ mm} > 0,24 \text{ mm}$$

Por lo que el perfil portante MQ52F está correctamente dimensionado para una luz de 2 metros.

Finalmente se calcularán los apoyos. Estos elementos soportan el esfuerzo axial correspondiente a la reacción vertical del perfil inclinado. Esta reacción equivale a:

$$R = \frac{Q_{PI}}{2} = \frac{2 \cdot 1,286 + (0,0325 \cdot 2,05)}{2} = 1,32 \text{ kN}$$

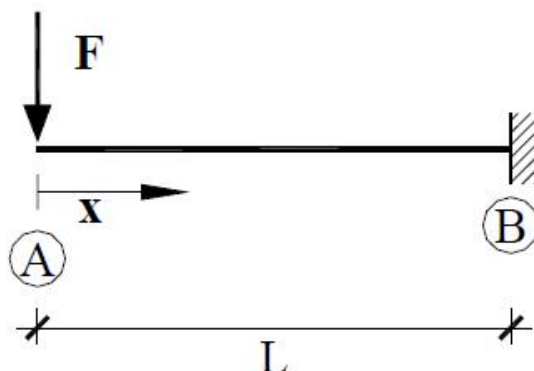
En este caso se calcula la tensión equivalente al esfuerzo axial:

$$\sigma = \frac{N}{S} = \frac{1320}{3,8 \cdot 10^{-4}} = 3,5 \text{ MPa}$$

La tensión admisible del perfil son 152,6 MPa, con lo cual está correctamente dimensionado. También sería necesario determinar la estabilidad del apoyo de cara a la carga horizontal del viento. Para ello se calcula la fuerza que ejerce el viento horizontalmente sobre los dos módulos que hay entre soportes:

$$F_{VPF} = 0,299 \cdot (0,826 \cdot 2 \cdot 0,992) \cdot \frac{1}{4} = 0,1225 \text{ kN}$$

Esa es la carga que le llega horizontalmente a cada uno de los apoyos. Se deben calcular tanto el momento como la flecha del apoyo de mayor longitud (1,1 m) de la configuración que se muestra en el siguiente diagrama. Este diagrama hace referencia a una situación idéntica en horizontal:



$$M_{f \max} = FL = 0,1225 \cdot 1,1 = 0,135 \text{ kNm}$$

El momento flector admisible por el perfil figura en las tablas de propiedades de los perfiles y en este caso es de 652,7 Nm, por lo que sería apto para soportar las cargas establecidas en esta hipótesis. La flecha resulta:

$$\delta = \frac{F \cdot L}{3 \cdot E \cdot I} = 0,055 \text{ mm}$$

La flecha máxima se ubica en el punto final del perfil, y tiene valor 0,055 milímetros. La flecha máxima admisible es:

$$\frac{L}{350} = 3,14 \text{ mm} > 0,055 \text{ mm}$$

Por lo que el perfil portante MQ52F está correctamente dimensionado.

### 5.3 Cálculo estructura 4H

En este apartado se dimensionan las correas que fijarán los módulos a la cubierta de los Filtros de Arena en la Planta 1. Como la cubierta se va a remodelar no se conoce la distancia de separación entre correas. Se asumirá, que cada 2 metros los perfiles portantes traspasarán cargas a la estructura de correas de la cubierta. Por lo tanto, el cálculo es el mismo que para los perfiles portantes de la estructura 1V, el cual se ha desarrollado en el anterior apartado.

### 5.4 Cálculo de los contrapesos

Una vez se ha obtenido la carga de succión del viento, se deben calcular los contrapesos para contrarrestar el efecto de dicha succión, cuyo valor obtenido anteriormente es de  $-0,55 \text{ kN/m}^2$ .

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) para las acciones

Tipo de verificación <sup>(1)</sup>	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

<sup>(1)</sup> Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Este dato se calcula sobre la superficie de paneles, teniendo en cuenta además su inclinación, por lo que la carga desestabilizadora será  $-0,55 \cdot \cos(25) = 0,50 \text{ kN/m}^2$

Se tomará el viento como una acción variable desestabilizadora y los pesos del módulo, estructura de soporte y contrapesos serán acciones permanentes estabilizadoras.

$$1,5 \cdot Q_V + 0,9 \cdot (0,11 + 0,054 + Q_{CP}) = 0$$

De lo que resulta:

$$Q_{CP} = 0,66 \text{ kN/m}^2$$

Los contrapesos serán bloques de hormigón. Dispuestos dos contrapesos por marco de estructura, cada contrapeso abarca 1 m<sup>2</sup> de superficie fotovoltaica. Las dimensiones del bloque de hormigón supuesto son 400x400x18 cm, que teniendo en cuenta la densidad del hormigón (23,00 kN/m<sup>3</sup>) resulta en una carga de 0,66 kN. De este modo se hacen necesarios 2 bloques de hormigón por cada módulo fotovoltaico es decir, por cada marco de estructura coincidente con la separación entre módulos.



**UNIÓN EUROPEA**  
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

## ANEJO Nº 08.- CONTRAINCENDIOS







PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Anejo Nº 08. Contraintendidos

INDICE

1.	DEFINICIÓN DEL SISTEMA	4
2.	CUMPLIMIENTO NORMATIVO	5

## 1. DEFINICIÓN DEL SISTEMA

En este proyecto no se diseñarán centros de transformación para las plantas fotovoltaicas, sino que éstas se conectarán a transformadores ubicados en centros de transformación existentes en la ETAP. Estos centros de transformación deberán contar con las medidas contraincendios pertinentes.

Además, los inversores string de 110 kW y 66 kW que se han colocado en la planta también pueden generar necesidad de medidas contraincendios. Sin embargo, no existiendo ninguna normativa que mencione actuaciones para este caso, la actuación más común es la de colocar equipos extintores de incendios cada 5 MW de planta. Estas plantas tienen una potencia considerablemente menor a 5 MW, por lo que no necesitarían equipos extintores.

No obstante, en cada planta hay una zona en la que se congregan cajas de agrupación e inversores string. En esta zona se dispondrán medidas contraincendios para asegurar la rápida extinción de un fuego si se diese. A continuación, se muestran dichas ubicaciones:



Ilustración 1-1

Zona de agrupación Planta 1

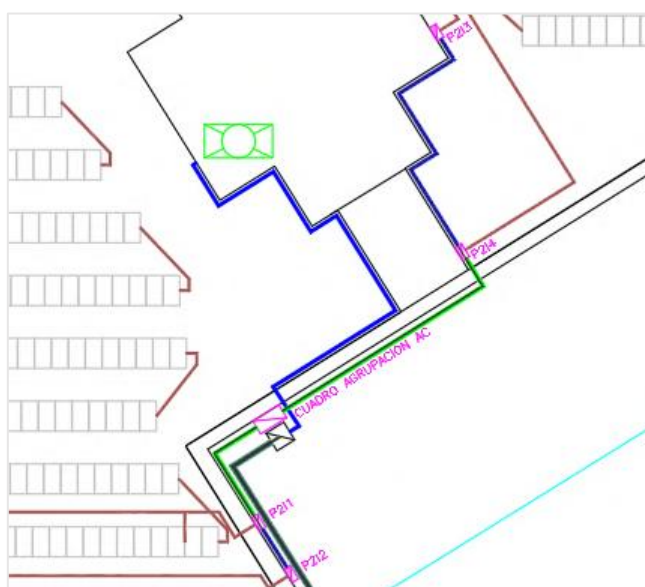


Ilustración 1-2

Zona de agrupación Planta 2

## 2. CUMPLIMIENTO NORMATIVO

Los centros de transformación a los que se conectarán son centros de transformación tal como se legisla en el Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

Se dispondrá lo establecido en la ITC-RAT 5 “Circuitos Eléctricos” en el punto 5. Canalizaciones, se tendrá en cuenta en su disposición el peligro de incendio, su propagación y consecuencias para lo que se cumplirá con los siguientes requisitos:

- Las canalizaciones no deberán disponerse sobre materiales combustibles no autoextinguibles, ni se encontrarán cubiertas por ellos.
- Los cables auxiliares de medida, mando, etc., se mantendrán separados de los cables con tensiones de servicio superiores a 1 kV, o deberán estar protegidos mediante tabiques de separación o en el interior de canalizaciones o tubos metálicos puestos a tierra.
- Las galerías subterráneas, atarjeas, zanjas y tuberías para alojar conductores deberán ser amplias y con ligera inclinación hacia los pozos de recogida de aguas o bien estarán provistas de tubos de drenaje.

Cuando cualquiera de estas canalizaciones atraviese paredes, muros, tabiques o cualquier otro elemento que delimite secciones de protección contra incendios se hará de forma tal que el cierre obtenido presente una resistencia al fuego equivalente.

En el caso que nos aplica la caseta de generación no dispone de sectores diferenciados.

En lo establecido en la ITC-RAT 4 “Protecciones” aun no siendo generadores rotativos y no superar los 5 MVA, se dispondrá en los inversores string de protecciones que detendrán la generación en caso de defectos de red o del propio inversor. El transformador de generación estará protegido por una protección fusible y por la protección general a instalar en la barra de 20 kV del centro de potencia, donde se detectarán faltas de sobrecorriente. Este transformador dispondrá de relé de protección con detección de temperatura de alarma y de disparo.

En lo establecido en la ITC-RAT 10 “Cuadros y pupitres de Control”, se dispondrá en todos los casos de cables no propagadores de la llama.

En lo establecido en la ITC-RAT 14 “Instalaciones Eléctricas de Interior” se dispone del ámbito de aplicación 2b “Edificios o envoltentes prefabricadas o de obra civil, construidos para alojar las instalaciones eléctricas que se maniobran desde su interior y que son independientes de cualquier local o edificio destinado a otros usos, aunque puedan tener paredes colindantes con ellos” para el edificio o caseta de generación.

Según el punto 5.1 se tendrá en cuenta:

- La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación.
- La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación por lo que respecta a daños a terceros.

- La presencia o ausencia de servicio permanente en la instalación.
- La naturaleza y resistencia al fuego de la estructura soporte del edificio y de sus cubiertas.
- La disponibilidad de medios públicos de lucha contra incendios.

Se dispondrá de:

- Foso de recogida de líquido dieléctrico: Este se integrará en un depósito metálico en el suelo del edificio.
- Sistemas de extinción. Se colocará un extintor de eficacia mínima 89B.

En el interior del edificio se dispondrá de alumbrado de emergencia.

Como se ha comentado en el apartado anterior, se dispondrá un extintor de eficacia mínima 89B en cada una de las zonas de agrupación fotovoltaica de las plantas.

Dado que las instalaciones fotovoltaicas son espacios abiertos, constituyen áreas de incendio y, como tal, no es obligatorio el uso de extintores según el REAL DECRETO 2267/2004, de 3 de diciembre. No obstante, se procederá a dotar a nuestra planta fotovoltaica de una instalación mínima de extintores. Para ello se situarán tres extintores en la planta 1, uno en cada uno de los dos puntos de acceso a la cubierta y otro en la zona de agrupación de inversores. La planta 2 estará dotada de cinco extintores, dos en cada uno de los vasos del depósito en esquinas opuestas y uno en la zona de agrupación de inversores. Todos los extintores deberán tener una eficacia mínima 89B y estarán protegidos por su caja con certificación IP 65 adecuada para intemperie.



UNIÓN EUROPEA  
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

ANEIO Nº 09.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS





## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>2. BASES DEL DOCUMENTO DE CÁLCULO</b>	<b>6</b>
2.1. Lista de símbolos y abreviaturas	6
2.2. Datos de referencia	6
2.3. Cálculos cortocircuito	7
2.3.1. <i>Cálculo cortocircuito trifásico</i>	7
2.3.2. <i>Cálculo cortocircuito bifásico</i>	9
2.3.3. <i>Cálculo cortocircuito bifásico con contacto a tierra</i>	10
2.3.4. <i>Cálculo cortocircuito monofásico a tierra</i>	12
2.4. Dimensionado de cables	13
2.4.1. <i>Criterios para el dimensionamiento de cables</i>	13
<b>3. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE MEDIA TENSION 20 KV</b>	<b>14</b>
3.1. Condiciones acceso Punto Conexión	14
3.2. Características líneas MT 20 kV	16
3.3. Características eléctricas transformadores de potencia	17
3.3.1. <i>C.T. AMPSO 2</i>	17
3.3.2. <i>C.T. AMPSO 1</i>	18
3.4. Características eléctricas generales de la nueva instalación	18
3.4.1. <i>Generador Fotovoltaico</i>	18
3.5. Esquema de cálculo de cortocircuito	21
3.5.1. <i>Cálculo cortocircuito Planta 1</i>	21
3.5.2. <i>Cálculo cortocircuito Planta 2</i>	23
3.6. Comprobación protecciones	26
3.7. Dimensionado de cables	26
<b>4. CALCULOS JUSTIFICATIVOS DE TENSION GENERACION 400 VAC</b>	<b>27</b>
4.1. Introducción	27
4.1.1. <i>Clasificación de Áreas</i>	27
4.1.2. <i>Protección contra contactos indirectos</i>	27
4.1.3. <i>Régimen de Neutro</i>	28
4.1.4. <i>Descripción de las nuevas instalaciones</i>	29
4.2. Cálculos justificativos	29
4.3. Cálculo de las intensidades nominales de los circuitos	30
4.4. Cálculo de las intensidades de cortocircuito máximas del sistema	31
4.4.1. <i>Corriente Alterna 400 VAC</i>	31
4.4.2. <i>Faltas trifásicas</i>	34
4.4.3. <i>Faltas monofásicas</i>	34
4.4.4. <i>Faltas bifásicas sin conexión a tierra</i>	35
4.5. Cálculo de las secciones de los cables	36

4.5.1. Criterio 1: Cálculo por intensidad máxima admisible	36
4.5.2. Criterio 2: Cálculo por intensidad de cortocircuito admisible	41
4.5.3. Cálculo de las caídas de tensión de los circuitos	43
4.6. Verificación de las protecciones contra contactos directos e indirectos	44
4.7. Protecciones contra sobretensiones	46
<b>5. CALCULOS JUSTIFICATIVOS DE TENSION GENERACION 1.100 V<sub>DC</sub></b>	<b>47</b>
5.1. Datos cálculo generación continua	47
5.1.1. Generador fotovoltaico	47
5.1.2. Distribución de potencias	47
5.1.3. Cálculo módulos en serie	50
5.2. Dimensionado de cables	51
5.2.1. Criterios para el dimensionamiento de cables	51
5.2.2. Hipótesis para el dimensionamiento de cables	52
5.2.3. Criterio 1 IEC	53
5.2.4. Criterio 2	61
5.2.5. Criterio 3	61
5.3. Dimensionado de protecciones	62
<b>6. CALCULOS JUSTIFICATIVOS DE REDES DE TIERRA ZONA FOTOVOLTAICA.</b>	<b>64</b>
6.1. Redes de tierra posibles	64
6.2. Electrodo propuestos	65
6.3. Investigación de las características del suelo	66
6.4. Cálculos de redes de tierras	66
6.4.1. Cálculo de red de tierras de protección de BT	67
<b>7. CALCULOS JUSTIFICATIVOS DE REDES DE TIERRA PUNTO EVACUACION</b>	<b>69</b>
<b>8. CALCULOS MEDIDAS PROTECCION CONTRA RAYOS</b>	<b>70</b>
8.1. Medidas Preventivas	70
8.2. Cálculos Protección Contra Rayos	70
8.2.1. Verificación	70
<b>9. RETRANQUEO DE ALUMBRADO DEPOSITO ANTIGUO</b>	<b>73</b>
 <b>APÉNDICE I: CÁLCULOS ELÉCTRICOS DC GENERACION FOTOVOLTAICA</b>	 <b>68</b>
<b>APÉNDICE II: CÁLCULOS ELÉCTRICOS AC GENERACION FOTOVOLTAICA</b>	<b>69</b>
<b>APÉNDICE III: CÁLCULOS ELÉCTRICOS AC SSAA FV</b>	<b>70</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente documento es presentar los cálculos justificativos eléctricos de las plantas fotovoltaicas proyectadas para construirse en la ETAP de Majadahonda, por Canal de Isabel II.

Se realizarán cálculos de cortocircuito, y dimensionamiento de cables.

Los niveles de tensión que existirán en la central son los siguientes:

### Generación Alterna:

- Tensión 400 V (Baja Tensión Generación): Esta tensión corresponde a valores de inversores existentes en mercado.

Para esta planta se ha planteado utilizar dos tipos de inversores: el primero dispone de una potencia a 25°C de 110 kW, y de 100 kW a 40°C, y el segundo dispone de una potencia a 25°C de 66 kW, y de 60 kW a 40°C, y se conectan a un campo fotovoltaico con tensión máxima de 1.100 Voltios DC. Se debe tener en cuenta que la tensión de generación es un parámetro impuesto por el fabricante que variará de unos a otros. No obstante, los cálculos serán similares.

Se debe tener en cuenta que esta tensión AC modifica la tensión de rango de seguimiento de MPPT por lo que cualquier modificación de este valor obliga a la revisión del número de módulos por string.

### Generación Continua:

- Tensión DC  $V_{mpp}$ . Dependiente del módulo y del número de módulos en serie. La tensión máxima de diseño será de 1.100 V.

Así mismo se realizarán los cálculos de los sistemas de redes de tierras que apliquen.

## 2. BASES DEL DOCUMENTO DE CÁLCULO

### 2.1. Lista de símbolos y abreviaturas

- $I''_{K3F}$ : Intensidad simétrica subtransitoria de cortocircuito trifásico
- $I''_{K1F}$ : Intensidad subtransitoria de cortocircuito homopolar
- $I_p$ : Valor de pico o cresta de la corriente de cortocircuito
- $I_{b \text{ Asim}}$ : Intensidad de corte asimétrica
- $I_{k3F}$ : Intensidad simétrica de régimen permanente de cortocircuito trifásico
- $I_{k1F}$ : Intensidad de régimen permanente de cortocircuito homopolar

### 2.2. Datos de referencia

Los siguientes documentos han servido de partida para llevar a cabo el presente estudio:

- Diagrama Unifilar ETAP Majadahonda.
- Datos técnicos del fabricante de los inversores.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- RD 223/2008 Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Normas UNE-21123 (IEC-60502), UNE 20460, UNE-60228, IEC-60228, UNE-21192, IEC-60949, UNE-211435, UNE-211003, IEC-60724, DIN VDE 0276-1000, UNE-60364, IEC 60364
- IEC Standard 909: "Short-circuit current calculation in three phase a.c. systems".
- IEC Standard 865: "Calculation of the effects of Short – circuit current".

Para el cálculo de impedancias de redes de secuencia no conocidas se cuenta con la siguiente tabla:

Dispositivo	Componente directa	Componente inversa	Componente homopolar
Transformador	$X_1$	$X_2 = X_1$	$X_0 = X_1 \cdot 0,9$
Bobina (L)	$X_1$	$X_2 = X_1$	$X_0 = X_1$
Condensador (C)	$X_1$	$X_2 = X_1$	$X_0 = X_1$
Resistencia (R)	$X_1$	$X_2 = X_1$	$X_0 = X_1$
Línea (L)	$X_1$	$X_2 = X_1$	$X_0 = 2,5 \cdot X_1$
Máquina Síncrona	$X_1$	Turbogenerador $X_2 = X_1$ Hidroturbinas $X_2 = 1,2 \cdot X_1$	$X_0 = 0,4 \cdot X_1$ $X_0 = (1/6 \text{ a } 3/4)X_1$ (Sólo con máquinas dinámicas)
Máquina Asíncrona	$X_1$	$X_2 = X_1$	

Tabla 2-1 Cálculo impedancias de redes de secuencia no conocidas

## 2.3. Cálculos cortocircuito

En este capítulo se determinan los cálculos de cortocircuito que se producirán en la planta. Se calcularán cortocircuitos trifásicos, bifásicos y monofásicos. Los documentos de referencia que aportan información complementaria necesaria para llevar a cabo el presente estudio son:

- IEC Standard 60909: "Short-circuit current calculation in three phase a.c. systems".
- IEC Standard 60865: "Calculation of the effects of Short – circuit current".
- Norma DIN VDE 0102.

### 2.3.1. Cálculo cortocircuito trifásico

El cortocircuito trifásico es el único cortocircuito que puede calcularse sin la utilización de las componentes simétricas. Esto es posible debido a que las tres fases, y en el mismo instante, quedan cortocircuitadas. Por tanto, si antes de producirse la falta el circuito era simétrico y equilibrado, una vez la falta se ha producido (al afectar por igual a las tres fases), el sistema seguirá siendo simétrico y equilibrado:



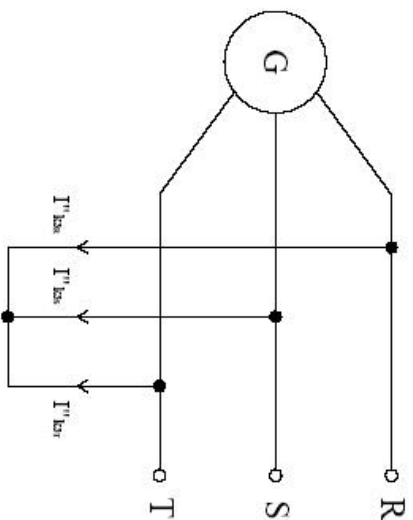


Figura 2-1 Cortocircuito trifásico

Las condiciones iniciales que determinan este cortocircuito son:

$$\bar{U}_R = \bar{U}_S = \bar{U}_T = 0$$

Con estos valores y el cálculo de componentes simétricas tenemos:

$$\bar{V}_{R1} = \bar{V}_{R2} = \bar{V}_{R0} = 0$$

Con las siguientes ecuaciones de las secuencias directa, inversa y homopolar:

$$\bar{V}_{R1} = \bar{E} - \bar{I}_{R1} \cdot \bar{Z}_1$$

$$\bar{V}_{R2} = -\bar{I}_{R2} \cdot \bar{Z}_2$$

$$\bar{V}_{R0} = -\bar{I}_{R0} \cdot \bar{Z}_0$$

Se calcula que:

$$\bar{I}_{R1} = \frac{\bar{E}}{\bar{Z}_1}; \bar{I}_{R2} = \bar{I}_{R0} = 0$$

Quedando el valor de cortocircuito como:

$$I''_{k3F} = 1,1 \cdot \frac{U_r / \sqrt{3}}{Z_{cc}}$$

Siendo  $U_r$  la tensión nominal en el punto de falla y  $Z_{cc}$  la impedancia equivalente en el punto de falta.

### 2.3.2. Cálculo cortocircuito bifásico

Fuera de los cortocircuitos trifásicos simétricos, en todos los demás casos ya no existirá equilibrio entre las fases y por tanto (aparte de la componente directa, ya necesaria para los circuitos equilibrados) será necesario incorporar las componentes inversa y homopolar.

Concretamente, el cortocircuito bifásico sin contacto a tierras mantiene la energía (no hay fuga a tierra), pero al ocurrir éste en dos de las tres fases del sistema, produce un desequilibrio de cargas entre las tres fases, siendo necesario incorporar en los cálculos (aparte de la secuencia directa) la secuencia inversa.

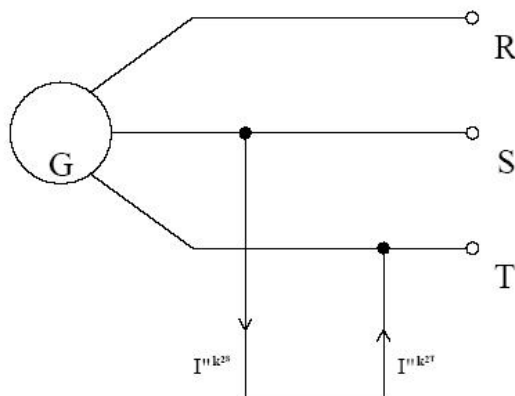


Figura 2-2 Cortocircuito bifásico

Las condiciones iniciales que determinan este cortocircuito son:

$$\bar{I}_R = 0; \bar{V}_S = \bar{V}_T$$

Con estos valores y el cálculo de componentes simétricas tenemos:

$$\bar{V}_{R1} = \bar{V}_{R2}; \bar{I}_{R1} = -\bar{I}_{R2}; \bar{I}_{R0} = 0$$

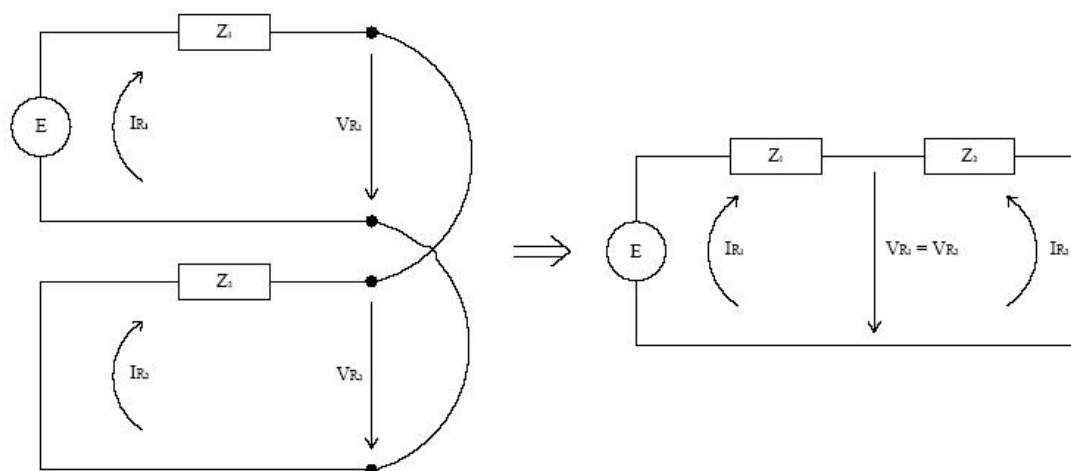


Figura 2-3 Descomposición de corto bifásico

Aplicando Kirchoff, obtenemos fácilmente la expresión de las intensidades de las redes de secuencia directa e inversa de las componentes simétricas.

$$\bar{I}_{R1} = \frac{\bar{E}}{\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2} = -\bar{I}_{R2}; \bar{I}_{R0} = 0$$

Desarrollando componentes simétricas nos queda:

$$\bar{I}_R = 0; \bar{I}_S = \frac{1,1 \cdot \bar{U}_n}{\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2} (-90^\circ); \bar{I}_T = \frac{1,1 \cdot \bar{U}_n}{\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2} (+90^\circ)$$

$$\bar{V}_R = \frac{1,1 \cdot \bar{U}_n}{\sqrt{3}} \cdot \frac{2 \cdot \bar{Z}_2}{\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2} (0^\circ); \bar{V}_S = \bar{V}_T = \frac{1,1 \cdot \bar{U}_n}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\bar{Z}_2}{\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2} (180^\circ)$$

En resumen, en los cortocircuitos bifásicos sin contacto a tierra aparecen corrientes iniciales simétricas de cortocircuito menores que las que se presentan en los cortocircuitos trifásicos. Sin embargo, si el punto de cortocircuito está en las proximidades de máquinas síncronas o asíncronas de cierta potencia, la corriente de cortocircuito puede llegar a ser mayor que la correspondiente a un cortocircuito trifásico.

### 2.3.3. Cálculo cortocircuito bifásico con contacto a tierra

Este cortocircuito se produce por la unión de dos fases con tierra. En consecuencia, necesitaremos de las tres secuencias de las componentes simétricas. La secuencia directa será necesaria por existir un circuito eléctrico; la secuencia inversa, por existir desequilibrios entre las fases, y finalmente, la secuencia homopolar, por existir una pérdida de energía a través del terreno. Esquemáticamente, podemos representar el fallo de la siguiente forma:

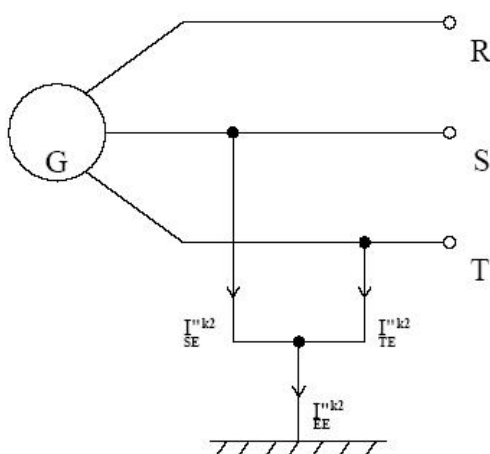


Figura 2-4 Cortocircuito bifásico a tierra

Las condiciones iniciales que determinan este cortocircuito son:

$$\bar{I}_R = 0; \bar{V}_S = \bar{V}_T$$

Con estos valores y el cálculo de componentes simétricas tenemos:

$$\bar{V}_{R1} = \bar{V}_{R2} = \bar{V}_{R0} = \frac{1}{3} \bar{V}_R$$

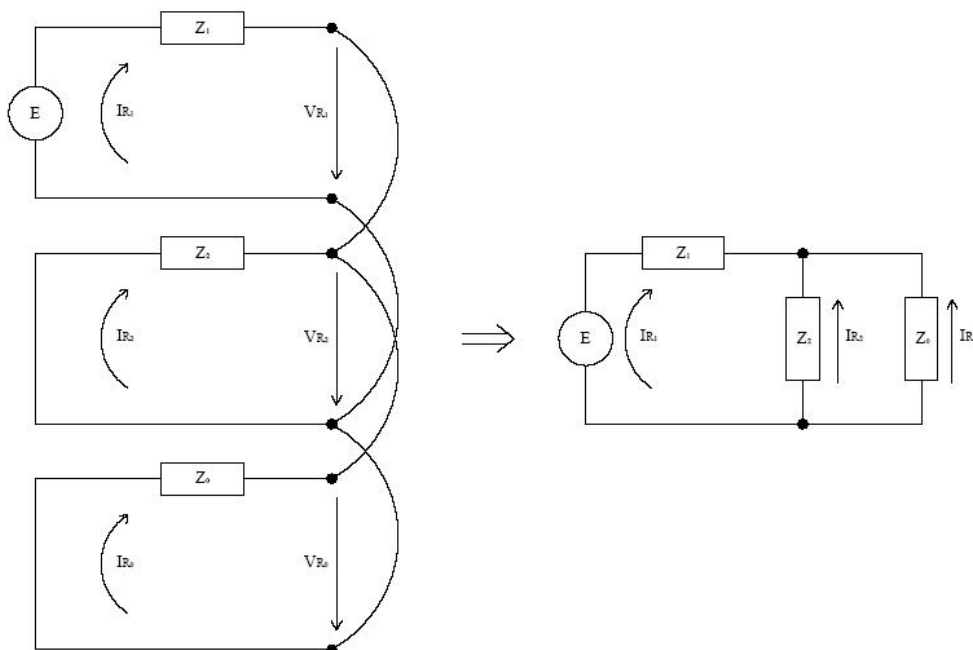


Figura 2-5 Descomposición corto bifásico a tierra

Observando el circuito resultante y mediante las ecuaciones de mallas y divisores de intensidad, obtenemos las expresiones de las intensidades que circularán por cada una de las ramas.

$$\bar{I}_{R1} = \frac{\bar{E}}{\bar{Z}_1 + (\bar{Z}_2 \parallel \bar{Z}_0)}; \bar{I}_{R2} = -\bar{I}_{R1} \cdot \frac{\bar{Z}_0}{\bar{Z}_2 + \bar{Z}_0}; \bar{I}_{R0} = -\bar{I}_{R1} \cdot \frac{\bar{Z}_2}{\bar{Z}_2 + \bar{Z}_0}$$

$$\bar{I}_R = 0; \bar{I}_S = j \cdot 1,1 \cdot \bar{U}_n \cdot \frac{\bar{a} \cdot \bar{Z}_2 - \bar{Z}_0}{\bar{Z}_1 \bar{Z}_2 + \bar{Z}_2 \bar{Z}_0 + \bar{Z}_1 \bar{Z}_0}; \bar{I}_T = -j \cdot 1,1 \cdot \bar{U}_n \cdot \frac{\bar{a}^2 \cdot \bar{Z}_2 - \bar{Z}_0}{\bar{Z}_1 \bar{Z}_2 + \bar{Z}_2 \bar{Z}_0 + \bar{Z}_1 \bar{Z}_0}$$

$$V_R = 1,1 \cdot \sqrt{3} \cdot U_n \cdot \frac{Z_2 Z_0}{Z_1 Z_2 + Z_2 Z_0 + Z_1 Z_0}; V_S = V_T = 0$$

Por tanto, en los cortocircuitos bifásicos con contacto a tierra se dan las mismas circunstancias que en los cortocircuitos bifásicos sin contacto a tierra. Inicialmente aparecen unas corrientes simétricas de cortocircuito menores que las halladas para los cortocircuitos trifásicos. Sin embargo, si el punto de falta está próximo a máquinas síncronas o asíncronas de cierta potencia, la corriente inicial de cortocircuito puede llegar a ser mayor que la correspondiente a un cortocircuito trifásico. Por este motivo, y porque presentan unas pérdidas a tierra, es importante incluir su cálculo en los proyectos para dimensionar los dispositivos de protección y evitar interferencias.

### 2.3.4. Cálculo cortocircuito monofásico a tierra

El cortocircuito monofásico a tierra es el cortocircuito más frecuente en las redes con neutro puesto directamente a tierra o mediante una impedancia de bajo valor. Es también el más violento de los cortocircuitos, resultando asimismo de gran utilidad para el cálculo de las tensiones de contacto, tensiones de paso, puestas a tierra y para la determinación de las interferencias con otros sistemas de energía. Esquemáticamente, podemos representar el fallo de la siguiente forma:

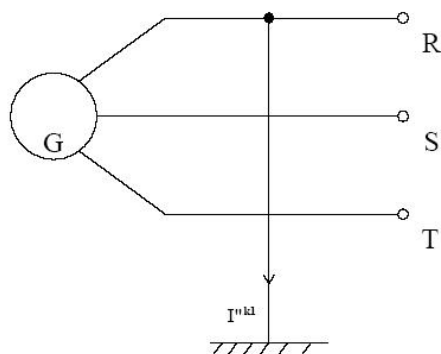


Figura 2-6 Cortocircuito monofásico a tierra

Las condiciones iniciales que determinan este cortocircuito son:

$$\bar{V}_R = 0; \bar{I}_S = \bar{I}_T$$

Con estos valores y el cálculo de componentes simétricas tenemos:

$$\bar{I}_{R1} = \bar{I}_{R2} = \bar{I}_{R0} = \frac{1}{3} \bar{I}_R$$

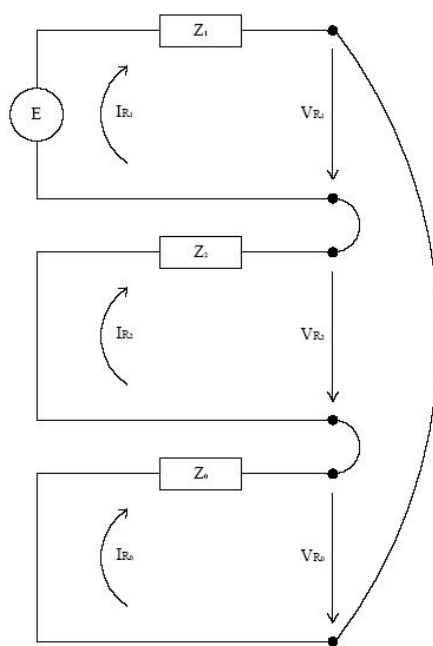


Figura 2-7 Descomposición de coto monofásico a tierra

Observando el circuito resultante y mediante las ecuaciones de mallas y divisores de intensidad, obtenemos las expresiones de las intensidades que circularán por cada una de las ramas.

$$\bar{I}_{R1} = \frac{\bar{E}}{\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2 + \bar{Z}_0};$$

$$\bar{I}_R = \frac{1,1 \cdot \bar{U}_n \cdot \sqrt{3}}{\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2 + \bar{Z}_0}; \bar{I}_S = \bar{I}_T = 0$$

$$\bar{V}_R = 0; \bar{V}_S = \frac{1,1 \cdot \bar{U}_n}{\sqrt{3}} \cdot \left( \bar{a}^2 - \frac{\bar{a}^2 \cdot \bar{Z}_1 + \bar{a} \cdot \bar{Z}_2 + \bar{Z}_0}{\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2 + \bar{Z}_0} \right); \bar{V}_T = \frac{1,1 \cdot \bar{U}_n}{\sqrt{3}} \cdot \left( \bar{a} - \frac{\bar{a} \cdot \bar{Z}_1 + \bar{a}^2 \cdot \bar{Z}_2 + \bar{Z}_0}{\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2 + \bar{Z}_0} \right)$$

En resumen, los cortocircuitos unipolares a tierra son los cortocircuitos más frecuentes. En redes con puesta a tierra rígida o con puesta a tierra a través de una impedancia de bajo valor óhmico, la corriente de cortocircuito a tierra puede superar a la mayor corriente de cortocircuito que aparece en caso de un fallo trifásico. Estas corrientes también deben tenerse presentes a la hora de determinar las tensiones de contacto, al resolver problemas de interferencias o al dimensionar las instalaciones de puesta a tierra.

## 2.4. Dimensionado de cables

En general para el dimensionado de cables tanto de media tensión, baja tensión de alterna y baja tensión de continua se tomarán los criterios y normativas que se enuncian a continuación. Los documentos de referencia que aportan información complementaria necesaria para llevar a cabo el presente estudio son:

- Normas UNE-21123 (IEC-60502), UNE 20460, UNE-60228, IEC-60228, UNE-21192, IEC-60949, UNE-211435, UNE-211003, IEC-60724, DIN VDE 0276-1000, UNE-60364, IEC 60364

### 2.4.1. Criterios para el dimensionamiento de cables

Para el dimensionamiento de cables se utilizará el más exigente de los siguientes criterios:

#### **Criterio 1**

Por intensidad máxima admisible en el cable en régimen permanente, teniendo en cuenta los factores reductores dependientes de cada tipo de instalación.

#### **Criterio 2**

Por intensidad de cortocircuito admisible en el cable en función del tiempo máximo de despeje de la falta.

#### **Criterio 3**

Por caída de tensión en el cable (por intensidad nominal en régimen permanente).



### 3. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE MEDIA TENSION 20 KV

En este apartado se realizan los cálculos correspondientes a la red de MT de la ETAP de Majadahonda.

#### 3.1. Condiciones acceso Punto Conexión

Se proyecta una planta fotovoltaica destinada al autoconsumo de la Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) de Majadahonda. Dentro de dicha estación habrá dos ubicaciones fotovoltaicas:

- Planta 1: Ubicada en la cubierta de los Filtros de Arena
- Planta 2: Ubicada en la cubierta del Depósito Antiguo

Las dos nuevas plantas fotovoltaicas se conectarán a dos centros de transformación existentes en la ETAP según las especificaciones de Canal de Isabel II:

- Planta 1: La planta ubicada en la cubierta de los Filtros de Arena se conectará al C.T. AMPSO 2. Dicho centro de transformación está formado por dos transformadores de 1.250 kVA, ubicados cada uno en su propia celda, además de las celdas de protección correspondientes. Los transformadores trabajan en la red de media tensión en 20 kV, y en la red de baja en 400 V.
- Planta 2: La planta ubicada en el Depósito Antiguo se conectarán al C.T. AMPSO 1. Dicho centro de transformación está formado por dos transformadores de 1.000 kVA, ubicados cada uno en su propia celda, además de las celdas de protección correspondientes. Los transformadores trabajan en la red de media tensión en 20 kV, y en la red de baja en 400 V.

La red de media tensión de la ETAP de Majadahonda se conecta a la red de distribución de Iberdrola procedente de la Subestación Transformadora de Majadahonda, por lo tanto, se tomarán los valores de corriente de cortocircuito trifásico establecidos por la normativa de dicha compañía.

En el documento de Iberdrola, *Normativa Particular para Instalaciones de Clientes en AT*, se establece que, para tensiones hasta 24 kV, la intensidad de cortocircuito trifásico durante 1 segundo será de 12,5 kA. Por otra parte, la siguiente tabla establece los valores de la intensidad de defecto a tierra:

Tensión nominal de la red $U_n$ (kV)	Tipo de puesta a tierra	Impedancia equivalente $Z_{LTH}$ ( $\Omega$ )	Intensidad máxima de corriente de defecto a tierra (A)
13,2	Rígido	1,863	4500
13,2	Reactancia 4 $\Omega$	4,5	1863
15	Rígido	2,117	4500
15	Reactancia 4 $\Omega$	4,5	2117
20	Zig-Zag 500A	25,4	500
20	Zig-Zag 1000A	12,7	1000
20	Reactancia 5,2 $\Omega$	5,7	2228
30	Zig-Zag 1300 A (**)	2,117	9000
45	Rígido	1,143	25000
66	Rígido	1,677	25000
132	Rígido	2,794	30000

(\*) Pueden existir otros tipos de puesta a tierra en subestaciones de Iberdrola, tales como puestas a tierra mediante resistencias, que en cualquier caso suponen valores de intensidades de defecto a tierra iguales o inferiores a los indicados en la Tabla 2.

Tabla 3-1 Intensidades máximas de defecto a tierra e impedancias equivalentes para cada nivel de tensión y tipo de puesta a tierra (\*)

El valor escogido será para 20 kV con reactancia de 5,2  $\Omega$ , que corresponde a 2.228 A.

Por tanto, los valores estimados para la red de MT de la ETAP de Majadahonda serían los siguientes:

Tensión nominal	20.000 V
Frecuencia	50 Hz
Intensidad de cortocircuito ( $I''_{k3}$ )	12,5 kA
Intensidad de cortocircuito ( $I''_{k1}$ )	2.228 A

Con estos datos se calcula la impedancia de red equivalente.

Impedancia Red ( $Z_Q$ ) en 20 kV:

$$Z_Q = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot I''_{k3Q}} = \frac{1 \cdot 20 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 12,5 \cdot 10^3} = 0,924 \Omega$$
$$X_Q = 0,995 \cdot Z_Q = j0,92 \Omega$$
$$R_Q = 0,1 \cdot X_Q = 9,2 \cdot 10^{-2} \Omega$$

$$Z_Q = (9,2 \cdot 10^{-2} + j0,92) = 9,2 \cdot 10^{-1} \cdot (+84,3^\circ) \Omega$$

$$I''_{k1F} = 1,1 \cdot \frac{U \cdot \sqrt{3}}{Z_{Q1} + Z_{Q2} + Z_{Q0}}$$

$$Z_{Q0} = 1,1 \cdot \frac{U \cdot \sqrt{3}}{I''_{k1F}} - (Z_{Q1} + Z_{Q2})$$

$$Z_{Q0} = 1,1 \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{3}}{2228} - (2 \cdot 0,92) = 15,46 \Omega$$

### 3.2. Características líneas MT 20 kV

A continuación, se calcula la impedancia equivalente del tramo de línea comprendido entre el punto de conexión de la red de distribución de Iberdrola y los centros de transformación donde se conectarán las nuevas instalaciones. Existen dos líneas definidas: el tramo comprendido entre el C.T. Viviendas y el C.T. AMPSO 2, donde se conectará la Planta 1 y que se denominará Línea 1, y el tramo comprendido entre el C.T. Viviendas y el C.T. AMPSO 1, donde se conectarán la Planta 2, y se denominará Línea 2. Se definen las características eléctricas de ambos conductores:

Línea 1:

Sección Nominal	4x240 mm <sup>2</sup> Al
Resistencia eléctrica	0,168 Ω/km
Reactancia	0,102 Ω/km
Distancia de cálculo	550 m
Impedancia (Z <sub>L1</sub> )	

$$Z_{L1} = 0,0924 + j0,0561 = 0,108 (+31,26) \Omega$$

Línea 2:

Sección Nominal	4x240 mm <sup>2</sup> Al
Resistencia eléctrica	0,168 Ω/km
Reactancia	0,102 Ω/km
Distancia de cálculo	220 m
Impedancia (Z <sub>L2</sub> )	

$$Z_{L2} = 0,037 + j0,022 = 4,3 \cdot 10^{-2} \cdot (+30,74) \Omega$$

### 3.3. Características eléctricas transformadores de potencia

#### 3.3.1. C.T. AMPSO 2

La Planta 1 se conectará al Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) del C.T. AMPSO 2 que desemboca en dos transformadores, de potencia 1.250 kVA cada uno, colocados en paralelo. Ambos transformadores presentan las mismas características. A la hora de cálculo, los dos transformadores colocados en paralelo se considerarán como un único transformador de las mismas características y cuya potencia nominal sea la suma de ambos:

Tensión nominal primaria	400 V
Tensión nominal secundaria en vacío	20.000 V
Potencia nominal (ONAN) ( $S_{rT}$ )	2.500 kVA
Cambiador de tomas en vacío en lado A.T.	$\pm 2,5\% \pm 5\%$
Grupo de conexión	Dy11
Frecuencia	50 Hz
Tensión de cortocircuito ( $U_{krT}$ )	5,9 %

Impedancia ( $Z_{T1}$ ) a 20 kV:

$$Z_{T1} = \frac{U_{KrT}}{100} \cdot \frac{(U)^2}{Sr_T} = \frac{5,9}{100} \cdot \frac{(20 \cdot 10^3)^2}{2.500 \cdot 10^3} = 9,44 \Omega$$

$$R_{T1} = \frac{U_{ccrT}}{100} \cdot \frac{(U)^2}{Sr_T} = \frac{0,5}{100} \cdot \frac{(20 \cdot 10^3)^2}{2.500 \cdot 10^3} = 0,8 \Omega$$

$$X_{T1} = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} = 9,4 \Omega$$

$$Z_{T1} = 0,8 + j9,4 = 9,44 \cdot (+85,14) \Omega$$

Impedancia homopolar ( $X_{T10}$ ):

$$X_{T10} = 0,9 \cdot X_{T1} = 0,9 \cdot 9,4 = 8,46 \Omega$$

### 3.3.2. C.T. AMPSO 1

La Planta 2 se conectará al CGBT del C.T. AMPSO 1 que desemboca en dos transformadores, de potencia 1.000 kVA cada uno, colocados en paralelo. Como en el caso anterior, ambos transformadores presentan las mismas características y, por lo tanto, se tratarán como un único transformador:

Tensión nominal primaria	400 V
Tensión nominal secundaria en vacío	20.000 V
Potencia nominal (ONAN) ( $S_{rT}$ )	2.000 kVA
Cambiador de tomas en vacío en lado A.T.	$\pm 2,5\% \pm 5\%$
Grupo de conexión	Dy11
Frecuencia	50 Hz
Tensión de cortocircuito ( $U_{krT}$ )	6,0 %

Impedancia ( $Z_{T2}$ ) a 20 kV:

$$Z_{T2} = \frac{U_{krT}}{100} \cdot \frac{(U)^2}{S_{rT}} = \frac{6}{100} \cdot \frac{(20 \cdot 10^3)^2}{2000 \cdot 10^3} = 12 \Omega$$

$$R_{T2} = \frac{U_{ccrT}}{100} \cdot \frac{(U)^2}{S_{rT}} = \frac{0,5}{100} \cdot \frac{(20 \cdot 10^3)^2}{2000 \cdot 10^3} = 1 \Omega$$

$$X_{T2} = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} = 11,96 \Omega$$

$$Z_{T2} = 1 + j11,96 = 12 \cdot (+85,22) \Omega$$

Impedancia homopolar ( $X_{T20}$ ):

$$X_{T20} = 0,9 \cdot X_{T2} = 0,9 \cdot 11,96 = 10,76 \Omega$$

## 3.4. Características eléctricas generales de la nueva instalación

### 3.4.1. Generador Fotovoltaico

El comportamiento frente a cortocircuitos de un generador fotovoltaico depende del tipo de inversor instalado.

Se observa en la literatura que los inversores que regulan potencia pueden aportar al cortocircuito trifásico 2 veces la intensidad nominal. Por lo tanto, se tendrá en cuenta en los cálculos esta aportación dependiendo del punto de corto.

El aporte de corriente en cortocircuitos monofásicos a tierra no se tiene en cuenta al disponer el equipo de capacidad de control de falta monofásica. Las características de los inversores utilizados son las siguientes:

### **Planta 1**

Inversor 1:

Número de equipos utilizados	3
Potencia de generador	110 kW a 25 °C, 100 kW a 40 °C
Tensión de generación	400 V
Intensidad nominal en tensión de generación	260 A
Intensidad de corto en tensión de generación	520 A

Inversor 2:

Número de equipos utilizados	2
Potencia de generador	66 kW a 25 °C, 60 kW a 40 °C
Tensión de generación	400 V
Intensidad nominal en tensión de generación	132 A
Intensidad de corto en tensión de generación	264 A

Por tanto, la intensidad de cortocircuito se obtiene sumando las intensidades de corto de cada uno de los inversores utilizados, obteniendo así:

$$I_{CC1}(0,4 \text{ kV}) = 3 \cdot 520 + 2 \cdot 264 = 2.088 \text{ A}$$

Se traslada a la tensión de 20 kV la intensidad de corto de cada una de las plantas:

$$I_{CC1}(20 \text{ kV}) = 41,76 \text{ A}$$

Intensidad de corto en tensión de generación para la Planta 1:

$$Z_{FV1} = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} I''_{K3F}} = \frac{1 \cdot 20 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 41,76} = 276,51 \Omega$$

$$X_{FV1} = 0,995 \cdot Z_Q = j275,13 \Omega$$

$$R_{FV1} = 0,1 \cdot X_Q = 27,51 \Omega$$



$$Z_{FV1} = (27,51 + j275,13) = 276,51 \cdot (+84,3^\circ)\Omega$$

## **Planta 2**

Inversor 1:

Número de equipos utilizados	4
Potencia de generador	110 kW a 25 °C, 100 kW a 40 °C
Tensión de generación	400 V
Intensidad nominal en tensión de generación	260 A
Intensidad de corto en tensión de generación	520 A

Inversor 2:

Número de equipos utilizados	1
Potencia de generador	66 kW a 25 °C, 60 kW a 40 °C
Tensión de generación	400 V
Intensidad nominal en tensión de generación	132 A
Intensidad de corto en tensión de generación	264 A

$$I_{CC2}(0,4 kV) = 4 \cdot 520 + 264 = 2.344 A$$

Se traslada a la tensión de 20 kV la intensidad de corto de cada una de las plantas:

$$I_{CC2}(20 kV) = 46,88 A$$

Intensidad de corto en tensión de generación para la Planta 2:

$$Z_{FV2} = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} I''_{K3F}} = \frac{1 \cdot 20 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 46,88} = 246,3 \Omega$$

$$X_{FV2} = 0,995 \cdot Z_Q = j245 \Omega$$

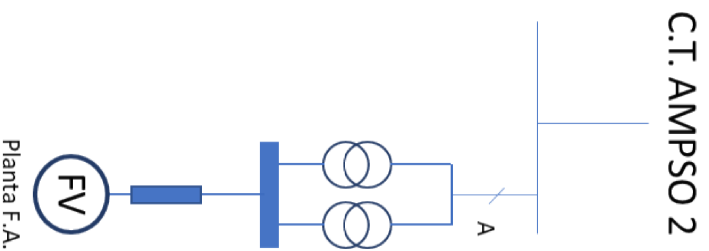
$$R_{FV2} = 0,1 \cdot X_Q = 24,63 \Omega$$

$$Z_{FV2} = (24,63 + j245) = 246,3 \cdot (+84,3^\circ)\Omega$$

### 3.5. Esquema de cálculo de cortocircuito

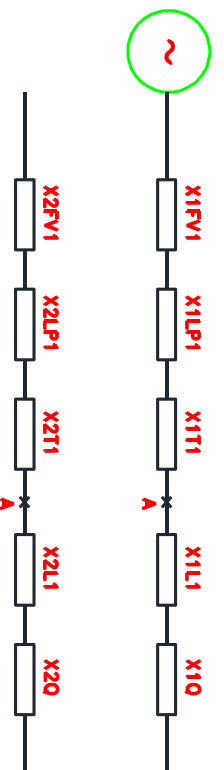
#### 3.5.1. Cálculo cortocircuito Planta 1

El esquema de cálculo de cortocircuito para la Planta 1 sería el siguiente:



**Figura 3-1** Esquema general de conexión Planta 1

Las redes de secuencia, por lo tanto, son de la siguiente forma:



#### 3.5.1.1. Cálculo del punto A

En el punto A las corrientes de cortocircuito de la red y de la planta fotovoltaica tienen sentidos opuestos. Como la red tiene un aporte notablemente superior a la planta, el caso más crítico es en el que la red aporta y la planta no. Por ello, para el cálculo se tendrán en cuenta únicamente las impedancias de red y de la línea.

La secuencia directa queda de la siguiente forma, suponiéndose red infinita, definiéndose el valor de  $Z_{C1}$ :

$$Z_{C1} = Z_Q + Z_{L1} = 0,988 \cdot (79,30^\circ)\Omega$$

La secuencia inversa queda de la siguiente forma, suponiendo red infinita, definiéndose el valor de  $Z_{C2}$  como:

$$Z_{C2} = Z_{C1} = 0,988 \cdot (79,30^\circ)\Omega$$

Se calcula la secuencia homopolar  $Z_{C0}$  como la serie de la impedancia homopolar de la red,  $Z_{Q0}$ , más el trafo,  $Z_{T10}$ :

$$Z_{C0} = 23,92 \Omega$$

### **Cortocircuito trifásico**

La corriente de cortocircuito trifásico en el punto de cálculo, en 20 kV, viene definida por:

$$I''_{K3F} = 1,1 \cdot \frac{U/\sqrt{3}}{Z_{C1}}$$

$$I''_{K3F} = 1,1 \cdot \frac{20 \cdot 10^3/\sqrt{3}}{0,988} = 11,687 \text{ kA}$$

### **Cortocircuito bifásico**

La corriente de cortocircuito bifásico en el punto de cálculo, en 20 kV, viene definida por:

$$I''_{K2F} = 1,1 \cdot \frac{U}{Z_{C1} + Z_{C2}}$$

$$I''_{K2F} = 1,1 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{2 \cdot 0,988} = 10,121 \text{ kA}$$

### **Cortocircuito monofásico**

La corriente de cortocircuito monofásico en el punto de cálculo, en 20 kV, viene definida por:

$$I''_{K1F} = 1,1 \cdot \frac{U \cdot \sqrt{3}}{Z_{C1} + Z_{C2} + Z_{C0}}$$

$$I''_{K1F} = 1,1 \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{3}}{0,98 + 0,98 + 23,92} = 1,472 \text{ kA}$$

Este valor de falta viene limitado por la propia puesta a tierra de la instalación. En este caso establecemos una resistencia de tierra inicial de cálculo de 5  $\Omega$ , similar al valor de tierra observado en el resto de las instalaciones de Canal de Isabel II.

$$I''_{K1F} = 1,1 \cdot \frac{U \cdot \sqrt{3}}{Z_{c1} + Z_{c2} + Z_{c0} + 3 \cdot R_t}$$

$$I''_{K1F} = 1,1 \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{3}}{0,98 + 0,98 + 23,92 + 3 \cdot 5} = 932 \text{ A}$$

### 3.5.2. Cálculo cortocircuito Planta 2

El esquema de cálculo de cortocircuito para las Planta 2 sería el siguiente:

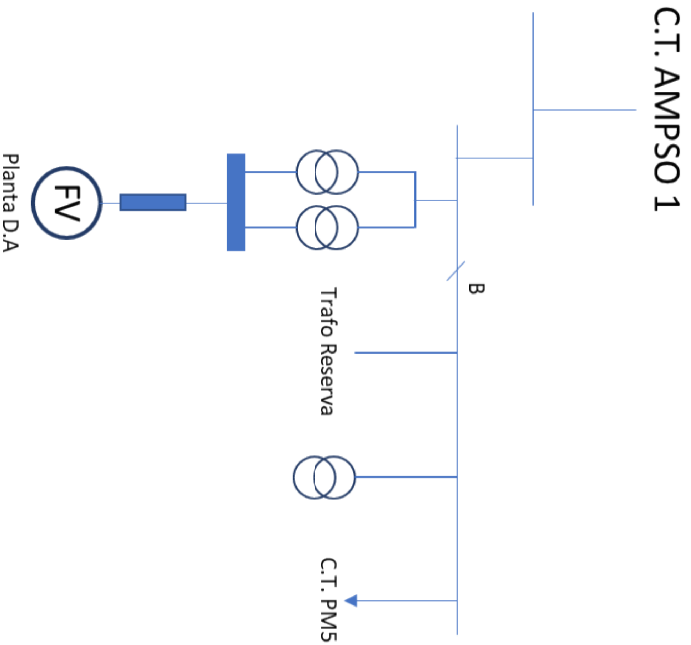
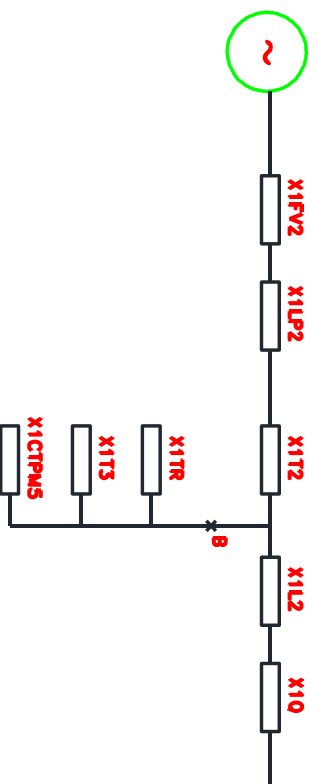
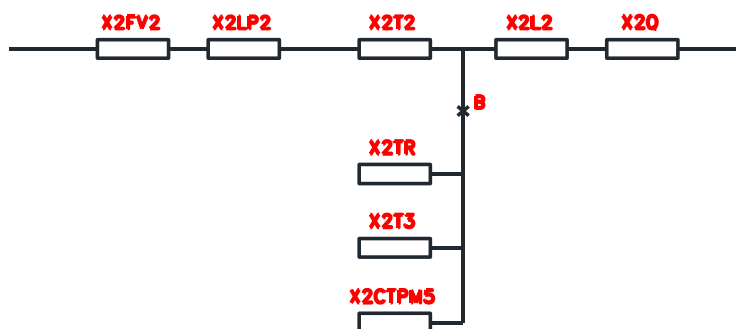


Figura 3-1 Esquema general de conexión Planta 2

Las redes de secuencia, por lo tanto, son de la siguiente forma:





### 3.5.2.1. Cálculo del punto B

En el punto B se combinan las corrientes de cortocircuito de la planta fotovoltaica y de la red, y por tanto es el punto más crítico, formando parte además de la instalación existente.

La impedancia de cortocircuito  $Z_{C1}$  queda definida como:

- La impedancia de la red a la entrada del cuadro de conexión, que se obtiene de la serie de la impedancia de la red en el punto de conexión y el tramo de línea desde este punto hasta el cuadro de conexión, calculadas anteriormente:

$$Z_Q + Z_{L2} = 0,95 \cdot (82,20^\circ)\Omega$$

- La serie de la impedancia de la planta fotovoltaica con la línea y el transformador:

$$Z_{FV2} + Z_{LP2} + Z_{T2} = 258.3(+84,3^\circ) \Omega$$

Finalmente, se calcula el paralelo de las anteriores, obteniendo:

$$Z_{C1} = 0,94 \cdot (82,2^\circ)\Omega$$

La secuencia inversa queda de la siguiente forma, suponiendo red infinita, definiéndose el valor de  $Z_{C2}$  como:

$$Z_{C2} = 0,94 \cdot (82,2^\circ)\Omega$$

Se calcula la secuencia homopolar  $Z_{C0}$  como anteriormente:

$$Z_{C0} = 26,22 \Omega$$

### **Cortocircuito trifásico**

La corriente de cortocircuito trifásico en el punto de cálculo, en 20 kV, viene definida por:

$$I''_{K3F} = 1,1 \cdot \frac{U}{\sqrt{3} Z_{C1}}$$

$$I''_{K3F} = 1,1 \cdot \frac{20 \cdot 10^3 / \sqrt{3}}{0,94} = 13,512 \text{ kA}$$

### **Cortocircuito bifásico**

La corriente de cortocircuito bifásica en el punto de cálculo, en 20 kV, viene definida por:

$$I''_{K2F} = 1,1 \cdot \frac{U}{Z_{C1} + Z_{C2}}$$

$$I''_{K2F} = 1,1 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{2 \cdot 0,94} = 11,702 \text{ kA}$$

### **Cortocircuito monofásico**

La corriente de cortocircuito monofásica en el punto de cálculo, en 20 kV, viene definida por:

$$I''_{K1F} = 1,1 \cdot \frac{U \cdot \sqrt{3}}{Z_{C1} + Z_{C2} + Z_{C0}}$$

$$I''_{K1F} = 1,1 \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{3}}{0,94 + 0,94 + 26,22} = 1,356 \text{ kA}$$

Este valor de falta viene limitado por la propia puesta a tierra de la instalación. En este caso establecemos una resistencia de tierra inicial de cálculo de 5  $\Omega$  similar al valor de tierra observado en el resto de las instalaciones de Canal de Isabel II.

$$I''_{k1F} = 1,1 \cdot \frac{U \cdot \sqrt{3}}{Z_{c1} + Z_{c2} + Z_{c0} + 3 \cdot R_t}$$

$$I''_{k1F} = 1,1 \cdot \frac{20000 \cdot \sqrt{3}}{0,94 + 0,94 + 26,22 + 3 \cdot 5} = 884 \text{ A}$$





**3.6. Comprobación protecciones**

Al tratarse de una instalación destinada al autoconsumo se considera las protecciones existentes en la instalación de MT válidas.

**3.7. Dimensionado de cables**

Las nuevas instalaciones fotovoltaicas se conectarán a la parte de BT de los cuadros de conexión definidos anteriormente, por lo que no será necesario el diseño de una red de MT.

## 4. CALCULOS JUSTIFICATIVOS DE TENSION GENERACION 400 VAC

### 4.1. Introducción

Se realiza en el siguiente punto los cálculos justificativos de la tensión de generación de 400 V<sub>AC</sub>. Esta tensión pertenece únicamente a la generación de los inversores en la zona de corriente alterna, comprendiendo los circuitos que conectan los inversores con el grupo de potencia de la planta. El recorrido máximo que tiene uno de estos circuitos es de 103 metros.

Además, es importante recalcar que, en bastantes casos, los inversores string requieren de cables de sección máxima 185 mm<sup>2</sup> para conectar con el transformador, condición impuesta por el diseño del fabricante del inversor y debido a las bornas de interconexión.

El régimen de neutro se adoptará el existente, dotando de protección diferencial para el cumplimiento de normativa de contactos indirectos.

En este punto se hace revisión de las posibles medidas a tomar respecto a la existencia de clasificación de áreas, frente a la protección de contactos indirectos y otras cuestiones.

#### 4.1.1. Clasificación de Áreas

La instalación de BT objeto de este proyecto, no está afectada por ninguna clasificación de zonas del edificio de Bloque de potencia, ni las distribuciones a cajas de agrupación.

Tampoco la instalación objeto de este proyecto, va a provocar/depositar elementos susceptibles de crear atmósferas explosivas, por lo que no se hace precisa la utilización de equipos eléctricos que soporten las condiciones medioambientales de una zona peligrosa del tipo Clase I ó Clase II según la normativa ATEX aplicable. Por tanto, toda la instalación se considera segura, sin clasificar.

Cabe destacar, no obstante, que tanto el cableado como los inversores y cuadros de agrupación estarán directamente a la intemperie. Por ello, dichos equipos dispondrán del grado de IP suficiente para las condiciones en las que estarán instalados.

#### 4.1.2. Protección contra contactos indirectos

##### 4.1.2.1. Corte interrupción alimentación

El régimen de funcionamiento es de neutro puesto a tierra de forma rígida. La protección a realizar en la distribución de alterna se realiza mediante corte e interrupción de la alimentación.

Un dispositivo de protección debe aislar automáticamente de la alimentación el circuito o el material protegido contra los contactos indirectos por este dispositivo de tal manera que, tras un defecto entre una parte activa y masa en el circuito o el material, no se pueda mantener una tensión de contacto supuesta superior a los valores de las tensiones límite convencionales UL durante un tiempo suficiente para crear un riesgo de defecto fisiológico peligroso para una persona en contacto con partes conductoras simultáneamente accesibles.

Sin tener en cuenta el valor de la tensión de contacto en determinadas circunstancias se admite un tiempo de interrupción no superior a 5s según el esquema de conexiones a tierra.

Los valores límite convencionales  $U_L$  son de 50V eficaces en corriente alterna.

Para distribución de 400 V<sub>AC</sub> se deberá tener en cuenta todas las condiciones para interrupción de los circuitos.

Se permitirá el uso de control a 48 V<sub>AC</sub> en zonas secas de la planta, sin necesidad de corte por interrupción de alimentación, siempre que se asegure esta condición. En caso de zonas húmedas la tensión máxima segura permitida será de 24 V<sub>AC</sub>. No se realizarán conexiones a tierra de partes activas del circuito siempre que se asegure en la instalación la separación de masas de otros circuitos de tensión elevada.

En todos los circuitos existentes en generación se debe monitorizar las faltas a tierra que puedan ocurrir.

#### 4.1.2.2. Puesta a tierra y conductores de protección

Las masas se deben conectar a conductores de protección según se especifique en el esquema de conexiones a tierra correspondiente.

Las masas accesibles simultáneamente deben conectarse al mismo sistema de puesta a tierra.

#### 4.1.3. Régimen de Neutro

El régimen de neutro adoptado en la instalación de baja tensión alterna, es de tipo TT, no obstante, se seguirán las indicaciones de un sistema TN-S que permita corrientes altas en las faltas para despejes efectivos de los dispositivos de protección.

Se instalará un conductor de protección a lo largo de todo el bloque de potencia realizado en pletina de cobre o en conductor desnudo de al menos 120 mm<sup>2</sup>. Este conductor de protección pondrá a tierra a través de cajas de comprobación con el electrodo de tierra.

Todas las masas de los equipos de la instalación receptora estarán conectadas directamente a la misma tierra del bloque de potencia (segunda letra -N), a través de conductores de protección. Las funciones de neutro y de protección están aseguradas por el empleo de conductores separados (tercera letra -S) aunque en este caso el neutro es inexistente.

Las características de los dispositivos de protección y las secciones de los conductores deben ser tales que, si se produce un fallo en cualquier lugar, de impedancia despreciable entre un conductor de fase y una masa o un conductor de protección, la interrupción automática se produzca en un tiempo como máximo igual al valor especificado. La condición siguiente cumple este requisito:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

Donde:

$Z_s$ : es la impedancia del bucle del defecto, incluida la fuente, el conductor activo hasta el punto de defecto y el conductor de protección entre el punto de defecto y la fuente (ZL-PE).

$I_a$ : es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de interrupción automático en el tiempo definido máximo de 0,4 segundos para circuitos terminales que alimentan materiales móviles o portátiles de clase I, o en un tiempo no superior a 5 segundos para circuitos de distribución.

$U_0$ : es la tensión nominal entre fase y tierra, valor eficaz en corriente alterna.

En este caso, los circuitos que parten del cuadro general son circuitos de distribución por lo que el tiempo que no se podrá superar será el de 5 segundos.

Por medio de la medida de la resistencia de bucle de defecto y la intensidad máxima de corriente ( $I_k$ ) que se produce con dicha resistencia, y usando las curvas características de los interruptores instalados en el bloque de potencia, se comprobará si el tiempo de disparo de los interruptores es inferior a los 5 segundos en todos los casos dando así una correcta protección ante contactos indirectos.

La resistencia de bucle será la calculada, debida a los conductores de protección que existan desde la carga hasta la conexión con el neutro del trafo.

En ningún caso se instalarán protecciones diferenciales en un esquema TN-C. En el caso de esquema TN-C-S no debe utilizarse un conductor PEN aguas abajo. La conexión de conductor de protección debe efectuarse aguas arriba del dispositivo de protección de corriente diferencial-residual.

#### 4.1.4. Descripción de las nuevas instalaciones

La potencia de las instalaciones viene determinada por la potencia de cada uno de los inversores a 25°C:

- |                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| - Planta 1 (Filtros de Arena): | 462 kW a 25°C |
| - Planta 2 (Depósito Antiguo): | 440 kW a 25°C |

El valor de los coeficientes de simultaneidad, al tratarse de un autoconsumo, se tomará como 1.

En la definición de las protecciones se considerará al interruptor automático asignado con "TMD" como interruptor de caja moldeada Termomagneticos UNE EN 60947-2. Los definidos directamente por la curva propia ("C", "B", etc) serán interruptores magnetotérmicos carril DIN UNE EN 60898. La protección definida como "MA" es protección motor en caja moldeada.

#### 4.2. Cálculos justificativos

Se realizarán 3 verificaciones:

- Verificación del dimensionado de los cables y de los interruptores automáticos. Para ello la sección mínima normalizada tiene que cumplir cuatro condiciones simultáneamente:
  - Condición de intensidad admisible.

- Condición de protección contra cortocircuitos.
- Condición de caída de tensión.
- Condición de protección contra sobrecargas.
- Verificación de la protección contra contactos directos e indirectos. Por otro lado, se estudiará con las secciones mínimas normalizadas y la distribución del sistema actual si existe protección contra contactos directos e indirectos según el REBT de 2002.
- Verificación de la protección contra sobretensiones. Se analizarán las posibles sobretensiones transitorias que pueden darse dentro de las instalaciones eléctricas interiores de la central, y que se originan, fundamentalmente, como consecuencia de las descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos de las mismas.

#### 4.3. Cálculo de las intensidades nominales de los circuitos

Para calcular las Intensidades nominales de cada circuito, se utilizarán los datos de la instalación que se recogen en los anteriores apartados de descripción de la instalación y se obtendrán aplicando las siguientes fórmulas para los circuitos individuales:

- Si se trata de un circuito monofásico o bifásicos

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi}$$

$$I = \frac{S}{U}$$

- Si se trata de un circuito trifásico:

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

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Donde:

I: Intensidad de corriente de línea (A)

P: Potencia activa (W)

U: Tensión de línea (V)

S: Potencia aparente (VA)

Para la determinación de las intensidades nominales se ha asumido:

- De acuerdo con el anexo para el cálculo de caídas de tensión de la ITC del REBT de 2002, al desconocer el factor de potencia de los circuitos, se debe asumir un valor de 0,85. En el caso que nos aplica se tomará la potencia máxima definida por el suministrador.
- De acuerdo con la ITC-47 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, cables de conexión de instalaciones generadoras de baja tensión deben estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor. En este caso no aplica este sobredimensionado.

#### 4.4. Cálculo de las intensidades de cortocircuito máximas del sistema

##### 4.4.1. Corriente Alterna 400 VAC

Optando por el criterio más conservador, se calcularán las intensidades de cortocircuito en puntos de entrada de los cuadros, de tal forma que esta corriente de cortocircuito sea la máxima posible.

##### 4.4.1.1. Planta 1 Filtros de Arena

##### **Impedancia equivalente de la red (Incluyendo línea L1)**

A partir de la corriente de corto trifásica en el punto A calculada anteriormente se obtiene la impedancia equivalente en bornas del transformador:

$$Z_Q (20kV) = 9,2 \cdot 10^{-1} \cdot (+84,30^\circ) \Omega$$

Se pasa el valor a la red de 400 V<sub>AC</sub>:

$$Z_Q (400 V) = Z_Q (20kV) \cdot \frac{400^2}{(20 \cdot 10^3)^2} = 3,68 \cdot 10^{-4} \cdot (+84,30^\circ) \Omega$$

##### **Impedancia equivalente del transformador 20/0,40 kV**

A partir de los datos del transformador definidos en el apartado anterior, se obtiene su impedancia en el lado de 400 V<sub>AC</sub>:

$$Z_{T1} (20kV) = 9,44 \cdot (+85,14^\circ) \Omega$$

$$Z_{T1} (400 V) = Z_{T1} (20kV) \cdot \frac{400^2}{(20 \cdot 10^3)^2} = 3,78 \cdot 10^{-3} \cdot (+85,14^\circ) \Omega$$

##### **Impedancia del generador fotovoltaico**

Por último, la impedancia del generador fotovoltaico visto desde 400 V es:

$$I_{CC1} (0,4 kV) = 2088 A$$



$$Z_{F1} = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot I''_{K3F}} = \frac{1 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 2088} = 0,11 \, \Omega$$

$$X_{F1} = 0,995 \cdot Z_{F1} = j0,109 \, \Omega$$

$$R_{F1} = 0,1 \cdot X_{F2} = 0,0109 \, \Omega$$

$$Z_{F1} = (0,0109 + j0,109) = 0,11 \cdot (+84,30^\circ) \Omega$$

La impedancia total vista desde las barras de 400 V<sub>AC</sub> es la suma de las impedancias de la red, de la línea de MT y del trafo 20/0,4 kV, cuyo valor es menor que la impedancia del generador fotovoltaico:

$$Z_{TOT(400V)} = 0,00415 \cdot (+85,07) \, \Omega$$

#### **Impedancia equivalente de los cables**

$$R_{eq} = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Donde:

$\rho$ : Resistividad del cobre a 145°C, que es la temperatura que se alcanza en condiciones de cortocircuito (26,78 mΩ·mm<sup>2</sup>/m)

L: Longitud del cable (m)

S: Sección del cable (mm<sup>2</sup>)

En los cables con sección menor de 120 mm<sup>2</sup> se puede despreciar la inductancia de los cables frente a la resistencia.

Se tendrá en cuenta la intensidad de cortocircuito en el extremo de cada uno de los cables de los circuitos calculados.

#### ***4.4.1.2. Planta 2 Depósito Antiguo***

#### **Impedancia equivalente de la red (Incluida línea L2)**

A partir de la corriente de corto trifásica en el punto B calculada anteriormente se obtiene la impedancia equivalente en bornas del transformador:

$$Z_Q(20kV) = 9,2 \cdot 10^{-1} \cdot (+84,30^\circ) \, \Omega$$

Se pasa el valor a la red de 400 V<sub>AC</sub>:

$$Z_Q(400V) = Z_Q(20kV) \cdot \frac{400^2}{(20 \cdot 10^3)^2} = 3,68 \cdot 10^{-4} \cdot (+84,30^\circ) \, \Omega$$

### **Impedancia equivalente del transformador 20/0,40 kV**

A partir de los datos del transformador definidos en el apartado anterior, se obtiene su impedancia en el lado de 400 V<sub>AC</sub>:

$$Z_{T2 (20kV)} = 12 \cdot (+85,22^\circ) \Omega$$

$$Z_{T2 (400 V)} = Z_{T2 (20kV)} \cdot \frac{400^2}{(20 \cdot 10^3)^2} = 4,8 \cdot 10^{-3} \cdot (+85,22^\circ) \Omega$$

### **Impedancia del generador fotovoltaico**

Por último, la impedancia del generador fotovoltaico visto desde 400 V<sub>AC</sub> es:

$$I_{CC2 (0,4 kV)} = 2344 A$$

$$Z_{F2} = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot I''_{K3F}} = \frac{1 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 2344} = 0,098 \Omega$$

$$X_{F2} = 0,995 \cdot Z_{F2} = j0,098 \Omega$$

$$R_{F2} = 0,1 \cdot X_{F2} = 0,01 \Omega$$

$$Z_{F2} = (0,01 + j0,098) = 0,098 \cdot (+84,30^\circ) \Omega$$

La impedancia total vista desde las barras de 400 V<sub>AC</sub> es la suma de las impedancias de la red, de la línea de MT y del trafo 20/0,4 kV, cuyo valor es menor que la impedancia del generador fotovoltaico:

$$Z_{TOT (400V)} = 0,00517 \cdot (+85,15) \Omega$$

### **Impedancia equivalente de los cables**

$$R_{eq} = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Donde:

p: Resistividad del cobre a 145°C, que es la temperatura que se alcanza en condiciones de cortocircuito (26,78 mΩ·mm<sup>2</sup>/m)

L: Longitud del cable (m)

S: Sección del cable (mm<sup>2</sup>)

En los cables con sección menor de 120 mm<sup>2</sup> se puede despreciar la inductancia de los cables frente a la resistencia.

Se tendrá en cuenta la intensidad de cortocircuito en el extremo de cada uno de los cables de los circuitos calculados.

#### 4.4.2. Faltas trifásicas

Este tipo de fallos solo se podrá dar en los circuitos trifásicos. Esta falta es simétrica, y la intensidad de cortocircuito tiene el siguiente valor:

$$I_{CC} = \frac{1,1 \cdot U}{\sqrt{3} \cdot |Z_{eq}|}$$

Donde:

U: Tensión eficaz entre fases antes de que se produzca la falta (V)

$Z_{eq}$ : Impedancia equivalente del sistema en ese punto ( $\Omega$ )

Según la tabla 1 de la Norma CEI 60038, el factor de tensión de nuestro sistema es de 1,1.

El valor de la intensidad de cortocircuito en faltas trifásicas se mostrará en la tabla correspondiente.

El valor de falta en la salida del trafo de cada una de las plantas es (tomando valores de reactancia fundamentalmente):

#### **Corriente cortocircuito trifásico Planta 1**

$$I_{CCP1} = \frac{1,1 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot (0,00415)} = 60,919 \text{ kA}$$

#### **Corriente cortocircuito trifásico Planta 2**

$$I_{CCP2} = \frac{1,1 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot (0,00517)} = 49,14 \text{ kA}$$

#### 4.4.3. Faltas monofásicas

El valor de la intensidad de cortocircuito en la falla monofásica se relaciona con las impedancias de secuencia de la siguiente forma:

$$I_{CC} = \frac{1,1 \cdot \sqrt{3} \cdot U}{|Z_1 + Z_2 + Z_0 + 3 \cdot Z_F|}$$

Donde:

U: Tensión eficaz entre fases antes de que se produzca la falta (V)

$Z_1$ : Impedancia equivalente de la secuencia directa ( $\Omega$ )

$Z_2$ : Impedancia equivalente de la secuencia inversa ( $\Omega$ )

$Z_0$ : Impedancia equivalente de la secuencia homopolar ( $\Omega$ )

$Z_f$ : Impedancia de falta ( $\Omega$ )

Se ha introducido el factor de tensión de 1,1 para el cálculo de intensidades máximas para la protección de cables y el valor de 0,8 para el cálculo de protecciones de contactos indirectos observando las intensidades mínimas de falta monofásica que aseguren la apertura de los interruptores automáticos.

La impedancia de secuencia directa es igual a la impedancia equivalente calculada en el apartado anterior. Se asume que la impedancia de secuencia de fase indirecta es igual a la de secuencia directa.

La impedancia de la secuencia homopolar ( $Z_0$ ) se divide en:

$$Z_0 = Z_{\text{linea}} + 3 \cdot R_t$$

Donde:

$Z_{\text{linea}}$ : Impedancia homopolar de la línea ( $\Omega$ )

$R_t$ : Resistencia de retorno ( $\Omega$ )

En sistema TT, la impedancia homopolar de la línea se asumirá que es prácticamente resistiva, ya que el valor es de tres veces la resistencia de puesta a tierra de la instalación. En esta falta la impedancia la parte resistiva de la componente homopolar es muy grande comparado con las reactancias de las otras impedancias, por lo que se desprecian.

Se asume que la impedancia de falta tiene un valor nulo, siendo este el caso más desfavorable.

En sistema TN se debe tener en cuenta que la falta monofásica realizará bucle por lo que se debe calcular el valor de la falta como:

$$I_{CC} = \frac{0,8 \cdot \sqrt{3} \cdot U}{|Z_{\text{bucle}}|}$$

**Este cálculo se realiza por circuito en hoja de cálculo anexa.**

#### 4.4.4. Faltas bifásicas sin conexión a tierra

La intensidad de cortocircuito en faltas bifásicas sin conexión a tierra tiene un valor de

$$I_{CC \text{ Bifasica}} = \frac{1,1 \cdot U}{|Z_1 + Z_2|}$$

Donde:

U: Tensión eficaz entre fases antes de que se produzca la falta (V)

$Z_1$ : Impedancia equivalente de la secuencia directa ( $\Omega$ )

$Z_2$ : Impedancia equivalente de la secuencia inversa ( $\Omega$ )

Se ha introducido el factor de tensión de 1,1. Se asume que la impedancia de secuencia directa e inversa tienen el mismo valor.

**Este cálculo se realiza por circuito en hoja de cálculo anexa.**

#### 4.5. Cálculo de las secciones de los cables

##### 4.5.1. Criterio 1: Cálculo por intensidad máxima admisible

Las Intensidades máximas admisibles para los cables vienen dadas por la tabla B.52-3 y B.52-5 Intensidades admisibles (A) de la norma IEC 60364-5-523 (Oct. 2009). Para obtener estas intensidades se ha tenido en cuenta el tipo de instalación dado por la tabla A.52-3 de la norma IEC 60364-5-523 (Oct. 2009), el número de conductores activos (dos en monofásico o tres en trifásico) y la naturaleza del material aislante del conductor (termoplástico o termoestable).

Para definir el tipo de instalación estándar de cada cable se ha utilizado la tabla B.52.-1 de la norma IEC 60364-5-523 (Oct. 2009). Como no se conoce el tipo de instalación exacta de cada cable, se ha asumido lo siguiente:

- Los cables de conexión de la salida de inversores hasta trafo de potencia se instalarán dependiendo de cada fabricante. En este caso se supondrá canalización en el suelo en canaleta correspondiendo al método de instalación B2 definido en la tabla A.52-3. Según tabla B.52-1 para cables termoplásticos de con 3 conductores unipolares se debe tomar el valor de las tablas B.52-4.  
(\*) Usualmente las conexiones de inversores con los transformadores en los bloques de potencia se suelen realizar en el interior de una caseta prefabricada. La salida del inversor se realiza en barras y luego la conexión mediante conductores unipolares que discurren por suelo técnico hasta el transformador. Se toma como condición más limitante la conducción por suelo técnico.

Cuando las condiciones de la instalación son distintas a los estándares tomados como base para la confección de la tabla B.52-5 o B.52-5: temperatura ambiente de 40 °C al aire o 25 °C enterrado, hay más de un circuito en la misma canalización, hay influencia de los armónicos o se alimenta a receptores concretos, se deben utilizar factores de reducción.

Para esta instalación se aplica únicamente el factor de temperatura y no el del agrupamiento al corresponder solo a un único circuito de generación. Este factor se considera para tener en cuenta la mayor dificultad para disipar el calor generado por los cables por la temperatura de la canalización.

El factor de reducción por temperatura para los cables se obtiene de la tabla B.52-14 de la norma IEC 60364-5-523 (Oct. 2009).

El factor de reducción por agrupamiento para los cables que no van enterrados se obtiene de la tabla B.52-17 de la norma IEC 60364-5-523 (Oct. 2009). El factor de reducción depende del número de cables (embutidos dentro de un mismo tubo, canal o conducto o grapados sobre una superficie al aire) que funcionando generan calor.

Según el RBT de 2002, el factor de reducción por agrupamiento no se toma en cuenta si los circuitos agrupados circulan paralelos menos de 2 metros, por lo que para el dimensionado de los cables dentro del cuadro no se tienen en cuenta los factores de reducción por agrupamiento.

Definimos la sección que cumple la condición 1 como la sección del cable que soporta una intensidad admisible corregida inmediatamente superior a la intensidad nominal que circula por dicho cable. Este valor se saca de la tabla B.52-3 y B.52-5 de la norma IEC 60364-5-523 (Oct. 2009).

### **Canalización en edificio de bloque de potencia**

- Intensidad admisible según norma IEC 60364-5-52 tabla B.52.3 para dos fases. Se establece con una temperatura de 30°C en el aire para un sistema B2. Las tablas observadas son para conductores de aluminio.

IEC 60364-5-52	Tabla B.52.3 (B2-Al)
Sección	Canal
2,5	23
4	31
6	40
10	54
16	72
25	94
35	115
50	123
70	175
95	210
120	242
150	261
185	300
240	358
300	415
Intensidad admisible a 30 °C en aire XLPE2. Aluminio	
Canalización, sistema B2	

**Tabla 4-1 Intensidad admisible XLPE2 canalización en suelo técnico (B2) aluminio a 30°C IEC 60364**

- Intensidad admisible según norma IEC 60364-5-52 tabla B.52.5 para tres fases. Se establece con una temperatura de 30°C en el aire para un sistema B2. Las tablas observadas son para conductores de aluminio.



IEC 60364-5-52	Tabla B.52.5 (B2-Al)
Sección	Canal
2,5	21
4	28
6	35
10	48
16	64
25	84
35	103
50	124
70	156
95	188
120	216
150	240
185	272
240	318
300	364
Intensidad admisible a 30 °C en aire XLPE3. Aluminio	
Canalización, sistema B2	

**Tabla 4-2 Intensidad admisible XLPE3 canalización en suelo técnico (B2) aluminio a 30°C IEC 60364**

- Temperatura del ambiente. Se considera a modo conservador 45 °C de temperatura el edificio en el suelo técnico.

IEC 60364-5-52	Coeficiente seguridad temperatura	
	Tabla B.52.14 - Temp ambiente distinta a 30°C	
	<b>PVC</b>	<b>XLPE</b>
<b>10</b>	1,22	1,15
<b>15</b>	1,17	1,12
<b>20</b>	1,12	1,08
<b>25</b>	1,06	1,04
<b>30</b>	1,00	1,00
<b>35</b>	0,94	0,96
<b>40</b>	0,87	0,91
<b>45</b>	0,79	0,87
<b>50</b>	0,71	0,82
<b>55</b>	0,61	0,76
<b>60</b>	0,50	0,71

**Tabla 4-3 Factor corrección por temperatura ambiente diferente a 30°C IEC 60364**

- Numero de circuitos: En el caso de IEC se solicita este número con un máximo de 16 conductores por lo que se utilizara el máximo número comentado. Se toma en cuenta que se realiza la instalación sobre el suelo técnico del edificio.

IEC 60364-5-52		Tabla B.52.17 Item 1
Num circuitos		
1		1,00
2		0,80
3		0,70
4		0,65
5		0,60
6		0,57
7		0,54
8		0,52
9		0,50
10		
11		
12		0,45
13		
14		
15		
16		0,41

Tabla 4-4 Factor corrección por número de circuitos IEC 60364

### Al aire

Se considera un tipo de montaje al aire en bandeja para sostener los cables que conectan los inversores string con el bloque de potencia de la planta fotovoltaica.

- Intensidad admisible según norma IEC 60364-5-52 tabla B.52.3 se establece con una temperatura de 20°C en el terreno. Las tablas observadas son para conductores de cobre y conductores de aluminio.

IEC 60364-5-52	Tabla B.52.3
Sección	Bandeja perforada
4	40
6	51
10	70
16	94
25	119
35	148
50	180
70	232
95	282
120	328
150	379
185	434
240	514
300	593
Intensidad admisible a 20 °C en terreno XLPE. Cobre	
Bandeja perforada	

Tabla 4-5 Intensidad admisible XLPE bandeja perforada cobre a 20°C

IEC 60364-5-52	Tabla B.52.3
Seccion	Bandeja perforada
4	31
6	39
10	54
16	73
25	89
35	111
50	135
70	173
95	210
120	244
150	282
185	322
240	380
300	439
Intensidad admisible a 20 °C en terreno XLPE. Aluminio	
Bandeja perforada	

Tabla 4-6 Intensidad admisible XLPE bandeja perforada Aluminio a 20°C

- Temperatura del aire. Se considera a modo conservador 40 °C de temperatura en el suelo donde se encuentra la zanja.

IEC 60364-5-52	Coeficiente seguridad temperatura al aire		
	Tabla B.52.14 - Temp ambiente distinta a 30°C		
	PVC	XLPE	
10	1,22		1,15
15	1,17		1,12
20	1,12		1,08
25	1,06		1,04
30	1		1
35	0,94		0,96
40	0,87		0,91
45	0,79		0,87
50	0,71		0,82
55	0,61		0,76

Tabla 4-7 Factor de corrección por temperatura diferente a 30°C en aire

- Numero de circuitos: En el caso de IEC se solicita este número con un máximo de 16 conductores por lo que se utilizara el máximo número comentado.

IEC 60364- 5-52 Num circuitos	Coficiente seguridad distancia conductos
	<b>0</b>
<b>1</b>	0,98
<b>2</b>	0,98
<b>3</b>	0,98
<b>4</b>	0,91
<b>5</b>	0,91
<b>6</b>	0,91
<b>7</b>	0,87
<b>8</b>	0,87
<b>9</b>	0,87
<b>10</b>	0,83
<b>11</b>	0,83
<b>12</b>	0,83
<b>13</b>	0,83
<b>14</b>	0,83
<b>15</b>	0,83
<b>16</b>	0,83

Tabla 4-8 Factor de corrección por número de circuitos en bandeja

NOTA: Para la realización de los cálculos de este apartado, se han tenido en cuenta los resultados de intensidades nominales obtenidos en apartados anteriores.

#### 4.5.2. Criterio 2: Cálculo por intensidad de cortocircuito admisible

##### Cálculo de secciones de cortocircuito.

Teniendo en cuenta la norma IEC 60364-4-43, el tiempo en el que la temperatura de los conductores tarda en alcanzar el límite admisible, denominado tiempo crítico, se puede calcular según la siguiente fórmula:

$$\sqrt{t} = k \cdot \frac{S}{I_{cc}}$$

Donde:

$I_{cc}$ : Intensidad máxima de cortocircuito (A)

t: Tiempo de cortocircuito (s)

S: Sección del cable (mm<sup>2</sup>)

K: Constante de valor 93, ya que se prevé conexión con cable de aluminio y con aislamiento termoestable.

Por lo tanto, las secciones de los cables que soportan la intensidad de cortocircuito durante el tiempo  $t$ , se determinan con la siguiente fórmula:

$$S = \frac{\sqrt{t} \cdot I_{cc}}{k}$$

Los tiempos de apertura de los interruptores considerados son del orden de 0,01 segundos para intensidades de cortocircuito altas (mayores de 2 kA) y de 0,02 segundos para intensidades de cortocircuito bajas (menores de 2 kA).

Para una intensidad de cortocircuito de 2 kA y un tiempo de disparo de 0,02 segundos, la sección mínima que tendría que tener el conductor de cobre es aproximadamente de 2 mm<sup>2</sup>. Los cables de la instalación están normalizados y todos tienen una sección mayor o igual a 2,5 mm<sup>2</sup>, por lo que los cables siempre soportarán intensidades de cortocircuito de hasta 2 kA.

A continuación, se determinan las secciones mínimas que tienen que tener los cables para soportar las intensidades de cortocircuito máximas según la norma IEC 60364-4-43.

La intensidad de cortocircuito máxima será la más alta de los fallos posibles que puedan darse en cada punto. Para los circuitos trifásicos, la falta más desfavorable es la trifásica. Para los circuitos bifásicos la falta más desfavorable es la bifásica.

Los interruptores automáticos deben proteger contra cortocircuitos, y según el REBT 2002 deben cumplirse las siguientes condiciones:

- a) El poder de corte del interruptor automático tiene que ser mayor que la intensidad máxima de cortocircuito.

La norma UNE-EN 60947 se aplica en los Interruptores Automáticos en instalaciones industriales en las que existe un mantenimiento realizado por personal cualificado. Los poderes de corte de los interruptores automáticos tienen un valor igual o superior a 10 kA.

- b) El tiempo de corte de cualquier corriente que resulta de un cortocircuito que se produce en un punto cualquiera del circuito no debe ser superior al tiempo en el que la temperatura de los conductores tarda en alcanzar el límite admisible.

### **Cálculo de sobrecargas**

De acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y la guía de aplicación Guía-BT-22, para que los interruptores automáticos protejan contra sobrecargas, deben cumplirse las condiciones que a continuación se exponen:

- $I_{nominal\ circuito} \leq I_{nominal\ IA} \leq I_{admisible\ cable\ corregida}$
- $I_2 \leq 1,45 \cdot I_{admisible\ cable\ corregida}$

Donde:

$I_{\text{nominal circuito}}$ : Intensidad nominal del circuito (A)

$I_{\text{nominal IA}}$ : Intensidad nominal del interruptor automático (A)

$I_2$ : Corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo (A)

Para interruptores automáticos magnetotérmicos, la norma UNE EN 60898 define:

$$I_2 = 1,45 \cdot I_{\text{nominal IA}}$$

#### 4.5.3. Cálculo de las caídas de tensión de los circuitos

La caída de tensión en los circuitos es la siguiente, dependiendo del tipo de circuito:

- Si se trata de un circuito monofásico o bifásico:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot S}$$

$$\Delta U = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S \cdot U}$$

- Si se trata de un circuito trifásico:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot S}$$

$$\Delta U = \frac{L \cdot P}{\gamma \cdot S \cdot U}$$

Donde:

S: Sección del conductor (mm<sup>2</sup>). Se toma la sección mínima normalizada calculada en el apartado 4.1.

cosφ: Coseno del ángulo φ entre la tensión y la intensidad

L: Longitud de la línea (m)

I: Intensidad de corriente de línea (A)

P: Potencia activa (W)

U: Tensión de línea (V)



$\gamma$ : Conductividad del conductor ( $\text{m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$ )

$\Delta U$ : Caída de tensión (V)

NOTA: Como las secciones de los cables son pequeñas, se ha despreciado el efecto de la reactancia de los cables.

Los cables de la instalación son termoestables, por lo que soportan hasta 90°C en régimen permanente. En este caso los cables son de aluminio, por lo que para los cálculos se tomará la conductividad del aluminio a 90 °C (caso más desfavorable), que tiene un valor de 27,8  $\text{m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$ .

Según la ITC-BT 19 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión de 2002 – Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales – para instalaciones industriales que se alimentan directamente de un transformador de distribución propio, se considera toda la instalación como interior. La caída de tensión admisible será de 4,5% para el alumbrado y del 6,5% para los demás usos.

Sin embargo, al ser un circuito de generación de AC de fotovoltaica la caída de tensión máxima en AC será de 0,5%.

#### 4.6. Verificación de las protecciones contra contactos directos e indirectos

##### **Protección contra contactos directos**

La protección contra contactos directos consiste en tomar medidas destinadas a proteger personas contra posibles contactos con las partes activas de los materiales eléctricos. Las medidas usadas frecuentemente son las de aislar las partes activas, obstaculizando así el posible contacto directo.

Salvo indicación contraria, los medios a utilizar vienen expuestos y definidos en la Norma IEC 60364 -4-41, que son habitualmente:

- Protección por aislamiento de las partes activas
- Protección por medio de barreras o envoltentes
- Protección por medio de obstáculos
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento

La actual instalación cuenta con medidas contra protección de contactos directos.

##### **Protección contra contactos indirectos**

Las instalaciones tienen que estar también previstas para la posibilidad de un fallo de aislamiento de las partes activas de los materiales eléctricos, este tipo de fallos puede producir contactos indirectos. Mediante la protección de corte automático de la alimentación se consigue proteger la instalación frente a contactos indirectos.

Debe existir una adecuada coordinación ente el esquema de conexiones a tierra de la instalación y de los dispositivos de protección de baja tensión. La central tiene las siguientes características:

- Los neutros de los transformadores de generación están conectados a tierra.
- Las masas de los equipos eléctricos de baja tensión están protegidas por conductores de protección conectados al electrodo de tierra del bloque de potencia.
- La resistencia de puesta a tierra global de la instalación aportada deberá ser tal que el equipo de protección permita disponer de una medida de intensidad que genere la orden de disparo de dicha protección.

Para la generación AC fotovoltaica según la ITC-BT-08, el sistema estudiado corresponde a un esquema de conexión TN-S. Con esta instalación los fallos por contactos indirectos darían intensidades semejantes a las de cortocircuito, por lo que a priori la instalación se protegería con los interruptores automáticos adecuados.

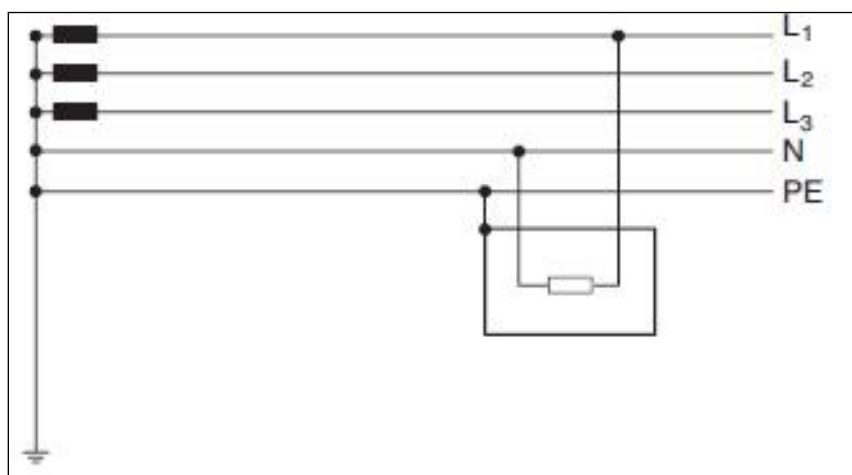


Figura 4-1 Esquema de conexión TN-S

La norma IEC 60364-4-41 determina que, si se produce en un lugar cualquiera un fallo entre un conductor de fase y una masa, el corte automático se debe efectuar en un tiempo igual, como máximo, al valor especificado, y se cumpla la condición siguiente:

$$Z_S \cdot I_a \leq U_0$$

Donde:

$Z_S$ : Impedancia de bucle de defecto desde el punto de defecto hasta la fuente ( $\Omega$ ).

$I_a$ : Corriente (A) que asegura el dispositivo de corte automático en un tiempo como máximo igual al definido en la siguiente tabla por la tensión nominal igual a  $U_0$ .

$U_0$ (V)	Tiempo de interrupción (s)
230	0,4
400	0,2
> 400	0,1

$U_0$  = tensión nominal entre fase y tierra (V).

La instalación actual estaría protegida contra contactos indirectos para los siguientes valores:

- Impedancias de bucle defecto entre fase-tierra de valores aproximados de 0,25 Ohmios.
- La intensidad que asegura el corte automático en un tiempo de 0,4 segundos tiene un valor de 10 veces la intensidad nominal del interruptor automático.

#### 4.7. Protecciones contra sobretensiones

Las causas más frecuentes de la aparición de sobretensiones son debidas a las descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos de las mismas. Los niveles de sobretensión que puede aparecer en la red es función de muchos valores (nivel isoceraúnico, tipo de acometida, proximidad del transformador, etc.).

Según la ITC 23 del REBT de 2002, se pueden presentar de dos situaciones diferentes:

- Situación Natural: cuando no es necesario la protección contra las sobretensiones transitorias. No se prevé un riesgo de sobretensiones de la instalación, por lo que no requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias. Se considera esta situación si la línea de distribución es subterránea o aérea constituida por conductores aislados con pantalla metálica unida a tierra en sus extremos.
- Situación Controlada: Cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias. En este caso se considera necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación. Dichos dispositivos de protección han de ser colocados en las líneas aéreas (siempre que estén suficientemente próximos al origen de la instalación) o en la instalación eléctrica del edificio.

La instalación de baja tensión es exterior solo en inversores, ya que el transformador de generación está situado dentro del edificio. Se debe contar con una protección de sobretensiones en la entrada de DC del inversor de clase II y a la salida de AC del inversor de clase II. En la caja de agrupación de inversores se dispondrá de una protección de sobretensión de clase II.

## 5. CALCULOS JUSTIFICATIVOS DE TENSION GENERACION 1.100 V<sub>DC</sub>

### 5.1. Datos cálculo generación continua

#### 5.1.1. Generador fotovoltaico

Se denomina generador fotovoltaico al conjunto de módulos fotovoltaicos encargados de transformar sin ningún paso intermedio la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica de continua.

En la tabla adjunta se indican las características de los paneles proyectados:

Características eléctricas						
Modelo	Número de células	Potencia en prueba - 0/+1.3%	Corriente en punto de máxima potencia	Tensión en punto de máxima potencia	Corriente de cortocircuito	Tensión a circuito abierto
405 Wp monocristalino	144 serie	405 Wp	9,77 A	41,46 V	10,32 A	49,81 V
Características físicas						
Modelo	Largo	Ancho	Fondo	Peso		
405 Wp monocristalino	2015 mm	996 mm	40 mm	22,7 Kg		

Tabla 5-1 Características del módulo fotovoltaico

Estas características son especificaciones en condiciones estándar (según la normativa EN 61215) de 1.000 W/m<sup>2</sup>, temperatura de la célula de 25°C y una masa de aire de 1,5 m/s.

Estos tipos de paneles utilizan células de silicio monocristalino que garantizan con un máximo rendimiento la producción eléctrica mientras exista radiación solar. Las cajas de conexiones intemperie incorporan diodos de derivación (by-pass) para evitar la posibilidad de rotura de circuito eléctrico en el interior del módulo como consecuencia de sombreados parciales de alguna célula.

#### 5.1.2. Distribución de potencias

En este apartado se define el tipo de asociación que se llevará en la instalación.

Se instalarán un total de 9 inversores de string de dos modalidades:

Inversor 1:

Número de equipos utilizados	7
Potencia de generador	100 kW a 40 °C
Tensión de generación	400 V
Intensidad nominal en tensión de generación	144,4 A

#### Inversor 2:

Número de equipos utilizados	3
Potencia de generador	60 kW a 40 °C
Tensión de generación	400 V
Intensidad nominal en tensión de generación	86,7 A

##### 5.1.2.1. Inversor

Los inversores son los encargados de convertir la corriente continua generada en los módulos solares en corriente alterna sincronizada con la de la red.

El funcionamiento de los inversores es totalmente automático. A partir de que los módulos solares generan potencia suficiente, la electrónica de potencia implementada en el inversor supervisa la tensión, la frecuencia de red y la producción de energía. A partir de que ésta es suficiente, el aparato comienza a inyectarla a la red.

Los inversores trabajan de forma que toman la máxima potencia posible (seguimiento del punto de máxima potencia) de los módulos solares. Cuando la radiación solar que incide sobre los paneles no es suficiente para suministrar corriente a la red, el inversor deja de funcionar. Puesto que la energía que consume la electrónica procede de los paneles solares, por la noche el inversor sólo consume una pequeña cantidad energía procedente de la red de distribución de la compañía.

La empresa garantiza la fabricación de los inversores bajo todas las normativas de seguridad aplicables.

El inversor se desconectará cuando se dé:

- Fallo de red eléctrica: en caso de interrupción en el suministro de la red eléctrica, el inversor se encuentra en cortocircuito y por tanto se desconectará, no funcionando en ningún caso en isla, y volviéndose a conectar cuando se haya restablecido la tensión en la red.
- Tensión fuera de rango: si la tensión está por encima o por debajo de la tensión de funcionamiento del inversor, este se desconectará automáticamente, esperando a tener condiciones más favorables de funcionamiento.
- Frecuencia fuera de rango: en el caso de que la frecuencia de red esté fuera del rango admisible, el inversor se parará de forma inmediata, ya que esto quiere decir que la red está funcionando en modo de isla o que es inestable.
- Temperatura elevada: el inversor dispone de un sistema de refrigeración por convección y ventilación forzada. En el caso de que la temperatura interior del equipo aumente, el equipo está diseñado para dar menos potencia a fin de no sobrepasar la temperatura límite, si bien, llegado el caso, se desconectará automáticamente.

Los inversores se conectarán a los centros de transformación de la ETAP, que generan en 400 Voltios (tensión similar a la observada en mercado que puede variar de un modelo a otro) y elevan la tensión a 20 kV con un transformador Dy11 con conexión a tierra.

Las características técnicas suministradas por el fabricante de los inversores considerados son las que se muestran en los anexos finales y a continuación:

Características eléctricas		
Potencia nominal de inversor AC	110 kVA (30°C) – 100 kVA (40°)	66 kVA (30°C) – 60 kVA (40°)
Potencia nominal de paneles DC	700 kWp	180 kWp
Potencia máxima de paneles DC	850,5 kWp	210,6 kWp
Rango de tensión MPP	200-1.000 Vdc (*)	200-1.000 Vdc (*)
Máxima tensión de entrada DC	1.100 V	1.100 V
Máxima corriente DC cortocircuito	40 A	30 A
Tensión nominal AC	400 V (**)	400 V (**)
Máxima corriente AC	144,4 A	86,7 A
Factor de potencia	Cualquiera	Cualquiera
Rango de temperatura de trabajo	-25°C a 60°C	-25°C a 60°C
Frecuencia de trabajo	50 Hz	50 Hz
Máxima distorsión armónica	<3%	<3 %
Humedad relativa	De 0 a 100%	De 0 a 100%
Rendimiento máximo	98,6% a 400V	98,7 % a 400V
Rendimiento europeo	98,4% a 400V	98,5 % a 400V
Consumo standby	3,5 W	2 W



Características eléctricas		
Sistema de refrigeración	Ventilación inteligente	Convección natural

Características físicas		
Grado de protección	IP65	IP65

Tabla 5-2 Características del inversor fotovoltaico.

(\*) El rango de seguimiento de Máxima potencia está ligado al número de módulos por string dimensionado. Este valor de rango de seguimiento depende de la tensión de generación por lo que se debe tener en cuenta que se debe cumplir.

(\*\*) Los cambios de tensión de generación modificarán el rango de funcionamiento por lo que se deberá recalcular el número de módulos por string.

### 5.1.3. Cálculo módulos en serie

Se establece el número de módulos en serie más óptimo para la localización. Para esto se chequea las tensiones máximas obtenidas en temperaturas frías con baja radiación y las tensiones mínimas obtenidas con temperaturas calientes y máxima radiación, tal como se observa en las siguientes tablas.

En la siguiente tabla se comprueba la tensión máxima ( $V_{oc}$  grupo) a  $-10^{\circ}\text{C}$  con una radiación de  $200 \text{ W/m}^2$  ( $G(\alpha, \beta)$ ), obteniéndose para un número de módulos en serie  $N_{ms} = 20$  una tensión menor a la tensión máxima del sistema de  $1.100 \text{ V}$ .

DATOS DE ENTRADA									
Temperatura Amb.	-10	0	10	20	25	30	35	40	45
G (Alfa, Beta)	200	200	200	200	200	200	200	200	200
FFstc	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
Nmp	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Nms	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Rs	-0,008	-0,020	-0,034	-0,048	-0,055	-0,063	-0,071	-0,079	-0,087
Doc	16,70	15,67	14,71	13,82	13,40	12,99	12,59	12,20	11,83
Vt	0,022	0,023	0,024	0,025	0,025	0,026	0,026	0,027	0,027
FFo	0,782	0,772	0,762	0,752	0,747	0,741	0,736	0,730	0,725
a	17,95	17,31	16,71	16,15	15,88	15,62	15,37	15,13	14,89
b	0,947	0,945	0,944	0,942	0,941	0,940	0,939	0,938	0,937
DATOS DE SALIDA									
Tcelula	-3,75	6,25	16,25	26,25	31,25	36,25	41,25	46,25	51,25
Voc Panel	53,95	52,51	51,07	49,63	48,91	48,19	47,47	46,75	46,03
Voc calc Vmp2	54,82	53,08	51,34	49,59	48,72	47,85	46,98	46,11	45,23
Isc Panel	2,064	2,064	2,064	2,064	2,064	2,064	2,064	2,064	2,064
Vmp Panel	45,50	44,48	43,45	42,43	41,92	41,41	40,90	40,39	39,87
Vmp 2 Panel	46,23	44,96	43,68	42,40	41,76	41,12	40,47	39,83	39,18
Imp Panel	1,93	1,92	1,92	1,91	1,91	1,91	1,91	1,90	1,90
Vmp Grupo	909,92	889,51	869,09	848,65	838,42	828,19	817,95	807,71	797,46
Vmp2 Grupo	924,65	899,17	873,61	848,00	835,16	822,31	809,44	796,55	783,64
Imp Grupo	28,95	28,87	28,79	28,71	28,66	28,62	28,58	28,54	28,50
Voc Grupo	1078,97	1050,18	1021,39	992,60	978,21	963,81	949,42	935,02	920,63
Isc Grupo	30,96	30,96	30,96	30,96	30,96	30,96	30,96	30,96	30,96
PGrupo	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500

Tabla 5-3 Cálculos de intensidades y tensiones con radiación  $200 \text{ W/m}^2$ .

En la siguiente tabla se comprueba la tensión mínima ( $V_{mp}$  grupo) a 45°C con una radiación de 1.000 W/m<sup>2</sup> (G(alfa,beta)), obteniéndose para un numero de módulos en serie  $N_{ms} = 20$  una tensión superior a la tensión mínima de trabajo del inversor de 200 V.

DATOS DE ENTRADA									
Temperatura Amb.	-10	0	10	20	25	30	35	40	45
G (Alfa,Beta)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
FFstc	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
Nmp	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Nms	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Rs	-0,041	-0,055	-0,071	-0,087	-0,096	-0,104	-0,113	-0,123	-0,132
Doc	14,26	13,40	12,59	11,83	11,47	11,12	10,78	10,45	10,12
Vt	0,025	0,025	0,026	0,027	0,027	0,028	0,028	0,029	0,029
FFo	0,757	0,747	0,736	0,725	0,719	0,714	0,708	0,702	0,696
a	16,42	15,88	15,37	14,89	14,66	14,44	14,22	14,01	13,81
b	0,943	0,941	0,939	0,937	0,936	0,935	0,934	0,933	0,932
DATOS DE SALIDA									
Tcélula	21,25	31,25	41,25	51,25	56,25	61,25	66,25	71,25	76,25
Voc Panel	50,35	48,91	47,47	46,03	45,31	44,59	43,87	43,15	42,43
Voc calc Vmp2	50,46	48,72	46,98	45,23	44,36	43,49	42,62	41,75	40,88
Isc Panel	10,32	10,32	10,32	10,32	10,32	10,32	10,32	10,32	10,32
Vmp Panel	42,94	41,92	40,90	39,87	39,36	38,85	38,33	37,82	37,31
Vmp 2 Panel	43,04	41,76	40,47	39,18	38,54	37,89	37,24	36,59	35,94
Imp Panel	9,58	9,55	9,53	9,50	9,48	9,47	9,46	9,44	9,43
Vmp Grupo	858,87	838,42	817,95	797,46	787,21	776,95	766,69	756,42	746,15
Vmp2 Grupo	860,82	835,16	809,44	783,64	770,71	757,76	744,79	731,79	718,77
Imp Grupo	143,73	143,32	142,90	142,48	142,27	142,05	141,84	141,63	141,41
Voc Grupo	1007,00	978,21	949,42	920,63	906,23	891,84	877,44	863,05	848,65
Isc Grupo	154,8	154,8	154,8	154,8	154,8	154,8	154,8	154,8	154,8
PGrupo	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500	121500

Tabla 5-4 Cálculos de intensidades y tensiones con radiación 1.000 W/m<sup>2</sup>

## 5.2. Dimensionado de cables

Los documentos de referencia que aportan información complementaria necesaria para llevar a cabo el presente estudio son:

- Reglamento de Baja Tensión REBT
- Norma IEC-60364

### 5.2.1. Criterios para el dimensionamiento de cables

Para el dimensionamiento de cables se utilizará el más exigente de los siguientes criterios:

#### Criterio 1

Por intensidad máxima admisible en el cable en régimen permanente, teniendo en cuenta los factores reductores dependientes de cada tipo de instalación. Se debe tener en cuenta que en el caso de no existir fusibles de protección se tomará como intensidad del conductor 1,25 veces la intensidad de cortocircuito, en el caso de disponer de fusibles el cable se dimensionará a 1,56 veces la intensidad de cortocircuito. Se emplearán coeficientes correctores.

### **Criterio 2**

Por intensidad de cortocircuito admisible en el cable en función del tiempo máximo de despeje de la falta. Se debe establecer que la corriente de cortocircuito puede circular por los cables y que el despeje de falta en el caso de existir fusibles, estos deben estar dimensionados 1,56 veces la intensidad de cortocircuito de la generación.

### **Criterio 3**

Por caída de tensión en el cable (por intensidad nominal en régimen permanente). Se ha establecido un límite de Caída de tensión promedio menor del 1% y caída de tensión máxima menor de 1,5%

#### *5.2.2. Hipótesis para el dimensionamiento de cables*

Se considera que los cables de generación DC serán unipolares con conductor de cobre electrolítico para los cables que conectan las series con las cajas de agrupación y de tipo ZZ-F con protección contra el agua AD8 ya que podrá sumergirse (cable de 120°C), y de aluminio para los cables que conectan las cajas de agrupación con los inversores, cubierta exterior de XLPE (cable de 90°C). Los cables ZZ-F con cubierta de goma libre de halógenos al disponer de una temperatura máxima del conductor de 120°C se calculará para simplificación como cable con cubierta XLPE con temperatura máxima del conductor de 90°C.

Los cables que conectan los módulos fotovoltaicos en el string con las cajas de agrupación se debe tener en cuenta que recorrerán distancias largas al aire grapados o embreados. También estos cables discurrirán bajo tubo para pasar de una fila a otra hasta conectarse con las cajas de agrupación.

Los cables que conectan las cajas de agrupación con los inversores en general discurrirán por zanjas enterrados bajo tubo, solo emergiendo al aire en distancias cortas menores de 2 metros de altura para la conexión en ambos extremos. Así mismo recorrerán pasos hormigonados en el cruce de carreteras que se realizará bajo tubo, pero cuyo recorrido es menor de 4 metros. Debido a las bajas longitudes observadas en ciertos tipos de montaje se calculan los cables teniendo en cuenta en su recorrido total que son directamente enterrados en el terreno.

A modo de resumen la siguiente tabla indica los principales parámetros de los diferentes tramos de cableado:

	Instalación	Material	Aislamiento
String-Inversor	Bandeja	Cu	XLPE
Inversor - Caja Agrupación	Bandeja	Cu	XLPE
Caja Agrupación - CGBT	Zanja	Cu	XLPE

### 5.2.3. Criterio 1 IEC

Para el dimensionamiento tendremos en cuenta los siguientes datos:

La intensidad modificada que será capaz de transportar el cable será la carga máxima admisible en servicio permanente dividida por el factor de corrección total:

$$I_{modif} = \frac{I_r}{factor}$$

#### Directamente enterrados

- Intensidad admisible según norma IEC 60364-5-52 tabla B.52.3 se establece con una temperatura de 20°C en el terreno. Las tablas observadas son para conductores de cobre y conductores de aluminio

IEC 60364-5-52	Tabla B.52.3
Sección	Enterrado
4	46
6	58
10	77
16	100
25	129
35	155
50	183
70	225
95	270
120	306
150	343
185	387
240	448
300	502
Intensidad admisible a 20 °C en terreno XLPE. Cobre Enterrados	

Tabla 5-5 Intensidad admisible XLPE directamente enterrado Cobre a 20°C

IEC 60364-5-52	Tabla B.52.3
Sección	Enterrado
4	
6	
10	
16	76
25	98
35	117
50	139
70	170
95	204
120	233
150	261

IEC 60364-5-52	Tabla B.52.3
Sección	Enterrado
185	296
240	343
300	386
Intensidad admisible a 20 °C en terreno XLPE. Aluminio	
Enterrados	

Tabla 5-6      Intensidad admisible XLPE directamente enterrado Aluminio a 20°C

- Temperatura del suelo. Se considera a modo conservador 40 °C de temperatura en el suelo donde se encuentra la zanja.

IEC 60364-5-52	Coeficiente seguridad temperatura bajo tubo Tabla B.52.15 - Temp terreno distinta a 20°C	
	<b>PVC</b>	<b>XLPE</b>
10	1,1	1,07
15	1,05	1,04
20	1	1
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,8
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71

Tabla 5-7 Factor de corrección por temperatura diferente a 20°C en suelo

- Resistividad térmica del terreno. Se considera una resistividad del terreno de 1 mK/W similar a las encontradas en terrenos arcillosos de estas características.

IEC 60364-5-52	Coeficiente seguridad resistividad terreno (Thermal resist 2,5 Km/W) Tabla B.52.16 - Resistencia térmica distinta a 2,5Km/W <b>Directamente enterrado</b>	
0,5		1,88
0,7		1,62
1		1,5
1,5		1,28
2		1,12
2,5		1
3		0,9

Tabla 5-8 Factor de corrección por resistividad térmica de suelo diferente a 2,5 mk/W

- Profundidad de cables. Se considera una profundidad mínima de 700 mm de la generatriz superior. En el caso de disponer de dos alturas la primera altura se sitúa a 700 mm y la segunda a 825 mm (para dejar la separación solicitada de 125 mm).

IEC 60364-5-52	Coeficiente seguridad profundidad enterramiento	
0,4		1,03
0,5		1,02
0,6		1,01
0,7		1
0,8		0,99
0,9		0,98
1		0,97
1,2		0,95

Tabla 5-9 Factor de corrección por profundidad diferente a 0,7 m



- Distancia entre conductores (IEC se considera 12,5 cm entre conductores).
- Numero de circuitos: En el caso de IEC se solicita este número con un máximo de 16 conductores por lo que se utilizara el máximo número comentado.

IEC 60364-5-52		Coeficiente seguridad distancia conductos		Tabla B.52.18 Multi-core cable enterrado			
Num circuitos		Diámetro de cable		12,5	25	50	
1	1	1	1	1	1	1	
2	0,75	0,8	0,85	0,9	0,9		
3	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85		
4	0,6	0,6	0,7	0,75	0,8		
5	0,55	0,55	0,65	0,7	0,8		
6	0,5	0,55	0,6	0,7	0,8		
7	0,45	0,51	0,59	0,67	0,76		
8	0,43	0,48	0,57	0,65	0,75		
9	0,41	0,46	0,55	0,63	0,74		
10	0,39	0,45	0,54	0,62	0,73		
11	0,38	0,43	0,52	0,60	0,71		
12	0,36	0,42	0,51	0,59	0,71		
13	0,35	0,41	0,50	0,58	0,70		
14	0,33	0,39	0,48	0,57	0,69		
15	0,32	0,38	0,47	0,56	0,68		
16	0,32	0,38	0,47	0,56	0,68		

Tabla 5-10 Factor de corrección por número de circuitos enterrados y distancia entre conductores

### Enterrados bajo tubo

- Intensidad admisible según norma IEC 60364-5-52 tabla B.52.3 se establece con una temperatura de 20°C en el terreno. Las tablas observadas son para conductores de cobre y conductores de aluminio.

IEC 60364-5-52	Tabla B.52.3
Sección	Tubo enterrado
4	43
6	53
10	71
16	91
25	116
35	139
50	164
70	203
95	239
120	271
150	306
185	343
240	395

IEC 60364-5-52	Tabla B.52.3
Sección	Tubo enterrado
300	446
Intensidad admisible a 20 °C en terreno XLPE. Cobre	
Enterrados Bajo tubo	

Tabla 5-11 Intensidad admisible XLPE enterrado bajo tubo cobre a 20°C

IEC 60364-5-52	Tabla B.52.3
Sección	Tubo enterrado
4	33
6	42
10	55
16	71
25	90
35	108
50	128
70	158
95	186
120	211
150	238
185	267
240	307
300	346
Intensidad admisible a 20 °C en terreno XLPE. Aluminio	
Enterrados Bajo tubo	

Tabla 5-12 Intensidad admisible XLPE enterrado bajo tubo Aluminio a 20°C

- Temperatura del suelo. Se considera a modo conservador 40 °C de temperatura en el suelo donde se encuentra la zanja.

IEC 60364-5-52	Coeficiente seguridad temperatura bajo tubo Tabla B.52.15 - Temp terreno distinta a 20°C	
	<b>PVC</b>	<b>XLPE</b>
<b>10</b>	1,1	1,07
<b>15</b>	1,05	1,04
<b>20</b>	1	1
<b>25</b>	0,95	0,96
<b>30</b>	0,89	0,93
<b>35</b>	0,84	0,89
<b>40</b>	0,77	0,85
<b>45</b>	0,71	0,8
<b>50</b>	0,63	0,76
<b>55</b>	0,55	0,71

Tabla 5-13 Factor de corrección por temperatura diferente a 20°C en suelo

- Resistividad térmica del terreno. Se considera una resistividad del terreno de 1 mK/W similar a las encontradas en terrenos arcillosos de estas características.

IEC 60364-5-52	Coeficiente seguridad resistividad terreno (Thermal resist 2,5 Km/W) Tabla B.52.16 - Resistencia térmica distinta a 2,5Km/W <b>Enterrado bajo tubo</b>	
	<b>0,5</b>	1,28
	<b>0,7</b>	1,2
	<b>1</b>	1,18
	<b>1,5</b>	1,1
	<b>2</b>	1,05
	<b>2,5</b>	1
	<b>3</b>	0,96

Tabla 5-14 Factor de corrección por resistividad térmica de suelo diferente a 2,5 mK/W

- Profundidad de conductos. Se considera una profundidad mínima de 700 mm. En el caso de disponer de dos alturas la primera altura se sitúa a 700 mm y la segunda a 1000 cm (para dejar la separación solicitada de 125 mm).

IEC 60364-5-52	Coeficiente seguridad profundidad enterramiento	
	<b>0,4</b>	1,03
	<b>0,5</b>	1,02
	<b>0,6</b>	1,01
	<b>0,7</b>	1
	<b>0,8</b>	0,99
	<b>0,9</b>	0,98
	<b>1</b>	0,97
	<b>1,2</b>	0,95

Tabla 5-15 Factor de corrección por profundidad diferente a 0,7 m

- Distancia entre conductos (IEC se considera 12,5 cm entre conductores).
- Numero de circuitos: En el caso de IEC se solicita este número con un máximo de 16 conductores por lo que se utilizara el máximo número comentado.

IEC 60364-5-52	Coeficiente seguridad distancia conductos		Tabla B.52.19 A) Multi-core bajo tubo		
Num circuitos	<b>0</b>	<b>12,5</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
<b>1</b>	1	1	1	1	1
<b>2</b>	0,85	0,875	0,9	0,9	0,95
<b>3</b>	0,75	0,8	0,85	0,85	0,9
<b>4</b>	0,7	0,75	0,8	0,8	0,9
<b>5</b>	0,65	0,725	0,8	0,8	0,9
<b>6</b>	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9

IEC 60364-5-52	Coeficiente seguridad distancia conductos		Tabla B.52.19 A) Multi-core bajo tubo			
Num circuitos	0	12,5	25	50	100	
7	0,57	0,665	0,76	0,76	0,87	
8	0,54	0,64	0,74	0,74	0,87	
9	0,52	0,625	0,73	0,73	0,86	
10	0,49	0,605	0,72	0,72	0,85	
11	0,47	0,585	0,7	0,7	0,85	
12	0,45	0,57	0,69	0,69	0,84	
13	0,44	0,56	0,68	0,68	0,84	
14	0,42	0,55	0,68	0,68	0,83	
15	0,41	0,54	0,67			
16	0,39	0,525	0,66			

Tabla 5-16 Factor de corrección por número de circuitos enterrados y distancia entre conductos

### Al aire

Se considera un tipo de montaje al aire en bandeja.

- Intensidad admisible según norma IEC 60364-5-52 tabla B.52.3 se establece con una temperatura de 20°C en el terreno. Las tablas observadas son para conductores de cobre y conductores de aluminio.

IEC 60364-5-52	Tabla B.52.3
Sección	Bandeja perforada
4	40
6	51
10	70
16	94
25	119
35	148
50	180
70	232
95	282
120	328
150	379
185	434
240	514
300	593
Intensidad admisible a 20 °C en terreno XLPE. Cobre	
Bandeja perforada	

Tabla 5-17 Intensidad admisible XLPE bandeja perforada cobre a 20°C

IEC 60364-5-52	Tabla B.52.3
Sección	Bandeja perforada
4	31
6	39
10	54
16	73
25	89
35	111
50	135
70	173
95	210
120	244
150	282
185	322
240	380
300	439
Intensidad admisible a 20 °C en terreno XLPE. Aluminio	
Bandeja perforada	

Tabla 5-18 Intensidad admisible XLPE bandeja perforada Aluminio a 20°C

- Temperatura del aire. Se considera a modo conservador 40 °C de temperatura en el suelo donde se encuentra la zanja.

IEC 60364-5-52	Coeficiente seguridad temperatura al aire		
	Tabla B.52.14 - Temp ambiente distinta a 30°C		
	PVC	XLPE	
10	1,22		1,15
15	1,17		1,12
20	1,12		1,08
25	1,06		1,04
30	1		1
35	0,94		0,96
40	0,87		0,91
45	0,79		0,87
50	0,71		0,82
55	0,61		0,76

Tabla 5-19 Factor de corrección por temperatura diferente a 30°C en aire

- Numero de circuitos: En el caso de IEC se solicita este número con un máximo de 16 conductores por lo que se utilizara el máximo número comentado.

IEC 60364-5-52	Coeficiente seguridad distancia conductos
Num circuitos	0
1	0,98
2	0,98

IEC 60364- 5-52 Num circuitos	Coficiente seguridad distancia conductos
	<b>0</b>
<b>3</b>	0,98
<b>4</b>	0,91
<b>5</b>	0,91
<b>6</b>	0,91
<b>7</b>	0,87
<b>8</b>	0,87
<b>9</b>	0,87
<b>10</b>	0,83
<b>11</b>	0,83
<b>12</b>	0,83
<b>13</b>	0,83
<b>14</b>	0,83
<b>15</b>	0,83
<b>16</b>	0,83

Tabla 5-20 Factor de corrección por número de circuitos en bandeja

#### 5.2.4. Criterio 2

Al ser generación fotovoltaica se diseñan los cables a cortocircuito por lo que el criterio 1 de intensidad admisible se ejecuta sobre la intensidad de cortocircuito.

Sin embargo, se debe establecer que dependiendo de la protección existente en el cable se dimensiona con diferente factor de seguridad.

- El cable se debe dimensionar con 1,25 la corriente de cortocircuito siendo este valor la intensidad máxima.
- Si se instala el fusible este debe de ser superior a 1,25 veces la intensidad máxima.
- El conductor debe de ser capaz de soportar intensidades admisibles iguales a 1,25 veces la intensidad máxima que es igual a decir a 1,56 veces la intensidad de cortocircuito en el caso de disponer de dispositivo de protección fusible o 1,25 veces la intensidad de cortocircuito en caso de no disponer de fusible.

#### 5.2.5. Criterio 3

La caída de tensión (en V) en un cable se obtiene de forma aproximada por la siguiente fórmula:

$$U = 2 \cdot L \cdot I_r \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sen\varphi)$$



Donde  $L$  es la longitud del cable en km,  $I_n$  la intensidad que recorre el conductor en A,  $R$  la resistencia máxima del conductor a 90 °C y 50 Hz en  $\Omega/\text{km}$ ,  $X$  la reactancia a 50 Hz en  $\Omega/\text{km}$  y  $\cos \varphi$  el factor de potencia.

En el caso en que sea instalado más de un conductor por fase, la intensidad total que recorre el conductor se dividirá por el número de conductores por fase.

A efectos de dimensionamiento se fijarán los siguientes criterios:

- Caída de tensión promedio <1%
- Caída de tensión máxima <1,5%

### 5.3. Dimensionado de protecciones

Se debe tener en cuenta que en fotovoltaica el dimensionado de protecciones viene dado únicamente por la selección de fusibles y seccionadores en carga. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en los circuitos de fotovoltaica la intensidad nominal está muy cercana al valor de la intensidad de cortocircuito, por lo que el dimensionamiento de protecciones no tiene la función de aislar el circuito por el aporte de corriente de falta desde el mismo, sino por el aporte de corriente del resto de la planta.

De esta manera se disponen protecciones para las intensidades más significativas:

- Intensidad de Serie
- Intensidad de Agrupación

#### **Intensidad de serie**

La intensidad de la serie corresponde a la intensidad que el módulo fotovoltaico dispone. En este caso se dispone de dos intensidades:

- Intensidad de máxima potencia: 9,77 A
- Intensidad de cortocircuito: 10,32 A.

Se debe instalar un fusible que permita aislar la falta en el circuito con aportación de exterior, y que no dispare con la corriente de cortocircuito propia. Para esto se dispone por recomendación de los fabricantes de módulos y como cumplimiento de garantía de un fusible de 15 A en todos los casos. La tensión de aislamiento 1.100 V.

La normativa en este caso exigirá un fusible de valor 1,25 veces superior al circuito a proteger.

$$I_n = 1,25 \times 10,32 \text{ A} = 12,9 \text{ A.}$$

### **Intensidad de agrupación**

Se realizan cajas de agrupación de series, disponiendo de agrupaciones de:

- Tipo A: 15 series
- Tipo B: 9 series

El calibre de la protección debe de ser 1,25 veces superior a la intensidad de cortocircuito del circuito:

- Tipo A:  $15 \times 10,32 \times 1,25 = 193,5 \text{ A}$
- Tipo B:  $9 \times 10,32 \times 1,25 = 116,1 \text{ A}$

Y tiene que ser 0,8 veces menor a la intensidad admisible del cable (en este caso este valor solo es indicativo ya que la falta en el circuito debe superar la intensidad de corto para abrir la protección del circuito, teniendo en cuenta que los cables están dimensionados para poder trasladar la corriente de cortocircuito aportada propia).

Dado que la intención es dejar cierta holgura en las protecciones por si en un futuro se amplía la planta o se decide cambiar la configuración de las series, se utilizarán calibres de 250 A para los circuitos de tipo B y calibres de 400 A para los circuitos de tipo A.

## 6. CALCULOS JUSTIFICATIVOS DE REDES DE TIERRA ZONA FOTOVOLTAICA.

### 6.1. Redes de tierra posibles

Distinguiremos en este punto dos zonas de actuación sobre la red de tierra. Estas son:

- Zona 1 de situación de los inversores string de la planta fotovoltaica situada en la cubierta de Filtros de Arena, Planta 1.
- Zona 2 de situación de los inversores string de la planta fotovoltaica situada en el Depósito Antiguo, Planta 2.

En las zonas definidas se desarrollará la nueva red de tierras con las consideraciones que se comentan a continuación.

Respecto a las zonas de actuación definidas, en las plantas de tipo fotovoltaico que disponen de trafo elevador de la tensión de generación a Media tensión se deben establecer varios tipos de redes de tierra por definición:

- RMBT1 - Red de tierra de protección de masas de baja tensión de generación DC. Red que debe cubrir las estructuras metálicas de soporte de fotovoltaica, los marcos de módulos fotovoltaicos, y las tierras de los cuadros de agrupación de strings así como la entrada en inversor.
- RPDC1 - Red de tierra de aterrizado del polo negativo de la generación DC. Este caso es particular y solo existe esta condición con sistemas donde se requiera protección PID ya que el sistema en general funciona como aislado de tierra. En el caso que nos aplica, no existirá puesta a tierra de negativo de fotovoltaica.
- RMBT2 - Red de tierra de protección de masas de baja tensión de generación AC y de SSAA AC. Red que debe cubrir las masas de cuadros eléctricos de baja tensión de AC como es la salida de generación de inversores. Se incluye en este punto las masas de cuadros de servicios auxiliares (SSAA) de AC.
- RMAT1 - Red de tierra de protección de masas de media tensión de generación AC. Esta red corresponde al bloque de potencia donde se eleva la tensión a tensión de red. Debe cumplir con los requisitos de centros de transformación. En el caso que nos aplica, las instalaciones a ejecutar se conectan a dos centros de transformación ya existentes y que cuentan con su propia red de tierra.
- RSAT1 - Red de tierra de servicio de media tensión de generación AC. Esta red corresponde a la puesta a tierra del neutro de la generación AC, como es nuestro caso. Sin embargo, los sistemas fotovoltaicos clásicamente disponen de aislamiento en la conexión con respecto a tierra. Las conexiones suelen ser Dy11. No hay que confundir la ejecución del transformador que se suele solicitar en Dyn11, ya que su función se limita a disponer del neutro accesible para la medida del inversor, pero en ningún caso para ejercer de régimen de tierra con neutro conectado a tierra ya que siempre debe funcionar con neutro aislado.

- RSBT1 - Red de tierra de servicio de baja tensión de SSAA AC. Esta red corresponde a la puesta a tierra del neutro de los servicios auxiliares, siempre que se tomen desde el bloque de potencia. En inversores centrales clásicamente estos servicios auxiliares vienen dispuestos en la conexión en baja generación AC del inversor mediante un transformador Dyn11 con régimen de tierra de neutro puesto a tierra directamente.

Esta cantidad de sistemas de tierras es necesario reducirlas por los espacios existentes entre los sistemas que impiden separar las redes de tierra convenientemente y que dicha separación podría generar problemas de existencia de sobretensiones no deseadas.

Se debe tener en cuenta que en inversores centrales sobre el mismo chasis se incluye: baja tensión generación DC, baja tensión generación AC, baja tensión SSAA AC y media tensión generación AC. En inversores string disponemos de baja tensión generación DC, baja tensión generación AC y en el bloque de potencia, al que se conectan, baja tensión generación AC, baja tensión SSAA AC y media tensión generación AC. Es por esto que se debe disponer en cualquier caso de una red de tierra donde quedan unidas todas las redes de tierra, cumpliendo los requerimientos que establece la normativa.

Se debe tener en cuenta que en inversores string sobre el mismo chasis se incluye baja tensión generación DC y baja tensión generación AC. En ese sentido, las redes de tierras RMBT1, RPDC1 y RMBT2, por diseño de inversores estarán configuradas como una sola red. Ésta, al estar visiblemente próxima a la red de tierras de las instalaciones de la ETAP, se debe ejecutar lo suficientemente separa de ella. Para ello, las picas deberán situarse a una cierta distancia de los edificios donde se instalarán las plantas fotovoltaicas.

Una opción a considerar es la de disponer de una red de tierra donde quedan unidas todas las redes de tierra, cumpliendo los requerimientos que establece la normativa. En general se debe tener en cuenta una unión en redes de tierra de protección de masas de baja y media tensión en todos los casos, y en el caso de las tierras de servicio dependerá de las distancias disponibles en el terreno para poder separar las redes de tierra de manera efectiva.

El contratista realizará la medición final de las tierras instaladas y las mejorará tantas veces como sean necesarias hasta que el valor de estas sea aceptable

## 6.2. Electrodo propuestos

Para esto se debe disponer de los siguientes electrodos de puesta a tierra:

- ETBP - Electrodo de tierra de masas de bloque de potencia. Este electrodo se debe dimensionar según las exigencias existentes en Centros de transformación. Se debe tener en cuenta que el bloque de potencia suele ser realizado en contenedor metálico y que se disponer de equipos de alta tensión y de baja tensión por lo que este electrodo se dimensionará para la red de tierras de protección de masas RMBT2, RMBT1. Se justifica esta unión posteriormente, pero se debe tener en cuenta que las distancias entre las dos redes implican su unión para evitar sobretensiones en las diferencias realizadas en redes.

- ETCS - Electrodo de tierra de masas de centro de seccionamiento. Este electrodo se debe dimensionar según las exigencias existentes en Centros de transformación. Se debe tener en cuenta que el bloque de potencia suele ser realizado en contenedor metálico y que se disponer de equipos de alta tensión y de baja tensión por lo que este electrodo se dimensionará para la red de tierras de protección de masas RMat1. Se justifica esta unión posteriormente, pero se debe tener en cuenta que las distancias entre las dos redes implican su unión para evitar sobretensiones en las diferencias realizadas en redes.
- ETZB - Electrodo de tierra en zanjas de canalizaciones de baja tensión. Este electrodo se instala en la propia zanja de las canalizaciones para poder disponer de un bajo valor de resistencia de tierra, teniendo en cuenta la gran longitud usual de este tipo de canalizaciones. Se debe tener en cuenta que las zanjas de baja tensión incluyen conductores de baja tensión de generación en continua y conductores de baja tensión de servicios auxiliares de alterna. Se conectarán las tierras de protección de las cajas de agrupación que disponen tanto de alterna como continua por lo que se dimensionará para la red de tierras de protección de masas de RMBT1 y RMBT2.
- ETZM - Electrodo de tierra en zanjas de canalizaciones de media tensión. Este electrodo se instala en la propia zanja de las canalizaciones para poder disponer de un bajo valor de resistencia de tierra, teniendo en cuenta la gran longitud usual de este tipo de canalizaciones. Se dimensionará para la red de tierras de protección de masas de RMat1
- ETSB. Electrodo de tierra de servicio de servicios auxiliares. Este electrodo es el que genera la conexión a tierra del neutro del transformador de servicios auxiliares y se dimensionará para ello. RSBT1

Tal como se observa y por las distancias existentes entre elementos de baja tensión de alterna y baja tensión de continua, se dispone finalmente de un electrodo:

Electrodo 1: ETZB

### 6.3. Investigación de las características del suelo

No se dispone en concreto de una investigación previa del terreno donde se dispondrán las redes de tierras correspondientes a cada una de las plantas, por lo que se determina una resistividad media superficial = 200  $\Omega \cdot m$ .

### 6.4. Cálculos de redes de tierras

Se realizan los cálculos de valores de redes de tierra según su uso aislado para luego justificar las uniones realizadas.

La normativa que se utilizará para la realización de estos cálculos será:

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23 (BOE 09.06.14).

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- IEEE Std80.

#### 6.4.1. Cálculo de red de tierras de protección de BT

La red de tierras de protección de BT incluye las siguientes redes:

- RMBT1 - Red de tierra de protección de masas de baja tensión de generación DC. Red que debe cubrir las estructuras metálicas de soporte de fotovoltaica, los marcos de módulos fotovoltaicos, y las tierras de los cuadros de agrupación de strings así como la entrada en inversor.
- RMBT2 - Red de tierra de protección de masas de baja tensión de generación AC. Red que debe cubrir las masas de cuadros eléctricos de baja tensión de AC como es la salida de generación de inversores.

Esta red, en principio, viene dada por el electrodo horizontal enterrado. Coincidirá con el electrodo definido como ETZB.

Según la tabla 5, de la ITC-BT 18, la resistencia de puesta a tierra será:

$$R_{pt3} = 2 \cdot \frac{\rho}{L}$$

Donde:

L = 6 m. Longitud de electrodo de 50 mm<sup>2</sup> de cobre enterrado.

$$R_{pt3} = 2 \cdot \frac{\rho}{L} = 2 \cdot \frac{200}{6} = 66,7 \, \Omega$$

Se dispondrá de un electrodo realizado mediante picas alejadas para poder disminuir resistencia.

Las características y configuración de las picas se describen a continuación:

- Identificación: código 5/32 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos:

$$K_r = 0,135 \, \Omega / (\Omega \cdot m)$$

$$K_p = 0,0252 \, V / (\Omega \cdot m \cdot A)$$

Descripción:

- Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro, 14 mm y longitud, 2 m, unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm<sup>2</sup>.



- La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 35 mm<sup>2</sup> de sección, aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

• Configuración seleccionada	5/32
• Geometría	Picas en hilera
• Profundidad del electrodo (m)	0,5
• Número de picas:	3
• Longitud de las picas (m)	2
• Separación entre picas (m)	3

Sustituyendo valores:

$$R_{pt3} = K_r \cdot \rho = 0,135 \cdot 200 = 27,0 \, \Omega$$

#### 6.4.1.1. Validación de tierra por protección diferencial

El valor de tierra será tal que ninguna masa pueda alcanzar una tensión de contacto de un valor superior a 24 V.

Se instalará una protección general diferencial de 300 mA, por lo que la resistencia más desfavorable no podrá ser superior al valor dado por:

$$R_{max} = 24/0,3 = 80,0 \, \Omega$$

Se cumple dicho valor al existir un valor de tierra de central < 80  $\Omega$  en cualquiera de los casos.

## 7. CALCULOS JUSTIFICATIVOS DE REDES DE TIERRA PUNTO EVACUACION

La conexión en el punto de evacuación se realiza en los centros de transformación AMPSO 1 y AMPSO 2.

Estos centros de transformación están legalizados actualmente y disponen de una red de tierras de protección que cumple con los requisitos de tensiones de paso y contacto requeridos por la administración competente.

En el anejo de Autorizaciones se dispone de la autorización correspondiente de dichas conexiones.

Las nuevas instalaciones no modifican ni el régimen de neutro ni el valor de la corriente de defecto de la actual instalación, por lo que no existe modificación alguna que genere la necesidad de unos nuevos cálculos de redes de tierra en la zona.

## 8. CALCULOS MEDIDAS PROTECCION CONTRA RAYOS

### 8.1. Medidas Preventivas

Las medidas preventivas a tomar para protección contra rayos serán:

- El cableado de strings se realizará de tal manera que el polo positivo y el polo negativo se encuentren siempre en la misma canalización evitando espiras de gran superficie entre ambos cables.
- Se dispondrá en todos los equipos de inversores de protecciones Clase II, tanto a la entrada de DC, como a la salida de AC.
- Se dispondrá de protecciones de Clase II en los cuadros de agrupación de generación FV.
- Las estructuras fotovoltaicas estarán conectadas a tierra.
- Se dispondrán de pararrayos tal como se indique el siguiente estudio.

### 8.2. Cálculos Protección Contra Rayos

La normativa empleada para la justificación es la norma IEC.

#### 8.2.1. Verificación

Se comprueba la necesidad de la instalación de un Sistema de Protección Contra Rayos según: CTE SU 8. Se calcula el valor “Frecuencia Esperada de Impactos,  $N_e$ ” y se compara con el “Riesgo Admisible,  $N_a$ ”.

Se realizará la consideración sobre el edificio de mayor altura a la hora de definir la necesidad de colocar una punta captadora. No obstante, se deberá colocar dicha punta en el punto de mayor altura de la parcela.

Ninguno de los edificios a los que hace referencia este proyecto almacena sustancias peligrosas.

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} \text{ nº impactos/año}$$

Donde:

$N_g$ : Densidad de impactos en el terreno (nº impactos año/km<sup>2</sup>) de Figura 8-1. En Majadahonda 2,5.

$A_e$ : Superficie de captura equivalente del edificio aislado en m<sup>2</sup>, que es delimitada por una línea trazada a una distancia 3H de cada uno de los puntos del perímetro, siendo H la altura del edificio en el punto del perímetro considerado. Se tendrá en cuenta la superficie de valor 20.000 m<sup>2</sup>.

$C_1$ : Coeficiente relacionado con el entorno según Tabla 8-1. Consideraremos la construcción y parcela aislada, por lo que el valor será de 1.

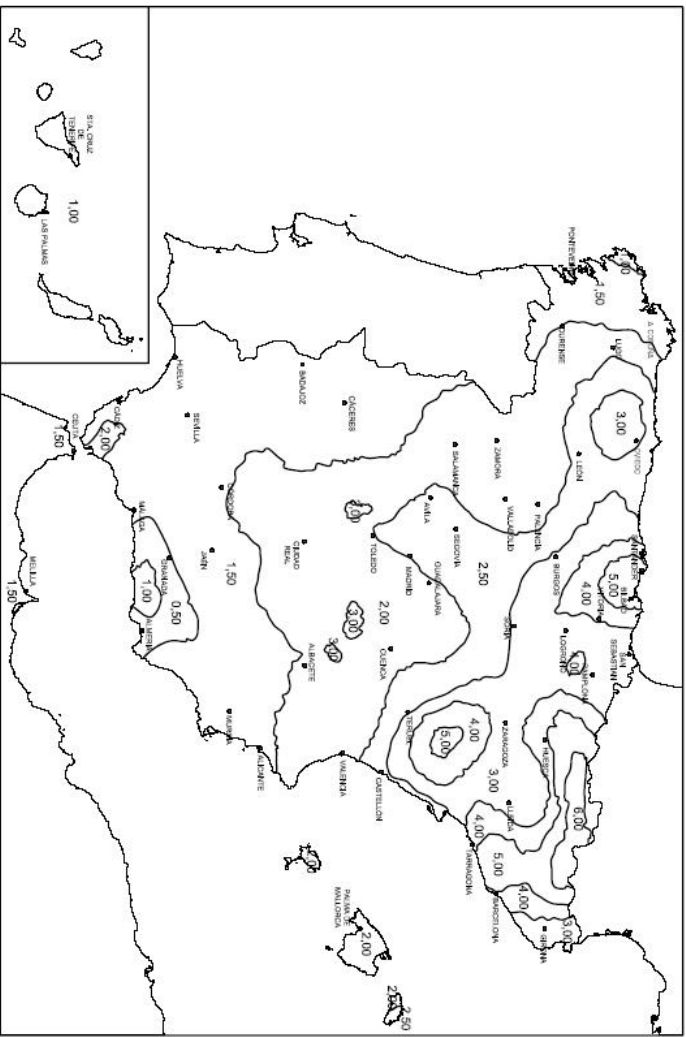


Figura 8-1 Mapa de densidad de impactos sobre el terreno Na

Situación del edificio		C1
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos		0,5
Rodeado de edificios más bajos		0,75
Aislado		1
Aislado sobre una colina o promontorio		2

Por lo tanto,

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} = 2,5 \cdot 15.000 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} = 0,019$$

El riesgo admisible  $N_a$  viene determinado por la siguiente expresión:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5} \cdot 10^{-3}$$

Donde:

$C_2$ : Coeficiente en función del tipo de construcción según Tabla 8-2. Teniendo en cuenta las estructuras fotovoltaicas, se asimilarán todas las cubiertas a cubierta metálica, por lo tanto, 0,5.

$C_3$ : Coeficiente en función del contenido del edificio según Tabla 8-2. Edificios con otros contenidos, por lo tanto, 1.

$C_4$ : Coeficiente en función del uso del edificio según Tabla 8-2. Edificios no ocupados normalmente, por lo tanto, 0,5.

C<sub>3</sub>: Coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio según Tabla 8-2. Resto de edificios, por lo tanto, 1.

Tabla 1.2 Coeficiente C <sub>2</sub>		
	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón
Estructura metálica	0,5	1
Estructura de hormigón	1	1
Estructura de madera	2	2,5

Tabla 1.3 Coeficiente C <sub>3</sub>	
Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

Tabla 1.4 Coeficiente C <sub>4</sub>	
Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos <i>Pública Concurcencia, Sanitario, Comercial, Docente</i>	3
Resto de edificios	1

Tabla 1.5 Coeficiente C <sub>5</sub>	
Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

Por lo tanto,

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5} \cdot 10^{-3} = \frac{5,5}{0,5 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 1} \cdot 10^{-3} = 0,022$$

Con lo calculado, N<sub>e</sub> es menor que N<sub>b</sub>, por lo que no será necesario la instalación de protección contra rayos.



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MADADAHONDA  
Anejo Nº 09. Cálculos eléctricos

9. RETRANQUEO DE ALUMBRADO DEPOSITO ANTIGUO

Debido a la existencia de farolas cercanas al depósito antiguo tanto al Este como al Sur, se ha previsto en el proyecto la sustitución de farolas con menor altura de báculo en numero de 4. Se procurará la realización con báculos de 3 metros como máximo de alto y se sustituirá la luminaria cumpliendo con los requisitos de alumbrado exterior y en cumplimiento con la REBT.





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MADADAHONDA  
Anejo Nº 09. Cálculos eléctricos

APÉNDICE I. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DC GENERACION FV

PLANTA 1 CIRCUITOS STRING a CN1												IS1
Id Cable	Numero de cables	Numero de series	Origen	P media mesa	Sección cable	Tipo cable	Longitud del cable (m)	LONGITUD MEDIDA (+)	LONGITUD MEDIDA (-)	N°ARQUETAS	Punto final	CDT
S-1-1-1	2	1	S111	8100	4	Cu	86.23	99.23	60.46	0	IS1	1.17%
S-1-1-2	2	1	S211	8100	4	Cu	87.68	100.92	61.45	0	IS1	1.19%
S-1-1-3	2	1	S311	8100	4	Cu	88.75	101.90	62.46	0	IS1	1.21%
S-1-1-4	2	1	S411	8100	4	Cu	89.82	102.90	63.43	0	IS1	1.22%
S-1-1-5	2	1	S911	8100	4	Cu	43.51	40.57	40.00	0	IS1	0.59%
S-1-1-6	2	1	S611	8100	4	Cu	45.53	42.43	41.89	0	IS1	0.62%
S-1-1-7	2	1	S711	8100	4	Cu	33.82	32.90	29.72	0	IS1	0.46%
S-1-1-8	2	1	S811	8100	4	Cu	59.83	82.49	28.31	0	IS1	0.82%
S-1-1-9	2	1	S911	8100	4	Cu	33.08	32.13	29.12	0	IS1	0.45%
S-1-1-10	2	1	S1011	8100	4	Cu	63.95	58.72	59.70	0	IS1	0.87%
S-1-1-11	2	1	S1111	8100	4	Cu	66.06	60.67	61.67	0	IS1	0.90%
S-1-1-12	2	1	S1211	8100	4	Cu	85.70	98.78	59.93	0	IS1	1.17%
S-1-1-13	2	1	S1311	8100	4	Cu	86.78	99.80	60.90	0	IS1	1.18%
S-1-1-14	2	1	S1411	8100	4	Cu	87.81	100.73	61.88	0	IS1	1.19%
S-1-1-15	2	1	S1511	8100	4	Cu	88.88	101.76	62.84	0	IS1	1.21%
				POT total	121500							
											Promedio	0.95%
											MAXIMO	1.22%

PLANTA 1 CIRCUITOS STRING a CN1												IS2
Id Cable	Numero de cables	Numero de series	Origen	P media mesa	Sección cable	Tipo cable	Longitud del cable (m)	LONGITUD MEDIDA (+)	LONGITUD MEDIDA (-)	N°ARQUETAS	Punto final	CDT
S-1-2-1	2	1	S112	8100	4	Cu	90.35	103.60	63.71	0	IS2	1.23%
S-1-2-2	2	1	S212	8100	4	Cu	91.44	104.60	64.73	0	IS2	1.24%
S-1-2-3	2	1	S312	8100	4	Cu	92.35	105.36	65.66	0	IS2	1.26%
S-1-2-4	2	1	S412	8100	4	Cu	93.58	106.60	66.69	0	IS2	1.27%
S-1-2-5	2	1	S912	8100	4	Cu	47.95	44.90	43.90	0	IS2	0.66%
S-1-2-6	2	1	S612	8100	4	Cu	50.18	46.90	46.02	0	IS2	0.69%
S-1-2-7	2	1	S712	8100	4	Cu	37.54	36.22	33.30	0	IS2	0.51%
S-1-2-8	2	1	S812	8100	4	Cu	95.61	108.64	68.41	0	IS2	1.30%
S-1-2-9	2	1	S912	8100	4	Cu	96.68	109.63	69.40	0	IS2	1.31%
S-1-2-10	2	1	S1012	8100	4	Cu	97.75	110.63	70.39	0	IS2	1.33%
S-1-2-11	2	1	S1112	8100	4	Cu	98.73	111.45	71.39	0	IS2	1.34%
S-1-2-12	2	1	S1212	8100	4	Cu	51.68	67.45	28.26	0	IS2	0.71%
S-1-2-13	2	1	S1312	8100	4	Cu	52.75	68.44	29.25	0	IS2	0.72%
S-1-2-14	2	1	S1412	8100	4	Cu	53.82	69.43	30.24	0	IS2	0.73%
S-1-2-15	2	1	S1512	8100	4	Cu	54.89	70.42	31.22	0	IS2	0.75%
				POT total	121500							
											Promedio	1.00%
											MAXIMO	1.34%

PLANTA 1 CIRCUITOS STRING a CN1												IS3
Id Cable	Numero de cables	Numero de series	Origen	P media mesa	Sección cable	Tipo cable	Longitud del cable (m)	LONGITUD MEDIDA (+)	LONGITUD MEDIDA (-)	N°ARQUETAS	Punto final	CDT
S-1-3-1	2	1	S113	8100	4	Cu	87.71	100.57	61.86	0	IS3	1.19%
S-1-3-2	2	1	S213	8100	4	Cu	88.78	101.56	62.85	0	IS3	1.21%
S-1-3-3	2	1	S313	8100	4	Cu	89.85	102.55	63.84	0	IS3	1.22%
S-1-3-4	2	1	S413	8100	4	Cu	90.92	103.54	64.83	0	IS3	1.24%
S-1-3-5	2	1	S513	8100	4	Cu	43.55	60.23	20.42	0	IS3	0.60%
S-1-3-6	2	1	S613	8100	4	Cu	44.63	61.23	21.41	0	IS3	0.61%
S-1-3-7	2	1	S713	8100	4	Cu	45.70	62.23	22.40	0	IS3	0.62%
S-1-3-8	2	1	S813	8100	4	Cu	46.77	63.23	23.39	0	IS3	0.64%
S-1-3-9	2	1	S913	8100	4	Cu	12.99	13.51	10.54	0	IS3	0.18%
S-1-3-10	2	1	S1013	8100	4	Cu	92.62	105.46	66.07	0	IS3	1.26%
S-1-3-11	2	1	S1113	8100	4	Cu	93.70	106.46	67.06	0	IS3	1.27%
S-1-3-12	2	1	S1213	8100	4	Cu	94.77	107.46	68.04	0	IS3	1.29%
S-1-3-13	2	1	S1313	8100	4	Cu	49.12	65.07	25.89	0	IS3	0.67%
S-1-3-14	2	1	S1413	8100	4	Cu	50.19	66.07	26.88	0	IS3	0.69%
S-1-3-15	2	1	S1513	8100	4	Cu	51.27	67.07	27.87	0	IS3	0.70%
				POT total	121500							
											Promedio	0.89%
											MAXIMO	1.29%

PLANTA 1 CIRCUITOS STRING a CN1												IS4
Id Cable	Numero de cables	Numero de series	Origen	P media mesa	Sección cable	Tipo cable	Longitud del cable (m)	LONGITUD MEDIDA (+)	LONGITUD MEDIDA (-)	NºARQUETAS	Punto final	CDT
S-1-4-1	2	1	S114	8100	4	Cu	97.42	110.40	70.01	0	IS4	1.32%
S-1-4-2	2	1	S214	8100	4	Cu	98.42	111.28	70.98	0	IS4	1.34%
S-1-4-3	2	1	S314	8100	4	Cu	99.58	112.36	72.06	0	IS4	1.35%
S-1-4-4	2	1	S414	8100	4	Cu	100.62	113.32	73.02	0	IS4	1.37%
S-1-4-5	2	1	S514	8100	4	Cu	53.90	70.26	29.55	0	IS4	0.74%
S-1-4-6	2	1	S614	8100	4	Cu	54.96	71.24	30.54	0	IS4	0.75%
S-1-4-7	2	1	S714	8100	4	Cu	56.12	72.32	31.60	0	IS4	0.77%
S-1-4-8	2	1	S814	8100	4	Cu	57.15	73.28	32.56	0	IS4	0.78%
S-1-4-9	2	1	S914	8100	4	Cu	40.36	50.73	24.01	0	IS4	0.55%
POT total				72900								
											Promedio	1.00%
											MAXIMO	1.37%
PLANTA 1 CIRCUITOS STRING a CN1												IS5
Id Cable	Numero de cables	Numero de series	Origen	P media mesa	Sección cable	Tipo cable	Longitud del cable (m)	LONGITUD MEDIDA (+)	LONGITUD MEDIDA (-)	NºARQUETAS	Punto final	CDT
S-1-5-1	2	1	S115	8100	4	Cu	101.06	94.08	93.07	0	IS5	1.37%
S-1-5-2	2	1	S215	8100	6	Cu	103.20	96.14	94.98	0	IS5	0.94%
S-1-5-3	2	1	S315	8100	4	Cu	91.07	85.80	82.84	0	IS5	1.24%
S-1-5-4	2	1	S415	8100	4	Cu	52.17	67.81	28.81	0	IS5	0.71%
S-1-5-5	2	1	S515	8100	4	Cu	53.28	68.86	29.80	0	IS5	0.73%
S-1-5-6	2	1	S615	8100	4	Cu	54.32	69.80	30.79	0	IS5	0.74%
S-1-5-7	2	1	S715	8100	4	Cu	55.54	70.67	32.18	0	IS5	0.76%
S-1-5-8	2	1	S815	8100	4	Cu	99.99	111.63	73.54	0	IS5	1.36%
S-1-5-9	2	1	S915	8100	4	Cu	56.51	72.07	32.58	0	IS5	0.77%
POT total				72900								
											Promedio	0.96%
											MAXIMO	1.37%

[illegible]

Id Cable

S-1-4-1  
S-1-4-2  
S-1-4-3  
S-1-4-4  
S-1-4-5  
S-1-4-6  
S-1-4-7  
S-1-4-8  
S-1-4-9

	Cu	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al		
N° Circ	4mm2	6 mm2	6 mm2	10 mm2	10 mm2	16 mm2	16 mm2	25 mm2	25 mm2	35 mm2	35 mm2	50 mm2	50 mm2	Isc 1,25	Isc 1,56
1	194.83416	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.9	16.125
1	196.84296	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.9	16.125
1	199.16928	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.9	16.125
1	201.24504	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.9	16.125
1	107.79912	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.9	16.125
1	109.91916	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.9	16.125
1	112.23252	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.9	16.125
1	114.30612	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.9	16.125
1	80.71812	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.9	16.125
	1333.06648	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Id Cable

S-1-5-1  
S-1-5-2  
S-1-5-3  
S-1-5-4  
S-1-5-5  
S-1-5-6  
S-1-5-7  
S-1-5-8  
S-1-5-9

	Cu	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al		
N° Circ	4mm2	6 mm2	6 mm2	10 mm2	10 mm2	16 mm2	16 mm2	25 mm2	25 mm2	35 mm2	35 mm2	50 mm2	50 mm2	Isc 1,25	Isc 1,56
1	202.122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.9	16.125
1	0	206.4096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.9	16.125
1	182.1312	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.9	16.125
1	104.3496	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.9	16.125
1	106.5528	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.9	16.125
1	108.6372	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.9	16.125
1	111.078	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.9	16.125
1	199.9836	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.9	16.125
1	113.022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.9	16.125
	1143.8764	206.4096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

ENTERRADO DIRECTO				Cable							Fusible		
Id Cable	Temp Terreno (°C)	Resist Terreno	Distancia circuitos (cm)	Profundidad circuitos	nº circuitos	Factor de corrección (Enterrado)	I max comp (A)	I adm(A)	Cumple	I calibre	Icc	IzmaxAdm	Cumple
S-1-3-1	30.00	1.00	ámetro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.5144988	CUMPLE
S-1-3-2	30.00	1.00	ámetro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.5144988	CUMPLE
S-1-3-3	30.00	1.00	ámetro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.5144988	CUMPLE
S-1-3-4	30.00	1.00	ámetro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.5144988	CUMPLE
S-1-3-5	30.00	1.00	ámetro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.5144988	CUMPLE
S-1-3-6	30.00	1.00	ámetro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.5144988	CUMPLE
S-1-3-7	30.00	1.00	ámetro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.5144988	CUMPLE
S-1-3-8	30.00	1.00	ámetro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.5144988	CUMPLE
S-1-3-9	30.00	1.00	ámetro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.5144988	CUMPLE
S-1-3-10	30.00	1.00	ámetro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.5144988	CUMPLE
S-1-3-11	30.00	1.00	ámetro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.5144988	CUMPLE
S-1-3-12	30.00	1.00	ámetro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.5144988	CUMPLE
S-1-3-13	30.00	1.00	ámetro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.5144988	CUMPLE
S-1-3-14	30.00	1.00	ámetro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.5144988	CUMPLE
S-1-3-15	30.00	1.00	ámetro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.5144988	CUMPLE

Id Cable	ENTERRADO DIRECTO						Cable		Fusible				
	Temp Terreno (°C)	Resist Terreno	Distancia circuitos (cm)	Profundidad circuitos	nº circuitos	Factor de corrección (Enterrado)	I max comp (A)	I adm(A)	Cumple	I calibre	Icc	IzmaxAdm	Cumple
S-1-4-1	30.00	1.00	ámetro de cat	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-1-4-2	30.00	1.00	ámetro de cat	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-1-4-3	30.00	1.00	ámetro de cat	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-1-4-4	30.00	1.00	ámetro de cat	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-1-4-5	30.00	1.00	ámetro de cat	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-1-4-6	30.00	1.00	ámetro de cat	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-1-4-7	30.00	1.00	ámetro de cat	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-1-4-8	30.00	1.00	ámetro de cat	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-1-4-9	30.00	1.00	ámetro de cat	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE

Id Cable	ENTERRADO DIRECTO						Cable		Fusible				
	Temp Terreno (°C)	Resist Terreno	Distancia circuitos (cm)	Profundidad circuitos	nº circuitos	Factor de corrección (Enterrado)	I max comp (A)	I adm(A)	Cumple	I calibre	Icc	IzmaxAdm	Cumple
S-1-5-1	30.00	1.00	ámetro de cat	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-1-5-2	30.00	1.00	ámetro de cat	0.60	16	0.572973	28.142687	58	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-1-5-3	30.00	1.00	ámetro de cat	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-1-5-4	30.00	1.00	ámetro de cat	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-1-5-5	30.00	1.00	ámetro de cat	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-1-5-6	30.00	1.00	ámetro de cat	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-1-5-7	30.00	1.00	ámetro de cat	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-1-5-8	30.00	1.00	ámetro de cat	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-1-5-9	30.00	1.00	ámetro de cat	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE



Id Cable	ENTERRADO EN TUBO					Cable				Fusible			
	Temp Terreno (°C)	Resist Terreno	Distancia tubos (cm)	Profundida d conducto	nº circuitos	Factor de corrección (Enterrado bajo tubo)	I max comp (A)	I adm(A)	C calibre	Icc	IzmaxAdm	Cumple	
S-1-1-1	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-1-2	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-1-3	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-1-4	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-1-5	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-1-6	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-1-7	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-1-8	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-1-9	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-1-10	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-1-11	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-1-12	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-1-13	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-1-14	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-1-15	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE

Id Cable	ENTERRADO EN TUBO					Cable					Fusible			
	Temp Terreno	Resist Terreno	Distancia tubos (cm)	Profundida de conducto	nº circuitos	Factor de corrección (Enterrado bajo tubo)	I max comp (A)	I adm(A)	Cumple	I calibre	Icc	IzmaxAdm	Cumple	
S-1-2-1	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE	
S-1-2-2	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE	
S-1-2-3	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE	
S-1-2-4	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE	
S-1-2-5	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE	
S-1-2-6	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE	
S-1-2-7	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE	
S-1-2-8	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE	
S-1-2-9	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE	
S-1-2-10	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE	
S-1-2-11	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE	
S-1-2-12	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE	
S-1-2-13	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE	
S-1-2-14	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE	
S-1-2-15	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE	

Id Cable	ENTERRADO EN TUBO					Cable				Fusible			
	Temp Terreno	Resist Terreno	Distancia tubos (cm)	Profundida d conducto	nº circuitos	Factor de corrección (Enterrado bajo tubo)	I max comp (A)	I adm(A)	Cumple	I calibre	Icc	IzmaxAdm	Cumple
S-1-3-1	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-3-2	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-3-3	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-3-4	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-3-5	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-3-6	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-3-7	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-3-8	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-3-9	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-3-10	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-3-11	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-3-12	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-3-13	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-3-14	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-3-15	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE

Id Cable	ENTERRADO EN TUBO						Cable		Fusible				
	Temp Terreno (°C)	Resist Terreno	Distancia tubos (cm)	Profundidad conducto	nº circuitos	Factor de corrección (Enterrado bajo tubo)	I max comp (A)	I adm(A)	Cumple	I calibre	Icc	IzmaxAdm	Cumple
S-1-4-1	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-4-2	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-4-3	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-4-4	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-4-5	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-4-6	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-4-7	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-4-8	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-4-9	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE

Id Cable	ENTERRADO EN TUBO						Cable		Fusible				
	Temp Terreno (°C)	Resist Terreno	Distancia tubos (cm)	Profundidad conducto	nº circuitos	Factor de corrección (Enterrado bajo tubo)	I max comp (A)	I adm(A)	Cumple	I calibre	Icc	IzmaxAdm	Cumple
S-1-5-1	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-5-2	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	53	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-5-3	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-5-4	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-5-5	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-5-6	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-5-7	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-5-8	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-1-5-9	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE

Id Cable	AL AIRE									
	Temp Terreno (°C)	nº circuitos	Factor de corrección (Al Aire)	I max comp (A)	I adm(A)	Cumple	I calibre	Icc	IzmaxAdm	Cumple
S-1-1-1	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-1-2	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-1-3	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-1-4	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-1-5	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-1-6	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-1-7	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-1-8	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-1-9	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-1-10	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-1-11	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-1-12	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-1-13	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-1-14	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-1-15	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE

Id Cable	AL AIRE									
	Temp Terreno (°C)	nº circuitos	Factor de corrección (Al Aire)	I max comp (A)	I adm(A)	Cumple	I calibre	Icc	IzmaxAdm	Cumple
S-1-2-1	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-2-2	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-2-3	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-2-4	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-2-5	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-2-6	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-2-7	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-2-8	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-2-9	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-2-10	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-2-11	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-2-12	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-2-13	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-2-14	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-2-15	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE

Id Cable	AL AIRE									
	Temp Terreno (°C)	nº circuitos	Factor de corrección (Al Aire)	I max comp (A)	I adm(A)	Cumple	I calibre	Icc	IzmaxAdm	Cumple
S-1-3-1	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-3-2	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-3-3	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-3-4	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-3-5	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-3-6	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-3-7	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-3-8	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-3-9	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-3-10	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-3-11	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-3-12	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-3-13	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-3-14	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-3-15	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE

Id Cable	AL AIRE									
	Temp Terreno (°C)	nº circuitos	Factor de corrección (Al Aire)	I max comp (A)	I adm(A)	Cumple	I calibre	Icc	IzmaxAdm	Cumple
S-1-4-1	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-4-2	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-4-3	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-4-4	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-4-5	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-4-6	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-4-7	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-4-8	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-4-9	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE

Id Cable	AL AIRE									
	Temp Terreno (°C)	nº circuitos	Factor de corrección (Al Aire)	I max comp (A)	I adm(A)	Cumple	I calibre	Icc	IzmaxAdm	Cumple
S-1-5-1	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-5-2	40.00	16	0.7553	21.3491328	51	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-5-3	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-5-4	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-5-5	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-5-6	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-5-7	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-5-8	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-1-5-9	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE

PLANTA 2 CIRCUITOS STRING a CN1												IS1		
Id Cable	Numero de cables	Numero de series	Origen	P media mesa	Sección cable	Tipo cable	Longitud del cable (m)	LONGITUD MEDIDA (+)	LONGITUD MEDIDA (-)	N°ARQUETAS	Punto final	CDT		
S-2-1-1	2	1	S111	8100	4	Cu	66.37	78.84	44.07	0	IS1	0.90%		
S-2-1-2	2	1	S211	8100	4	Cu	68.60	81.18	45.87	0	IS1	0.93%		
S-2-1-3	2	1	S311	8100	4	Cu	67.72	78.89	46.52	0	IS1	0.92%		
S-2-1-4	2	1	S411	8100	4	Cu	51.88	50.01	46.06	0	IS1	0.71%		
S-2-1-5	2	1	S511	8100	4	Cu	63.72	78.66	39.34	0	IS1	0.87%		
S-2-1-6	2	1	S611	8100	4	Cu	47.34	49.635	38.03	0	IS1	0.65%		
S-2-1-7	2	1	S711	8100	4	Cu	49.82	61.87	30.38	0	IS1	0.68%		
S-2-1-8	2	1	S811	8100	4	Cu	44.47	50.89	31.46	0	IS1	0.61%		
S-2-1-9	2	1	S911	8100	4	Cu	70.97	84.27	47.17	0	IS1	0.97%		
S-2-1-10	2	1	S1011	8100	4	Cu	39.76	40.182	27.45	0	IS1	0.54%		
S-2-1-11	2	1	S1111	8100	4	Cu	25.31	36.15	7.72	0	IS1	0.35%		
S-2-1-12	2	1	S1211	8100	4	Cu	18.95	27.25	7.834	0	IS1	0.26%		
S-2-1-13	2	1	S1311	8100	4	Cu	63.05	67.85	48.92	0	IS1	0.86%		
S-2-1-14	2	1	S1411	8100	4	Cu	97.00	80.01	99.63	0	IS1	1.32%		
S-2-1-15	2	1	S1511	8100	4	Cu	57.79	32.50	74.52	0	IS1	0.79%		
				15	POT total		121500						Promedio	0.76%
												MAXIMO	1.32%	
PLANTA 2 CIRCUITOS STRING a CN1												IS2		
Id Cable	Numero de cables	Numero de series	Origen	P media mesa	Sección cable	Tipo cable	Longitud del cable (m)	LONGITUD MEDIDA (+)	LONGITUD MEDIDA (-)	N°ARQUETAS	Punto final	CDT		
S-2-2-1	2	1	S112	8100	4	Cu	85.93	92.09	67.06	0	IS2	1.17%		
S-2-2-2	2	1	S212	8100	4	Cu	74.39	70.60	67.17	0	IS2	1.01%		
S-2-2-3	2	1	S312	8100	4	Cu	77.39	83.38	59.94	0	IS2	1.05%		
S-2-2-4	2	1	S412	8100	4	Cu	91.65	104.97	64.75	0	IS2	1.25%		
S-2-2-5	2	1	S512	8100	4	Cu	66.24	63.74	58.93	0	IS2	0.90%		
S-2-2-6	2	1	S612	8100	4	Cu	81.19	94.51	55.84	0	IS2	1.10%		
S-2-2-7	2	1	S712	8100	4	Cu	62.21	60.67	54.53	0	IS2	0.85%		
S-2-2-8	2	1	S812	8100	4	Cu	87.50	101.08	60.96	0	IS2	1.19%		
S-2-2-9	2	1	S912	8100	4	Cu	68.08	72.94	53.13	0	IS2	0.93%		
S-2-2-10	2	1	S1012	8100	4	Cu	58.12	54.82	52.80	0	IS2	0.79%		
S-2-2-11	2	1	S1112	8100	4	Cu	75.85	85.99	54.48	0	IS2	1.03%		
S-2-2-12	2	1	S1212	8100	4	Cu	53.82	53.441	46.22	0	IS2	0.73%		
S-2-2-13	2	1	S1312	8100	4	Cu	61.51	66.95	46.95	0	IS2	0.84%		
S-2-2-14	2	1	S1412	8100	4	Cu	79.25	89.58	57.18	0	IS2	1.08%		
S-2-2-15	2	1	S1512	8100	4	Cu	50.32	56.71	36.47	0	IS2	0.69%		
				15	POT total		121500						Promedio	0.97%
												MAXIMO	1.25%	
PLANTA 2 CIRCUITOS STRING a CN1												IS3		
Id Cable	Numero de cables	Numero de series	Origen	P media mesa	Sección cable	Tipo cable	Longitud del cable (m)	LONGITUD MEDIDA (+)	LONGITUD MEDIDA (-)	N°ARQUETAS	Punto final	CDT		
S-2-3-1	2	1	S112	8100	4	Cu	30.24	26.00	30.00	0	IS2	0.42%		
S-2-3-2	2	1	S212	8100	4	Cu	37.31	30.00	39.10	0	IS2	0.51%		
S-2-3-3	2	1	S312	8100	4	Cu	31.21	39.10	18.70	0	IS2	0.43%		
S-2-3-4	2	1	S412	8100	4	Cu	43.96	18.70	62.70	0	IS2	0.60%		
S-2-3-5	2	1	S512	8100	4	Cu	62.48	62.70	53.00	0	IS2	0.85%		
S-2-3-6	2	1	S612	8100	4	Cu	57.08	53.00	52.70	0	IS2	0.76%		
S-2-3-7	2	1	S712	8100	4	Cu	55.67	52.70	50.40	0	IS2	0.76%		
S-2-3-8	2	1	S812	8100	4	Cu	61.02	50.40	62.60	0	IS2	0.83%		
				8	POT total		64800						Promedio	0.65%
												MAXIMO	0.85%	
PLANTA 2 CIRCUITOS STRING a CN1												IS4		
Id Cable	Numero de cables	Numero de series	Origen	P media mesa	Sección cable	Tipo cable	Longitud del cable (m)	LONGITUD MEDIDA (+)	LONGITUD MEDIDA (-)	N°ARQUETAS	Punto final	CDT		
S-2-3-1	2	1	S113	8100	6	Cu	115.60	130.72	83.36	0	IS4	1.05%		
S-2-3-2	2	1	S213	8100	6	Cu	100.52	102.75	83.40	0	IS4	0.91%		
S-2-3-3	2	1	S313	8100	6	Cu	95.49	91.24	85.60	0	IS4	0.87%		
S-2-3-4	2	1	S413	8100	6	Cu	115.22	123.06	90.31	0	IS4	1.05%		
S-2-3-5	2	1	S513	8100	6	Cu	91.23	89.62	79.33	0	IS4	0.83%		
S-2-3-6	2	1	S613	8100	6	Cu	106.91	118.97	79.00	0	IS4	0.97%		
S-2-3-7	2	1	S713	8100	6	Cu	87.24	83.624	77.93	0	IS4	0.79%		
S-2-3-8	2	1	S813	8100	6	Cu	101.22	103.63	83.81	0	IS4	0.92%		
S-2-3-9	2	1	S913	8100	6	Cu	112.37	119.88	88.22	0	IS4	1.02%		
S-2-3-10	2	1	S1013	8100	4	Cu	83.90	87.81	67.57	0	IS4	1.14%		
S-2-3-11	2	1	S1113	8100	4	Cu	82.79	86.32	67.00	0	IS4	1.13%		
S-2-3-12	2	1	S1213	8100	6	Cu	111.49	119.00	87.46	0	IS4	1.01%		
S-2-3-13	2	1	S1313	8100	4	Cu	75.72	79.64	60.59	0	IS4	1.03%		
S-2-3-14	2	1	S1413	8100	4	Cu	75.88	80.08	60.43	0	IS4	1.03%		
S-2-3-15	2	1	S1513	8100	6	Cu	104.41	112.66	80.70	0	IS4	0.95%		
				15	POT total		121500						Promedio	0.98%
												MAXIMO	1.14%	

PLANTA 2 CIRCUITOS STRING a CN1												ISS
Id Cable	Numero de cables	Numero de series	Origen	P media mesa	Sección cable	Tipo cable	Longitud del cable (m)	LONGITUD MEDIDA (+)	LONGITUD MEDIDA (-)	N°ARQUETAS	Punto final	CDT
S-2-5-1	2	1	S114	8100	6	Cu	119.78	135.46	86.35	0	IS5	1.09%
S-2-5-2	2	1	S214	8100	6	Cu	114.19	125.11	86.35	0	IS5	1.04%
S-2-5-3	2	1	S314	8100	6	Cu	101.59	103.97	84.16	0	IS5	0.92%
S-2-5-4	2	1	S414	8100	6	Cu	102.74	103.99	86.27	0	IS5	0.93%
S-2-5-5	2	1	S514	8100	6	Cu	104.42	106.82	86.54	0	IS5	0.95%
S-2-5-6	2	1	S614	8100	6	Cu	118.16	128.13	90.68	0	IS5	1.07%
S-2-5-7	2	1	S714	8100	6	Cu	91.61	90.27	79.38	0	IS5	0.83%
S-2-5-8	2	1	S814	8100	6	Cu	94.19	102.83	71.60	0	IS5	0.86%
S-2-5-9	2	1	S914	8100	6	Cu	88.75	92.22	72.14	0	IS5	0.81%
S-2-5-10	2	1	S1014	8100	6	Cu	110.69	112.40	92.58	0	IS5	1.00%
S-2-5-11	2	1	S1114	8100	6	Cu	113.11	114.64	94.82	0	IS5	1.03%
S-2-5-12	2	1	S1214	8100	6	Cu	80.85	94.10	74.14	0	IS5	0.83%
S-2-5-13	2	1	S1314	8100	4	Cu	83.23	80.47	73.67	0	IS5	1.13%
S-2-5-14	2	1	S1414	8100	4	Cu	86.61	96.46	63.92	0	IS5	1.18%
S-2-5-15	2	1	S1514	8100	4	Cu	79.96	83.85	64.22	0	IS5	1.09%
POT total				121500								
											Promedio	0.98%
											MAXIMO	1.18%

[illegible]



Id Cable	Cu		Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Isc 1,25	Isc 1,56
	Nº Circ	4mm2	6 mm2	6 mm2	10 mm2	10 mm2	16 mm2	16 mm2	25 mm2	25 mm2	35 mm2	35 mm2	50 mm2	50 mm2		
S-2-5-1	1	0	239.55588	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,9	16,125
S-2-5-2	1	0	228.38004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,9	16,125
S-2-5-3	1	0	203.17832	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,9	16,125
S-2-5-4	1	0	205.46296	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,9	16,125
S-2-5-5	1	0	208.83312	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,9	16,125
S-2-5-6	1	0	236.31372	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,9	16,125
S-2-5-7	1	0	183.222	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,9	16,125
S-2-5-8	1	0	188.3844	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,9	16,125
S-2-5-9	1	0	177.6088	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,9	16,125
S-2-5-10	1	0	221.373	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,9	16,125
S-2-5-11	1	0	226.22328	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,9	16,125
S-2-5-12	1	0	181.60704	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,9	16,125
S-2-5-13	1	166.46004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,9	16,125
S-2-5-14	1	173.2104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,9	16,125
S-2-5-15	1	159.91068	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,9	16,125
		315,39612	2516,15356	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16		

	ENTERRADO DIRECTO						Cable				Fusible			
Id Cable	Temp Terreno (°C)	Resist Terreno	Distancia circuitos (cm)	Profundidad circuitos	n° circuitos	Factor de corrección (Enterrado)	I max comp (A)	I adm(A)	Cumple	I calibre	Icc	IzmaxAdm	Cumple	
S-2-3-1	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	26.142687	58	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE	
S-2-3-2	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	26.142687	58	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE	
S-2-3-3	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	26.142687	58	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE	
S-2-3-4	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	26.142687	58	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE	
S-2-3-5	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	26.142687	58	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE	
S-2-3-6	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	26.142687	58	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE	
S-2-3-7	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	26.142687	58	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE	
S-2-3-8	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	26.142687	58	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE	
S-2-3-9	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	26.142687	58	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE	
S-2-3-10	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	26.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE	
S-2-3-11	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	26.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE	
S-2-3-12	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	26.142687	58	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE	
S-2-3-13	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	26.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE	
S-2-3-14	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	26.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE	
S-2-3-15	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	26.142687	58	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE	

Id Cable	ENTERRADO DIRECTO						Cable		Fusible				
	Temp Terreno (°C)	Resist Terreno	Distancia circuitos (cm)	Profundidad circuitos	n° circuitos	Factor de corrección (Enterrado)	I max comp (A)	I adm(A)	Cumple	I calibre	I oc	IzmaxAdm	Cumple
S-2-5-1	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	58	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-2-5-2	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	58	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-2-5-3	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	58	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-2-5-4	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	58	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-2-5-5	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	58	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-2-5-6	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	58	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-2-5-7	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	58	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-2-5-8	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	58	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-2-5-9	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	58	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-2-5-10	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	58	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-2-5-11	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	58	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-2-5-12	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	58	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-2-5-13	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-2-5-14	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	15	16.125	22.51414988	CUMPLE
S-2-5-15	30.00	1.00	metro de cal	0.60	16	0.572973	28.142687	46	CUMPLE	16	16.125	22.51414988	CUMPLE



Id Cable	ENTERRADO EN TUBO					Cable				Fusible			
	Temp Terreno (°C)	Resist Terreno	Distancia tubos (cm)	Profundidad d conducto	n° circuitos	Factor de corrección (Enterrado bajo tubo)	I max comp (A)	I adm(A)	Cumple	I calibre	Icc	IzmaxAdm	Cumple
S-2-3-1	30,00	1,50	12,50	0,7	16	0.537075	30.02374	53	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-3-2	30,00	1,50	12,50	0,7	16	0.537075	30.02374	53	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-3-3	30,00	1,50	12,50	0,7	16	0.537075	30.02374	53	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-3-4	30,00	1,50	12,50	0,7	16	0.537075	30.02374	53	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-3-5	30,00	1,50	12,50	0,7	16	0.537075	30.02374	53	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-3-6	30,00	1,50	12,50	0,7	16	0.537075	30.02374	53	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-3-7	30,00	1,50	12,50	0,7	16	0.537075	30.02374	53	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-3-8	30,00	1,50	12,50	0,7	16	0.537075	30.02374	53	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-3-9	30,00	1,50	12,50	0,7	16	0.537075	30.02374	53	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-3-10	30,00	1,50	12,50	0,7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-3-11	30,00	1,50	12,50	0,7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-3-12	30,00	1,50	12,50	0,7	16	0.537075	30.02374	53	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-3-13	30,00	1,50	12,50	0,7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-3-14	30,00	1,50	12,50	0,7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-3-15	30,00	1,50	12,50	0,7	16	0.537075	30.02374	53	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE

Id Cable	ENTERRADO EN TUBO						Cable			Fusible			
	Temp Terreno (°C)	Resist Terreno	Distancia tubos (cm)	Profundidad conducto	nº circuitos	Factor de corrección (Enterrado bajo tubo)	I max comp (A)	I adm(A)	Cumple	I calibre	Ioc	IzmaxAdm	Cumple
S-2-5-1	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	53	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-5-2	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	53	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-5-3	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	53	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-5-4	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	53	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-5-5	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	53	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-5-6	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	53	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-5-7	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	53	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-5-8	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	53	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-5-9	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	53	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-5-10	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	53	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-5-11	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	53	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-5-12	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	53	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-5-13	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-5-14	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE
S-2-5-15	30.00	1.50	12.50	0.7	16	0.537075	30.02374	43	CUMPLE	15	16.125	24.01899176	CUMPLE

	AL AIRE									
Id Cable	Temp Terreno (°C)	n° circuitos	Factor de corrección (Al Aire)	I max comp (A)	I adm(A)	Cumple	I calibre	I cc	IzmaxAdm	Cumple
S-2-1-1	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.073062	CUMPLE
S-2-1-2	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.073062	CUMPLE
S-2-1-3	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.073062	CUMPLE
S-2-1-4	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.073062	CUMPLE
S-2-1-5	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.073062	CUMPLE
S-2-1-6	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.073062	CUMPLE
S-2-1-7	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.073062	CUMPLE
S-2-1-8	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.073062	CUMPLE
S-2-1-9	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.073062	CUMPLE
S-2-1-10	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.073062	CUMPLE
S-2-1-11	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.073062	CUMPLE
S-2-1-12	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.073062	CUMPLE
S-2-1-13	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.073062	CUMPLE
S-2-1-14	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.073062	CUMPLE
S-2-1-15	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.073062	CUMPLE

	AL AIRE									
Id Cable	Temp Terreno (°C)	n° circuitos	Factor de corrección (Al Aire)	I max comp (A)	I adm(A)	Cumple	I calibre	I cc	I maxAdm	Cumple
S-2-2-1	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-2-2-2	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-2-2-3	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-2-2-4	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-2-2-5	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-2-2-6	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-2-2-7	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-2-2-8	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-2-2-9	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-2-2-10	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-2-2-11	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-2-2-12	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-2-2-13	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-2-2-14	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE
S-2-2-15	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.0793062	CUMPLE

	AL AIRE									
Id Cable	Temp Terreno (°C)	n° circuitos	Factor de corrección (Al Aire)	I max comp (A)	I adm(A)	Cumple	I calibre	I cc	I maxAdm	Cumple
S-2-3-1	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.073062	CUMPLE
S-2-3-2	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.073062	CUMPLE
S-2-3-3	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.073062	CUMPLE
S-2-3-4	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.073062	CUMPLE
S-2-3-5	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.073062	CUMPLE
S-2-3-6	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.073062	CUMPLE
S-2-3-7	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.073062	CUMPLE
S-2-3-8	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	17.073062	CUMPLE

	AL AIRE											
ID Cable	Temp Terreno (°C)	nº circuitos	Factor de corrección (Al Aire)	I max comp (A)	I adm(A)	Cumple	I calibre	loc	IzmaxAdm	Cumple		
S-2-3-1	40.00	16	0.7553	21.3491328	51	CUMPLE	15	16_125	17.073062	CUMPLE		
S-2-3-2	40.00	16	0.7553	21.3491328	51	CUMPLE	15	16_125	17.073062	CUMPLE		
S-2-3-3	40.00	16	0.7553	21.3491328	51	CUMPLE	15	16_125	17.073062	CUMPLE		
S-2-3-4	40.00	16	0.7553	21.3491328	51	CUMPLE	15	16_125	17.073062	CUMPLE		
S-2-3-5	40.00	16	0.7553	21.3491328	51	CUMPLE	15	16_125	17.073062	CUMPLE		
S-2-3-6	40.00	16	0.7553	21.3491328	51	CUMPLE	15	16_125	17.073062	CUMPLE		
S-2-3-7	40.00	16	0.7553	21.3491328	51	CUMPLE	15	16_125	17.073062	CUMPLE		
S-2-3-8	40.00	16	0.7553	21.3491328	51	CUMPLE	15	16_125	17.073062	CUMPLE		
S-2-3-9	40.00	16	0.7553	21.3491328	51	CUMPLE	15	16_125	17.073062	CUMPLE		
S-2-3-10	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16_125	17.073062	CUMPLE		
S-2-3-11	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16_125	17.073062	CUMPLE		
S-2-3-12	40.00	16	0.7553	21.3491328	51	CUMPLE	15	16_125	17.073062	CUMPLE		
S-2-3-13	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16_125	17.073062	CUMPLE		
S-2-3-14	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16_125	17.073062	CUMPLE		
S-2-3-15	40.00	16	0.7553	21.3491328	51	CUMPLE	15	16_125	17.073062	CUMPLE		

Id Cable	AL AIRE									
	Temp Terreno (°C)	nº circuitos	Factor de corrección (Al Aire)	I max comp (A)	I adm(A)	Cumple	I calibre	Icc	IzmaxAdm	Cumple
S-2-5-1	40.00	16	0.7553	21.3491328	51	CUMPLE	15	16.125	46.41	CUMPLE
S-2-5-2	40.00	16	0.7553	21.3491328	51	CUMPLE	15	16.125	46.41	CUMPLE
S-2-5-3	40.00	16	0.7553	21.3491328	51	CUMPLE	15	16.125	46.41	CUMPLE
S-2-5-4	40.00	16	0.7553	21.3491328	51	CUMPLE	15	16.125	46.41	CUMPLE
S-2-5-5	40.00	16	0.7553	21.3491328	51	CUMPLE	15	16.125	46.41	CUMPLE
S-2-5-6	40.00	16	0.7553	21.3491328	51	CUMPLE	15	16.125	46.41	CUMPLE
S-2-5-7	40.00	16	0.7553	21.3491328	51	CUMPLE	15	16.125	46.41	CUMPLE
S-2-5-8	40.00	16	0.7553	21.3491328	51	CUMPLE	15	16.125	46.41	CUMPLE
S-2-5-9	40.00	16	0.7553	21.3491328	51	CUMPLE	15	16.125	46.41	CUMPLE
S-2-5-10	40.00	16	0.7553	21.3491328	51	CUMPLE	15	16.125	46.41	CUMPLE
S-2-5-11	40.00	16	0.7553	21.3491328	51	CUMPLE	15	16.125	46.41	CUMPLE
S-2-5-12	40.00	16	0.7553	21.3491328	51	CUMPLE	15	16.125	46.41	CUMPLE
S-2-5-13	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	36.4	CUMPLE
S-2-5-14	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	36.4	CUMPLE
S-2-5-15	40.00	16	0.7553	21.3491328	40	CUMPLE	15	16.125	36.4	CUMPLE





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MADADAHONDA  
Anejo Nº 09. Cálculos eléctricos

APÉNDICE II. CÁLCULOS ELÉCTRICOS AC GENERACION FV

												Calculo Intensidad nominal circuito						
REV	Circuit	From	To	Description	longitud	Num	Cable		Conduccion		Type	P unit	Coef Simulta	P Acum W	U(V)		Cosfi	I nom(A)
PLANTA 1: CUBIERTA FILTRO ARENAS																		
1	Otros servicios	CGBT-AMPSO 2		CGBT FA	71.00	4	1x240	240.00	Bandeja	No	XLPE	462,000	1.00	462,000.00	400.00	3.00	1.00	666.84
1	Otros servicios	CGBT FA		INT GRAL	1.50	4	1x240	240.00	Conducto enterrado	No	XLPE	462,000	1.00	462,000.00	400.00	3.00	1.00	666.84
1	Otros servicios	I1B1		INVERSOR 1	7.00	1	1x240	240.00	Bandeja	No	XLPE	110,000	1.00	110,000.00	400.00	3.00	1.00	158.77
1	Otros servicios	I2B1		INVERSOR 2	5.00	1	1x240	240.00	Bandeja	No	XLPE	110,000	1.00	110,000.00	400.00	3.00	1.00	158.77
1	Otros servicios	I3B1		INVERSOR 3	3.70	1	1x240	240.00	Bandeja	No	XLPE	110,000	1.00	110,000.00	400.00	3.00	1.00	158.77
1	Otros servicios	I4B1		INVERSOR 4	4.00	1	1x185	185.00	Bandeja	No	XLPE	66,000	1.00	66,000.00	400.00	3.00	1.00	95.26
1	Otros servicios	I5B1		INVERSOR 5	6.00	1	1x185	185.00	Bandeja	No	XLPE	66,000	1.00	66,000.00	400.00	3.00	1.00	95.26
PLANTA 2: DEPOSITO ANTIGUO																		
1	Otros servicios	CGBT-AMPSO 1		CGFV DA	44.00	4	1x240	240.00	Bandeja	No	XLPE	396,000	1.00	396,000.00	400.00	3.00	1.00	571.58
1	Otros servicios	CGFV DA		INT GRAL	1.50	4	1x240	240.00	Conducto enterrado	No	XLPE	396,000	1.00	396,000.00	400.00	3.00	1.00	571.58
1	Otros servicios	I1B1		INVERSOR 1	7.50	1	1x150	150.00	Bandeja	No	XLPE	110,000	1.00	110,000.00	400.00	3.00	1.00	158.77
1	Otros servicios	I2B1		INVERSOR 2	11.10	1	1x150	150.00	Bandeja	No	XLPE	110,000	1.00	110,000.00	400.00	3.00	1.00	158.77
1	Otros servicios	I3B1		INVERSOR 3	6.2	1	1x120	120.00	Bandeja	No	XLPE	66,000	1.00	66,000.00	400.00	3.00	1.00	95.26
1	Otros servicios	I4B1		INVERSOR 4	34.00	1	1x150	150.00	Bandeja	No	XLPE	110,000	1.00	110,000.00	400.00	3.00	1.00	158.77
1	Otros servicios	I5B1		INVERSOR 5	16.30	1	1x150	150.00	Bandeja	No	XLPE	110,000	1.00	110,000.00	400.00	3.00	1.00	158.77

- COMP 1Se comprueba que la intensidad admisible del conductor es mayor que la intensidad del circuito normalizada (Imax comp)
- COMP2Se comprueba que la caída de tensión en alumbrado es menor del 4,5% y en otros circuitos del 6,5%
- COMP3Se comprueba que la intensidad nominal del IA es mayor que la intensidad nominal del circuito  
Se comprueba que la intensidad nominal del IA es menor que la intensidad admisible corregida del cable  
Sec omprueba que el poder de corte es mayor que la intensidad de cortocircuito maxima  
Se comprueba que la I2 de actuacion de la proteccion es menor que 1,45 veces la intensidad admisible corregida del cable
- COMP 4Se comprueba que el producto de la Zcc x la intensidad de arranque del interruptor es menor que la tensión entre fase y tierra. Se comprueba que 0,8 vecesd la Icc1 es mayor que la Imagnetica del interruptor
- COMP 5Tiempo que soporta el cable el cortocircuito es mayor que el tiempo de disparo del magnetico.
- COMP6Se comprueba que la distancia del cable no supera la distancia maxima

Calculo Intensidad Admisible del cable																	
			COMP1: Se comprueba que la intensidad admisible del conductor es mayor que la intensidad del circuito normalizada (Imax comp) en diversos tipos de instalacion														
From	To	Description	Temp Suelo (°C)	Temp Aire (°C)	Resist Suelo	Distancia tubos enterrado(c m)	Distancia directament e enterrado(c m)	Profund Conducto	nº circuitos	Factor correccion instalacion- tubo superficie/em potrado	ladm cable correg- tubos superficie/e mpotrado	COMP 1	Factor correccion instalacion- Bandeja	ladm cable correg- Bandeja	COMP 1	Factor correccion instalacion- Enterrado	ladm cable correg- Enterrado bajo tubo D1
PLANTA 1: CUBIERTA FILTRO ARENAS																	
CGBT-AMPSO 2		CGBT FA	20.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.80	5.00	0.55	694.51	CUMPLE	0.68	868.14	CUMPLE	0.90	910.31
CGBT FA		INT GRAL	20.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	2.00	0.73	926.02	CUMPLE	0.82	1,041.77	CUMPLE	1.03	1,041.55
I1B1		INVERSOR 1	20.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	2.00	0.73	231.50	CUMPLE	0.82	260.44	CUMPLE	1.03	260.39
I2B1		INVERSOR 2	20.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	2.00	0.73	231.50	CUMPLE	0.82	260.44	CUMPLE	1.03	260.39
I3B1		INVERSOR 3	20.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	2.00	0.73	231.50	CUMPLE	0.82	260.44	CUMPLE	1.03	260.39
I4B1		INVERSOR 4	20.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	2.00	0.73	198.02	CUMPLE	0.82	222.77	CUMPLE	1.03	226.42
I5B1		INVERSOR 5	20.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	2.00	0.73	198.02	CUMPLE	0.82	222.77	CUMPLE	1.03	226.42
PLANTA 2: DEPOSITO ANTIGUO																	
CGBT-AMPSO 1		CGFV DA	20.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.80	9.00	0.46	578.76	CUMPLE	0.64	810.26	CUMPLE	0.80	813.37
CGFV DA		INT GRAL	20.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	2.00	0.73	926.02	CUMPLE	0.82	1,041.77	CUMPLE	1.03	1,041.55
I1B1		INVERSOR 1	20.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	2.00	0.73	174.72	CUMPLE	0.82	196.56	CUMPLE	1.03	202.75
I2B1		INVERSOR 2	20.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	2.00	0.73	174.72	CUMPLE	0.82	196.56	CUMPLE	1.03	202.75
I3B1		INVERSOR 3	20.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	2.00	0.73	157.25	CUMPLE	0.82	176.90	CUMPLE	1.03	179.08
I4B1		INVERSOR 4	20.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	2.00	0.73	174.72	CUMPLE	0.82	196.56	CUMPLE	1.03	202.75
I5B1		INVERSOR 5	20.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	2.00	0.73	174.72	CUMPLE	0.82	196.56	CUMPLE	1.03	202.75

Se comprueba que la intensidad admisible del conductor es mayor que la  
Se comprueba que la caída de tensión en alumbrado es menor del 4,5%  
Se comprueba que la intensidad nominal del IA es mayor que la intensidad  
Se comprueba que la intensidad nominal del IA es menor que la intensidad  
Se comprueba que el poder de corte es mayor que la intensidad de cortor  
Se comprueba que la I2 de actuación de la protección es menor que 1,45  
Se comprueba que el producto de la Zcc x la intensidad de arranque del  
Tiempo que soporta el cable el cortocircuito es mayor que el tiempo de di  
Se comprueba que la distancia del cable no supera la distancia máxima

From	To	Description	COMP 1	Factor correccion instalacion- Enterrado	ladm cable correg- Enterrado directament e D2	COMP 1
PLANTA 1: CUBIERTA FILTRO ARENAS						
CGBT-AMPSO 2		CGBT FA	CUMPLE	0.76	880.82	CUMPLE
CGBT FA		INT GRAL	CUMPLE	0.98	1,140.21	CUMPLE
I1B1		INVERSOR 1	CUMPLE	0.98	285.05	CUMPLE
I2B1		INVERSOR 2	CUMPLE	0.98	285.05	CUMPLE
I3B1		INVERSOR 3	CUMPLE	0.98	285.05	CUMPLE
I4B1		INVERSOR 4	CUMPLE	0.98	245.74	CUMPLE
I5B1		INVERSOR 5	CUMPLE	0.98	245.74	CUMPLE
PLANTA 2: DEPOSITO ANTIGUO						
CGBT-AMPSO 1		CGFV DA	CUMPLE	0.64	745.31	CUMPLE
CGFV DA		INT GRAL	CUMPLE	0.98	1,140.21	CUMPLE
I1B1		INVERSOR 1	CUMPLE	0.98	216.25	CUMPLE
I2B1		INVERSOR 2	CUMPLE	0.98	216.25	CUMPLE
I3B1		INVERSOR 3	CUMPLE	0.98	193.64	CUMPLE
I4B1		INVERSOR 4	CUMPLE	0.98	216.25	CUMPLE
I5B1		INVERSOR 5	CUMPLE	0.98	216.25	CUMPLE

Se comprueba que la intensidad admisible del conductor es mayor que la  
Se comprueba que la caída de tensión en alumbrado es menor del 4,5%  
Se comprueba que la intensidad nominal del IA es mayor que la intensidad  
Se comprueba que la intensidad nominal del IA es menor que la intensidad  
Se comprueba que el poder de corte es mayor que la intensidad de cortoc  
Se comprueba que la I2 de actuación de la protección es menor que 1,45  
Se comprueba que el producto de la Zcc x la intensidad de arranque del i  
Tiempo que soporta el cable el cortocircuito es mayor que el tiempo de di  
Se comprueba que la distancia del cable no supera la distancia máxima

			Calculo caida de tension					
			COMP2: Se comprueba que la caida de tension en circuitos AC es normalmente menor de 1%. En casos extremos se aceptan valores menores a 1,5% siempre que el promedio sea menor a 1%					
From	To	Description	k(V/A.km)	AU (V)	AU %	AU Acumulada	Distancia Máxima m	COMP2
PLANTA 1: CUBIERTA FILTRO ARENAS								
CGBT-AMPSO 2		CGBT FA	0.15	3.07	0.77%	0.77%	69.32	CUMPLE
CGBT FA		INT GRAL	0.15	0.06	0.02%	0.78%	69.32	CUMPLE
I1B1		INVERSOR 1	0.15	0.29	0.07%	0.84%	291.14	CUMPLE
I2B1		INVERSOR 2	0.15	0.21	0.05%	0.82%	291.14	CUMPLE
I3B1		INVERSOR 3	0.15	0.15	0.04%	0.81%	291.14	CUMPLE
I4B1		INVERSOR 4	0.19	0.13	0.03%	0.80%	374.04	CUMPLE
I5B1		INVERSOR 5	0.19	0.19	0.05%	0.82%	374.04	CUMPLE
PLANTA 2: DEPOSITO ANTIGUO								
CGBT-AMPSO 1		CGFV DA	0.15	1.63	0.41%	0.41%	80.87	CUMPLE
CGFV DA		INT GRAL	0.15	0.06	0.01%	0.42%	80.87	CUMPLE
I1B1		INVERSOR 1	0.24	0.49	0.12%	0.53%	181.96	CUMPLE
I2B1		INVERSOR 2	0.24	0.73	0.18%	0.59%	181.96	CUMPLE
I3B1		INVERSOR 3	0.30	0.31	0.08%	0.48%	242.62	CUMPLE
I4B1		INVERSOR 4	0.24	2.24	0.56%	0.97%	181.96	CUMPLE
I5B1		INVERSOR 5	0.24	1.07	0.27%	0.68%	181.96	CUMPLE

Se comprueba que la intensidad admisible del conductor es mayor que la

Se comprueba que la caída de tension en alumbrado es menor del 4,5% \

Se comprueba que la intensidad nominal del IA es mayor que la intensida

Se comprueba que la intensidad nominal del IA es menor que la intensida

Sec omprueba que el poder de corte es mayor que la intensidad de cortor

Se comprubea que la I2 de actuacion de la proteccion es menor que 1,45

Se comprueba que el producto de la Zcc x la intensidad de arranque del i

Tiempo que soporta el cable el cortocircuito es mayor que el tiempo de di

Se comprueba que la distancia del cable no supera la distancia maxima

max

0.97%

promedio

0.69%

			Comprobacion calibre proteccion								
			COMP3: Se comprueba: que la intensidad nominal del IA es mayor que la intensidad nominal del circuito; La intensidad nominal del IA es menor que la intensidad admisible corregida del cable; El poder de corte es mayor que la intensidad de cortocircuito maxima; La I2 de actuacion de la proteccion es menor que 1,45 veces la intensidad admisible corregida del cable								
From	To	Description	I nominal	CURVA	Poder de Corte (kA)	Tiempo de Corte (sg)	Regulacion	I2 (A)	COMP3 BANDEJA	COMP3 ENTERRADO D1	COMP3 ENTERRADO D2
PLANTA 1: CUBIERTA FILTRO ARENAS											
CGBT-AMPSO 2		CGBT FA	750.00	TMD	45	0.01	1.00	975.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
CGBT FA		INT GRAL	750.00	TMD	45	0.01	0.90	877.50	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
I1B1		INVERSOR 1	250.00	TMD	45	0.01	0.90	292.50	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
I2B1		INVERSOR 2	250.00	TMD	45	0.01	0.90	292.50	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
I3B1		INVERSOR 3	260.00	TMD	45	0.01	0.90	304.20	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
I4B1		INVERSOR 4	150.00	TMD	45	0.01	0.90	175.50	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
I5B1		INVERSOR 5	150.00	TMD	45	0.01	0.90	175.50	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
PLANTA 2: DEPOSITO ANTIGUO											
CGBT-AMPSO 1		CGFV DA	750.00	TMD	45	0.01	0.90	877.50	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
CGFV DA		INT GRAL	750.00	TMD	45	0.01	0.90	877.50	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
I1B1		INVERSOR 1	250.00	TMD	45	0.01	0.68	221.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
I2B1		INVERSOR 2	250.00	TMD	45	0.01	0.68	221.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
I3B1		INVERSOR 3	250.00	TMD	45	0.01	0.68	221.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
I4B1		INVERSOR 4	250.00	TMD	45	0.01	0.68	221.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
I5B1		INVERSOR 5	250.00	TMD	45	0.01	0.68	221.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Se comprueba que la intensidad admisible del conductor es mayor que la  
Se comprueba que la caída de tensión en alumbrado es menor del 4,5%  
Se comprueba que la intensidad nominal del IA es mayor que la intensidad  
Se comprueba que la intensidad nominal del IA es menor que la intensidad  
Se comprueba que el poder de corte es mayor que la intensidad de cortoc  
Se comprueba que la I2 de actuación de la protección es menor que 1,45  
Se comprueba que el producto de la Zcc x la intensidad de arranque del  
Tiempo que soporta el cable el cortocircuito es mayor que el tiempo de di  
Se comprueba que la distancia del cable no supera la distancia máxima

			Calculo cortocircuitos								
From	To	Description	ZLinea (Ω)	ZCPN (Ω) + Tierra	R tierra (Ω)	R1 (Ω) acumulada	X1 (Ω) acumulada	Z1 (Ω) acumulada	Icc3 (A)	Icc2(A)	Icc1(A)
PLANTA 1: CUBIERTA FILTRO ARENAS											
CGBT-AMPSO 2		CGBT FA	1.72E-03		5.00E-01	2.19E-03	5.97E-03	6.36E-03	39,951.35	34,598.89	503.80
CGBT FA		INT GRAL	3.64E-05		5.00E-01	2.22E-03	6.01E-03	6.41E-03	39,659.85	34,346.44	503.77
I1B1		INVERSOR 1	6.80E-04		5.00E-01	2.86E-03	6.65E-03	7.24E-03	35,079.69	30,379.90	503.21
I2B1		INVERSOR 2	4.85E-04		5.00E-01	2.67E-03	6.46E-03	6.99E-03	36,356.91	31,486.01	503.38
I3B1		INVERSOR 3	3.59E-04		5.00E-01	2.54E-03	6.33E-03	6.82E-03	37,233.61	32,245.25	503.49
I4B1		INVERSOR 4	5.04E-04		5.00E-01	2.69E-03	6.48E-03	7.01E-03	36,232.46	31,378.23	503.36
I5B1		INVERSOR 5	7.56E-04		5.00E-01	2.94E-03	6.73E-03	7.34E-03	34,601.42	29,965.71	503.14
PLANTA 2: DEPOSITO ANTIGUO											
CGBT-AMPSO 1		CGFV DA	1.07E-03		5.00E-01	1.59E-03	6.23E-03	6.43E-03	39,521.28	34,226.44	503.75
CGFV DA		INT GRAL	3.64E-05		5.00E-01	2.22E-03	6.01E-03	6.41E-03	39,659.85	34,346.44	503.77
I1B1		INVERSOR 1	1.17E-03		5.00E-01	3.35E-03	7.14E-03	7.88E-03	32,223.28	27,906.18	502.78
I2B1		INVERSOR 2	1.72E-03		5.00E-01	3.91E-03	7.70E-03	8.63E-03	29,430.83	25,487.84	502.29
I3B1		INVERSOR 3	1.20E-03		5.00E-01	3.39E-03	5.97E-03	6.87E-03	36,998.95	32,042.03	503.46
I4B1		INVERSOR 4	5.28E-03		5.00E-01	7.47E-03	1.13E-02	1.35E-02	18,811.15	16,290.93	499.08
I5B1		INVERSOR 5	2.53E-03		5.00E-01	4.72E-03	8.50E-03	9.72E-03	26,124.47	22,624.46	501.57

Se comprueba que la intensidad admisible del conductor es mayor que la  
Se comprueba que la caída de tension en alumbrado es menor del 4,5%  
Se comprueba que la intensidad nominal del IA es mayor que la intensidad  
Se comprueba que la intensidad nominal del IA es menor que la intensidad  
Se comprueba que el poder de corte es mayor que la intensidad de cortor  
Se comprueba que la I2 de actuación de la protección es menor que 1,45  
Se comprueba que el producto de la Zcc x la intensidad de arranque del i  
Tiempo que soporta el cable el cortocircuito es mayor que el tiempo de di  
Se comprueba que la distancia del cable no supera la distancia máxima



			Comprob Contactos Indirectos			Comprobacion proteccion			
			COMP4: Se comprueba que el producto de la Zcc x la intensidad de arranque del interruptor es menor que la tension entre fase y tierra. Se comprueba que 0,8 vecesd la lcc1 es mayor que la Imagnetica del interruptor			COMP5: Tiempo que soporta el cable el cortocircuito es mayor que el tiempo de disparo del magnetico. COMP6: Se comprueba que la distancia del cable no supera la distancia maxima			
From	To	Description	U0(V) TN	Icc1(kA)	COMP4	T max act proteccion (s)	COMP5	Distancia Máxima m	COMP6
PLANTA 1: CUBIERTA FILTRO ARENAS									
CGBT-AMPSO 2		CGBT FA	60.61	366.40	DIFERENCIAL	0.74	CUMPLE	225.31	CUMPLE
CGBT FA		INT GRAL	43.48	366.38	DIFERENCIAL	0.75	CUMPLE	225.31	CUMPLE
I1B1		INVERSOR 1	17.82	365.97	DIFERENCIAL	0.96	CUMPLE	677.27	CUMPLE
I2B1		INVERSOR 2	16.81	366.09	DIFERENCIAL	0.89	CUMPLE	677.27	CUMPLE
I3B1		INVERSOR 3	16.81	366.17	DIFERENCIAL	0.85	CUMPLE	651.20	CUMPLE
I4B1		INVERSOR 4	10.15	366.08	DIFERENCIAL	0.53	CUMPLE	870.46	CUMPLE
I5B1		INVERSOR 5	10.93	365.92	DIFERENCIAL	0.58	CUMPLE	870.46	CUMPLE
PLANTA 2: DEPOSITO ANTIGUO									
CGBT-AMPSO 1		CGFV DA	50.60	366.36	DIFERENCIAL	0.75	CUMPLE	225.31	CUMPLE
CGFV DA		INT GRAL	43.48	366.38	DIFERENCIAL	0.75	CUMPLE	225.31	CUMPLE
I1B1		INVERSOR 1	15.38	365.66	DIFERENCIAL	0.44	CUMPLE	423.30	CUMPLE
I2B1		INVERSOR 2	17.60	365.30	DIFERENCIAL	0.53	CUMPLE	423.30	CUMPLE
I3B1		INVERSOR 3	13.72	366.15	DIFERENCIAL	0.22	CUMPLE	338.64	CUMPLE
I4B1		INVERSOR 4	31.94	362.97	DIFERENCIAL	1.30	CUMPLE	423.30	CUMPLE
I5B1		INVERSOR 5	20.84	364.77	DIFERENCIAL	0.67	CUMPLE	423.30	CUMPLE

Se comprueba que la intensidad admisible del conductor es mayor que la  
Se comprueba que la caída de tensión en alumbrado es menor del 4,5%  
Se comprueba que la intensidad nominal del IA es mayor que la intensidad  
Se comprueba que la intensidad nominal del IA es menor que la intensidad  
Se comprueba que el poder de corte es mayor que la intensidad de cortoc  
Se comprueba que la I2 de actuación de la protección es menor que 1,45  
Se comprueba que el producto de la Zcc x la intensidad de arranque del i  
Tiempo que soporta el cable el cortocircuito es mayor que el tiempo de di  
Se comprueba que la distancia del cable no supera la distancia máxima



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MADADAHONDA  
Anejo Nº 09. Cálculos eléctricos

APÉNDICE III. CÁLCULOS ELÉCTRICOS AC SSAA FV

												Calculo Intensidad nominal circuito								
REV	Circuit	From	To	Description	longitud	Num	Cable	S(mm2)	Conduccion	Motor	Type	P unit	Coef Simulta	P Acum W	U(V)	Fases	Cosfi	I nom(A)		
Datos Instalacion BT																				
Profundidad					0.80															
Temperatura suelo					30.00															
Temperatura ambiente					40.00															
Resistividad suelo					1.00															
Valor resistencia a tierra																				
Resistencia (Ω)					4.00															
												Calculo Intensidad nominal circuito								

COMP 1 Se comprueba que la intensidad admisible del conductor es mayor que la intensidad del circuito normalizada (Imax comp)

COMP2 Se comprueba que la caída de tensión en alumbrado es menor del 4,5% y en otros circuitos del 6,5%

COMP3 Se comprueba que la intensidad nominal del IA es mayor que la intensidad nominal del circuito

Se comprueba que la intensidad nominal del IA es menor que la intensidad admisible corregida del cable

Se comprueba que el poder de corte es mayor que la intensidad de cortocircuito máxima

Se comprueba que la I2 de actuación de la protección es menor que 1,45 veces la intensidad admisible corregida del cable

COMP 4 Se comprueba que el producto de la Zcc x la intensidad de arranque del interruptor es menor que la tensión entre fase y tierra. Se comprueba que 0,8 veces la Icc1 es mayor que la Imagnética del interruptor

COMP 5 Tiempo que soporta el cable el cortocircuito es mayor que el tiempo de disparo del magnético.

COMP6 Se comprueba que la distancia del cable no supera la distancia máxima

Calculo Intensidad Admisible del cable																		
Temp Suelo (°C)	Temp Aire (°C)	Resist Suelo	Distancia tubos(cm)		Profund Conducto	n° circuitos	Factor correccion instalacion-tubo superficie/em potrado	ladm cable correg-tubos superficie/e mpotrado	Comprobar	Factor correccion instalacion-Bandeja	ladm cable correg-Bandeja	Comprobar	Factor correccion instalacion-Enterrado	ladm cable correg-Enterrado	Comprobar	Factor correccion instalacion-Enterrado	ladm cable correg-Enterrado	Comprobar
Calculo Intensidad Admisible del cable																		
COMP1: Se comprueba que la intensidad admisible del conductor es mayor que la intensidad del circuito normalizada (Imax comp) en diversos tipos de instalacion																		
Temp Suelo (°C)	Temp Aire (°C)	Resist Suelo	Distancia tubos enterrado(c m)	Distancia directament e enterrado(c m)	Profund Conducto	n° circuitos	Factor correccion instalacion-tubo superficie/em potrado	ladm cable correg-tubos superficie/e mpotrado	COMP 1	Factor correccion instalacion-Bandeja	ladm cable correg-Bandeja	COMP 1	Factor correccion instalacion-Enterrado	ladm cable correg-Enterrado bajo tubo D1	COMP 1	Factor correccion instalacion-Enterrado	ladm cable correg-Enterrado directament e D2	COMP 1
30.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.80	1.00	0.91	95.55	CUMPLE	0.91	95.55	CUMPLE	1.09	104.30	CUMPLE	1.09	91.26	CUMPLE
30.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.80	3.00	0.64	66.89	CUMPLE	0.73	76.44	CUMPLE	0.90	86.57	CUMPLE	0.81	68.44	CUMPLE
30.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	3.00	0.64	50.96	CUMPLE	0.73	58.24	CUMPLE	0.89	66.95	CUMPLE	0.81	52.43	CUMPLE
30.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	3.00	0.64	38.22	CUMPLE	0.73	43.68	CUMPLE	0.89	51.77	CUMPLE	0.81	39.52	CUMPLE
30.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.80	6.00	0.52	41.50	CUMPLE	0.68	54.60	CUMPLE	0.83	61.93	CUMPLE	0.65	42.37	CUMPLE
30.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	6.00	0.52	41.50	CUMPLE	0.68	54.60	CUMPLE	0.82	61.30	CUMPLE	0.65	41.94	CUMPLE
30.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	6.00	0.52	26.45	CUMPLE	0.68	34.81	CUMPLE	0.82	43.32	CUMPLE	0.65	37.43	CUMPLE
30.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.80	6.00	0.52	31.12	CUMPLE	0.68	40.95	CUMPLE	0.83	47.89	CUMPLE	0.65	31.94	CUMPLE
30.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	6.00	0.52	15.56	CUMPLE	0.68	20.48	CUMPLE	0.82	26.97	CUMPLE	0.65	22.58	CUMPLE
30.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	6.00	0.52	15.56	CUMPLE	0.68	20.48	CUMPLE	0.82	26.97	CUMPLE	0.65	22.58	CUMPLE
30.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	6.00	0.52	15.56	CUMPLE	0.68	20.48	CUMPLE	0.82	26.97	CUMPLE	0.65	22.58	CUMPLE
30.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	6.00	0.52	15.56	CUMPLE	0.68	20.48	CUMPLE	0.82	26.97	CUMPLE	0.65	22.58	CUMPLE
30.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	6.00	0.52	20.75	CUMPLE	0.68	27.30	CUMPLE	0.82	35.15	CUMPLE	0.65	29.68	CUMPLE

Calculo caida de tension					
k(V/A.km)	AU (V)	AU %	AU Acumulada	Distancia Máxima m	Comprobar
Calculo caida de tension					
COMP2: Se comprueba que la caida de tension en alumbrado es menor del 4,5% y en otros circuitos del 6,5%					
k(V/A.km)	AU (V)	AU %	AU Acumulada	Distancia Máxima m	COMP2
inicial			3.00%		
0.86	0.30	0.08%	3.08%	1.370.30	CUMPLE
0.86	0.00	0.00%	3.08%	1.096.24	CUMPLE
1.34	0.42	0.10%	3.18%	800.26	CUMPLE
2.14	0.09	0.02%	3.10%	3.556.70	CUMPLE
1.34	0.02	0.01%	3.19%	560.18	CUMPLE
1.34	1.62	0.41%	3.59%	1.120.36	CUMPLE
3.57	0.50	0.22%	3.40%	69.45	CUMPLE
2.14	0.00	0.00%	3.10%	2.489.69	CUMPLE
8.57	0.05	0.02%	3.12%	926.05	CUMPLE
8.57	0.05	0.02%	3.12%	926.05	CUMPLE
8.57	0.06	0.03%	3.13%	926.05	CUMPLE
8.57	0.55	0.24%	3.34%	926.05	CUMPLE
5.36	0.65	0.28%	3.38%	296.34	CUMPLE

Comprobacion calibre proteccion									
I nominal	CURVA	Poder de Corte (kA)	Tiempo de Corte (sg)	Regulacion	I2 (A)			COMP3	COMP3
Comprobacion calibre proteccion									
COMP3: Se comprueba: que la intensidad nominal del IA es mayor que la intensidad nominal del circuito; La intensidad nominal del IA es menor que la intensidad admisible corregida del cable; El poder de corte es mayor que la intensidad de cortocircuito maxima; La I2 de actuacion de la proteccion es menor que 1,45 veces la intensidad admisible corregida del cable									
I nominal	CURVA	Poder de Corte (kA)	Tiempo de Corte (sg)	Regulacion	I2 (A)	COMP3 EMPOTRADO	COMP3 BANDEJA	COMP3 ENTERRADO D1	COMP3 ENTERRADO D2
40.00	TMD	36	0.01	1.00	52.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
40.00	TMD	36	0.01	1.00	52.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
32.00	TMD	36	0.01	0.90	37.44	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
10.00	TMD	36	0.01	0.90	11.70	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
32.00	TMD	36	0.01	1.00	41.60	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
16.00	TMD	36	0.01	0.90	18.72	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
16.00	TMD	36	0.01	0.90	18.72	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
10.00	TMD	36	0.01	1.00	13.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
6.00	TMD	36	0.01	0.90	7.02	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
6.00	TMD	36	0.01	0.90	7.02	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
6.00	TMD	36	0.01	0.90	7.02	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
6.00	TMD	36	0.01	0.90	7.02	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
6.00	TMD	36	0.01	0.90	7.02	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE



Calculo cortocircuitos								
ZLinea (Ω)	ZCPN (Ω)		R1 (Ω) acumulada	X1 (Ω) acumulada	Z1 (Ω) acumulada	Icc3 (A)	Icc2(A)	Icc1(A)

Calculo cortocircuitos								
ZLinea (Ω)	ZCPN (Ω) + Tierra	R tierra (Ω)	R1 (Ω) acumulada	X1 (Ω) acumulada	Z1 (Ω) acumulada	Icc3 (A)	Icc2(A)	Icc1(A)
3.46E-02		5.00E-01	3.59E-02	1.84E-02	4.04E-02	6.293.30	5.450.16	482.12
1.00E-04		5.00E-01	3.60E-02	1.84E-02	4.05E-02	6.279.42	5.438.14	482.07
4.37E-02		5.00E-01	7.98E-02	1.84E-02	8.19E-02	3.103.44	2.687.66	458.07
7.00E-02		5.00E-01	1.06E-01	1.84E-02	1.08E-01	2.361.25	2.044.90	444.33
1.57E-03		5.00E-01	8.13E-02	1.84E-02	8.34E-02	3.046.62	2.638.45	457.23
2.37E-01		5.00E-01	3.19E-01	1.84E-02	3.19E-01	796.15	689.48	356.43
2.11E-02		5.00E-01	1.02E-01	1.84E-02	1.04E-01	NA	1.215.72	256.55
2.51E-03		5.00E-01	1.09E-01	1.84E-02	1.10E-01	2.308.27	1.999.02	443.06
6.07E-02		5.00E-01	1.69E-01	1.84E-02	1.70E-01	NA	743.11	238.10
6.07E-02		5.00E-01	1.69E-01	1.84E-02	1.70E-01	NA	743.11	238.10
8.58E-02		5.00E-01	1.94E-01	1.84E-02	1.95E-01	NA	648.20	231.82
2.80E-01		5.00E-01	3.88E-01	1.84E-02	3.89E-01	NA	325.36	192.40
1.75E-01		5.00E-01	2.83E-01	1.84E-02	2.84E-01	NA	445.40	211.90



Comprob Contactos Indirectos			Comprobacion proteccion			
U0(V) TN	Icc1(kA)	U0(V) TN	T max act proteccion (s)		Distancia Máxima m	
Comprob Contactos Indirectos			Comprobacion proteccion			
COMP4: Se comprueba que el producto de la Zcc x la intensidad de arranque del interruptor es menor que la tension entre fase y tierra. Se comprueba que 0,8 vecesd la Icc1 es mayor que la Imagnetica del interruptor			COMP5: Tiempo que soporta el cable el cortocircuito es mayor que el tiempo de disparo del magnetico. COMP6: Se comprueba que la distancia del cable no supera la distancia maxima			
U0(V) TN	Icc1(kA)	COMP4	T max act proteccion (s)	COMP5	Distancia Máxima m	COMP6
29.98	350.63	DIFERENCIAL	0.32	CUMPLE	741.07	CUMPLE
16.22	350.59	DIFERENCIAL	0.32	CUMPLE	741.07	CUMPLE
36.17	333.14	CUMPLE	0.54	CUMPLE	592.87	CUMPLE
15.98	323.15	CUMPLE	0.37	CUMPLE	1,185.83	CUMPLE
27.18	332.53	CUMPLE	0.56	CUMPLE	592.87	CUMPLE
80.11	259.22	CUMPLE	8.26	CUMPLE	1,185.81	CUMPLE
18.02	186.58	CUMPLE	0.50	CUMPLE	255.68	CUMPLE
11.26	322.22	CUMPLE	0.38	CUMPLE	1,185.83	CUMPLE
12.47	173.16	CUMPLE	0.23	CUMPLE	284.11	CUMPLE
12.47	173.16	CUMPLE	0.23	CUMPLE	284.11	CUMPLE
15.17	168.60	CUMPLE	0.30	CUMPLE	284.11	CUMPLE
36.11	139.93	CUMPLE	1.21	CUMPLE	284.11	CUMPLE
24.78	154.11	CUMPLE	1.65	CUMPLE	454.57	CUMPLE

												Calculo Intensidad nominal circuito						
REV	Circuit	From	To	Description	longitud	Num	Cable	S(mm2)	Conduccion	Motor	Type	P unit	Coef Simulta	P Acum W	U(V)	Fases	Cosfi	I nom(A)
Datos Instalacion BT																		
Profundidad					0.80													
Temperatura suelo					30.00													
Temperatura ambiente					40.00													
Resistividad suelo					1.00													
Valor resistencia a tierra																		
Resistencia (Ω)					4.00													
												Calculo Intensidad nominal circuito						

REV	Circuit	From	To	Description	longitud	Num	Cable	S(mm2)	Conduccion	Motor	Type	P unit	Coef Simulta	P Acum W	U(V)	Fases	Cosfi	I nom(A)
1	Otros servicios	CDIST		Cuadro Distribucion	82.50	1	4x25	25.00	Bandeja	No	XLPE	4,088	1.00	4,088.00	400.00	3.00	1.00	5.90
DISTRIBUCION GENERAL 400 VAC																		
1	Otros servicios	CSA400		DIST GRAL	0.10	1	4x25	25.00	Bandeja	No	XLPE	5,110	0.80	4,088.00	400.00	3.00	1.00	7.38
1	Otros servicios	E1	CSATN	TENSION NORMAL	27.93	1	4x16	16.00	Conducto enterrado	No	XLPE	4,480	1.00	4,480.00	400.00	3.00	1.00	6.47
1	Otros servicios	E2	SAI	TENSION SEGURA	27.93	1	4x10	10.00	Conducto enterrado	No	XLPE	630	1.00	630.00	400.00	3.00	1.00	0.91
1	Otros servicios	CSA400	CSATN	TENSION NORMAL	1.00	1	4x16	16.00	Bandeja	No	XLPE	6,400	0.70	4,480.00	400.00	3.00	1.00	9.24
1	Otros servicios	E1	LIMP	LIMPIEZA	151.50	1	4x16	16.00	Conducto enterrado	No	XLPE	3,200	1.00	3,200.00	400.00	3.00	1.00	4.62
1	Otros servicios	E2	RES	RESERVA	5.05	1	2x6	6.00	Conducto enterrado	No	XLPE	3,200	1.00	3,200.00	230.00	2.00	1.00	13.91
1	Otros servicios	SAI	CSATS	TENSION SEGURA	1.00	1	4x10	10.00	Bandeja	No	XLPE	900	0.70	630.00	400.00	3.00	1.00	1.30
1	Otros servicios	E1	PERIF	PERIFERIA DISTRIBUIDA	6.06	1	2x2.5	2.50	Conducto enterrado	No	XLPE	100	1.00	100.00	230.00	2.00	1.00	0.43
1	Otros servicios	E2	SWITCH	MOXA	6.06	1	2x2.5	2.50	Conducto enterrado	No	XLPE	100	1.00	100.00	230.00	2.00	1.00	0.43
1	Otros servicios	E3	AR1	ANALIZADOR DE REDES 1	8.56	1	2x2.5	2.50	Conducto enterrado	No	XLPE	100	1.00	100.00	230.00	2.00	1.00	0.43
1	Otros servicios	E4	EM	ESTACION METEOROLOGICA	86.81	1	2x2.5	2.50	Conducto enterrado	No	XLPE	100	1.00	100.00	230.00	2.00	1.00	0.43
1	Otros servicios	E5	RES	RESERVA	27.93	1	2x4	4.00	Conducto enterrado	No	XLPE	500	1.00	500.00	230.00	2.00	1.00	2.17

COMP 1 Se comprueba que la intensidad admisible del conductor es mayor que la intensidad del circuito normalizada (Imax comp)

COMP2 Se comprueba que la caída de tensión en alumbrado es menor del 4,5% y en otros circuitos del 6,5%

COMP3 Se comprueba que la intensidad nominal del IA es mayor que la intensidad nominal del circuito

Se comprueba que la intensidad nominal del IA es menor que la intensidad admisible corregida del cable

Se comprueba que el poder de corte es mayor que la intensidad de cortocircuito máxima

Se comprueba que la I2 de actuación de la protección es menor que 1,45 veces la intensidad admisible corregida del cable

COMP 4 Se comprueba que el producto de la Zcc x la intensidad de arranque del interruptor es menor que la tensión entre fase y tierra. Se comprueba que 0,8 veces la Icc1 es mayor que la Imagnética del interruptor

COMP 5 Tiempo que soporta el cable el cortocircuito es mayor que el tiempo de disparo del magnético.

COMP6 Se comprueba que la distancia del cable no supera la distancia máxima

Calculo Intensidad Admisible del cable																		
Temp Suelo (°C)	Temp Aire (°C)	Resist Suelo	Distancia tubos(cm)		Profund Conducto	n° circuitos	Factor correccion instalacion-tubo superficie/em potrado	ladm cable correg- tubos superficie/e mpotrado	Comprobar	Factor correccion instalacion-Bandeja	ladm cable correg- Bandeja	Comprobar	Factor correccion instalacion-Enterrado	ladm cable correg-Enterrado	Comprobar	Factor correccion instalacion-Enterrado	ladm cable correg-Enterrado	Comprobar
Calculo Intensidad Admisible del cable																		
COMP1: Se comprueba que la intensidad admisible del conductor es mayor que la intensidad del circuito normalizada (Imax comp) en diversos tipos de instalacion																		
Temp Suelo (°C)	Temp Aire (°C)	Resist Suelo	Distancia tubos enterrado(cm)	Distancia directament e enterrado(cm)	Profund Conducto	n° circuitos	Factor correccion instalacion-tubo superficie/em potrado	ladm cable correg- tubos superficie/e mpotrado	COMP 1	Factor correccion instalacion-Bandeja	ladm cable correg- Bandeja	COMP 1	Factor correccion instalacion-Enterrado	ladm cable correg-Enterrado bajo tubo D1	COMP 1	Factor correccion instalacion-Enterrado	ladm cable correg-Enterrado directament e D2	COMP 1
30.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.80	1.00	0.91	95.55	CUMPLE	0.91	95.55	CUMPLE	1.09	104.30	CUMPLE	1.09	91.26	CUMPLE
30.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.80	3.00	0.64	66.89	CUMPLE	0.73	76.44	CUMPLE	0.90	86.57	CUMPLE	0.81	68.44	CUMPLE
30.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	3.00	0.64	50.96	CUMPLE	0.73	58.24	CUMPLE	0.89	66.95	CUMPLE	0.81	52.43	CUMPLE
30.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	3.00	0.64	38.22	CUMPLE	0.73	43.68	CUMPLE	0.89	51.77	CUMPLE	0.81	39.52	CUMPLE
30.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.80	6.00	0.52	41.50	CUMPLE	0.68	54.60	CUMPLE	0.83	61.93	CUMPLE	0.65	42.37	CUMPLE
30.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	6.00	0.52	41.50	CUMPLE	0.68	54.60	CUMPLE	0.82	61.30	CUMPLE	0.65	41.94	CUMPLE
30.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	6.00	0.52	26.45	CUMPLE	0.68	34.81	CUMPLE	0.82	43.32	CUMPLE	0.65	37.43	CUMPLE
30.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.80	6.00	0.52	31.12	CUMPLE	0.68	40.95	CUMPLE	0.83	47.89	CUMPLE	0.65	31.94	CUMPLE
30.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	6.00	0.52	15.56	CUMPLE	0.68	20.48	CUMPLE	0.82	28.97	CUMPLE	0.65	22.58	CUMPLE
30.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	6.00	0.52	15.56	CUMPLE	0.68	20.48	CUMPLE	0.82	28.97	CUMPLE	0.65	22.58	CUMPLE
30.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	6.00	0.52	15.56	CUMPLE	0.68	20.48	CUMPLE	0.82	28.97	CUMPLE	0.65	22.58	CUMPLE
30.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	6.00	0.52	15.56	CUMPLE	0.68	20.48	CUMPLE	0.82	28.97	CUMPLE	0.65	22.58	CUMPLE
30.00	40.00	1.00	20.00	12.50	0.90	6.00	0.52	20.75	CUMPLE	0.68	27.30	CUMPLE	0.82	35.15	CUMPLE	0.65	29.68	CUMPLE

Calculo caída de tension					
k(V/A.km)	AU (V)	AU %	AU Acumulada	Distancia Máxima m	Comprobar
Calculo caída de tension					
COMP2: Se comprueba que la caída de tension en alumbrado es menor del 4,5% y en otros circuitos del 6,5%					
k(V/A.km)	AU (V)	AU %	AU Acumulada	Distancia Máxima m	COMP2
		inicial	3.00%		
0.86	0.72	0.18%	3.18%	1,370.30	CUMPLE
0.86	0.00	0.00%	3.18%	1,096.24	CUMPLE
1.34	0.42	0.10%	3.29%	800.26	CUMPLE
2.14	0.09	0.02%	3.20%	3,556.70	CUMPLE
1.34	0.02	0.01%	3.29%	560.18	CUMPLE
1.34	1.62	0.41%	3.70%	1,120.36	CUMPLE
3.57	0.50	0.22%	3.51%	69.45	CUMPLE
2.14	0.00	0.00%	3.21%	2,489.69	CUMPLE
8.57	0.05	0.02%	3.23%	926.05	CUMPLE
8.57	0.05	0.02%	3.23%	926.05	CUMPLE
8.57	0.06	0.03%	3.23%	926.05	CUMPLE
8.57	0.65	0.28%	3.49%	926.05	CUMPLE
5.36	0.65	0.28%	3.49%	296.34	CUMPLE

Comprobacion calibre proteccion									
I nominal	CURVA	Poder de Corte (kA)	Tiempo de Corte (sg)	Regulacion	I2 (A)			COMP3	COMP3
Comprobacion calibre proteccion									
COMP3: Se comprueba: que la intensidad nominal del IA es mayor que la intensidad nominal del circuito; La intensidad nominal del IA es menor que la intensidad admisible corregida del cable; El poder de corte es mayor que la intensidad de cortocircuito maxima; La I2 de actuacion de la proteccion es menor que 1,45 veces la intensidad admisible corregida del cable									
I nominal	CURVA	Poder de Corte (kA)	Tiempo de Corte (sg)	Regulacion	I2 (A)	COMP3 EMPOTRADO	COMP3 BANDEJA	COMP3 ENTERRADO D1	COMP3 ENTERRADO D2
40.00	TMD	36	0.01	1.00	52.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
40.00	TMD	36	0.01	1.00	52.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
32.00	TMD	36	0.01	0.90	37.44	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
10.00	TMD	36	0.01	0.90	11.70	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
32.00	TMD	36	0.01	1.00	41.60	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
16.00	TMD	36	0.01	0.90	18.72	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
16.00	TMD	36	0.01	0.90	18.72	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
10.00	TMD	36	0.01	1.00	13.00	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
6.00	TMD	36	0.01	0.90	7.02	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
6.00	TMD	36	0.01	0.90	7.02	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
6.00	TMD	36	0.01	0.90	7.02	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
6.00	TMD	36	0.01	0.90	7.02	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
6.00	TMD	36	0.01	0.90	7.02	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE



Calculo cortocircuitos								
ZLinea ( $\Omega$ )	ZCPN ( $\Omega$ )		R1 ( $\Omega$ ) acumulada	X1 ( $\Omega$ ) acumulada	Z1 ( $\Omega$ ) acumulada	Icc3 (A)	Icc2(A)	Icc1(A)

Calculo cortocircuitos								
ZLinea ( $\Omega$ )	ZCPN ( $\Omega$ ) + Tierra	R tierra ( $\Omega$ )	R1 ( $\Omega$ ) acumulada	X1 ( $\Omega$ ) acumulada	Z1 ( $\Omega$ ) acumulada	Icc3 (A)	Icc2(A)	Icc1(A)
3.46E-02		5.00E-01	3.59E-02	1.84E-02	4.04E-02	6,293.30	5,450.16	482.12
1.00E-04		5.00E-01	3.60E-02	1.84E-02	4.05E-02	6,279.42	5,438.14	482.07
4.37E-02		5.00E-01	7.98E-02	1.84E-02	8.19E-02	3,103.44	2,687.66	458.07
7.00E-02		5.00E-01	1.06E-01	1.84E-02	1.08E-01	2,361.25	2,044.90	444.33
1.57E-03		5.00E-01	8.13E-02	1.84E-02	8.34E-02	3,046.62	2,638.45	457.23
2.37E-01		5.00E-01	3.19E-01	1.84E-02	3.19E-01	796.15	689.48	356.43
2.11E-02		5.00E-01	1.02E-01	1.84E-02	1.04E-01	NA	1,215.72	256.55
2.51E-03		5.00E-01	1.09E-01	1.84E-02	1.10E-01	2,308.27	1,999.02	443.06
6.07E-02		5.00E-01	1.69E-01	1.84E-02	1.70E-01	NA	743.11	238.10
6.07E-02		5.00E-01	1.69E-01	1.84E-02	1.70E-01	NA	743.11	238.10
8.58E-02		5.00E-01	1.94E-01	1.84E-02	1.95E-01	NA	648.20	231.82
2.80E-01		5.00E-01	3.88E-01	1.84E-02	3.89E-01	NA	325.36	192.40
1.75E-01		5.00E-01	2.83E-01	1.84E-02	2.84E-01	NA	445.40	211.90

Comprob Contactos Indirectos			Comprobacion proteccion			
U0(V) TN	Icc1(kA)	U0(V) TN	T max act proteccion (s)		Distancia Máxima m	
Comprob Contactos Indirectos			Comprobacion proteccion			
COMP4: Se comprueba que el producto de la Zcc x la intensidad de arranque del interruptor es menor que la tension entre fase y tierra. Se comprueba que 0,8 vecesd la Icc1 es mayor que la Imagnetica del interruptor			COMP5: Tiempo que soporta el cable el cortocircuito es mayor que el tiempo de disparo del magnetico. COMP6: Se comprueba que la distancia del cable no supera la distancia maxima			
U0(V) TN	Icc1(kA)	COMP4	T max act proteccion (s)	COMP5	Distancia Máxima m	COMP6
29.98	350.63	DIFERENCIAL	0.32	CUMPLE	741.07	CUMPLE
16.22	350.59	DIFERENCIAL	0.32	CUMPLE	741.07	CUMPLE
36.17	333.14	CUMPLE	0.54	CUMPLE	592.87	CUMPLE
15.98	323.15	CUMPLE	0.37	CUMPLE	1,185.83	CUMPLE
27.18	332.53	CUMPLE	0.56	CUMPLE	592.87	CUMPLE
80.11	259.22	CUMPLE	8.26	CUMPLE	1,185.81	CUMPLE
18.02	186.58	CUMPLE	0.50	CUMPLE	255.68	CUMPLE
11.26	322.22	CUMPLE	0.38	CUMPLE	1,185.83	CUMPLE
12.47	173.16	CUMPLE	0.23	CUMPLE	284.11	CUMPLE
12.47	173.16	CUMPLE	0.23	CUMPLE	284.11	CUMPLE
15.17	168.60	CUMPLE	0.30	CUMPLE	284.11	CUMPLE
36.11	139.93	CUMPLE	1.21	CUMPLE	284.11	CUMPLE
24.78	154.11	CUMPLE	1.65	CUMPLE	454.57	CUMPLE





## ANEJO Nº 10.- CÁLCULOS REFRIGERACIÓN





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MADADAHONDA  
Anejo Nº 10. Cálculos refrigeración

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. APORTACIONES DE CALOR	5

## 1. INTRODUCCIÓN

Al no incluir el proyecto el diseño de centros de transformación no existe la necesidad de realizar cálculos de ventilación de los centros a los que se van a conectar las plantas, ya que se asumirá que dichos centros han sido correctamente diseñados y cumplen con la normativa pertinente.

Los inversores string se encuentran colocados a la intemperie, en la planta fotovoltaica, por lo que, además de su sistema de ventilación, tienen ventilación natural.

El inversor necesita trabajar internamente a una temperatura adecuada porque si no se produce el llamado “derating” que consiste en una disminución de la potencia entregada para evitar sobrecalentar los IGBT’s de la etapa de conversión.

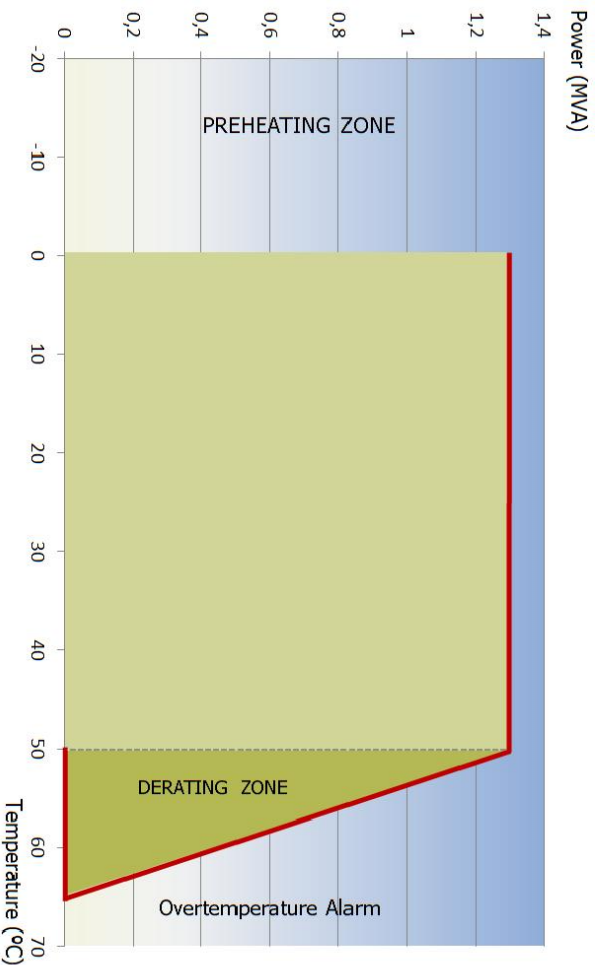


Figura 1-1 Relación Potencia-Temperatura de un inversor

## 2. APORTACIONES DE CALOR

La aportación de calor viene dada únicamente por los inversores string.

Se han utilizado dos clases de inversores string en esta planta. Siete inversores de 100 kW y tres inversores de 60 kW. Estos equipos trabajan con un rendimiento tal como se muestra a continuación:

- Inversor 1:

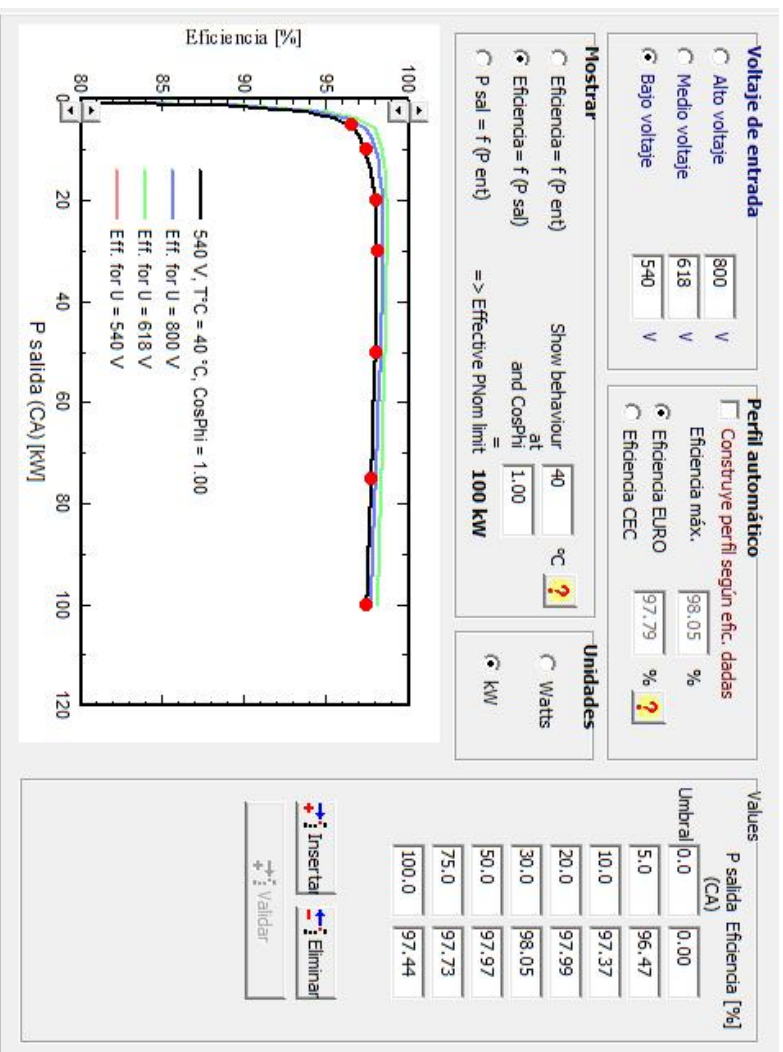


Figura 2-1 Características inversor 100 kW

En la figura anterior se muestra el primer tipo de inversor, que a 40°C alcanza una potencia de 100 kW y muestra un rendimiento del 98,05%. Por lo tanto, la potencia a disipar por cada uno de estos inversores sería de 1,95 kW.

## ANEXO EN LA ETAP DE MAJADAHONDA

- Inversor 2:

<b>Voltaje de entrada</b>	
<input type="radio"/> Alto voltaje	800 V
<input type="radio"/> Medio voltaje	600 V
<input checked="" type="radio"/> Bajo voltaje	520 V

<b>Perfil automático</b>	
<input type="checkbox"/> Construye perfil según efc. dadas	
Eficiencia máx.	98.17 %
<input checked="" type="radio"/> Eficiencia EURO	97.96 %
<input type="radio"/> Eficiencia CEC	? %

<b>Mostrar</b>	
<input type="radio"/> Eficiencia = f(P <sub>ent</sub> )	Show behaviour at 44 °C ?
<input checked="" type="radio"/> Eficiencia = f(P <sub>sal</sub> )	and CosPhi = 1.00
<input type="radio"/> P <sub>sal</sub> = f(P <sub>ent</sub> )	=> Effective Plom limit = 60.0 kW

<b>Unidades</b>	
<input type="radio"/> Watts	
<input checked="" type="radio"/> kW	

Values	P salida (CA)	Eficiencia [%]
Umbral	0.00	0.00
	3.00	96.04
	6.00	97.31
	12.00	97.91
	18.00	98.09
	30.00	98.17
	45.00	98.04
	60.00	97.91

+ Insertar

- Eliminar

Validar

The graph plots Efficiency [%] on the y-axis (ranging from 80 to 100) against Output Power [kW] on the x-axis (ranging from 0 to 70). Four curves are shown for different input voltages (U) at T°C = 44 °C and CosPhi = 1.00:

- Black line: 520 V, U = 44 °C, CosPhi = 1.00
- Blue line: Eff. for U = 800 V
- Green line: Eff. for U = 600 V
- Red line: Eff. for U = 520 V

All curves show a sharp increase in efficiency as power increases from 0 to about 10 kW, after which they level off. The 520 V curve (red) generally shows the highest efficiency across the power range, while the 800 V curve (blue) shows the lowest.

### Figura 2-2 Características inversor 60 kW

En la figura anterior se muestra el segundo tipo de inversor que a 40°C alcanza una potencia de 60 kW y muestra un rendimiento del 98,17%. Por lo tanto, la potencia a disipar por cada uno de estos inversores sería de 1,098 kW.



UNIÓN EUROPEA  
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

ANEJO Nº 11.- INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL





ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>2. INSTRUMENTACIÓN</b>	<b>5</b>
2.1 Estaciones meteorológicas	5
2.2 Generador fotovoltaico	5
2.3 Cuadros generales de distribución en baja tensión	6
<b>3. CONTROL DEL PROCESO</b>	<b>8</b>
3.1 Listado de señales	8
3.1.1 <i>Estación Meteorológica</i>	8
3.1.2 <i>Generador fotovoltaico</i>	8
3.1.3 <i>Bloque de potencia</i>	9
3.2 Autómatas programables (PLC)	9
3.3 Características generales del cable de instrumentación	10
<b>4. AUTOMATIZACIÓN</b>	<b>11</b>
4.1 Listado de señales tipo	11
4.1.1 <i>Configuración hardware</i>	13
<b>5. INTEGRACIÓN SISTEMA DE COMUNICACIONES DE LA ETAP DE MAJADAHONDA</b>	<b>14</b>
<b>ANEXO Nº 1. ARQUITECTURA COMUNICACIONES DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA DE LA ETAP DE MAJADAHONDA (MADRID)</b>	<b>15</b>
<b>ANEXO Nº 2. ESPECIFICACIONES DE FIBRA OPTICA</b>	<b>16</b>
<b>ANEXO Nº 3. NORMATIVA TECNICA TRITUBO CVII GESTION</b>	<b>17</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

La explotación y mantenimiento de las nuevas instalaciones proyectadas pasa por disponer de información en tiempo real de su estado, así como por conseguir el máximo de autonomía de funcionamiento.

En este proyecto, se diseñarán los elementos de control relacionados con las nuevas instalaciones de mejora con vistas a ser conectados e integrados en sistema de control existente, de tal manera que quede todo integrado en el sistema central.

Dicho sistema central de control está ubicado en la central de Torrelaguna, y desde él se operan todas las plantas de generación del CYII en la Comunidad de Madrid. Esta central tiene un sistema de control modular, pero para el presente proyecto sólo es relevante el módulo de control global (CHC). En este módulo se realiza todo el tratamiento de datos y mando de las centrales. Es el sistema que genera toda la comunicación para envíos de órdenes y consignas.

Como la planta fotovoltaica de la ETAP de Majadahonda se puede considerar una central pequeña de 1 MW, su sistema de control recibirá órdenes del módulo de control global CHC.

Las nuevas actuaciones requieren de un nuevo PLC que estará ubicado en el centro de transformación AMPSO 1 y una periferia distribuida en AMPSO 2 que se comuniquen con el anterior PLC.

Ambos equipos recogerán las señales de los equipos de sendas plantas fotovoltaicas como son los analizadores de redes de los cuadros de agrupación, los inversores string o la estación meteorológica. El PLC deberá ser acorde a lo establecido en las especificaciones técnicas ET 4102.

El seguimiento, control y proceso de las mejoras estará gobernado por los autómatas programables citados anteriormente, que recogerán el estado de las señales digitales y analógicas procedentes de los equipos e instrumentos, procesarán las instrucciones de acuerdo con lo establecido en el programa de usuario y generarán las salidas de proceso para la coordinación de los automatismos de la planta y seguimiento del proceso.

El contratista adoptará los nombres de los equipos facilitados por la Dirección de Obra para la reprogramación de los PLC.

## 2. INSTRUMENTACIÓN

En un proyecto en el que la mayoría de las instalaciones se automatizan y se telecontrolan, el capítulo de los sensores encargados de la adquisición de datos tiene una importancia evidente.

Por ello, tanto la tipología del sensor, como la fiabilidad del equipo elegido, así como la facilidad de instalación y mantenimiento, deben ser examinadas con todo detalle. Por tanto, para este proyecto se propone la instalación de captadores de la máxima calidad, cuya fiabilidad está ampliamente contrastada en numerosas instalaciones y se adaptan con exactitud a las necesidades del proyecto. En este proyecto se establecen dos zonas de instrumentación y control:

- Asociada al funcionamiento de los campos fotovoltaicos. Señalizando su producción de energía, el estado de los inversores, la estabilidad de la red de cableado y las condiciones meteorológicas que se dan en dichos campos.
- Asociada al funcionamiento de los centros de transformación a los que se conectarán las plantas, en los que básicamente se controlará la posición del interruptor de generación de las plantas fotovoltaicas.

### 2.1 Estaciones meteorológicas

Las estaciones dispondrán de las siguientes medidas:

- Piranómetro para medida de radiación horizontal. El error máximo de medición se establece en 0,2 %.
- Sonda PT-100 para medida de temperatura ambiente. Esta sonda estará protegida para asegurar la correcta medición de temperatura ambiente sin tener afección de radiación solar o convección por viento. La medida se realizará con PT-100 de 4 hilos.
- Sonda PT-100 situada en modulo fotovoltaico para medida de temperatura de célula. La medida se realizará con PT-100 de 4 hilos.

Las estaciones serán capaces de registrar datos en tiempo real y almacenarlos en datalogger. Se conectarán por RS485 a un switch MOXA cercano.

Los soportes de colocación de piranómetros o células calibradas serán completamente rígidos para asegurar que la medida se realiza en las mejores condiciones y que aseguren la precisión de la misma.

### 2.2 Generador fotovoltaico

Se dispondrá de 124 strings. Se realizará monitorización por string en los inversores string ubicados en las zonas de agrupación de las plantas.

El número de cajas de agrupación será:

- 1 Ud. de inversor string de 16 strings

- 6 Uds. de inversores string de 15 strings
- 2 Uds. de inversores string de 9 strings

La conexión desde el inversor string se realizará en Ethernet/RS485 con cable apantallado y trenzado en pares. Los inversores se conectarán al control de planta y este a su vez se conectará a un switch MOXA cercano. Este elemento recibirá las órdenes de potencia, reactiva o coseno de fi pertinentes y gobernará globalmente los inversores string para que se adapten a las nuevas condiciones requeridas.

La medida de corriente de string se realizará con efecto Hall.

En las zonas de agrupación de cada planta se dispondrá también cajas de agrupación para que recojan la potencia de los inversores string, habiendo una por cada planta. Cada caja de agrupación dispondrá de un analizador de redes y un contador bidireccional para la medición de la generación y consumo de las plantas, que se conectará al switch MOXA cercano. Los analizadores de redes de variables eléctricas deben tener las siguientes características:

- Salida Ethernet de datos para integrar las medidas en la red de planta
- Dos salidas analógicas más dos salidas digitales de pulsos para totalizadores
- Bornas de trafos cortocircuitables
- Separación galvánica de entradas de medida y salida de control
- Clase 0,5

### 2.3 Cuadros generales de distribución en baja tensión

Como se ha comentado en anejos anteriores, las plantas fotovoltaicas se conectarán a dos cuadros generales de distribución en baja tensión ya existentes en la ETAP de Majadahonda. La Planta 1, situada en la cubierta de los Filtros de Arena, se conectarán al CGD AMPSO 2 y la Planta 2, situada en la cubierta del Depósito Antiguo, lo hará al CGD AMPSO 1. Dichos CGD, a su vez están alimentados desde dos centros de transformación, formados por transformadores elevadores y celdas de 20 kV.

Así en cada uno de los CGD se incluirá un interruptor general para cada planta, de tal manera que, dicho interruptor podrá conectar y desconectar las plantas fotovoltaicas a la red de media tensión de la ETAP de Majadahonda. Dichos interruptores irán conectados al PLC de AMPSO1 y la periferia distribuida de AMPSO 2, que gobernarán directamente su actuación.

En AMPSO 1 se incluirá un PLC puramente fotovoltaico encargado de monitorizar una planta y recoger la información de la periferia distribuida fotovoltaica de AMPSO 2. El PLC se conectará al switch MOXA mediante Ethernet y mediante fibra óptica al PLC que actualmente gobierna las microturbinas ubicada en el depósito nuevo para gestionar la información que reciben de dichos equipos y controlen las plantas. Dicho PLC está actualmente comunicado con el Centro de Control de Canal (CDC). En AMPSO 2 se interconectará la periferia distribuida con el PLC de AMPSO 1.

Finalmente, tanto el PLC como la periferia distribuida se ubicarán en un armario en la sala de control de AMPSO 1 y en el edificio del CT AMPSO 2 respectivamente.

Ya que la planta fotovoltaica generará una producción de energía excedentaria, no serán necesarios los equipos de medida fiscal, en este caso analizadores de redes. Actualmente existe un contacto libre de tensión de los relés de protecciones voltimétricas ubicados en el CT viviendas que ordena la apertura del disyuntor de las microturbinas. Dicho contacto libre de tensión se desdoblará para que mande orden de apertura a los disyuntores de cada campo FV.

Las funciones de protección debidas a defectos de transformador se realizarán en la propia electrónica de los inversores.

Se hace una mención especial en este punto respecto al contador a integrar que deberá disponer de la capacidad de comunicarse según los protocolos exigidos por REE.

### 3. CONTROL DEL PROCESO

#### 3.1 Listado de señales

##### 3.1.1 Estación Meteorológica

Las señales a obtener de la Estación Meteorológica serán:

- Temperatura de Módulo - ESTACIÓN METEOROLÓGICA
- Radiación Horizontal - ESTACIÓN METEOROLÓGICA
- Temperatura Ambiente - ESTACIÓN METEOROLÓGICA
- Humedad Relativa - ESTACIÓN METEOROLÓGICA
- Velocidad de Viento - ESTACIÓN METEOROLÓGICA
- Pluviometría - ESTACIÓN METEOROLÓGICA
- Temperatura de célula - ESTACIÓN METEOROLÓGICA

Estas señales se recogerán en el datalogger y se comunicarán por RS485 a un switch MOXA y de ahí al PLC de AMPSO 1. En el caso de Estación Meteo de AMPOS 1 se conectará al PLC desde el switch Moxa por Ethernet. En el caso de AMPSO 2 se realizará la conexión desde el Switch MOXA hasta Amps 1 en fibra óptica.

##### 3.1.2 Generador fotovoltaico

Las señales a obtener de los inversores string serán:

- Medida de intensidad de inversor string N (1 a 9) entrada de MPPT M (1 a 9(6)) - INVERSOR STRING
- Medida de tensión de inversor string N (1 a 9) entrada de MPPT M (1 a 9(6)) - INVERSOR STRING
- Medida de temperatura interna de inversor string N (1 a 9) - INVERSOR STRING
- Estado de descargador de sobretensiones de inversor string N (1 a 9) - INVERSOR STRING
- Tensión  $V_{DC}$  por inversor string N (1 a 9) entrada de MPPT M (1 a 9(6)) - INVERSOR STRING
- Intensidad  $V_{DC}$  por inversor string N (1 a 9) entrada de MPPT M (1 a 9(6)) - INVERSOR STRING
- Tensión  $V_{AC}$  por inversor string N (1 a 9) entrada de MPPT M (1 a 9(6)) - INVERSOR STRING
- Intensidad  $V_{AC}$  por inversor string N (1 a 9) entrada de MPPT M (1 a 9(6)) - INVERSOR STRING



- Fallo red por inversor string N (1 a 9) entrada de MPPT M (1 a 9(6)) - INVERSOR STRING
- Potencia activa - ANALIZADOR DE REDES CAJA DE AGRUPACIÓN
- Potencia reactiva - ANALIZADOR DE REDES CAJA DE AGRUPACIÓN
- Energía activa - ANALIZADOR DE REDES CAJA DE AGRUPACIÓN
- Energía reactiva - ANALIZADOR DE REDES CAJA DE AGRUPACIÓN
- Tensión - ANALIZADOR DE REDES CAJA DE AGRUPACIÓN
- Intensidad - ANALIZADOR DE REDES CAJA DE AGRUPACIÓN

Estas señales de la zona de agrupación se transmitirán por RS485 a un switch MOXA y de ahí al PLC de AMPSO 1. En el caso de Estación Meteo de AMPOS 1 se conectará al PLC desde el switch Moxa por Ethernet. En el caso de AMPSO 2 se realizará la conexión desde el Switch MOXA hasta Ampos 1 en fibra óptica.

### 3.1.3 Bloque de potencia

En este proyecto no se realizarán actuaciones sobre los bloques de potencia existentes, por lo tanto, no se recogerán señales de los equipos situados en estos.

## 3.2 Autómatas programables (PLC)

SE AJUSTARÁ A LO ESPECIFICADO EN LA FICHA TÉCNICA ET 4102.

El seguimiento, control y proceso de la Planta estará distribuido y gobernado por los autómatas programables asociados a los centros de control de motores correspondientes.

El autómata de AMPSO 1 recogerá el estado de las señales digitales y analógicas procedentes de los equipos e instrumentos de las nuevas instalaciones proyectadas, procesarán las instrucciones de acuerdo con lo establecido en el programa de usuario, y generarán las salidas del proceso, la señalización de la toma de datos para el seguimiento del proceso, y el envío a la pantalla operador de la información obtenida. El único requisito que deberán cumplir es poseer las entradas digitales suficientes para poder conectar los interruptores de las plantas fotovoltaicas calculados anteriormente: 8 E/D para el C.T. AMPSO 1

La periferia distribuida de AMPSO 2 recogerá el estado de las señales digitales y analógicas procedentes de los equipos e instrumentos de las nuevas instalaciones proyectadas, procesarán las instrucciones de acuerdo con lo establecido en el programa de usuario, y generarán las salidas del proceso, la señalización de la toma de datos para el seguimiento del proceso, y el envío a la pantalla operador de la información obtenida. El único requisito que deberán cumplir es poseer las entradas digitales suficientes para poder conectar los interruptores de las plantas fotovoltaicas calculados anteriormente: 4 E/D para el C.T. AMPSO 1

3.3 Características generales del cable de instrumentación

Corresponderán mangueras de RZ1-K para instalación interior y RV-K para exterior en cuanto a señales digitales de instrumentación; y denominación Z1C4Z1-K 0,6/1kV para instalación interior y VC4V-K para exterior según UNE 21123-2 para señales analógicas. Estarán formados por varios conductores de cobre flexible clase 5, según UNE 21022.

Dispondrán de pantalla contra interferencias externas, formada por trenza de hilos de cobre electrolítico recocido, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) de 0,7 mm de espesor y cubierta según la denominación del cable.

## 4. AUTOMATIZACIÓN

### 4.1 Listado de señales tipo

A continuación, se muestra un ejemplo de listado de señales tipo de un sistema de instrumentación y control de este tipo de plantas:

SEÑALES PLC C.T.	SITUACIÓN	SEÑALES PARA PLC C.T.			
		E/D	S/D	E/A	S/A
Temperatura Aceite Trafo Alarma	Transformador	1	0	0	0
Temperatura Aceite Trafo Disparo	Transformador	1	0	0	0
Temperatura analógica PT-100 aceite	Transformador	0	0	1	0
Presión aceite trafo alarma	Transformador	1	0	0	0
Presión aceite trafo disparo	Transformador	1	0	0	0
Nivel aceite trafo alarma	Transformador	1	0	0	0
Nivel aceite trafo disparo	Transformador	1	0	0	0
Seccionador celda de línea	Celdas MT	3	1	0	0
Seccionador celda protección trafo	Celdas MT	3	1	0	0
Fusible actuado celda de protección trafo	Celdas MT	1	0	0	0
Interruptor control abierto	Celdas MT	1	0	0	0
Interruptor de medida abierto	Celdas MT	1	0	0	0
Disparo de protecciones. 27 mínima tensión	Relé protección	1	0	0	0
Disparo de protecciones. 59 sobre tensión	Relé protección	1	0	0	0
Disparo de protecciones. 81m mínima frecuencia	Relé protección	1	0	0	0
Disparo de protecciones. 81M máxima frecuencia	Relé protección	1	0	0	0
Disparo de protecciones. 50/51 sobreintensidad de fase	Relé protección	1	0	0	0
Disparo de protecciones. 67NA direccional neutro sensible	Relé protección	1	0	0	0
Anomalia relé de protecciones	Relé protección	1	0	0	0
Analizador de redes OK	Analizador redes MT	1	0	0	0
Potencia KW	Analizador redes MT	0	0	1	0
Potencia KVA	Analizador redes MT	0	0	1	0
Fallo control de planta	Control de planta	1	0	0	0
Potencia KW	Control de planta	0	0	0	1
Potencia KVA	Control de planta	0	0	0	1

Temperatura ambiente interior	Bloque de potencia	0	0	1	0
Señal digital intrusismo	Bloque de potencia	1	0	0	0
Interruptor de fuerza Abierto	Caja agrupación BT	6	0	0	0
Analizador de redes OK	Caja agrupación BT	1	0	0	0
Potencia KW	Caja agrupación BT	0	0	1	0
Potencia KVA	Caja agrupación BT	0	0	1	0
Interruptor de fuerza Abierto	Caja conmutación	3	0	0	0
Interruptor de fuerza Abierto	Cuadros SSAA	6	0	0	0
SAI	Cuadros SSAA	2	0	0	0

Como hemos mencionado anteriormente, en este proyecto no se realizarán actuaciones sobre los centros de transformación ni la red de MT existente. Por lo tanto, de la lista anterior de señales no se tendrán en cuenta las señales referentes al Transformador, las Celdas de MT, los Relés de protecciones de MT, el Analizador de redes de MT y el Bloque de potencia, ya que se suponen medidas por cada uno de los PLCs existentes en los centros de transformación donde se conectarán las plantas. Además, tampoco se tendrán en cuenta las señales referentes a los Cuadros de SSAA y la Caja de conmutación por el mismo motivo.

Las señales por incluir de la lista anterior serían las referentes al Control de planta y a las Cajas de agrupación de BT.

La instalación se tratará como autoconsumo con excedentes, no obstante, se preverá la posibilidad de convertirse en una instalación de autoconsumo sin excedentes, por lo que será necesario añadir las siguientes señales con el propósito de controlar la generación FV y que esta nunca supere al consumo:

- Interruptor de Generación Abierto – E/D
- Disparo Interruptor por Excedentes – S/D
- Cierre Interruptor – S/D

Por lo tanto, las señales que harían falta incluir son:

- Interruptor de Generación Abierto
- Disparo Interruptor por Excedentes
- Cierre Interruptor
- Fallo Control de planta
- Potencia KW. Control de planta
- Potencia KVA. Control de planta

- Interruptor de fuerza Abierto
- Analizador redes OK. Cajas de Agrupación
- Potencia KW. Cajas de Agrupación
- Potencia KVA. Cajas de Agrupación

Las señales serán transmitidas por comunicaciones tal y como se muestra en los esquemas del Anexo I y se explica a continuación:

- El Fallo de red se transmitirá por el sistema de comunicaciones de cada inversor, indicando si el interruptor de cada inversor se encuentra abierto o cerrado.
- Las medidas de potencia de los Analizadores de redes de los cuadros de agrupación se pueden corroborar mediante una función lógica que compare la potencia medida por el analizador con la potencia medida en los inversores.
- El Control de planta tomará la decisión de subir o bajar potencia a partir de la información recibida desde Excedentes a través del sistema de comunicaciones.

#### 4.1.1 Configuración hardware

Como ya ha quedado comentado anteriormente, no se dispondrá de un nuevo autómatas programable que se encargarán del control de la planta fotovoltaica y los equipos del bloque de potencia.

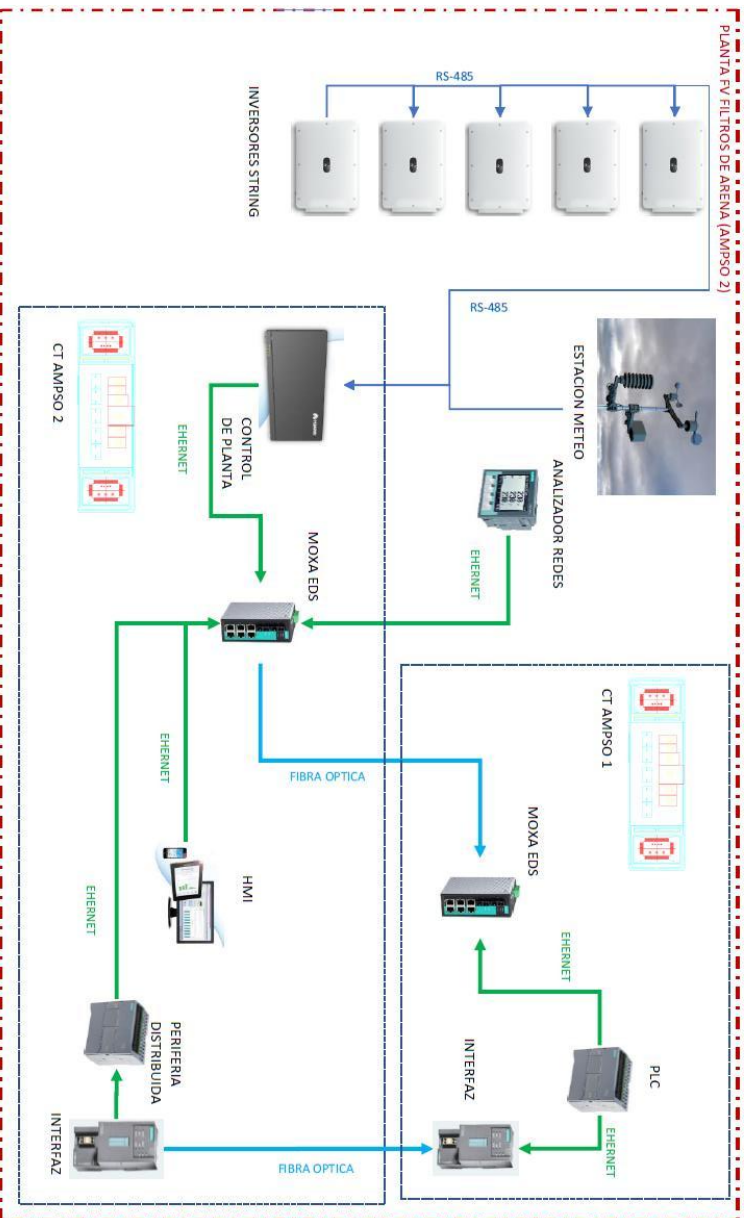
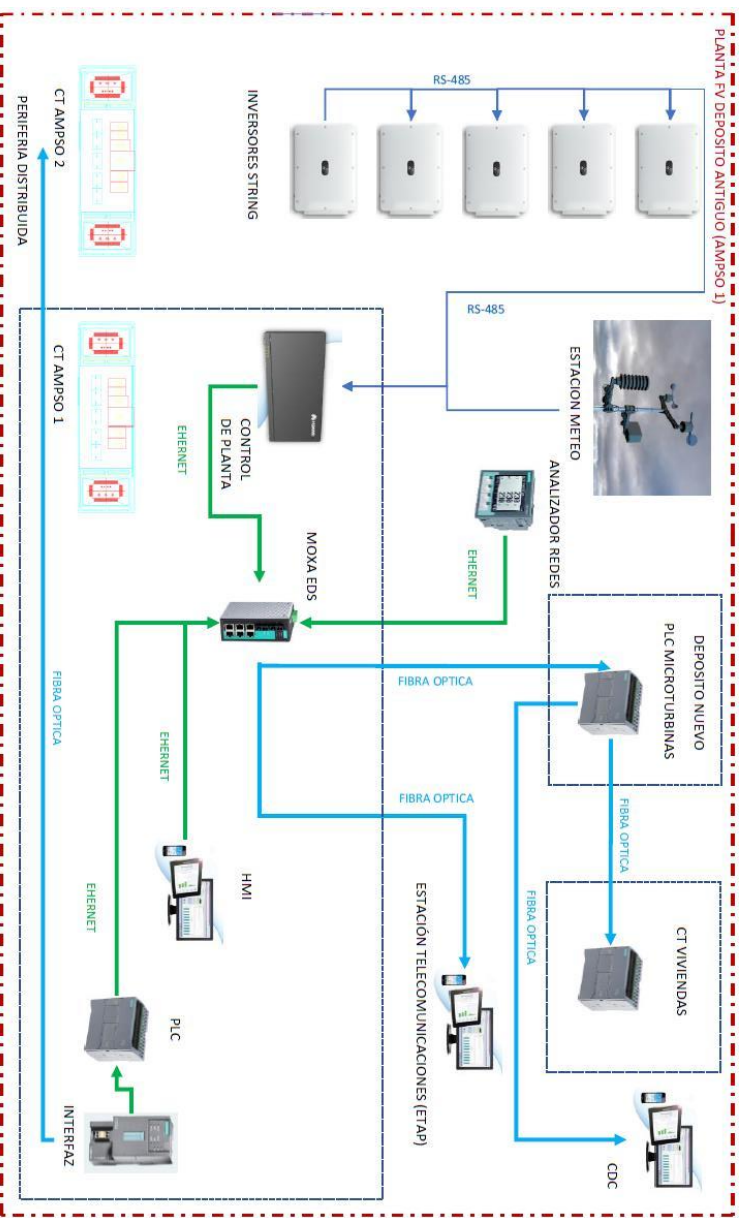
## 5. INTEGRACIÓN SISTEMA DE COMUNICACIONES DE LA ETAP DE MAJADAHONDA

La ETAP de Majadahonda tiene un anillo de comunicaciones que conecta las instalaciones de la planta. El switch MOXA de la planta fotovoltaica, que reúne todas las señales de la planta, se conectará a dicho anillo a través de la comunicación del PLC fotovoltaico proyectado con el PLC de control de las microturbinas existente mediante fibra óptica.

El control de la producción de las microturbinas se telegestiona desde el CDC. Del mismo modo, Canal deberá implementar en el CDC la comunicación con los nuevos campos fotovoltaicos. El organismo que telegestionará los nuevos campos fotovoltaicos está por decidir, por lo que este punto queda fuera del alcance del presente proyecto. No obstante, sí se preverá la comunicación del PLC fotovoltaico con la estación de telecomunicaciones ubicada en la planta 1 de la ETAP. Se realizará mediante fibra óptica monomodo de 32 fibras con conexión mediant pigtailes en ambos extremos. La conexión final será realizada por personal del Área de Automatización de Canal de Isabel II S.A.

Por otro lado, las condiciones de teledesconexión quedan en manos de la empresa distribuidora. En el caso de Iberdrola, su manual técnico MT 3.53.01 establece dichas condiciones en su punto 7.2. En él se ve cómo el telecontrol actúa en las celdas del centro de seccionamiento. Es por ello que se dotará de un equipo de telegestión del operador de red en el centro de seccionamiento. Este equipo permitirá la desconexión remota del elemento de conexión del generador con la red de distribución.

## ANEXO Nº 1. ARQUITECTURA COMUNICACIONES DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA DE LA ETAP DE MAJADAHONDA (MADRID)







UNION EUROPEA  
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Anejo Nº 1.1. Instrumentación y control

ANEXO Nº 2. ESPECIFICACIONES DE FIBRA OPTICA



**ÁREA DE TELECOMUNICACIONES**

**ESPECIFICACIONES SOBRE LA  
INSTALACIÓN  
Y RECEPCION DE TENDIDOS DE  
FIBRA ÓPTICA  
PARA CANAL DE ISABEL II  
GESTION S.A.**

**DICIEMBRE 2014**

Elaborado por : Telesystem Business SLU

Revisado por : Área de Telecomunicaciones

Aprobado por : Área de Telecomunicaciones

## INDICE

### 0.INTRODUCCIÓN

#### 1.- CABLE DE FIBRA ÓPTICA

- 1.1.- CARACTERÍSTICAS
- 1.2.- MATERIAL DE RELLENO DE TUBOS
- 1.3.- ELEMENTOS DE REFUERZO
- 1.4.- CUBIERTA DE LOS CABLES
- 1.5.- CODIFICACIÓN DE TUBOS Y FIBRAS

#### 2.- MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS DE INSTALACIÓN

- 2.1.- CONSIDERACIONES GENERALES
- 2.2.- TENDIDO DE CABLES DE F.O.
- 2.3.- TERMINACIÓN DE LOS CABLES
  - MONOMODO (SM)
  - MULTIMODO (MM)
- 2.4.- CAJAS DE EMPALME
- 2.5.- EMPALMES
- 2.6.- REPARTIDORES

#### 3.- OBRA CIVIL

- 3.1.- ESPECIFICACIONES GENERALES
- 3.2.- CANALIZACIÓN Y ARQUETAS
  - 3.2.1.- ESPECIFICACIONES DE LA CONDUCCIÓN DE TRITUBO
  - 3.2.2.- CRUCES Y PASOS SINGULARES
  - 3.2.3.- ARQUETAS
  - 3.2.4.- BALIZAS SITUACIÓN ARQUETAS
  - 3.2.5.- EMPALMES DE TUBO
  - 3.2.6.- GUIAS Y SELLADO
- 3.3.- TRITUBO PEAD
  - 3.3.1.- DIMENSIONES
  - 3.3.2.- MATERIAL
  - 3.3.3.- IDENTIFICACIÓN
  - 3.3.4.- GARANTIA
  - 3.3.5.- MANGUITO
  - 3.3.6.- TAPONES DE OBTURACIÓN

#### 4.- DOCUMENTACIÓN

- 4.1.- PLANOS
- 4.2.- CABLEADO
- 4.3.- REPARTIDOR
- 4.5.- INTERCONEXIÓN DE CENTROS
- 4.6.- CANALIZACIONES
- 4.7.- FOTOGRAFÍAS
- 4.8.- CERTIFICACION CABLES

## 0.- INTRODUCCIÓN

Estas especificaciones técnicas serán de aplicación para los nuevos tendidos de Cable de fibra óptica a instalar en infraestructura de Canal de Isabel II Gestión, sea cuál sea el Área promotora de la obra.

Con ellas se pretenden homogeneizar las instalaciones y definir calidad de materiales y criterios de aceptación de las instalaciones.

### Consideraciones generales:

A continuación se describen las características exigidas de los diferentes materiales necesarios para la realización de los proyectos de fibra óptica.

Los materiales y su montaje que no se mencionen en los planos y especificaciones, pero que vayan lógicamente implícitos y sean necesarios para la ejecución de la instalación, se consideran incluidos en el proyecto y correrán por cuenta del instalador.

Todos los equipos y materiales tendrán las capacidades y características mínimas exigidas en este documento. Además de tener en cuenta todas las normas de este documento, también se tendrán en cuenta las recomendaciones de cada fabricante.

Todo el material empleado en una instalación debe ser idéntico. Además, se exige que todos los materiales empleados en una conexión de extremo a extremo sean del mismo fabricante; y que la empresa que ejecute los trabajos esté homologada por el fabricante para la realización de los mismos.

El instalador deberá cuidar los equipos y materiales (tanto los existentes actualmente como los de nueva instalación), protegiéndolos contra el polvo y golpes durante la ejecución de la instalación.

Será responsabilidad del instalador la limpieza de todos los materiales y su mantenimiento en buena presencia hasta la terminación y entrega de la instalación.

## 1.- CABLE DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO

### 1.1.- CARACTERÍSTICAS

Los cables a instalar estarán constituidos básicamente por los siguientes elementos:

1. Fibras ópticas
2. Segunda protección. Tubos holgados de alojamiento de las fibras.
3. Elemento de refuerzo central.
4. Cubierta interna.
5. Elemento de refuerzo.
6. Cubierta externa.

Las características de la fibra cumplirá con la con la Recomendación G-652D de IUT-T y la norma EN-50173-1:2007. Las especificaciones técnicas aplicables se detallan en los siguientes apartados:

## Properties of cable with standard Enhanced SM fibre

### ESMF, low water peak single mode fibre G652D, OS2, Telecom applications

#### General and application

The optical fibres are made of a high grade doped silica core surrounded by a silica cladding;  
They are coated with a dual layer, UV cured acrylate based coating.  
This enhanced Single mode fibre provides improved performance across the entire 1260 nm to 1625 nm wavelength spectrum due to its low attenuation in 1383 nm, the water-peak region.

#### Standards and Norms

IEC / EN 60793-2-50 Category B.1.3	EN 50 173-1:2007, cat. OS2 and OS1
ITU-T Recommendation G.652.D and C, B, A	ISO / IEC 11801:2002, cat. OS2 and OS1
IEEE 802.3 – 2002 incl. 802.3ae	ISO / IEC 24702: 2006, cat. OS2 and OS1

#### Optical properties

Attribute	Measurement method	Units	Limits
Mode field diameter at 1310 nm	IEC/EN 60793-1-45	µm	9.0 ± 0.4
Mode field diameter at 1550 nm		µm	10.1 ± 0.5
Chromatic dispersion coefficient:	IEC/EN 60793-1-42		
In the interval 1285 nm – 1330 nm		ps/km • nm	≤  3
At 1550 nm		ps/km • nm	≤ 18.0
At 1625 nm		ps/km • nm	≤ 22.0
Zero dispersion wavelength, $\lambda_0$		nm	1300 - 1322
Zero dispersion slope		ps/(nm <sup>2</sup> • km)	≤ 0.090
Cut-off wavelength	IEC/EN 60793-1-44	$\lambda_{cc}$ nm	≤ 1260 *
Polarisation mode dispersion (PMD) coefficient	IEC/EN 60793-1-48	ps/√km	≤ 0.1
PMD <sub>0</sub> Link Design Value (computed with Q=0.01%, N=20)	IEC/EN 60794-3	ps/√km	≤ 0.06

\* guaranteed value according to the ITU-T (ATM G650) method

#### Attenuation

Attribute	Measurement method	Units	Limits
Maximum attenuation value of cable at 1310 nm	IEC/EN 60793-1-40	dB/km	≤ 0.36
Maximum attenuation value of cable at 1383 nm	IEC/EN 60793-1-40	dB/km	≤ 0.36
Maximum attenuation value of cable at 1460 nm	IEC/EN 60793-1-40	dB/km	≤ 0.26
Maximum attenuation value of cable at 1550 nm	IEC/EN 60793-1-40	dB/km	≤ 0.23
Maximum attenuation value of cable at 1625 nm	IEC/EN 60793-1-40	dB/km	≤ 0.25
Max. attenuation change in the interval 1285 - 1330 nm (ref. 1310 nm)		dB/km	≤ 0.03
Max. attenuation change in the interval 1525 - 1575 nm (ref. 1550 nm)		dB/km	≤ 0.02
Local discontinuity at 1310 and 1550 nm	IEC/EN 60793-1-40	dB	≤ ± 0.05

#### Attenuation variation vs Bending

Attribute	Measurement method	Units	Limits
100 turns on a R=25 mm mandrel at 1310 & 1550 nm	IEC/EN 60793-1-47	dB	≤ 0.05
100 turns on a R=30 mm mandrel at 1625 nm	IEC/EN 60793-1-47	dB	≤ 0.05

#### Group index of refraction

Attribute	Measurement method	Units	Values
1310 nm	IEC/EN 60793-1-22	-	1.467
1550 nm	IEC/EN 60793-1-22	-	1.468
1625 nm	IEC/EN 60793-1-22	-	1.468

#### Geometrical properties

Attribute	Measurement method	Units	Limits
Cladding diameter	IEC/EN 60793-1-20	µm	125.0 ± 0.7
Cladding non-circularity	IEC/EN 60793-1-20	%	≤ 0.7
Core (MDF) -cladding concentricity error	IEC/EN 60793-1-20	µm	≤ 0.5
Primary coating diameter – ColorLock <sup>XS</sup> and natural	IEC/EN 60793-1-21	µm	242 ± 7
Primary coating non-circularity	IEC/EN 60793-1-21	%	≤ 5
Primary coating-cladding concentricity error	IEC/EN 60793-1-21	µm	≤ 12

#### Mechanical properties

Attribute	Measurement method	Units	Limits
Proof stress level	IEC/EN 60793-1-30	GPa	≥ 0.7 (≈ 1 %)
Strip force (peak)	IEC/EN 60793-1-32	N	1.2 ≤ F <sub>peak,strip</sub> ≤ 8.9
Dynamic fatigue resistance aged and unaged	IEC / EN 60793-1-33	(N <sub>d</sub> )	≥ 20
Static fatigue, aged	IEC / EN 60793-1-33	(N <sub>s</sub> )	≥ 23

### 1.2.- MATERIAL DE RELLENO DE TUBOS

Los tubos holgados estarán rellenos de un material hidrófugo y deberán cumplir los requisitos de estanqueidad del cable.

En la reunión del núcleo se dispondrán materiales secos bloqueantes de agua, cintas e hilos hinchables para evitar la propagación longitudinal de ésta. Estos materiales bloqueantes del agua deberán disponerse de forma continua en toda la longitud del cable.

### 1.3.- ELEMENTOS DE REFUERZO

El cable deberá diseñarse con suficientes elementos de refuerzo de tracción para garantizar los requisitos de instalación.

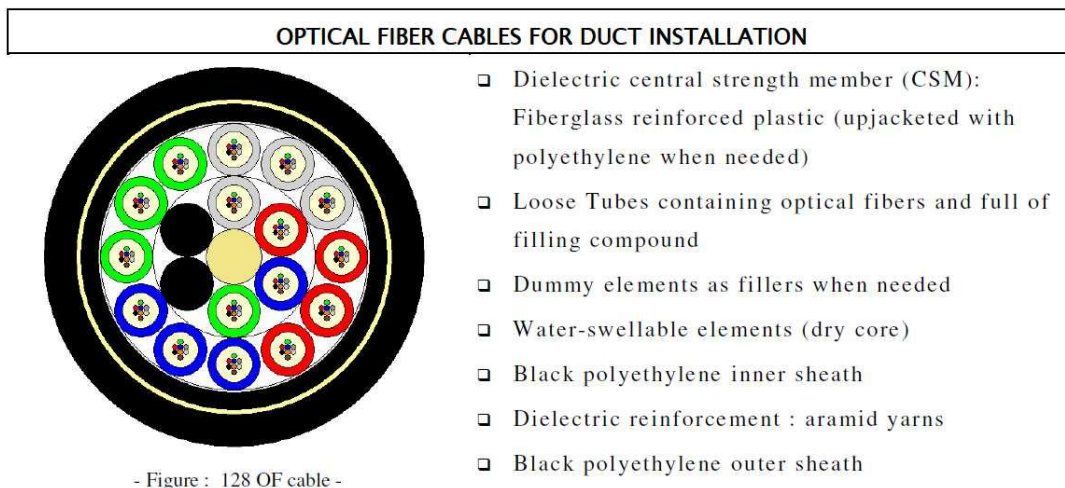
Los elementos de refuerzo estarán dimensionados para cumplir con las especificaciones de tracción de cada tipo de cable. Las hilaturas se distribuirán de forma homogénea alrededor de la cubierta interior del cable.

El refuerzo de tracción estará constituido por hiladuras de fibras de aramida, en una o varias capas que se dispondrán en hélice entre las dos cubiertas del cable.



#### 1.4.- CUBIERTA DE LOS CABLES

Se utilizará **cubierta PKP** en tendidos en interiores de tritubo o instalaciones en el que el cable no está en intemperie y el grado de humedad es bajo. La cubierta interna de polietileno, doble capa de hiladuras de fibra de aramida trenzada a ambas manos y cubierta externa de polietileno de alta densidad.



#### CABLE DIMENSIONS and MAIN CHARACTERISTICS

No. of fibers		8	16	32	64	72	96	128	144
No. of fibers per tube		4	4	8	8	8	8	8	8
No. of tubes (layer 1/layer 2)		2 / --	4 / --	4 / --	8 / --	9 / --	12 / --	4 / 12	6 / 12
No. of fillers (layer 1/layer 2)		4 / --	2 / --	2 / --	-- / --	-- / --	-- / --	2 / --	-- / --
Loose tube outer diameter	mm	2.5							
Filler outer diameter	mm	2.5							
CSM diameter	mm	2.6	2.6	2.6	2.6	3.0	3.0	2.6	2.6
CSM upjacketing diameter	mm	--	--	--	4.5	5.0	7.6	--	--
Inner/outer sheath thickness	mm	0.8 / 1.4							
Cable diameter	mm	12.3	12.3	12.3	14.2	14.7	17.3	17.3	17.3
Cable weight	Kg/km	110	110	115	150	165	225	225	225

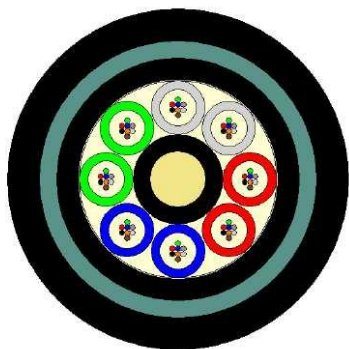


#### MAIN MECHANICAL AND ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS

Test	Standard	Value	Acceptance Criteria
Tensile Strength	EN 187000, Met 501	3,000 N	Fiber elong. [ 0.05% $\Delta\alpha$ [ 0.05 dB / 100 m
Crush resistance	EN 187000, Met 504	120 N/cm	$\Delta\alpha$ [ 0.05 dB
Impact resistance	EN 187000, Met 505	5 N.m (weight rad. = 10 mm)	$\Delta\alpha$ [ 0.05 dB
Torsion resistance	EN 187000, Met 508	5 cycles / $\pm 360^\circ$	$\Delta\alpha$ [ 0.05 dB
Bending radius	EN 187000, Met 5131	15* & cable (mm) ( $r \geq 250$ mm) 5 cycles	$\Delta\alpha$ [ 0.05 dB
Temperature range	EN 187000, Met 601	-30 ... + 70 °C	$\Delta\alpha$ [ 0.05 dB/Km
Water penetration	EN 187000, Met 605B	1 m / 14 days (under 1 <sup>st</sup> jacket)	No water leakage

Se utilizará **cubierta PESP** (Polietileno Estanca Acero y Polietileno) en caso de intemperie para protección mecánica del cable y como protección antiroedores.

#### **CABLES DE FIBRA ÓPTICA CON PROTECCIÓN ANTIROEDORES METÁLICA**



- Figura : cable de 64 fibras ópticas -

- ❑ Elemento Resistente Central (ERC) : Plástico reforzado con fibra de vidrio (FRP) y aislado con polietileno
- ❑ Tubos holgados conteniendo fibras ópticas y rellenos de compuesto antihumedad
- ❑ Los tubos holgados son cableados en SZ alrededor del ERC para conformar el núcleo óptico
- ❑ El núcleo óptico se rellena con un compuesto antihumedad para garantizar la estanqueidad
- ❑ Cubierta interior de polietileno. Bajo la cubierta se coloca un cordón de rasgado
- ❑ Armadura de acero recubierto de copolímero por ambas caras, solapado y pegado. Bajo la armadura se coloca un cordón de rasgado
- ❑ Cubierta exterior de polietileno

#### PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

Nº de fibras en el cable		<b>64</b>
Nº de fibras por tubo		8
Nº de tubos holgados		8
Diámetro exterior de tubo holgado	mm	2,5
Diámetro del ERC / aislado a	mm	2,6 / 4,2
Espesor radial de cubierta interior / exterior	mm	1,0 / 1,5
Diámetro del cable	mm	16,0
Peso del cable	kg/km	265

**PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y MEDIOAMBIENTALES**

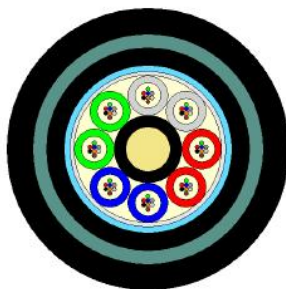
Ensayo	Método	Valor especificado	Criterio de aceptación
Resistencia a la tracción	EN 187000-501	2.600 N	$\Delta\epsilon_f \leq 0,33 \%$ $\Delta\alpha$ reversible
Aplastamiento	EN 187000-504	3.000 N / 100 mm	$\Delta\alpha \leq 0,05$ dB
Impacto	EN 187000-505	5 J, 3 impactos, 12,5 mm	$\Delta\alpha \leq 0,05$ dB
Radio de curvatura	EN 187000-513	$20 \cdot \varnothing_{\text{cable}}$ (mm), 5 giros, 3 ciclos	$\Delta\alpha \leq 0,05$ dB
Ciclos térmicos	EN 187000-601	-20 °C ... +70 °C	$\Delta\alpha \leq 0,05$ dB/km
Estanqueidad	EN 187000-605	3 m cable, 1 m agua, 24 h	Sin paso de agua bajo primera cubierta

Para instalaciones en el que el cable quede sumergido dentro de una tubería o canal se utilizará la siguiente estructura de **cable submarino CDS-2207**

## Optical fibre cables for underwater installation

### Cable Design

Acc. to IEC 60794-3-10



64 fibers - not to scale -

- **Central Strength Member (CSM):** glass fibre reinforced plastic rod (FRP), with plastic oversheathing when needed.
- **Loose Tube:** thermoplastic material, containing optical fibres and filled with a suitable water tightness compound.
- **Filler Elements:** thermoplastic rods, where needed.
- **Stranding:** loose tubes (and fillers), SZ stranded around the CSM.
- **Longitudinal Water Tightness:** filled core with filling compound.
- **Strength reinforcement:** glass yarns if needed
- **Moisture Barrier:** bonded both sides copolymer coated aluminium tape. Aluminium thickness : 0.15 mm. 1 ripcord is laid beneath.
- **Inner Sheath:** PE
- **Armour:** both sides copolymer coated corrugated steel tape with overlap. Steel thickness: 0.15 mm. 1 ripcord beneath the tape.
- **Outer Sheath:** PE

### Technical data

No. of Fibres		12	16	32	64	72	96	144	288
Design		3 x 4	2 x 8	4 x 8	8 x 8	6 x 12	8 x 12	12 x 12	(9+15)x12
Loose Tube / Filler - Ø	mm	2.3	2.3	2.3	2.3	2.5	2.5	2.5	2.5
CSM - Ø	mm	2.4	2.4	2.4	2.6	2.6	3.0	3.5	3.5
CSM-Oversheathing - Ø	mm	-	-	-	3.9	-	4.2	7.5	5.0
Inner Sheath Thickness	mm	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Outer Sheath Thickness	mm	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable Diameter	Mm	15.0	15.0	15.0	16.3	15.7	17.3	20.6	23.2
Cable Weight	kg/km	225	225	225	265	245	290	395	500
Minimum Bending Radius	mm	Without Tension 15 x Cable-Ø			Under Maximum Tension 20 x Cable-Ø				
Temperature Range	°C	Installation - 30 to + 60		Transport & Storage - 40 to + 70			Operation - 30 to + 70		

Please refer to our General Installation, Safety & Handling recommendations before handling.

### Main characteristics

Test	Test Standard	Specified Value	Acceptance Criteria
Max. Installation Tension	IEC 60794-1-2-E1	2700 N	$\Delta\alpha$ reversible, fibre strain $\leq 0.33\%$
Max. Operation Tension	IEC 60794-1-2-E1	900 N	no fibre strain, $\Delta\alpha \leq 0.05$ dB
Crush	IEC 60794-1-2-E3	4000 N / 100 mm, max. 15 min	$\Delta\alpha \leq 0.05$ dB, no damage
Impact	IEC 60794-1-2-E4	10 Nm, 3 impacts, R= 300 mm	$\Delta\alpha \leq 0.05$ dB after the test
Cable Bend	IEC 60794-1-2-E11	R=20x D, 4 turns, 3 cycles	$\Delta\alpha \leq 0.05$ dB, no damage
Temperature Cycling	IEC 60794-1-2-F1	-30°C to +70°C	$\Delta\alpha \leq 0.05$ dB/km
Water Penetration	IEC 60794-1-2-F5B	sample=3m, water column=1m	no water leakage in 24h

All optical measurements at 1550 nm.

Todos los cables instalados en interior de galerías o túneles llevarán cubierta tipo **TKT ignifuga**.

En caso de cables para instalaciones aéreas se utilizará cable PKP cosido a cable de acero o **cable ADSS**

<b>CUBIERTA DE CABLE</b>	<b>CONDICIONES DE USO</b>
PKP	Canalización, tubo de acero, aéreo cosiéndolo a cable de acero
PESP-R	Grapeado intemperie, problemas con roedores, puntos con humedad extrema pero no sumergido
TKT	Galería de servicio
Cable PESP SUBMARINO	Cable sumergido en tubería o canal
ADSS	Aéreo autosoportado

## 1.5.- CODIFICACIÓN DE TUBOS Y FIBRAS

### CODIFICACIÓN DE FIBRAS

**Optical Fibers color code (fully customizable upon customer request):**

No.	Color	No.	Color	No.	Color	No.	Color
<b>1</b>	Green	<b>3</b>	Blue	<b>5</b>	Grey	<b>7</b>	Brown
<b>2</b>	Red	<b>4</b>	Yellow	<b>6</b>	Violet	<b>8</b>	Orange

### CODIFICACIÓN DE TUBOS

**Loose Tubes color code (fully customizable upon customer request):**

8 O.F. cable	
Tube No.	Color
<b>1</b>	White
<b>2</b>	Red
<b>3 - 6</b>	Fillers

16 & 32 O.F. cable			
Tube No.	Color	Tube No.	Color
<b>1</b>	White	<b>4</b>	Blue
<b>2</b>	Red	<b>5</b>	Green
<b>3</b>	Filler	<b>6</b>	Filler

64 O.F. cable	
Tube No.	Color
<b>1-2</b>	White
<b>3-4</b>	Red
<b>5-6</b>	Blue
<b>7-8</b>	Green

72 O.F. cable	
Tube No.	Color
<b>1-3</b>	White
<b>4-6</b>	Red
<b>7-9</b>	Blue

96 O.F. cable	
Tube No.	Color
<b>1-3</b>	White
<b>4-6</b>	Red
<b>7-9</b>	Blue
<b>10-12</b>	Green

128 O.F. cable			
1 <sup>st</sup> layer		2 <sup>nd</sup> layer	
Tube No.	Color	Tube No.	Color
<b>1</b>	White	<b>7-9</b>	White
<b>2</b>	Red	<b>10-12</b>	Red
<b>3</b>	Blue	<b>13-15</b>	Blue
<b>4</b>	Green	<b>16-18</b>	Green
<b>5-6</b>	Fillers		

144 O.F. cable			
1 <sup>st</sup> layer		2 <sup>nd</sup> layer	
Tube No.	Color	Tube No.	Color
<b>1-2</b>	White	<b>7-9</b>	White
<b>3-4</b>	Red	<b>10-12</b>	Red
<b>5-6</b>	Blue	<b>13-15</b>	Blue
		<b>16-18</b>	Green

*Fillers colour: BLACK*



## 1A.- CABLES DE FIBRA MULTIMODO

La fibra ha utilizar se **OM2** con nuclero **50/125** similar a la ficha técnica siguiente:

### C23: General purpose multi mode 50 µm fibre

#### Properties for cabled OM2 fibre for use at 850 nm and at 1300 nm

##### General and application

This fibre is a graded-index multimode fibre suitable for transmission speeds of up to 10 Gb/s (82m 10GBASE-SX). It has a 50 µm core diameter and a 125 µm cladding diameter. The fibre is designed for use at 850 and/or 1300 nm. This fibre fulfils all requirements for an OM2 fibre

##### Standards and Norms

IEC 60793-2-10 Category A1a;	EN 50173-1:2007 category OM2
EN 60793-2-10: type A1a	ISO/IEC 11801:2002 category OM2.
TIA/EIA-492 AAAB	IEEE 802.3 - 2002. with amendment 802.3ae - 2002.
	ANSI/TIA/EIA-568.B.3 - 2000

##### Cable attenuation

IEC 60793-1-40

850 nm	≤ 2.7 dB/km
1300 nm	≤ 0.8 dB/km
Inhomogeneity of OTDR trace for any two 1000 metre fibre lengths	Max. 0.2 dB/km

##### Bandwidth

IEC 60793-1-41

850 nm	500 MHz • km
1300 nm	500 MHz • km

##### Group index of refraction

IEC 60793-1-22

Group index of refraction at 850 nm	1.482
Group index of refraction at 1300 nm	1.477

##### Other properties

IEC 60793-1-xx

Attribute	Measurement method	Units	Limits
Core diameter	IEC/EN 60793-1-20	µm	50 ± 2.5
Cladding diameter	IEC/EN 60793-1-20	µm	125.0 ± 1
Cladding non-circularity	IEC/EN 60793-1-20	%	≤ 1.0
Core non-circularity	IEC/EN 60793-1-20	%	≤ 5
Core-cladding concentricity error	IEC/EN 60793-1-20	µm	≤ 1.5
Primary coating diameter - uncoloured	IEC/EN 60793-1-21	µm	242 ± 0.7
Primary coating non-circularity	IEC/EN 60793-1-21	%	≤ 5
Primary coating-cladding concentricity error	IEC/EN 60793-1-21	µm	≤ 10
Proof stress level	IEC/EN 60793-1-30	GPa	≥ 0.7 (≈ 1 %)
Typical average stripforce	IEC/EN 60793-1-32	N	1.7
Strip force (peak)	IEC/EN 60793-1-32	N	1.2 ≤ F <sub>peak.strip</sub> ≤ 8.9
Numerical aperture	IEC/EN 60793-1-43		0.200 ± 0.015

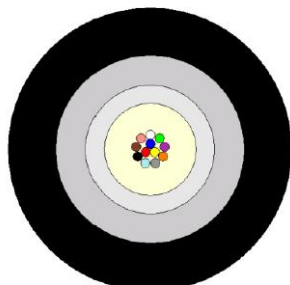
La cubierta de los cables multimodo debe ser dieléctrica y libre de halógenos, ya que su instalación puede ser tanto en canalización como en edificios.

Preferentemente estará dotada de una cubierta interior de hiladura de fibra de vidrio que actúa como antirroedor.

## MidiCT A/I-DQ(ZN)BH MM Fibras

### Cable Design

Acc. to IEC 60794



- **Central Loose Tube:** thermoplastic material, containing up to 24 fibres and filled with a suitable water tightness compound.
- **Longitudinal Water Tightness:** dry core with water swellable elements.
- **Peripheral Strength Elements / Non Metallic Armour:** glass yarns.
- **2 Ripcords**
- **Outer Sheath:** HFFR

### Technical data

No. of Fibres		From 2 to 16 fo	From 17 to 24 fo
Loose Tube - Ø	mm	3.5	4.5
Outer Sheath Thickness	mm	1.3	
Cable Diameter	mm	8	8.5
Cable Weight	kg / km	70	80
Minimum Bending Radius	mm	Without Tension 15 x Cable-Ø	Under Maximum Tension 20 x Cable-Ø
Temperature Range	°C	Installation - 30 to + 60	Transport & Storage - 40 to + 70 Operation - 30 to + 70

Please refer to our General Installation, Safety & Handling recommendations before handling.

### Main characteristics

Test	Test Standard	Specified Value	Acceptance Criteria
Max. Installation Tension	IEC 60794-1-2-E1	1.5 * W [N], min. 1500 N	$\Delta\alpha$ reversible, fibre strain $\leq 0.33\%$
Max. Operation Tension	IEC 60794-1-2-E1	200 N	no fibre strain, $\Delta\alpha \leq 0.2$ dB
Crush	IEC 60794-1-2-E3	2000 N / 100 mm, max. 15 min	$\Delta\alpha$ reversible, no damage
Impact	IEC 60794-1-2-E4	12 Nm, 3 impacts, R= 300 mm	$\Delta\alpha$ reversible
Torsion	IEC 60794-1-2-E7	1m, 100N, +/- 180°, 5 cycles	$\Delta\alpha$ reversible, no damage
Repeated Bending	IEC 60794-1-2-E6	R=20x D, 100N, 35 cycles	no damage
Cable Bend	IEC 60794-1-2-E11	R=20x D, 4 turns, 3 cycles	$\Delta\alpha$ reversible, no damage
Temperature Cycling	IEC 60794-1-2-F1	-30°C to +70°C	$\Delta\alpha \leq 0.5$ dB/km
Water Penetration	IEC 60794-1-2-F5B	sample=3m, water column=1m	no water leakage in 24h

All optical measurements at 1300 nm.

### Fire Performance

Test	Test Standard	Specified Value	Acceptance Criteria
Single Cable Test	IEC 60332-1	unburnt cable length	> 50 mm
Smoke Density	IEC 61034	light transmission	> 60 %
Halogen Content	IEC 60754-1	halogen content	< 0.5 %
Corrosivity of Smoke Gases	IEC 60754-2	pH-value	≥ 4.3
Conductivity of Smoke Gases	IEC 60754-2	conductivity	≤ 10 µS

### Identification

#### Fibre Colours (acc. to EN187105)

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Colour	blue	yellow	red	white	green	violet	orange	grey	aqua	black	brown	pink

No.	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Colour	blue <sup>1</sup>	yellow <sup>1</sup>	red <sup>1</sup>	white <sup>1</sup>	green <sup>1</sup>	orange <sup>1</sup>	aqua <sup>1</sup>	pink <sup>1</sup>	natural <sup>1</sup>	blue <sup>2</sup>	yellow <sup>2</sup>	red <sup>2</sup>

<colour><sup>1</sup> with black ring marks in 50mm intervals      <colour><sup>2</sup> with black ring marks in 25mm intervals

#### Buffer Tube Colour:

The central loose tube is uncoloured (natural).

#### Sheath Colour:

The outer sheath colour is black.

#### Sheath Marking:

The outer sheath is marked in 1 meter intervals as follows:

<Manufacturer>	<year of manufacture>	<no. and type of fibre>	<length marking in meter>
----------------	-----------------------	-------------------------	---------------------------

## 2.- MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS DE INSTALACIÓN

### 2.1.- CONSIDERACIONES GENERALES

A continuación se describen las características exigidas de los diferentes materiales necesarios para la realización de los proyectos de fibra óptica.

Los materiales y su montaje que no se mencionen en los planos y especificaciones, pero que vayan lógicamente implícitos y sean necesarios para la ejecución de la instalación, se consideran incluidos en el proyecto y correrán por cuenta del instalador.

Todos los equipos y materiales tendrán las capacidades y características mínimas exigidas en este documento. Además de tener en cuenta todas las normas de este documento, también se tendrán en cuenta las recomendaciones de cada fabricante.

Todo el material empleado en una instalación debe ser idéntico. Además, se exige que todos los materiales empleados en una conexión de extremo a extremo sean del mismo fabricante; y que la empresa que ejecute los trabajos esté homologada por el fabricante para la realización de los mismos.

El instalador deberá cuidar los equipos y materiales (tanto los existentes actualmente como los de nueva instalación), protegiéndolos contra el polvo y golpes durante la ejecución de la instalación.



Será responsabilidad del instalador la limpieza de todos los materiales y su mantenimiento en buena presencia hasta la terminación y entrega de la instalación.

## 2.2.- TENDIDO DE CABLES DE F.O.

Para el tendido de los cables de fibra óptica se deberán observar las siguientes normas:

- Respetar en todo momento el radio mínimo de curvatura del cable indicado por el fabricante.
- No sobrepasar los límites de tracción especificados por el fabricante, por lo que no se aconseja la utilización de medios mecánicos tractores.
- Para facilitar el tendido se colocará un hilo guía
- En las canalizaciones existentes se deberán limpiar los conductos para un adecuado tendido de los cables de fibra.
- En todas las arquetas se deberá colocar una etiqueta identificativa del cable, que pueda leerse claramente. Donde haya reserva de cable se pondrá en la reserva. Esta etiqueta será facilitada por CYII.
- En las arquetas se dejará reservas de cables siguiendo los siguientes criterios
  1. Se dejará como mínimo de media una reserva de 10 metros cada 300 metros de conducción
  2. 15 metros a cada lado en los empalmes
  3. 15 metros en repartidor
  4. Cuando el cable pase por cámaras de registro (ventosa, válvulas, seccionamientos, caudalímetros,...) se dejará reserva suficiente para que siga el cable por la boca de hombre dejando fuera 12 metros (6 en cada sentido), teniendo así, cable suficiente para hacer un sangrado del cable en caso de ser necesario
  5. En cruces de carretera se dejará al menos 10 metros en las arquetas contiguas

- En caso de existir galerías de servicio los cables irán convenientemente entubados o canalizados, realizándose dicho tendido de acuerdo a la normativa adjunta en el anexo I
- En caso de utilizar tendido por el exterior, los cables irán por tubo de acero inoxidable grapado.

### 2.3.- TERMINACIÓN DE LOS CABLES

Todas las fibras ópticas deberán quedar conectadas a los repartidores de fibra óptica que suministrará la empresa instaladora o fusionadas en recto según carta de conexionado aportada por la Dirección de obra.

Los repartidores de fibra óptica serán de tipo mural en lugares con espacio limitado o en rack de 19" con bandejas extraíbles en lugares donde el espacio lo permita y las necesidades de servicio lo aconsejen, con capacidad suficiente para el cable instalado y su correspondiente conectorización. Se instalarán pasahilos de cepillo debajo de cada bandeja de conectores

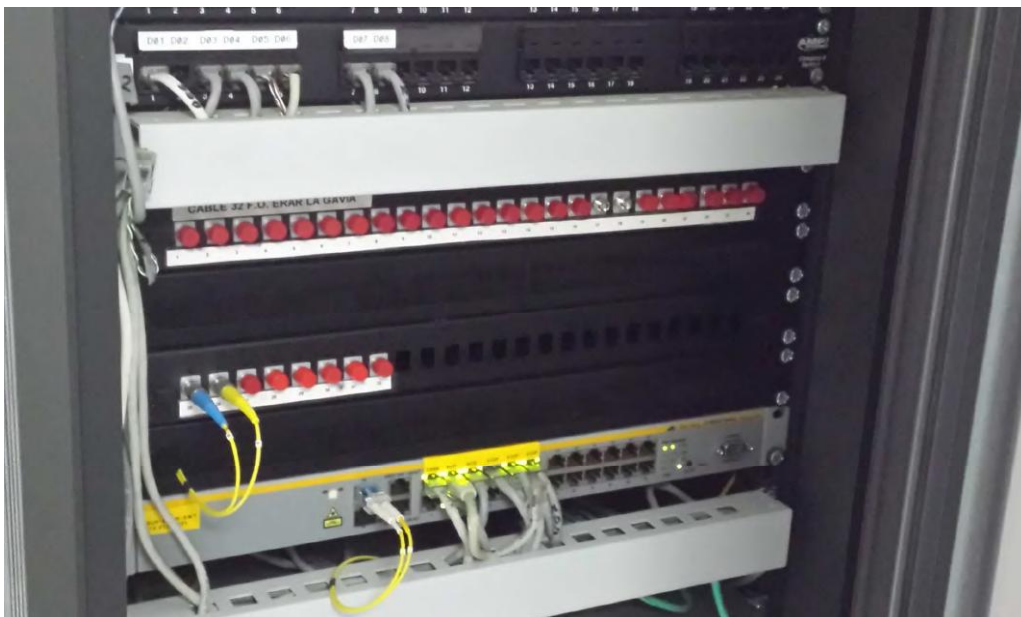
Deben estar dotados de cassette de empalme que permitan el correcto alojamiento de los tubos de protección de fusión y la reserva de fibra (fibra y pigtail)



En caso de rack de 19", el cable se amarrará al bastidor trasero en segunda cubierta y los tubos del cable entrarán en las bandejas hasta el cassette de empalme protegidos con tubo de transporte grueso. La transición entre cable y tubo de transporte se protegerá mediante manifold o similar



**Para conectores FC/PC las bandejas serán para 24 conectores en línea**



Para **conectores SC/APC** las bandejas serán para 24 conectores en para acabar cables menores de 32 fo y de 32 fo con disposición al tresbolillo para cables de 32 y de 64 fo



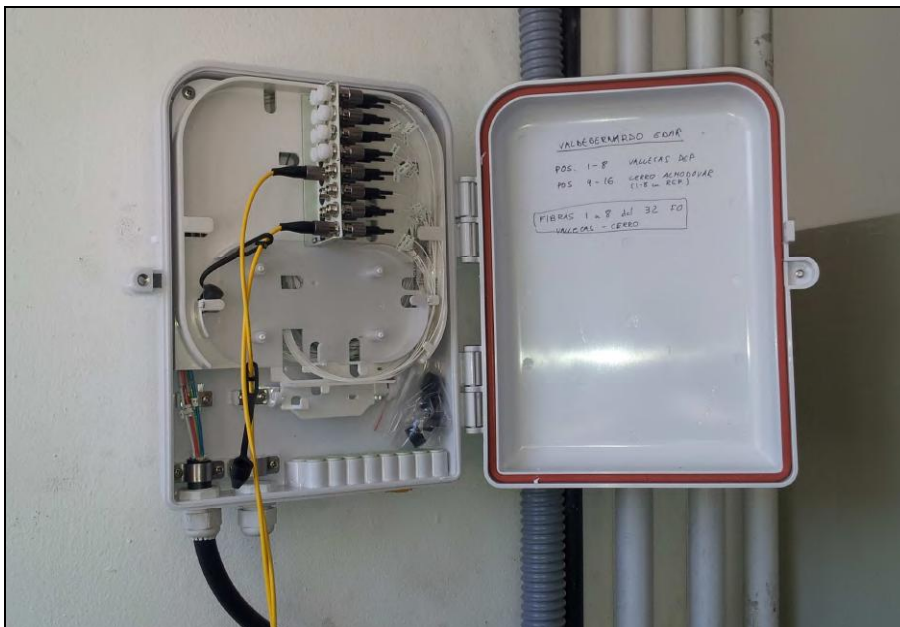
En puntos donde la humedad lo aconseje se instalarán repartidores mural de poliéster con IP65 similar a la CTO-32 de 3Dnet con capacidad para conectorizar hasta 32 fo

## Armario de Terminación Óptica





En punto de periferias, para cable de 16 fo se podrán instalar cajas murales de poliéster con IP65



**- TERMINACIÓN CABLES SM (9/125):**

La conectorización se realizará por fusión a pig-tail terminado en conector FC/PC o en SC/APC cuando lo autorice la Dirección de Obra.

El empalme de los pig-tails con cada una de las fibras, deberá realizarse mediante termofusión, garantizándose una pérdida máxima de 0,75 dB por conector.

Se protegerá mecánicamente la soldadura mediante la cánula termorretráctil y a continuación se identificará cada uno de ellos según el número de fibra en el repartidor. Además las fibras se colocarán en los repartidores de fibra óptica siguiendo un código de colores suministrado por CYIIG, de tal forma que cada fibra corresponda a un número determinado en el repartidor de fibra óptica.

Todos los conectores deben ser fácilmente accesibles desde el frontal del repartidor.

El repartidor deberá llevar en el frontal la identificación con la cantidad y destino de las fibras ópticas que contiene.

**- TERMINACIONES CABLES MM (62.5/125 o 50/125):**

La conectorización se realizará mediante un empalme termofusión a pigtails terminando en conector SC/PC o en ST/PC, en caso de servicio de Instrumentación o por solicitud de D.O. Además las fibras se colocarán en los repartidores de fibra óptica

siguiendo un código de colores suministrado por CYIIG, de tal forma que cada fibra corresponda a un número determinado en el repartidor de fibra óptica.

Todos los conectores deben ser fácilmente accesibles desde el frontal del repartidor.

El repartidor deberá llevar en el frontal la identificación con la cantidad y destino de las fibras ópticas que contiene.

#### 2.4.- CAJAS DE EMPALME

Las cajas de empalme se colocarán en las arquetas de la canalización. Tendrán las siguientes características:

- Contará con un sistema (igual o equivalente) de cassettes extraíbles porta empalme. Cada cassette tendrá una capacidad máxima de 24 empalmes, y un total mínimo de 96 empalmes posibles.
- Dispondrá de un mecanismo de sellado de los cables para que no entre ni agua ni gas en la caja de empalme, Se valorará la existencia de una válvula de presurización.
- Todos los componentes de la caja serán resistentes a la corrosión y a las condiciones ambientales de exterior.
- Las cajas irán provistas con materiales de identificación, precintos, terminales, y tubos para su protección.
- Las cajas irán provistas de al menos 3 puertos de entrada, pudiendo sangrar un cable, mediante puerto oval o por ser caja abierta

Las cajas de empalme serán de tipo torpedo, los requerimientos mínimos exigibles son cajas TE Connectivity FOSC400A o similar para empalmes hasta 32 fo y TE Connectivity FOSC400B para cables de 64 con un total de 96 empalmes posibles.



Para empalmes rectos en ruta, y siempre y cuando se usan estas cajas en todo el tendido, se podrán colocar cajas tipo Mondragón **FOPT-64** para cables de 32 y 64 fo.





## 2.5.- EMPALMES

Como norma se dejarán empalmadas todas las fibra en recto

## 2.6.- REPARTIDORES

- Colocación de tubo de transporte desde el punto donde se pela y amarra el cable hasta la bandeja de empalme.
- Para cables que no se acaban a pigtail todas sus fibras, se ha de diferenciar entre bandejas de empalme y bandejas de conectores
- En empalmes y repartidores, numeración de los tubos, así como identificación de la dirección de los cables.
- Las transiciones desde la entrada a edificios hasta los repartidores se harán con tubo corrugado gris o canaleta de plástico.
- Se utilizarán pigtails de 900 micras, siempre y cuando los pigtails se encuentren en partes del repartidor independientes, que no sean accesible para otros trabajos como parcheos. Si es así se utilizarán pigtails de 3 mm con recubrimiento.

# **1. Trabajos de Obra civil en la Red de Fibra Óptica**

## **3.- OBRA CIVIL**

### 3.1.- ESPECIFICACIONES GENERALES

El tendido de cable a se realizará sobre los siguientes tipos de infraestructura:

- Zanja con conducto enterrado (tritubo).
- Galerías o túneles propiedad del CYII.
- Tubo metálico para intemperie.

La infraestructura de obra civil será realizada en base a zanjas con conductos enterrados sobre terreno firme o, en caso de tener que salvar obstáculos del que requieran tendido exterior, en tubo metálico.

### 3.2.- CANALIZACIÓN Y ARQUETAS

La sección tipo de canalización será de 1 tritubo de 3x50mm en una zanja de 30 cm. de ancho y 80 de profundidad. Esta canalización se aumentará en el caso de cruces de caminos, carreteras y líneas ferroviarias de acuerdo a lo especificado en los siguientes apartados.

### 3.2.1.- ESPECIFICACIONES DE LA CONDUCCIÓN DE TRITUBO

En el caso de que el trazado de la canalización del tritubo siga el mismo trazado que el de una línea de tubería de agua existente, el recorrido será paralelo al de la tubería, con una separación en la vertical de 25 cm.

El tritubo deberá situarse a una profundidad de 80 cm. Excepcionalmente, en terreno rocoso, la profundidad se podrá reducir a 55 cm.

El tritubo se tenderá paralelo a la rasante del terreno, evitando en lo posible ondulaciones en la zanja.

Las curvas de la zanja tendrán el mayor radio de curvatura posible que permita el trazado, aconsejándose que no sea inferior a 25 m y teniendo en cuenta que, en caso necesario, puede llegar hasta 10 m.

El tritubo se podrá tender situándolo al borde de la zanja para, posteriormente, bajarlo al fondo de la misma o mediante zanjadora, que lo va colocando mientras realiza la excavación.

Cuando el tamaño de los áridos del terreno pueda dañar al tritubo, este irá protegido por dos capas de arena o tierra fina: una de asiento de 10 cm. Depositada previamente a la colocación del tritubo, y otra de cubierta del mismo espesor. El conjunto será compactado antes de seguir tapando la zanja.

Donde el terreno sea rocoso, antes de rellenar la zanja, se deberá cubrir el tritubo con una capa de hormigón pobre de 100 mm. de alto por 300 mm. de ancho.

El relleno de la zanja se hará por tongadas de 20 cm. de material, y compactado. El compactado se realizará en las dos primeras tongas de forma manual pasando un rodillo pesado. En las siguientes se deberán utilizar medios mecánicos de compactado.

Si entre el material de relleno de la zanja se encuentran grandes rocas, se tendrá especial cuidado al introducirlo para que el impacto no dañe el tritubo.

Para evitar las grandes ondulaciones que se producen al dilatarse por efectos térmicos el tritubo en la zanja, se recomienda realizar simultáneamente la instalación del tritubo y el recubrimiento de tierra.

A 25 cm. sobre el tritubo y a lo largo de toda la instalación, se colocará una cinta de plástico que avise de la proximidad de cables de comunicaciones enterrados bajo la misma.

### 3.2.2.- CRUCES Y PASOS SINGULARES

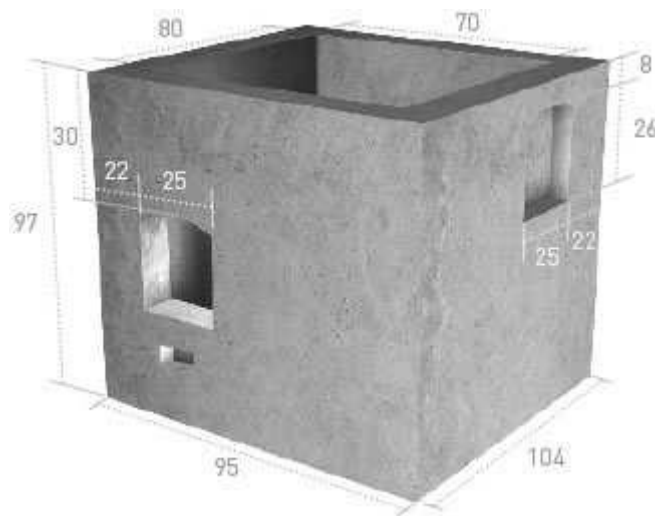
En cruces de caminos y tramos próximos a carreteras, se mantendrá la misma profundidad de la zanja, rellenando la zanja con hormigón HM 20 salvo los últimos 20 cm. en los que se realizará un relleno natural del terreno y compactado correspondiente. En los cruces de camino se duplicará la canalización, pasando la sección a ser de 2 tritubos de 3x50 mm.

En cruces con carreteras, ferrocarriles y zonas con dificultad para obtener permisos de obra, en el caso de no existir galería de paso se instalarán 3 conducciones hormigonadas de PVC de 160 mm. de diámetro con una arqueta a cada extremo.

Para la realización de este tipo de canalizaciones se utilizarán técnicas de perforación tipo “topo”.

### 3.2.3.- ARQUETAS

Como norma se instalará una arqueta de 80x70 cm. de hormigón con tapa de hormigón y cerco y precerco metálico y cierre de seguridad, cada 100 metros o cambio de dirección o pendiente que no permita respetar el radio de curvatura. El fondo será de hormigón y dispondrá de desagüe.



Las tapas de las arquetas llevarán impreso el logo del Canal de Isabel II Gestión SA



Las tapas de arquetas serán prefabricadas de 8 cm. de espesor, capaces de soportar 12.5 Tn. de peso en zona de acera y campo y 40 Tn de tránsito de vehículos.

En zona de tránsito de vehículos también se podrán utilizar tapas de fundición D-400 con 2 “gajos” triangulares.



Cuando la arqueta se sitúe en tierra quedará por al menos 10 cm por encima del suelo para que no se entierre

El tubo se sellará con una capa fina de mortero o similar que impida la filtración de agua.

El tritubo se recibirá en la arqueta a través de las bocas, que hacen la función de pasamuros, y se cortará en aquellas arquetas que sean de empalme. En las arquetas de paso el tritubo entrará por una boca y saldrá por la opuesta dando continuidad a la canalización.

Como norma general se dispondrá de una arqueta con caja de empalme cada 2.000 metros (dependiendo de la longitud de la bobina) dejando en las intermedias el tubo de paso. Se dejará una coca de 10 metros cada 300 metros, con su balona correspondiente.

Las arquetas de empalme dispondrán de algún tipo de sujeción para que las cajas de empalme queden sujetas a la pared de la arqueta en su parte superior que permita el buen mantenimiento y acceso a la misma.



### 3.2.4.- BALIZAS SITUACIÓN ARQUETAS

Las arquetas dispondrán de un sistema de marcadores radioeléctricos que permitirán detectar su situación en campo, aún en el caso de estar enterradas. Los marcadores serán totalmente pasivos y deberán poder ser detectados por un sistema electrónico portátil de radiofrecuencia que tendrá una autonomía de trabajo de al menos 16 horas de trabajo.

Los marcadores deberán tener por lo menos 5 frecuencias de operación para poder distinguir distintos tipos de servicios o líneas. El modelo empleado en nuestra infraestructura es el 1428-XR/ID color púrpura. Se incluirá una baliza por cada arqueta del trazado, respetando la distancia máxima desde la superficie a la baliza de 1,2m.

Estas balizas pueden ser programadas para incluir información de la red, por lo que se definirán 3 plantillas de grabado:

CYII FO EMPALME: en las balizas ubicadas en arquetas con empalme o bifurcación de fibra.

CYII FO COCA: en las balizas ubicadas en arquetas con coca de fibra.

CYII FO PASO: en las balizas ubicadas en arquetas de paso de fibra.



### 3.2.5.- EMPALMES DE TUBO

Cuando sea necesario realizar empalmes (por ejemplo al unir dos bobinas de tritubo), se cortarán los conductos de los dos extremos de manera que los empalmes queden al tresbolillo y separados un metro entre sí.

Las uniones se realizarán con manguitos roscados de polipropileno, para lo cual se separarán los tubos en un tramo de 50 cm., eliminando la membrana de unión entre ellos.

### 3.2.6.- GUIAS Y SELLADO

En cada conducto del tritubo y entre cada dos arquetas consecutivas se dejará, después de tapar la zanja, una guía de cuerda de nylon en el conducto central que servirá para el posterior mandrilado y comprobación de la ausencia de aplastamientos en el tubo. El mandril a utilizar en las pruebas de comprobación de la canalización será de un mínimo de 35 mm. de diámetro.

Una vez colocados los tubos y el hilo guía se procederá a sellar con tapones los respectivos conductos.

### 3.3.- TRITUBO PEAD

El tritubo usado para la instalación de cables de comunicaciones estará formado por tres tubos idénticos unidos entre sí por medio de una membrana y dispuestos en un mismo plano.

#### 3.3.1.- DIMENSIONES

El diámetro exterior de cada tubo será de 50 mm. Con un espesor mínimo de 3 mm y estriado.

#### 3.3.2.- MATERIAL

Todo el conjunto estará fabricado de polietileno extruido de alta densidad en color negro y presentará las siguientes características:

CARACTERÍSTICA	VALOR
Densidad	$\geq 0,947 \text{ gr/cm}^3$ S/ASTM D 792
Resistencia a la tracción	$\geq 200 \text{ Kg/cm}^2$ S/UNE 53.133 82
Alargamiento a la rotura mínimo 350%	
Resistencia a la tracción después envejecimiento (48h/100°C)	80 % s/original, Mn
Alargamiento a la rotura después envejecimiento (48h/100°C)	80 % s/original, Mn.
Índice de fluidez	0,16 a 0,17 gr/10'S/ASTM D 1236 condición E
Cracking	s/f a 48 h. mínimo S/ASTM D 1693
Temp. VICAT (1 Kg)	110 °C S/ASTM D 1525
Contenido en negro de humo	2% +0,5 S/ASTM D 1603
Retracción	3% máx. S/UNE 53 133 82
Diámetro interior	44 0+0,5 mm.
Anchura	155 + 1 mm.
Espesor	3 0+0,5 mm.
Peso	1,45 Kg/m.
Longitud	350 m.



CARACTERÍSTICA	VALOR
Radio de curvatura horizontal	4 m.
Radio de curvatura vertical	1 m.
Estanqueidad	3,6 Kg/cm <sup>2</sup> , según UNE 53 133 durante 1 minuto.

La deformación por compresión según el eje menor del tritubo no superará el 5% al aplicar una fuerza de 65 Kg/dm sobre una probeta de 10 cm (velocidad de aplastamiento 0,5 mm/min).

### 3.3.3.- IDENTIFICACIÓN

Se hará en uno de los tubos laterales del tritubo, por mediación de pintura indeleble durante el proceso de fabricación, estampando lo siguiente:

- Nombre o marca del fabricante.
- Siglas del tipo de material, y designación del tubo de acuerdo con el apartado 2.1.2.: HDPE 3 (50 x 3).
- Mes y año de fabricación (dos últimas cifras del año).

Todas las marcas anteriores serán perfectamente legibles. Cada conjunto formado por las marcas a, b, c y d se repetirá cada 1,5 m a lo largo de todo el rollo.

### 3.3.4.- GARANTIA

El material debe estar garantizado contra todo defecto de fabricación durante 25 años.

Si en dicho plazo de tiempo se apreciaran deterioros por tal motivo, el material defectuoso será sustituido por otro con cargo al fabricante.

### 3.3.5.- MANGUITO PARA EMPALME

En polietileno roscado, se utilizará en caso de finalización de la bobina, o de reparación del tritubo por roturas o deformaciones del mismo.

### 3.3.6.- TAPONES DE OBTURACIÓN

Se utilizará para obturar los conductos en tanto permanecen vacíos. Dispondrá de un sistema de fijación hermético por presión en la pared interna del conducto.

Incorporará una anilla que servirá para atar al mismo una guía. Este sistema se puede sustituir por espuma de poliuretano

El tubo con cable se sellará siempre con espuma de poliuretano

## 4.- DOCUMENTACIÓN

### 4.1.- PLANOS

En todos los planos entregados se detallarán dos aspectos del trazado de fibras:

1) Las infraestructuras de canalización: tritubo enterrado, tubo metálico, galería, colector, arquetas, pozos etc. 2) El trazado del cable de fibra con sus empalmes y repartidores.

Las coordenadas de situación de las arquetas se medirán con gps diferencial, garantizando la precisión de dichas coordenadas.

#### Planos en Autocad y fichas para GIS del Canal Gestión

La digitalización del trazado de fibra en AutoCAD se realizará de manera que puedan ser importados al Sistema de Información Geográfica del Canal Gestión (GIS). Para ello se pide que se sigan el siguiente procedimiento:

- El Director de obra del Canal Gestión entregará al contratista un plano en autocad con el fondo urbano (dicho plano está referenciado al GIS del Canal Gestión y tiene un DATUM ED50)
- El contratista dibujará sobre dicho plano los siguientes elementos:
  - Arquetas
  - Cocas
  - IFO (infraestructura de fibra óptica): tritubo en zanja, tubos en galerías, colectores, fibra grapada por tubería etc.
  - Nudos: Estos pueden ser empalmes o bifurcación
  - Pozos
  - Repartidores
  - TFO (Tramos de fibra óptica): La propia fibra en si
- Cada elemento estará asociado a una capa distinta, el nombre de dicha capa coincidirá con el de una ficha en excel que contendrá las características del elemento.
- Por ejemplo: Si en un trazado hay 50 arquetas, 25 de 50x50cm y otras 25 de 80x80, el contratista creará dos capas de nombre Arqueta-50x50 y Arqueta-80x80 y asociará 25 arquetas a una capa y otras 25 a otra. Después creará dos fichas en Excel cuyos nombres coincidan con los de las capas y en dicha ficha especificará las características de cada arqueta. A continuación se indica un ejemplo de ficha.

### ARQUETA

OBJETID	
IDENTIFICADOR	
FECHA DE INSTALACIÓN	
DIMENSIONES	

LOCALIZADOR	
TIPO DE TAPA	
TIPO ARQUETA	
ANGULO SIMBOLO	
SHAPE	
ENABLED	

- De esta manera se crearán tantas fichas como elementos distintos haya, por tanto si solo se usa un cable de 64 fibras en un trazado de 70 kilómetros solamente se creará una ficha tipo TFO y todo el cable dibujado en Autocad será de la misma capa.

### Planos en formato .kml (Google Earth)

El contratista también entregará el trazado de fibra en formato .kml donde se identifiquen los elementos del trazado: el cable de fibra óptica, cocas, empalmes, repartidores, infraestructuras (tritubo en zanja, galería, colector...), arquetas, pozos etc.

El contratista usará los símbolos de Google Earth que el Canal Gestión ha creado para cada elemento.

### 4.2.- CABLEADO

La información sobre el cableado se dará por medio de esquemas que indiquen la interconexión entre equipos. Se diferenciará el tipo de cable por el grosor, tipo de línea, color de la representación, o mediante una etiqueta en cada cable.

Se pondrá especial atención en el trazado y distinción de las canalizaciones principales (bandejas, tubos,...), así como en los puntos por los que se accede de una planta a otra (bajadas, calos, etc.)

Se incluirán planos de verticales con la nomenclatura de los enlaces y cualquier otro detalle necesario para el mantenimiento y explotación correcta de la instalación.

En los casos en que el cableado abarque varios edificios, se suministrará un esquema en el que se detalle las canalizaciones y cables que interconectan los distintos edificios.

Se detallarán:

- Fabricante y modelo del cable.
- Número de fibras.
- Protección externa ( cubierta)

### 4.3.- REPARTIDOR

Se especificarán tipo y las dimensiones de los repartidores de cada centro. Se darán las dimensiones útiles.

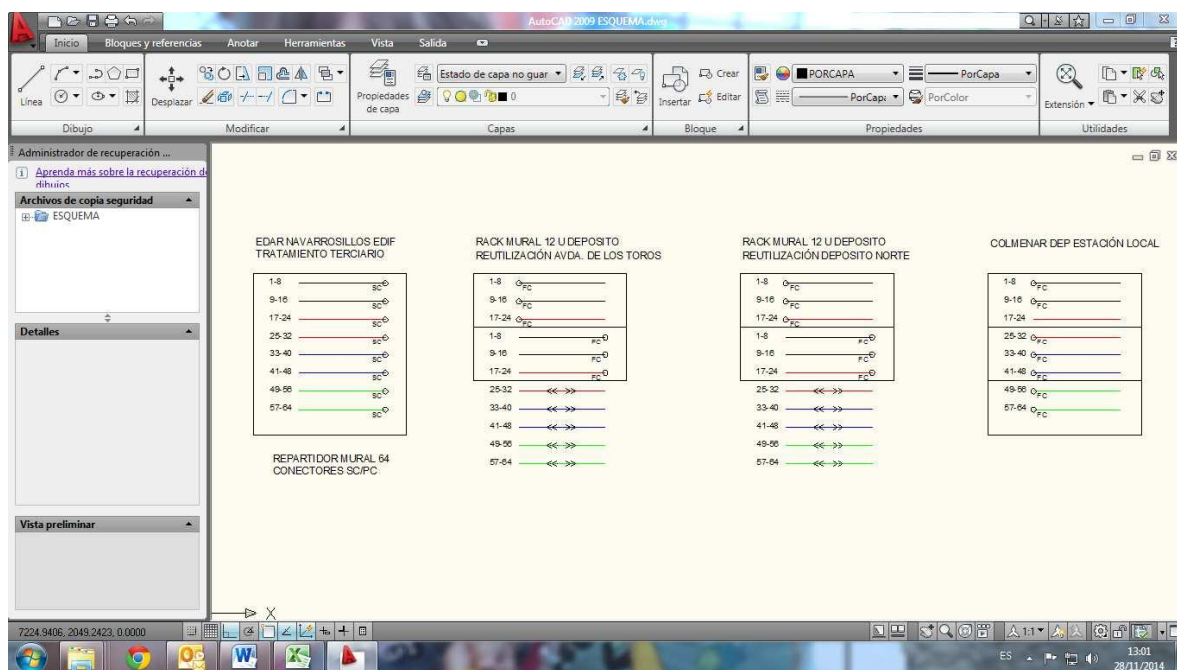
Se realizará para cada armario un esquema en el que se pueda ver la distribución dentro del rack a escala. De este esquema se ha de poder deducir las fibras en uso, de donde vienen, hacia donde van y las que quedan libres.

Se especificará el etiquetado de cada uno de ellos, de modo que se pueda saber que fibras están conectadas a cada uno de los repartidores. Esta información se puede suministrar mediante las correspondientes etiquetas o referencias sobre el esquema de equipamiento del rack.

#### 4.5.- INTERCONEXIÓN DE CENTROS

Se suministrarán esquemas en AUTOCAD que detallen la unión entre centros de cableado indicando cada uno de los cables de enlace.

Se suministrará un esquema detallado de las conexiones de fibra. Se dibujarán los repartidores de fibra y se dibujarán las fibras que los unen.



#### 4.6.- CANALIZACIONES

Se describirán las canalizaciones indicando:

- Tipo de canalización (zanja, bandeja, moldura, banco de tubos, galería accesible, galería visitable, etc.) con la sección de tubos correspondiente.
- Material de la canalización (PE, PVC, metálico, forroplast, etc.)
- Mediciones en metros de cada tramo de canalización, que deberán presentarse en el mapa en formato autocad de la canalización.

- Coordinadas GPS para cada arqueta. Para la canalización se tomará una medida GPS cada 50 metros de canalización, en cada punto singular de cambio de sentido o pendiente y sobre cada arqueta instalada.

Esta información podrá darse por medio de una descripción y sobre los planos de planta de los edificios. Se diferenciará el material o tipo de canalización por el grosor, tipo de línea, color de la representación de la canalización, o mediante una etiqueta en cada tramo de canalización.

#### 4.7.- FOTOGRAFÍAS

Se incluirán fotografías en soporte electrónico de los puntos más relevantes de la instalación.

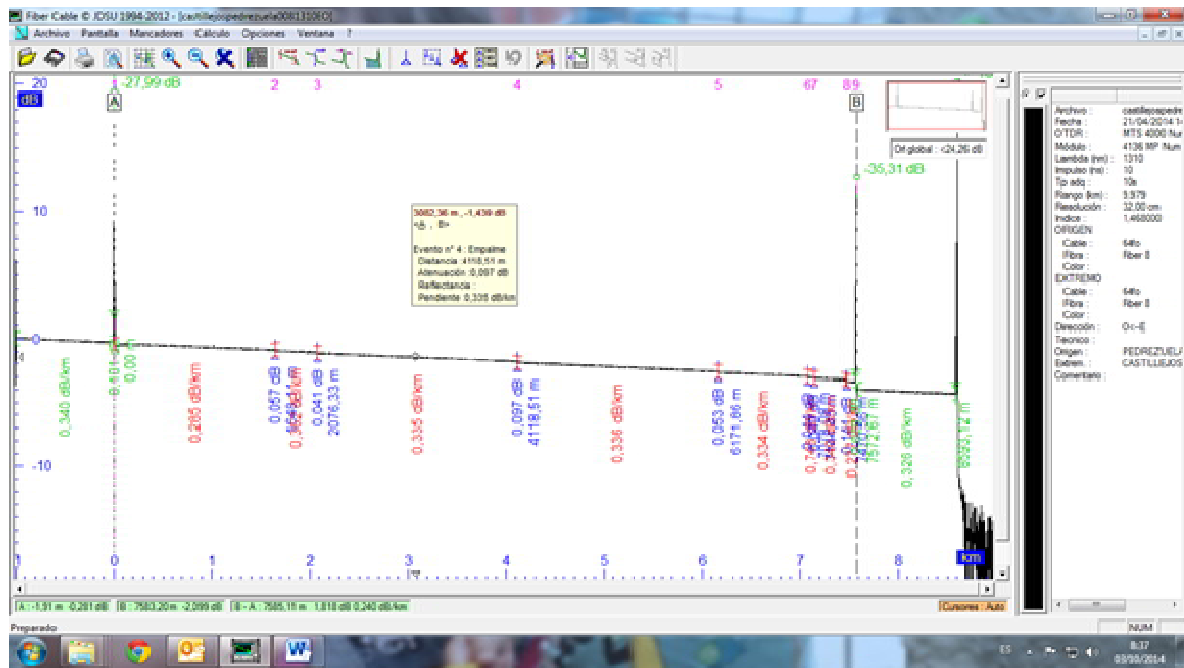
- Repartidores . Se debe apreciar conectorización, etiquetado y en caso, posición dentro del rack
- Empalmes
- Etiquetado de la ruta
- Punto de difícil acceso

#### 4.8.- CERTIFICACION DE CABLES

Para el 100% de los enlaces de cable, se aportarán datos de su etiquetado y localización. Deberán incluirse las mediciones que certifiquen el cumplimiento de las normas que sean de aplicación, así como su desviación de la norma.

En general esto se entregará en una base de datos (tabla) en formato \*xls, junto con los comprobantes de los datos medidos y los archivos de medidas realizadas con OTDR con extensión \*.sor

**ESPECIFICACIONES SOBRE LA INSTALACIÓN  
Y RECEPCIÓN DE TENDIDOS DE FIBRA ÓPTICA  
PARA CANAL DE ISABEL II GESTIÓN S.A.**



**TABLA DE CONECTORES Y EMPALMES (dB)**

En: 2014 CERRO - VALDEBERNARDO Fe: 12.05.2014

Punto		CERRO			EMPALME SEGREGACIÓN			VALDEBERNARDO				Promedio Empalme
		OE	EO	Promedio	OE	EO	Promedio	OE	EO	Promedio	Posición Repartidor	
	Distancia (m)	0	3563		910	2653		3563	0			
1	2ª Verificación	0,94	0,23	0,59	0,06	0,03	0,04	0,32	0,24	0,28	9	0,04
	3ª Verificación	0,68	0,30	0,49	0,00	0,00	0,00	0,25	0,20	0,23	9	0,06
2	2ª Verificación	0,32	0,66	0,49	0,08	0,00	0,04	0,84	-0,04	0,40	10	0,04
	3ª Verificación	0,30	-0,08	0,11	0,08	0,00	0,04	0,49	0,55	0,52	10	0,04
3	2ª Verificación	0,59	0,63	0,61	0,08	-0,00	0,08	0,52	0,42	0,47	11	0,08
	3ª Verificación	0,46	0,42	0,44	0,08	-0,00	0,08	0,17	0,35	0,26	11	0,07
4	2ª Verificación	0,75	0,24	0,50	0,03	0,00	0,02	0,78	0,34	0,56	12	0,12
	3ª Verificación	0,63	0,16	0,40	0,08	0,00	0,08	0,63	0,40	0,52	12	0,11
5	2ª Verificación	0,36	0,28	0,32	0,08	0,00	0,08	0,47	0,12	0,30	13	0,07
	3ª Verificación	0,28	0,14	0,21	-0,08	0,00	-0,08	0,46	0,13	0,29	13	-0,02
6	2ª Verificación	0,25	-0,01	0,12	0,00	0,00	0,00	0,33	0,88	0,61	14	0,06
	3ª Verificación	0,24	-0,09	0,08	0,00	0,00	0,00	0,29	0,69	0,49	14	0,04
7	2ª Verificación	0,81	1,10	0,95	0,00	-0,00	0,00	0,85	0,96	0,90	15	0,07
	3ª Verificación	0,71	0,84	0,77	0,08	-0,08	0,00	0,59	0,77	0,68	15	0,02
8	2ª Verificación	0,42	0,24	0,33	0,00	-0,00	0,00	0,41	0,43	0,42	16	0,03
	3ª Verificación	0,36	0,45	0,41	0,08	0,00	0,08	0,34	0,50	0,42	16	0,20



Para verificar la calidad del cable óptico y de su instalación se realizarán las siguientes medidas que posteriormente deberán reflejarse el documento que se entregará el Canal, según se ha indicado en el párrafo anterior. Estas medidas son:

**Cables monomodo:**

- Medidas de reflectometría mediante equipo OTDR de cada una de las fibras en **ambos sentidos**, en 2ª y 3ª ventana (1310 nm y 1550 nm), **con bobina de lanzamiento de al menos 1 km en origen y final**.
- Los archivos de medidas seguirán la siguiente nomenclatura

**Origen\_Id – Fin\_Id – N° Fibra – Longitud de Onda – Sentido de medida**

**LÍMITES DE RECEPCION DEL ENLACE**

Los límites de aceptación de las medidas reflectométricas para fibra **monomodo** serán los siguientes:

1. Media de pérdida de conector **FC/PC – 0.75 dB** , **SC/APC – 0.7 dB**
2. Reflectancia conector en 1550 **< -30 db** para conector FC/PC y **<-50 dB** en conector SC/APC
3. Pérdida media máxima para empalme **0.20 dB** en ambas ventanas
4. Pérdida máxima por empalme en un sentido **0.35 dB**. (Las pérdidas **< 0.35 db** son válidas siempre y cuando la media en ambos sentidos sea **< 0.20 dB**))
5. Pérdida media de empalme de una ruta **0.15 dB** (aplicable a rutas con más de 3 empalmes)
5. Pendiente máxima de tramo en 1310 nm **0.36 dB/km** y en 1550 nm **0.25 dB/km** (aplicable a distancia entre empalmes **> a 500 m**)

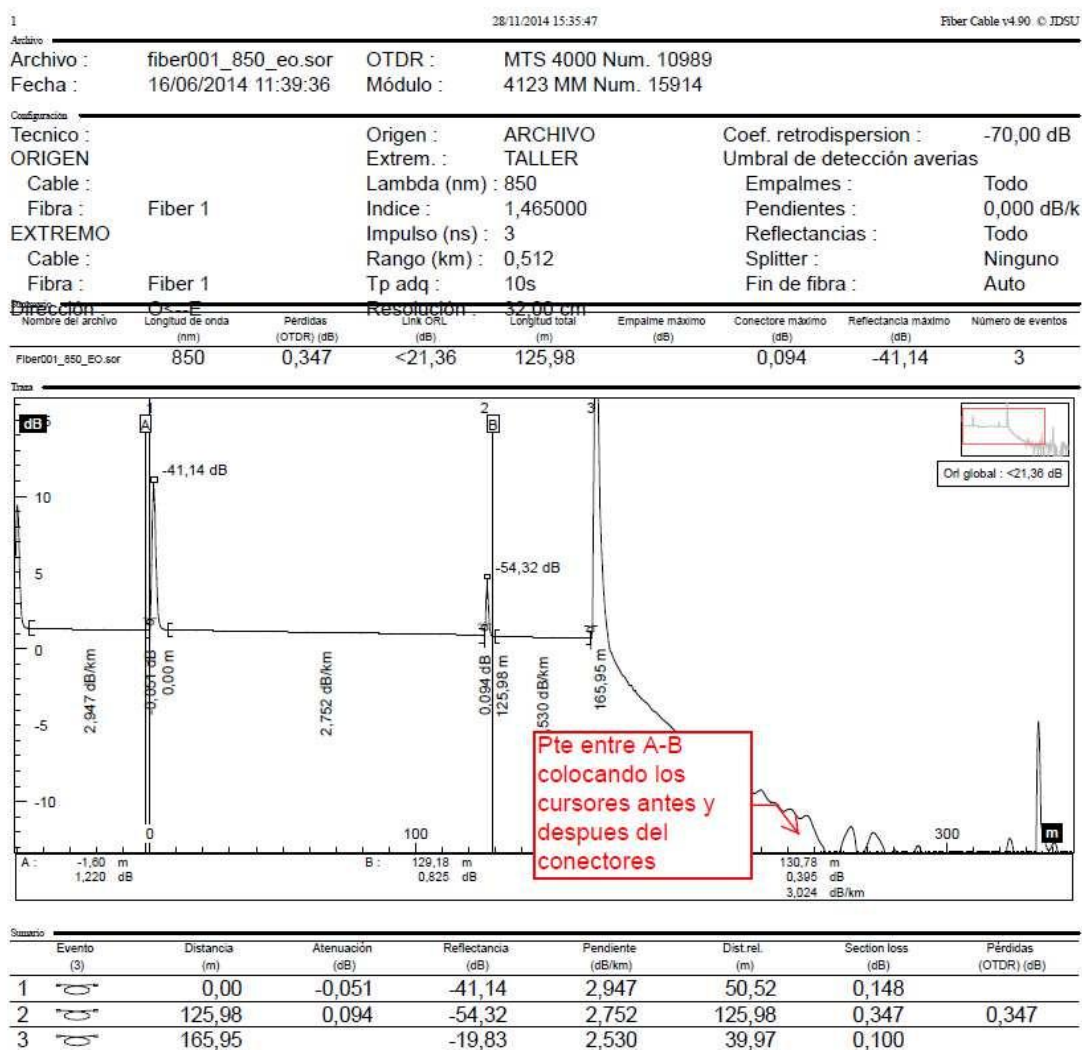
Los límites de aceptación de las medidas reflectométricas para fibra **multimododo OM2** serán los siguientes:

1. Media de pérdida de conector SC o ST– **0.8 dB**

2. Reflectancia conector en **1300 < -50 db**

3. Pendiente máxima en 850 nm **3.5 db/km** y en 1300 nm **1.5 dB/km** medida desde enfrentador a enfrentador.

No se permite la realización de empalmes intermedios en el cable multimodo. Si por necesidad de la instalación hubiese que realizarlo siempre se respetarán los límites de pendientes





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Anejo Nº 1.1. Instrumentación y control

ANEXO Nº 3. NORMATIVA TECNICA TRITUBO CYII GESTION

**NORMA TECNICA PARA LA INSTALACION DE TRITUBO DE POLIETILENO EN  
CONDUCCIONES ENTERRADAS DE COMUNICACIONES**

---

## INDICE

1. OBJETIVO
2. ELEMENTOS EMPLEADOS EN LAS CONDUCCIONES
  - 2.1. TRITUBO DE POLIETILENO
    - Descripción
    - Dimensiones
    - Material
    - Características
    - Fabricación
    - Grabación de la identificación del tritubo
    - Pruebas
    - Forma de entrega
    - Garantía
  - 2.2. MANGUITO PARA EMPALME
  - 2.3 TAPONES DE OBTURACIÓN
3. NORMA PARA EL TENDIDO DE TRITUBO
  - 3.1. RECORRIDO
  - 3.2. ZANJAS
  - 3.3. TENDIDO DE TRITUBO
  - 3.4. PROTECCIÓN CONTRA AGRESIONES DEL TERRENO
  - 3.5. ENTERRAMIENTO
  - 3.6. SEÑALIZACIÓN
  - 3.7. CRUCES Y PASOS SINGULARES
    - Cruces de caminos y tramos próximos a carreteras
    - Cruces con carreteras, ferrocarriles y zonas con dificultad para obtener permisos de obra
    - Calles sin acometida
  - 3.8. ARQUETAS
    - Arquetas de empalme
    - Arquetas con conducción hidráulica
  - 3.9. EMPALMES
  - 3.10. GUIAS
  - 3.11. SELLADO
4. RECEPCIÓN DE LA CONDUCCIÓN

## NORMA TECNICA PARA LA INSTALACION DE TRITUBO DE POLIETILENO EN CONDUCCIONES ENTERRADAS DE COMUNICACIONES.

### 1 OBJETIVO

La presente norma tiene como objeto definir las características, la ejecución y la recepción de la obra civil de conducciones enterradas para cables de comunicaciones.

### 2. ELEMENTOS EMPLEADOS EN LAS CONDUCCIONES

#### 2.1. TRITUBO DE POLIETILENO

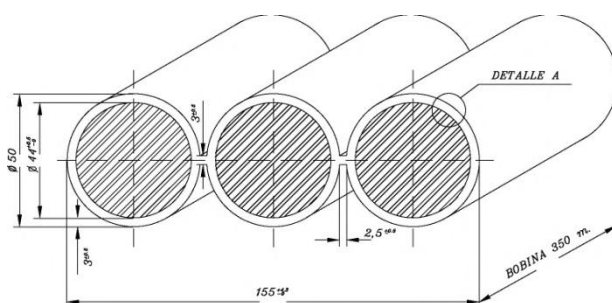
##### Descripción

Estará formado por tres tubos de iguales dimensiones unidos entre sí por medio de una membrana.

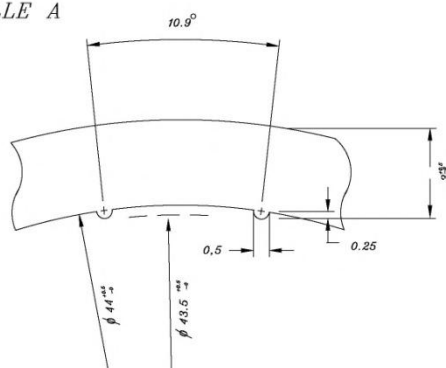
Los tres tubos se presentarán dispuestos paralelamente en un mismo plano.

##### Dimensiones

El diámetro exterior de cada tubo será de 50 mm. Con un espesor mínimo de 3 mm y estriado según se muestra a continuación.



DETALLE A





## Material

Todo el conjunto estará fabricado de polietileno extruido de alta densidad en color negro y presentará las siguientes propiedades:

<b>Densidad</b>	≥0,947gr/cm <sup>3</sup> S/ASTM D 792
<b>Resistencia a la tracción</b>	≥200Kg/cm <sup>2</sup> S/UNE 53.133 82
<b>Alargamiento a la rotura mínimo</b>	350%
<b>Resistencia a la tracción después envejecimiento (48h/100°C)</b>	80 % s/original, Mn.
<b>Alargamiento a la rotura después envejecimiento (48h/100°C)</b>	80 % s/original, Mn.
<b>Índice de fluidez</b>	0,16 a 0,17gr/10'S/ASTM D 1236 condición E
<b>Cracking</b>	s/f a 48 h. mínimo S/ASTM D 1693
<b>Temp. VICAT (1 Kg)</b>	110 °C S/ASTM D 1525
<b>Contenido en negro de humo</b>	2% +0,5 S/ASTM D 1603
<b>Retracción</b>	3% máx. S/UNE 53 133 82

## Características

**Diámetro interior:** 44 <sup>+0,5</sup> mm.

**Anchura:** 155 + 1 mm.

**Espesor:** 3 <sup>+0,5</sup> mm.

**Peso:** 1,45 Kg/m.

**Longitud:** 350 m.

**Radio de curvatura horizontal:** 4 m.

**Radio de curvatura vertical:** 1 m.

**Estanqueidad:** 3,6 Kg/cm<sup>2</sup>, según UNE 53 133 durante 1 minuto.

**La deformación por compresión según el eje menor del tritubo no superará el 5% al aplicar una fuerza de 65 Kg/dm sobre una probeta de 10 cm (velocidad de aplastamiento 0,5 mm/min).**

## Fabricación

Será por extrusión de polietileno de alta densidad, con negro de humo, y en la fabricación del tritubo quedarán formados, a la vez, los tres tubos dispuestos paralelamente en un plano y unidos mediante una membrana, no admitiéndose manipulaciones posteriores para conformar el tritubo.

El tritubo estará exento de grietas y burbujas, presentando la superficie exterior y, fundamentalmente, la interior de los tres tubos un aspecto liso libre de ondulaciones u otros defectos eventuales.

No se admitirá en el tritubo poros, inclusiones, manchas, falta de uniformidad en el color o cualquier otro defecto o irregularidad que pudieran perjudicar su correcta utilización.

Los extremos del tritubo se cortarán según una sección perfectamente perpendicular al eje del tubo y tendrán sus bordes limpios, sin rebabas y sin muescas.

### **Grabación de la identificación del tritubo**

Se hará en uno de los tubos laterales del tritubo, por mediación de pintura indeleble durante el proceso de fabricación, estampando lo siguiente:

- a) Nombre o marca del fabricante.
- b) Siglas del tipo de material, y designación del tubo de acuerdo con el apartado 2.1.2.: HDPE 3 (50 x 3).
- c) Mes y año de fabricación (dos últimas cifras del año).
- d) El nombre CANAL DE ISABEL II.

Todas las marcas anteriores serán perfectamente legibles. Cada conjunto formado por las marcas a, b, c y d se repetirá cada 1,5 m a lo largo de todo el rollo.

Los tubos marcados con "CANAL DE ISABEL II" no podrán ser suministrados a ningún otro posible consumidor.

### **Pruebas**

#### ***Material del tritubo***

Se realizarán todos los ensayos y análisis para comprobar que el material cumple las características señaladas en el punto 2.1.3.

Se podrán realizar estos ensayos siguiendo las normas UNE que sean equivalentes a las ASTM indicadas.

#### ***Características del tritubo***

La verificación de las características se efectuará cuidadosamente comprobando que se ajustan a lo señalado en el punto 2.1.4, realizando varias medidas en cada tubo del tritubo para obtener un valor que será la media aritmética de los valores obtenidos.

Se comprobará que la ovalación en cada tubo no supera el valor de 2,4 mm en ninguna sección del mismo.

#### ***Grabación de la identificación del tritubo***

Se comprobará visualmente la correcta estampación de la grabación de la identificación, conforme lo indicado en el apartado 2.1.6.

### **Forma de entrega**

A petición de CYII el tritubo se podrá entregar en rollos o en carretes.

#### ***Suministro en rollos***

Cuando el suministro sea en rollos, estos serán de 350 m de longitud de tritubo, con un diámetro de 2,50 m y ancho de 1 m.

Los dos extremos del tritubo deberán ir firmemente asegurados, de modo que no se produzca movimiento alguno ni corrimiento de espiras durante el transporte y la manipulación. Será preciso que los rollos tengan suficientes ataduras, así como un control en el bobinado para impedir que se produzcan irregularidades en los diámetros interiores de los tubos del tritubo, por aplastamiento o giro del mismo.

#### ***Suministro en carretes***

Cuando el suministro sea en carretes, se sujetarán convenientemente las puntas del tritubo al principio y al final, siendo las dimensiones del carrete y la longitud a determinar con el fabricante

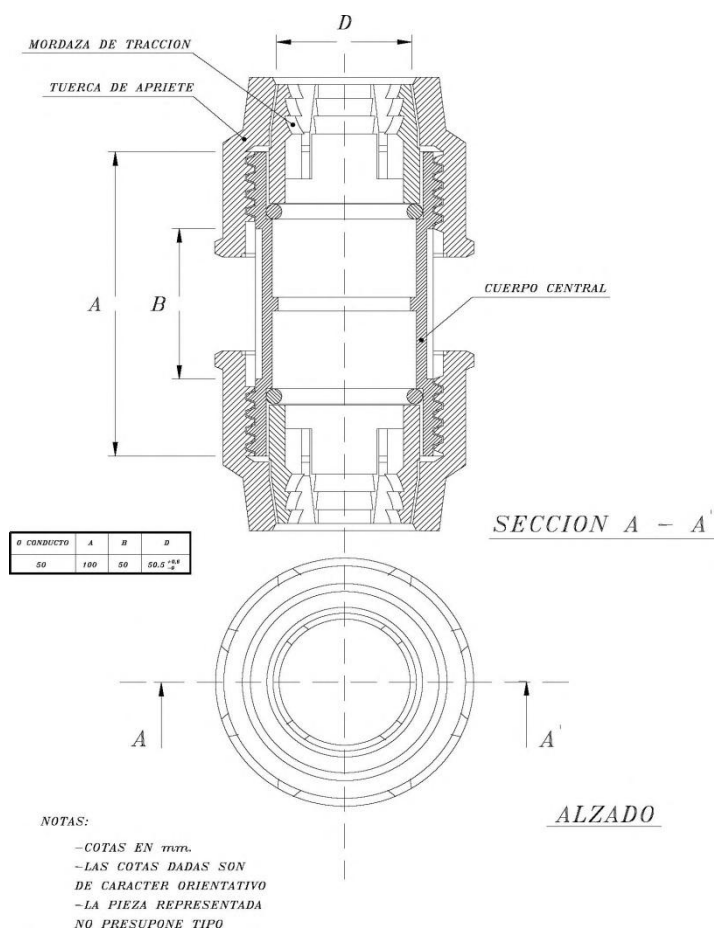
## Garantía

El material debe estar garantizado contra todo defecto de fabricación durante 5 años.  
Si en dicho plazo de tiempo se apreciaran deterioros por tal motivo, el material defectuoso será sustituido por otro.

## 2.2. MANGUITO PARA EMPALME

En polietileno roscado, se utilizará en caso de finalización de la bobina, o de reparación del tritubo por roturas o deformaciones del mismo.

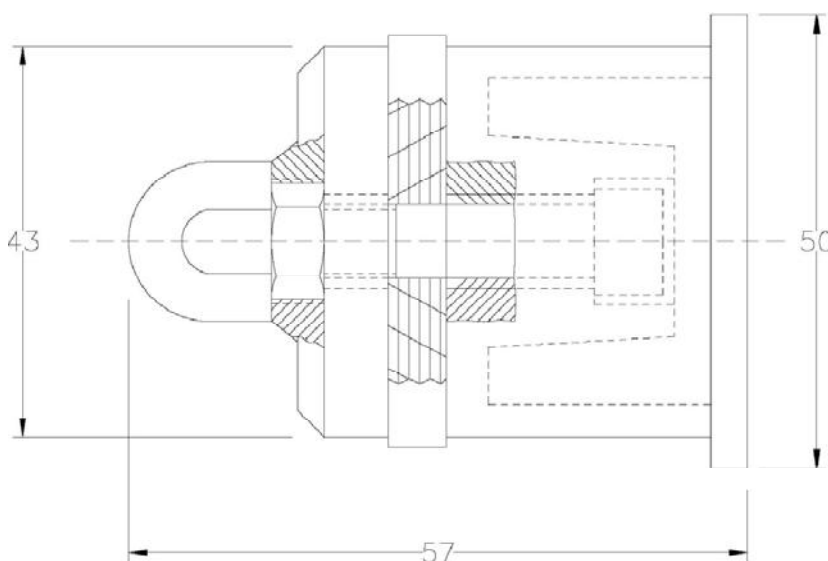
La forma de empleo se detalla en el apartado 3.11.



### 2.3. TAPONES DE OBTURACIÓN

Se utilizará para obturar los conductos en tanto permanecen vacíos. Dispondrá de un sistema de fijación hermético por presión en la pared interna del conducto.

Incorporará una anilla que servirá para atar al mismo una guía.



## 3. NORMA PARA EL TENDIDO DE TRITUBO

### 3.1. RECORRIDO

Mientras no se indique lo contrario el recorrido será paralelo al de la tubería, con una separación en la vertical de 25 cm. Irá instalado en las conducciones y sus ramales hasta los pozos.

### 3.2. ZANJAS

El tritubo deberá situarse a una profundidad mínima de 80 cm. sin rebasar los 150 cm. Excepcionalmente, en terreno rocoso, la profundidad se podrá reducir a 55 cm.

Para el tendido del tritubo, no deberá aprovecharse la zanja de la conducción de agua salvo cuando las características de la obra civil de la conducción lo requieran. Se recomienda hacer expresamente una zanja como mínimo de 25 cm de ancho para la instalación del tritubo. Esta zanja deberá ser realizada cuando finalicen las obras relativas a la conducción de agua.

### **3.3. TENDIDO DE TRITUBO**

El tritubo se tenderá paralelo a la rasante del terreno, evitando en lo posible ondulaciones en la zanja.

Las curvas de la zanja tendrán el mayor radio de curvatura posible que permita el trazado, aconsejándose que no sea inferior a 25 m y teniendo en cuenta que, en caso necesario, puede llegar hasta 10 m.

El tritubo se podrá tender situándolo al borde de la zanja para, posteriormente, bajarlo al fondo de la misma o mediante zanjadora, que lo va colocando mientras realiza la excavación.

### **3.4. PROTECCIÓN CONTRA AGRESIONES DEL TERRENO**

Cuando el tamaño de los áridos del terreno pueda dañar al tritubo, este irá protegido por dos capas de arena o tierra fina: una de asiento de 10 cm. Depositada previamente a la colocación del tritubo, y otra de cubierta del mismo espesor. El conjunto será compactado antes de seguir tapando la zanja.

Donde el terreno sea rocoso, antes de rellenar la zanja, se recomienda cubrir el tritubo con una capa de hormigón pobre de 100 mm de alto por 300 mm de ancho.

### **3.5. ENTERRAMIENTO**

El relleno de la zanja se hará por tongadas de 20 cm. de material, y compactado.

Si entre el material de relleno de la zanja se encuentran grandes rocas, se tendrá especial cuidado al introducirlo para que el impacto no dañe el tritubo.

Para evitar las grandes ondulaciones que se producen al dilatarse por efectos térmicos el tritubo en la zanja, se recomienda realizar simultáneamente la instalación del tritubo y el recubrimiento de tierra.

### **3.6. SEÑALIZACIÓN**

A 25 cm sobre el tritubo y a lo largo de toda la instalación, se colocará una cinta de plástico que avise de la proximidad de cables eléctricos enterrados bajo la misma.

### **3.7. CRUCES Y PASOS SINGULARES**

#### **Cruces de caminos y tramos próximos a carreteras**

El tritubo irá en una zanja de la misma profundidad que antes del cruce protegiéndolo con hormigón (la capa que en el tramo precedente era de arena) según se indica en el apartado 3.4.

Si un tramo de este tipo tuviera más de 150 m de longitud, se dividirá en partes iguales con zonas de 3 m sin hormigonar. Estas zonas se señalarán en los planos con un hito.

#### **Cruces con carreteras, ferrocarriles y zonas con dificultad para obtener permisos de obra**

En el caso de no existir galería de paso se instalarán 3 conducciones hormigonadas de PVC de 160 mm de diámetro con una arqueta a cada extremo.

#### **Calles sin acometida**

El tritubo irá instalado a la profundidad máxima permitida en el apartado de la norma 3.2, e irá protegido por una conducción de PVC de 160 mm de diámetro hormigonada o bien por un tubo de hormigón de Ø200.

Se construirán las arquetas que sean necesarias, con una distancia máxima entre dos consecutivas de 350 m teniendo presente que siempre se debe cumplir el apartado de la norma correspondiente, 3.8.

### **3.8. ARQUETAS**

El tritubo entrará 15 cm en la arqueta medidos desde el paramento interior de la misma. Dicho tritubo irá dentro de un pasamuros de  $\varnothing \geq 160$  mm. para evitar la cizalladura entre la arqueta y el terreno. El pasamuros tendrá una longitud suficiente para apoyarse en terreno firme y nunca inferior a tres metros con el fin de minimizar los efectos del posible asiento de este.

El tubo se sellará con una capa fina de mortero o similar que impida la filtración de agua. El contratista deberá elegir el material y la calidad del pasamuros para que se evite la cizalladura del tritubo por el terreno, o en su defecto, sustituirlo por un elemento de calidad superior.

#### **Arquetas de empalme**

Se hará una arqueta de 1000 x 1000 mm donde el cambio de dirección no permita respetar el radio de curvatura. El suelo de la arqueta estará como mínimo 25 cm más profunda que el tritubo y dispondrá de desagüe.

Se actuará de forma similar cada 70 m donde acabe la bobina de tritubo, independiente de lo que requiera la instalación hidráulica.

#### **Arquetas con conducción hidráulica**

La entrada del tritubo en las arquetas se hará perpendicularmente a una pared de la misma y sin cambiar de profundidad, procurando que no coincida con elementos que dificulten el tendido del cable ni entorpezcan las actuaciones de explotación hidráulica.

### **3.9. EMPALMES**

Cuando sea necesario realizar empalmes (por ejemplo al unir dos bobinas de tritubo), se cortarán los conductos de los dos extremos de manera que los empalmes queden al tresbolillo y separados un metro entre sí.

Las uniones se realizarán con manguitos roscados de polipropileno, para lo cual se separarán los tubos en un tramo de 500 mm, eliminando la membrana de unión entre ellos (Ver apartado 2.2).

La instalación de los manguitos se efectuará mediante las siguientes operaciones:

- Corte de los dos tubos a empalmar, perpendicularmente a su generatriz.
- Lijado de rebabas y biselado de los extremos de los tubos por su parte interior.
- Introducción, en tubo, de la tuerca de apriete de tal forma que la parte roscada quede hacia el extremo del tubo.
- Introducción, en este tubo, de la mordaza de tracción, de manera que su parte no dentada quede hacia el extremo del tubo.
- Introducción, en este tubo, de la junta tórica, previamente extraída de su alojamiento en el cuerpo central. El eje de esta junta debe quedar a 1 cm. del borde del tubo.
- Introducción del tubo dentro del cuerpo central empujando uno contra otro hasta que el tubo haga tope en el resalte interior del cuerpo central.
- Desplazamiento de la mordaza de tracción hasta hacer contacto con la junta tórica.
- Roscado a fondo de la tuerca de apriete.
- Repetición de estas operaciones en el otro tubo.



- El empalme de los tubos descrito, podrá efectuarse en uno de estos dos momentos:
  - a) Inmediatamente antes de bajar el tritubo a la zanja.
  - b) Dejando transcurrir un mínimo de 24 horas desde el relleno de la zanja.
- En cualquiera de los dos casos, el relleno de la zanja se irá efectuando de manera continuada, inmediatamente después de bajar el tritubo y de tal forma que, en ningún momento, quede al descubierto tritubo en una longitud mayor de 15 m. de zanja.

### **3.10. GUÍAS**

En cada conducto del tritubo y entre cada dos arquetas consecutivas se dejará, después de tapar la zanja, una guía de cuerda de nylon que sirva para el tendido posterior de cables.

### **3.11. SELLADO**

Inmediatamente después de la colocación de las guías se atarán a tapones según apartado 2.3 y se procederá a sellar con dichos tapones sus respectivos conductos.

## **4. RECEPCIÓN DE LA CONDUCCIÓN**

Una vez concluida la obra civil, y antes de realizar el tendido de cable, se procederá a comprobar el correcto estado de la misma y el cumplimiento de la presente norma.

Para detectar posibles aplastamientos en el tritubo, se hará pasar por cada conducto una bola de teflón de Ø35 mm. tirada por la guía existente. Simultáneamente se introducirá otra guía que ocupará el lugar de la empleada para la tracción de la bola. Si apareciera una obstrucción se anotará en la hoja de recepción la cantidad de metros de guía que entró hasta encontrar la obstrucción. Seguidamente se procederá de forma análoga introduciendo la bola por el otro extremo. En caso de que se encontrase otra obstrucción distinta a las antes mencionadas, se procederá a rechazar el tramo de tritubo recepcionado.

Todo ello se reflejará en las hojas de recepción tipo según modelo.

* LIMPIEZA SELLADO 3.1.1 CUTAS 3.1.0 ARQUETA 3.B PROFUNDIDAD 3.2 (M) SEPARACION (M) DISTANCIA A LA OBSTRUCCION 4 (M) NUMERO ARQUETA RECEPCION (FECHA ACEPTACION												N. PLANO	
* LIMPIEZA SELLADO 3.1.1 CUTAS 3.1.0 ARQUETA 3.B PROFUNDIDAD 3.2 (M) SEPARACION (M) DISTANCIA A LA OBSTRUCCION 4 (M) NUMERO ARQUETA RECEPCION (FECHA ACEPTACION												FIRMA	
* LIMPIEZA SELLADO 3.1.1 CUTAS 3.1.0 ARQUETA 3.B PROFUNDIDAD 3.2 (M) SEPARACION (M) DISTANCIA A LA OBSTRUCCION 4 (M) NUMERO ARQUETA RECEPCION (FECHA ACEPTACION												EMPRESA	
* LIMPIEZA SELLADO 3.1.1 CUTAS 3.1.0 ARQUETA 3.B PROFUNDIDAD 3.2 (M) SEPARACION (M) DISTANCIA A LA OBSTRUCCION 4 (M) NUMERO ARQUETA RECEPCION (FECHA ACEPTACION												EJECUCION:	
* LIMPIEZA SELLADO 3.1.1 CUTAS 3.1.0 ARQUETA 3.B PROFUNDIDAD 3.2 (M) SEPARACION (M) DISTANCIA A LA OBSTRUCCION 4 (M) NUMERO ARQUETA RECEPCION (FECHA ACEPTACION												SECUMIENTO	
* LIMPIEZA SELLADO 3.1.1 CUTAS 3.1.0 ARQUETA 3.B PROFUNDIDAD 3.2 (M) SEPARACION (M) DISTANCIA A LA OBSTRUCCION 4 (M) NUMERO ARQUETA RECEPCION (FECHA ACEPTACION												CORRECTO <input type="checkbox"/>	
* LIMPIEZA SELLADO 3.1.1 CUTAS 3.1.0 ARQUETA 3.B PROFUNDIDAD 3.2 (M) SEPARACION (M) DISTANCIA A LA OBSTRUCCION 4 (M) NUMERO ARQUETA RECEPCION (FECHA ACEPTACION												PROBLEMA <input type="checkbox"/>	
* LIMPIEZA SELLADO 3.1.1 CUTAS 3.1.0 ARQUETA 3.B PROFUNDIDAD 3.2 (M) SEPARACION (M) DISTANCIA A LA OBSTRUCCION 4 (M) NUMERO ARQUETA RECEPCION (FECHA ACEPTACION												REPARADO <input type="checkbox"/>	
* LIMPIEZA SELLADO 3.1.1 CUTAS 3.1.0 ARQUETA 3.B PROFUNDIDAD 3.2 (M) SEPARACION (M) DISTANCIA A LA OBSTRUCCION 4 (M) NUMERO ARQUETA RECEPCION (FECHA ACEPTACION												PROTOCOLO RECEPCION TRITUBO	
* LIMPIEZA SELLADO 3.1.1 CUTAS 3.1.0 ARQUETA 3.B PROFUNDIDAD 3.2 (M) SEPARACION (M) DISTANCIA A LA OBSTRUCCION 4 (M) NUMERO ARQUETA RECEPCION (FECHA ACEPTACION												OBRA:	
* LIMPIEZA SELLADO 3.1.1 CUTAS 3.1.0 ARQUETA 3.B PROFUNDIDAD 3.2 (M) SEPARACION (M) DISTANCIA A LA OBSTRUCCION 4 (M) NUMERO ARQUETA RECEPCION (FECHA ACEPTACION												TRAMO:	
* LIMPIEZA SELLADO 3.1.1 CUTAS 3.1.0 ARQUETA 3.B PROFUNDIDAD 3.2 (M) SEPARACION (M) DISTANCIA A LA OBSTRUCCION 4 (M) NUMERO ARQUETA RECEPCION (FECHA ACEPTACION													
* LIMPIEZA SELLADO 3.1.1 CUTAS 3.1.0 ARQUETA 3.B PROFUNDIDAD 3.2 (M) SEPARACION (M) DISTANCIA A LA OBSTRUCCION 4 (M) NUMERO ARQUETA RECEPCION (FECHA ACEPTACION												DIRECCIÓN DE INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN DE TELECONTROL ÁREA DE AUTOMATIZACIÓN	



## ANEJO Nº 12.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

**INDICE**

- 1.-MEMORIA**
- 2.-PLIEGO**
- 3.-PLANOS**
- 4.-PRESUPUESTO**



## **ANEJO Nº 12.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **1.-MEMORIA**





## ÍNDICE

<b>1. OBJETO</b>	<b>8</b>
<b>2. APLICACIÓN Y OBLIGATORIEDAD</b>	<b>9</b>
<b>3. DATOS GENERALES DEL PROYECTO</b>	<b>10</b>
3.1 Denominación del proyecto	10
3.2 Emplazamiento del proyecto	10
3.3 Promotor del proyecto	10
3.4 Autor del Proyecto y del Estudio de Seguridad y Salud	10
3.5 Presupuesto del proyecto	10
3.6 Plazo de ejecución	10
3.7 Personal previsto	10
<b>4. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO</b>	<b>11</b>
4.1 Descripción del proyecto	11
4.2 Localización del proyecto	11
4.3 Plan de obra	11
4.4 Actividades de obra	13
4.5 Maquinaria y equipos técnicos	13
4.6 Medios auxiliares	13
4.7 Afecciones y servicios afectados	13
<b>5. IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DE ACTIVIDADES DE OBRA</b>	<b>14</b>
5.1 Metodología de trabajo	14
5.2 Actividades de obra	14
5.2.1 Instalaciones de higiene y bienestar	14
5.2.2 Gestión de acopios y almacenamiento en obra	19
5.2.3 Instalación eléctrica provisional de obra	25
5.2.4 Instalaciones interiores provisionales de abastecimiento y saneamiento	32
5.2.5 Señalización provisional de obra	37
5.2.6 Control y accesos a obra	42
5.2.7 Instalación y retirada de protecciones colectivas	45
5.2.8 Montaje y desmontaje de líneas de vida y puntos de sujeción	48
Despeje y desbroce del terreno	55
5.2.9 Gestión de residuos de construcción y demolición	59
5.2.10 Prevención de riesgos en las visitas a obra	64
5.2.11 Ensayos y control de calidad	67
Excavación en zanjas y pozos	71

<i>Rellenos</i>	78
5.2.12 <i>Soldadura eléctrica</i>	83
<i>Montaje de ferralla</i>	89
<i>Montaje de estructura metálica</i>	95
5.2.13 <i>Solera de hormigón</i>	101
<i>Arquetas y pozos de registro "in situ" o prefabricados</i>	115
<i>Bases granulares. Zahorras</i>	121
<i>Bordillos y ríogolas</i>	126
<i>Instalaciones eléctricas</i>	132
5.2.14 <i>Instalación de alumbrado</i>	139
<i>Instalaciones contra incendios</i>	145
<i>Fontanería</i>	152
<i>Albañilería y revestimientos</i>	157
5.2.15 <i>Montaje de plataformas, tramex, escaleras, pates y barandillas</i>	162
5.2.16 <i>Cerramiento metálico</i>	168
5.2.17 <i>Manipulación de materiales y cargas</i>	173
5.2.18 <i>Trabajos de mantenimiento de la maquinaria de obra</i>	179
5.2.19 <i>Trabajos de limpieza de obra en general</i>	183
5.2.20 <i>Trabajos de oficina</i>	188
5.2.21 <i>Trabajos en altura</i>	194
5.2.22 <i>Trabajos con riesgo de exposición a contacto eléctrico en baja y alta tensión</i>	200
5.3 <i>Actividades con riesgos especiales</i>	204
5.4 <i>Trabajos posteriores y sus medidas preventivas</i>	204
<b>6. IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DE MAQUINARIA Y EQUIPOS</b>	<b>205</b>
6.1 <i>Relación de maquinaria</i>	205
6.2 <i>Riesgos más comunes</i>	208
6.3 <i>Medidas preventivas generales</i>	208
6.4 <i>Equipos de Protección Colectiva</i>	210
6.5 <i>Equipos de Protección Individual</i>	210
6.6 <i>Medidas preventivas para trabajos auxiliares en la máquina</i>	211
6.6.1 <i>Cambios del equipo de trabajo</i>	211
6.6.2 <i>Averías en la zona de trabajo</i>	212
6.6.3 <i>Transporte de la máquina</i>	212
6.6.4 <i>Mantenimiento</i>	212
6.7 <i>Maquinaria de movimiento de tierras y fresado</i>	213
6.7.1 <i>Riesgos asociados</i>	214
6.7.2 <i>Medidas preventivas generales</i>	214

6.7.3	<i>Equipos de protección colectiva</i>	215
6.7.4	<i>Equipos de protección individual</i>	216
6.8	Maquinaria móvil para construcción de carreteras, trabajos en viales o calzadas	217
6.8.1	<i>Riesgos asociados</i>	217
6.8.2	<i>Medidas preventivas generales</i>	217
6.8.3	<i>Equipos protección colectiva</i>	218
6.8.4	<i>Equipos de protección individual</i>	219
6.9	Equipos de perforación y cimentación	219
6.9.1	<i>Riesgos asociados</i>	220
6.9.2	<i>Medidas preventivas generales</i>	220
6.9.3	<i>Equipos de protección colectiva</i>	222
6.9.4	<i>Equipos de protección individual</i>	222
6.10	Maquinaria auxiliar y vehículos	223
6.10.1	<i>Riesgos asociados</i>	224
6.10.2	<i>Medidas preventivas generales</i>	224
6.10.3	<i>Equipos de protección colectiva</i>	236
6.10.4	<i>Equipos de protección individual</i>	236
6.11	Maquinaria-herramienta en general	237
6.11.1	<i>Riesgos asociados</i>	238
6.11.2	<i>Medidas preventivas generales</i>	238
6.11.3	<i>Medidas preventivas específicas</i>	239
6.11.4	<i>Escariadores</i>	241
6.11.5	<i>Equipos de protección colectiva</i>	246
6.11.6	<i>Equipos de protección individual</i>	246
<b>7.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DE MEDIOS AUXILIARES</b>	<b>248</b>
7.1	Relación de medios auxiliares de obra	248
7.2	Riesgos más comunes	248
7.3	Medidas preventivas generales	249
7.3.1	<i>Andamios</i>	250
7.3.2	<i>Bajantes de escombros</i>	251
7.3.3	<i>Cables, cadenas, cuerdas y eslingas</i>	252
7.3.4	<i>Cajas y bolsas para muestras</i>	252
7.3.5	<i>Carretones o carretillas de mano</i>	253
7.3.6	<i>Carros portabotellas de gases licuados</i>	253
7.3.7	<i>Castilletes de hormigonado</i>	254
7.3.8	<i>Contenedores de escombros</i>	254
7.3.9	<i>Coronas de perforación</i>	255

7.3.10	Cubilotes de hormigonado	256
7.3.11	Equipos de topografía	256
7.3.12	Escaleras manuales	257
7.3.13	Espuertas	258
7.3.14	Georradars	259
7.3.15	Manómetros	259
7.3.16	Pinzas para colocación de bordillos	259
7.3.17	Plataformas de descarga	260
7.3.18	Plataformas móviles	260
7.3.19	Puntales	260
7.3.20	Torres de iluminación	262
7.3.21	Traspalés hidráulicos	262
7.3.22	Trípodes de descenso	262
7.4	Equipos de Protección Colectiva	263
7.5	Equipos de Protección Individual	263
<b>8.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS</b>	<b>265</b>
8.1	Conceptos generales	265
8.2	Riesgos	265
8.3	Medidas preventivas	266
8.4	Equipos de protección colectiva	267
<b>9.</b>	<b>SERVICIOS AFECTADOS</b>	<b>268</b>
9.1	Conceptos generales	268
9.2	Procedimiento para la detección de servicios	268
9.3	Medidas preventivas generales	268
9.4	Trabajos en proximidades de líneas eléctricas	269
9.4.1	Riesgos	269
9.4.2	Medidas preventivas generales	270
9.4.3	Equipos de protección colectiva	270
9.4.4	Equipos de protección individual	271
9.4.5	Líneas eléctricas aéreas	271
9.4.6	Líneas eléctricas subterráneas	272
9.5	Trabajos en proximidades de carreteras y caminos	273
9.5.1	Montaje de desvíos de tráfico rodado	273
9.5.2	Riesgos	273
9.5.3	Medidas preventivas específicas	273
9.5.4	Equipos de protección colectiva	273
9.5.5	Equipos de protección individual	274

9.6	Trabajos en proximidades de gasoductos	274
9.6.1	<i>Medidas preventivas</i>	274
9.6.2	<i>Riesgos</i>	275
9.6.3	<i>Equipos de protección colectiva</i>	275
9.6.4	<i>Equipos de protección individual</i>	275
9.7	Trabajos en proximidades de conducciones de agua y saneamiento	275
9.7.1	<i>Riesgos</i>	275
9.7.2	<i>Medidas preventivas</i>	276
9.7.3	<i>Equipos de protección colectiva</i>	276
9.7.4	<i>Equipos de protección individual</i>	276
9.8	Trabajos en proximidades de telecomunicaciones	276
<b>10.</b>	<b>INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR</b>	<b>277</b>
10.1	Conceptos generales	277
10.2	Servicios higiénicos y locales de descanso	277
10.2.1	<i>Dimensionamiento de las instalaciones</i>	277
10.2.2	<i>Vestuarios, duchas, lavabos y retretes</i>	277
10.2.3	<i>Locales de descanso</i>	278
10.2.4	<i>Locales de primeros auxilios</i>	278
10.2.5	<i>Botiquines</i>	278
10.2.6	<i>Acometidas</i>	279
<b>11.</b>	<b>PLAN DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN</b>	<b>280</b>
11.1	Medidas preventivas	280
11.2	Normas de actuación ante emergencias	280
11.3	Procedimientos de actuación en caso de accidente	281
11.3.1	<i>Evacuación</i>	282
11.3.2	<i>Esquema secuencial de actuación</i>	282
11.4	Rótulos informativos	283
11.5	Prevención y extinción de incendios	284
11.5.1	<i>Conceptos generales</i>	284
11.5.2	<i>Medidas preventivas</i>	284
11.5.3	<i>Equipos de protección colectiva</i>	285
11.5.4	<i>Localización e Instalación</i>	285

## 1. OBJETO

El objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud es establecer las previsiones y medidas a adoptar en relación con la prevención de accidentes y enfermedades profesionales, al tiempo que se definen las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores, a adoptar durante el desarrollo de las actividades proyectadas. La redacción del presente documento se realizará conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, y la Ley 31 de 1995, de Prevención de riesgos laborales.

Asimismo, servirá de base al contratista que resulte adjudicatario de las obras para la redacción del Plan de Seguridad y Salud, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este Estudio en función de su propio sistema de ejecución, y que en ningún caso podrán suponer una disminución de los niveles de protección que se indican en el presente Documento.



## 2. APLICACIÓN Y OBLIGATORIEDAD

Es de aplicación la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, y el Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, 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; el 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 y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.

Así mismo, se considera de obligatoria aplicación toda la legislación y normativa especificada en el apartado 2 del Pliego de Condiciones Particulares del presente Estudio de Seguridad y Salud.

En cumplimiento del artículo 4 del Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, se establece, en el marco de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, la obligatoriedad de elaborar un Estudio de Seguridad y Salud en las obras. El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 €.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- En las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En este caso, dadas las características de las obras a realizar, éstas se incluyen entre los supuestos mencionados anteriormente.

Por tanto, conforme a la legislación vigente, se redacta el presente documento, en el que se recogen los riesgos laborales previsibles, así como las medidas preventivas a adoptar.

En aplicación del Estudio, una vez se adjudiquen las obras, el Contratista deberá presentar un Plan de Seguridad y Salud, que deberá ser aprobado, antes del inicio de las obras, por el Coordinador de Seguridad y Salud que, a tal efecto, se designe.

En el caso de obras de las Administraciones públicas, dicho Plan, acompañado del correspondiente informe del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución del proyecto, se elevará para su aprobación a la Administración pública que haya adjudicado las obras.

### 3. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

#### 3.1 Denominación del proyecto

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA (MADRID).

#### 3.2 Emplazamiento del proyecto

ETAP MAJADAHONDA. Término Municipal de Majadahonda (Madrid)

#### 3.3 Promotor del proyecto

Canal de Isabel II

#### 3.4 Autor del Proyecto y del Estudio de Seguridad y Salud

Jose Manuel Clamagirand García

#### 3.5 Presupuesto del proyecto

El Presupuesto Base de Licitación sin IVA es de **1.157.054,98 euros en Ejecución Material.**

#### 3.6 Plazo de ejecución

El plazo de ejecución será de **361 días.**

#### 3.7 Personal previsto

El número de trabajadores en punta se estima en **15 personas.**

## 4. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

### 4.1 Descripción del proyecto

El presente proyecto y en consecuencia la obra, consiste en especificar las condiciones técnicas, de ejecución y económicas de una planta fotovoltaica ubicada la Estación de Tratamiento de Agua Potable de Majadahonda, situada en el término municipal de Majadahonda (Madrid), propiedad del Canal de Isabel II.

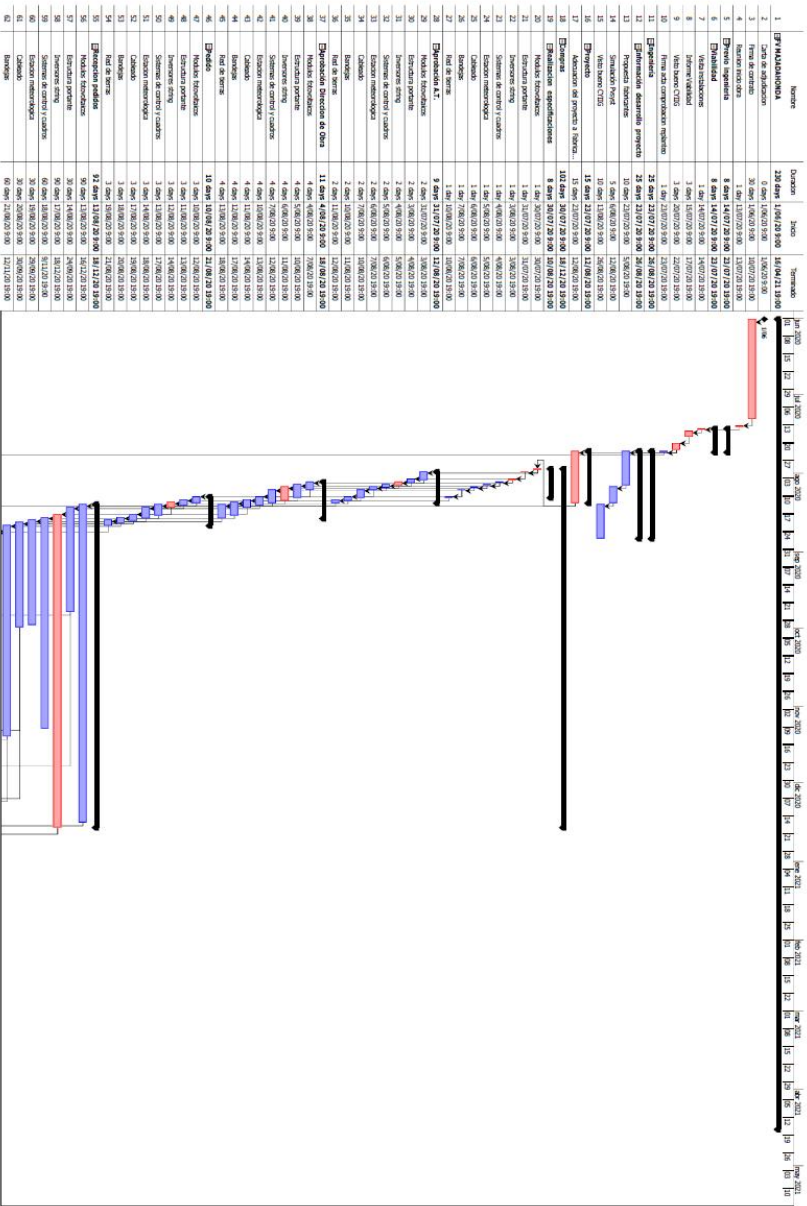
La planta fotovoltaica incluirá las estructuras de soporte, los módulos fotovoltaicos, los inversores, así como los cableados y canalizaciones necesarios.

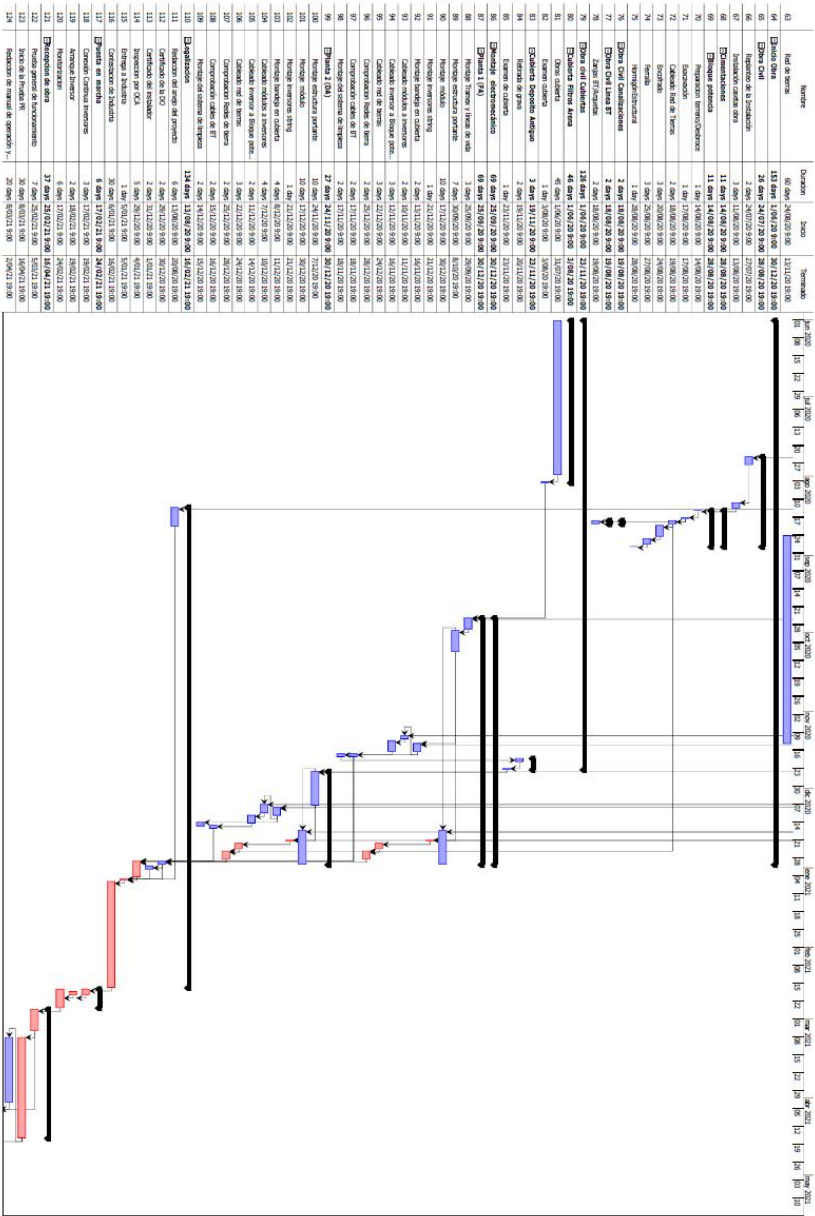
### 4.2 Localización del proyecto

ETAP MAJADAHONDA. Término Municipal de Majadahonda (Madrid)

### 4.3 Plan de obra

Se muestra el plan de obra por semanas





Nº	Actividad	Duración	Inicio	Fin	Terminado
125	Instalación de la estructura de la instalación	1 día 14:00:00 a 15:00:00	14/04/21 15:00	15/04/21 15:00	15/04/21 15:00
126	Instalación de la estructura de la instalación	1 día 14:00:00 a 15:00:00	15/04/21 15:00	16/04/21 15:00	16/04/21 15:00

#### 4.4 Actividades de obra

Para la ejecución de este proyecto, se realizarán las actividades incluidas en el apartado 5 de esta memoria.

#### 4.5 Maquinaria y equipos técnicos

Se presenta una relación de la maquinaria y equipos técnicos que serán empleadas para la ejecución de cada una de las unidades que componen la obra en el apartado 6 del presente documento.

#### 4.6 Medios auxiliares

Los medios auxiliares que se utilizarán en la obra son los contemplados en el apartado 7 del presente documento.

#### 4.7 Afecciones y servicios afectados

Las interferencias con conducciones de toda índole han sido causa frecuente de accidentes, por ello se considera muy importante detectar su existencia y localización exacta en los planos suministrados en el proyecto y sobre el terreno en el que vamos a trabajar, con el fin de poder detectar y evaluar claramente los diversos peligros y riesgos.

Es por ello que se hace imprescindible, antes de la iniciación de cualquier tipo de trabajo, el ponerse en contacto con las correspondientes compañías suministradoras, para solicitar la situación de sus instalaciones en la zona, y tener la certeza de si la obra afectará alguna canalización de suministro de cada compañía. En el caso que así fuera, se solicitará antes del inicio de la obra el desvío provisional, la desconexión o anulación definitiva.

NO DEBERÁ PERMITIRSE, POR NINGÚN MOTIVO, LA REALIZACIÓN DE CUALQUIER TAREA EN INSTALACIONES CON SERVICIO NO DESCONECTADO O EN PROXIMIDAD.

En este proyecto, **no existen repercusiones a servicios afectados de terceros** ya que todas las obras van a efectuarse en terrenos propiedad de Canal de Isabel II.

En el Plan de Seguridad y Salud que desarrollará este Estudio de Seguridad y Salud, debe quedar reflejada la existencia de los servicios afectados propios que discurren por la parcela objeto de las obras o por su zona de influencia.

## 5. IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DE ACTIVIDADES DE OBRA

### 5.1 Metodología de trabajo

Para la identificación y prevención de riesgos asociados a las actividades de obra del presente proyecto, se procede conforme a la siguiente metodología.

- Determinación de todas las actividades a realizar para la correcta ejecución del proyecto.
- Descripción de cada actividad.
- Procedimiento de ejecución de la misma.
- Maquinaria, medios auxiliares y otros equipos empleados.
- Determinación de la formación específica necesaria para la ejecución de la actividad.
- Indicaciones sobre la presencia del Recurso Preventivo
- Identificación de riesgos.
- Medidas preventivas de aplicación.
- Elementos de Protección Colectiva (EPC) y señalización.
- Equipos de Protección Individual (EPI).

El artículo 5.2 del RD 1627/1997 exige una primera clasificación entre riesgos evitables y riesgos no evitables. Sin embargo, no se han identificado riesgos totalmente evitables, ya que se entiende que ninguna medida preventiva adoptada frente a un riesgo la elimina por completo, dado que siempre podrá localizarse una situación por mal uso del sistema, actitudes imprudentes de los operarios u otras en que dicho riesgo no sea eliminado.

Una vez identificados los riesgos para cada actividad, se procede a determinar las medidas preventivas y los equipos de protección necesarios para eliminarlos o atenuar sus consecuencias, así como la señalización necesaria para advertir de su existencia a todas las personas afectadas por los mismos.

Con todo ello, para cada unidad de obra, se elabora una ficha técnica donde se incluya la información anterior.

### 5.2 Actividades de obra

El personal que participe en cada una de las actividades del proyecto deberá conocer los riesgos a los que puede estar sometido y se evitará la ejecución de trabajos en solitario.

Además, siempre que sea técnicamente posible, se utilizarán elementos de protección colectiva frente a los equipos de protección individual.

Se incluyen a continuación las actividades del presente proyecto.

#### 5.2.1 Instalaciones de higiene y bienestar

##### 5.2.1.1 Descripción

Las instalaciones de higiene y bienestar estarán formadas por vestuarios, locales de descanso, comedor y aseos, planteándose la posibilidad de que el comedor pueda verse sustituido por un acuerdo entre la empresa contratista y los centros de hostelería próximos a la obra. Para el montaje de las mismas se tendrán en cuenta los riesgos y medidas preventivas indicadas a continuación.



El Estudio de Seguridad y Salud determina la tipología y ubicación de las instalaciones de higiene y bienestar, teniendo para ello en consideración las prescripciones que se han establecido en la descripción del procedimiento de trabajo: El dimensionamiento no será realizado exclusivamente sobre la base del número de trabajadores, sino también del entorno de la zona de trabajos y la dispersión de los tajos, de forma que resulten fácilmente accesibles para todos los trabajadores. Además, los tajos de larga duración serán dotados de otras instalaciones que complementen a las indicadas (bien a base de baños químicos o similar).

Las instalaciones de higiene deberán tener una revisión periódica de su estado de conservación, y se hallarán en perfectas condiciones de limpieza. Están situadas en lugares ajenos a los riesgos propios de las zonas de trabajo, y fuera de la zona de influencia de otras posibles fuentes de riesgo, como líneas eléctricas, etc., disponiendo de la señalización necesaria.

#### 5.2.1.2 Procedimiento

Se procederá a la instalación de las necesarias casetas e instalaciones de obra en función del número de trabajadores simultáneos. La secuencia de actividades será:

- Preparación de la superficie de asiento
- Colocación de bases de asiento
- Descarga de elementos
- Colocación y fijación de elementos

#### 5.2.1.3 Maquinaria

- Camiones grúa
- Grúas autopropulsadas
- Manipuladores telescópicos
- Otras herramientas manuales y eléctricas

#### 5.2.1.4 Medios auxiliares

- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Torres de iluminación

#### 5.2.1.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.



#### 5.2.1.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.1.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.1.8 Medidas preventivas

- Todas las instalaciones se colocarán sobre un terreno horizontal, debidamente asentado, y con una resistencia necesaria para soportar las cargas que transmitan aquéllas, cerciorándose previamente de ello.
- Si existiesen zonas de relleno con una diferencia de cota mayor a 2 m, se instalará una barandilla de protección en su perímetro, a una distancia mínima de 1 m de la cabeza del talud.
- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.

- Los pasos para el acceso de personal a la zona de casetas estarán delimitados y acondicionados correctamente. Se empleará valla para limitar los pasos y serán sobre superficie regular sin desnivel. En caso de existir desnivel se peldañearán correctamente.
- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Desbroce previo del área de obra.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Las instalaciones de higiene y bienestar deberán disponer de los oportunos extintores, de acuerdo a los tipos de fuego a extinguir. Se señalizarán las zonas en que se habiliten los extintores.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean de pozos, vaciados o similar.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a las caídas y tropiezos evitando o señalando los obstáculos.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Se dispondrá de información meteorológica y se controlarán indicadores tales como viento, temperatura, humedad, etc.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.

- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.
- Cada una de las instalaciones de obra se empleará de forma exclusiva para los fines con que inicialmente sea concebida.
- No se permitirá el almacenamiento de materiales en zonas reservadas al uso de aseos o vestuarios.
- Todos los productos especialmente peligrosos por su toxicidad, inflamabilidad etc., se almacenarán en otros lugares específicamente habilitados para ello, independientes de las zonas generales de almacén, instalaciones de higiene, acopios, etc.

#### 5.2.1.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Detectores de redes y servicios
- Dispositivos de parada de emergencia
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Pórticos de limitación de gálibo
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de salvamento y socorro
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Sistema de protección contra incendios

#### 5.2.1.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección

- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

## 5.2.2 Gestión de acopios y almacenamiento en obra

### 5.2.2.1 Descripción

En este apartado se consideran los acopios que se hacen en obra referidos a: tierras y áridos, tubos, piezas y otros elementos prefabricados y almacenamiento de pinturas, desencofrante y combustible, así como las medidas preventivas en la realización de descarga de material.

En cuanto a los acopios de tuberías, piezas, arquetas, etc., se consideran dos aspectos:

- Por un lado, la propia ejecución de las tareas (basada de forma casi exclusiva en el manejo de cargas, analizados en el correspondiente apartado del Estudio de Seguridad).
- Por otro, las condiciones bajo las cuales se habiliten los acopios, aspecto que se desarrollará especialmente en este apartado.

### 5.2.2.2 Procedimiento

Todos los acopios en la obra se definirán y localizarán de forma que se eviten todos los riesgos, tanto desde el punto de vista de las actividades realizadas en los mismos, como también en relación a las posibles interferencias que se pudieran generar con las restantes actividades de la obra.

Según el tipo de material o herramienta que se tenga que almacenar. Se procederá de los siguientes tipos: paletizado, apilado y amontonado.

#### *Paletizado*

Es de la forma que viene prácticamente todo el material a la obra. Se colocará en zonas planas y en caso de colocarlos unos encima de otros, estos deben coincidir para evitar vuelcos que puedan provocar aplastamientos y atrapamientos.

#### *Apilado*

Se apilará todo el material no paletizado para tener el tajo organizado y evitar tropiezos. Por ejemplo:

- Tubos: se apilan tumbados unos junto a otros con unas cuñas en los dos extremos que impidan abrirse, según subamos las hiladas se irán reduciéndose para que quede en forma triangular.
- Tablones, tablas y viguetas: se apilan también tumbados unos junto a otros, pero cada varias hiladas en la madera y en todas en las viguetas, se debe cruzar cabirones que arrosten y traben toda la pila.



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
EN LA ETAP DE MALADAHONDA  
Anejo Nº 12. Estudio de Seguridad y Salud

En definitiva, hay que usar el sentido común para que los aplados que queden bien sujetos y no alcanzar grandes alturas para evitar que caiga.

### *Amontonado*

Se acopiará con montones generalmente los áridos. Hay que amontonarlos lo mejor posible y regar ligeramente aquellos que sean volátiles, para evitar el impacto de partículas en ojos y cara en tiempo de vientos.

Nunca se acopiará en las orillas de desniveles de terreno ni en las de forjado. Podrían caerse provocando accidentes.

### *Recipientes especiales*

Para no causar accidentes, se utilizarán al menos estos, para mejorar la organización y seguridad en la obra como:

- Contenedores para el acopio de escombros
- Jaulas para el acopio de puntales y elementos metálicos
- Bidones para líquidos
- Otros elementos útiles para tener los materiales y herramientas en orden y controladas

Las características de los acopios dependerán de la zona que se encuentren: cerrados, abiertos y en zonas de tránsito. También del producto almacenado, si es tóxico, inflamable, irritante, corrosivo etc. en cuyo caso además se debe señalar el riesgo.

- Sitios cerrados: se organizará al máximo para no tropezar ni golpearse. Si existen materiales de riesgo, se debe señalar de forma visible y clara cada uno de ellos.
- Sitios abiertos: se organizarán los acopios de forma que se vean claramente y utilizando el tipo más adecuado para evitar accidentes.
- Zonas de tránsito: respetar las medidas de seguridad para circular sin riesgo. En caso de no poder almacenar, se recomienda traer el material en pequeñas cantidades.

Si la obra no permite almacenar con seguridad, hay que llevar el material y herramientas en cantidades adecuadas al espacio disponible.

#### *5.2.2.3 Maquinaria*

- Camiones de suministro
- Camiones grúa
- Carretillas elevadoras
- Grúas autopropulsadas
- Manipuladores telescópicos
- Motovolquetes
- Otras herramientas manuales y eléctricas

#### 5.2.2.4 Medios auxiliares

- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Escaleras manuales
- Torres de iluminación

#### 5.2.2.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

#### 5.2.2.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.2.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas



- Sobreesfuerzos

#### 5.2.2.8 Medidas preventivas

- El acopio de materiales será estable, evitando derrames o vuelcos, y no superará la altura que para cada situación especifique su suministrador o fabricante.
- No se permitirá que los trabajadores se encaramen sobre alturas de material acopiado en la medida en que la situación comentada implique que los trabajadores se vean expuestos a riesgo de caída al mismo o distinto nivel.
- Se prohibirá el acopio de materiales en las proximidades de taludes de excavación (bordes de zanjas, terraplenes, etc.) o en situaciones semejantes que aporten inestabilidad para el acopio.
- El acopio de tuberías se realizará de forma que quede asegurada su estabilidad, empleando para ello calzos preparados al efecto.
- En ningún momento se podrá trepar por los acopios, tanto en su ubicación de acopio, como en los camiones de transporte.
- Cualquier actuación a realizar para el eslingado de las piezas en el que fuera necesario el uso de escaleras de mano, queda prohibido salir de las mismas para otras actuaciones.
- En los acopios se tendrá en cuenta la resistencia de la base en la que se asienten, en función del peso de los materiales a acopiar. En función de su tamaño, los materiales se apilarán de mayor a menor, permaneciendo los más pesados o voluminosos en las zonas bajas.
- Los pasillos entre materiales acopiados deberán tener el ancho suficiente para la circulación holgada de los vehículos o maquinaria de movimiento.
- Se prohibirá el acopio de materiales en zonas que por interferencia o cualquier otra circunstancia impliquen un riesgo adicional a los intrínsecamente asociados con la descarga y manipulación de los materiales. Por tanto, por ejemplo, deberá prohibirse el acondicionamiento de acopios en zonas próximas a líneas eléctricas.
- Los productos combustibles o tóxicos que hayan de emplearse en la obra se almacenarán separados del resto de otros productos en un almacén cubierto, cerrado y señalizado. A estos almacenes no se podrá acceder fumando, ni se podrán realizar en su interior labores que generen calor intenso, como soldaduras. Si existen materiales que desprendan vapores nocivos, deberán vigilarse periódicamente los orificios de ventilación del recinto. Los trabajadores que accedan a estos recintos dispondrán de filtros respiratorios. Los almacenes estarán equipados con extintores adecuados al producto inflamable en cuestión en número suficiente y correctamente mantenidos. En cualquier caso, habrá detenerse en cuenta y se cumplirá la normativa respecto a sustancias tóxicas y peligrosas.

- Durante la descarga de cualquier tipo de material desde camión, etc., se prohibirá que los operarios se encaramen sobre las cargas durante el proceso. Se evitará la presencia de operarios sujetos a riesgo de caída en altura o a distinto nivel, todo ello en función de los equipos empleados durante las descargas, las condiciones bajo las cuales se realice el suministro de materiales, tipo de materiales a descargar, dimensiones, etc.
- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Desbroce previo del área de obra.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.
- En ningún caso se circulará con el remolque en posición elevada.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Se dispondrá de información meteorológica y se controlarán indicadores tales como temperatura, humedad, etc.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.

- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

#### 5.2.2.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Pórticos de limitación de gálibo
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de salvamento y socorro
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista

#### 5.2.2.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

### 5.2.3 Instalación eléctrica provisional de obra

#### 5.2.3.1 Descripción

Se refiere a toda la instalación provisional de alimentación eléctrica a colocar en obra, tanto instalaciones fijas como móviles (grupos electrógenos).

#### 5.2.3.2 Procedimiento

Todos los trabajos de instalación eléctrica, y sus mantenimientos, se realizarán por personal cualificado para los trabajos y en la medida de lo posible sin tensión.

Los principales pasos para la realización de la instalación fija eléctrica provisional de obra son los siguientes:

- Montaje de la línea repartidora
- Instalación del cuadro de distribución.
- Montaje de interruptor diferencial 30 mA.
- Montaje de interruptores automáticos magnetotérmicos.
- Instalación, en su caso, de transformadores de seguridad a 24 V
- Instalación de cableados
- Protección de cableados en zonas de tránsito.
- Montaje de cajas de bornes o bases de enchufe estanca (con toma de tierra).
- Conexión línea general de tierra.

Referente a los equipos móviles, cada vez que se conecten se debe revisar que la puesta a tierra está correctamente colocada.

#### 5.2.3.3 Maquinaria

- Grupos electrógenos
- Polímetros
- Otras herramientas manuales y eléctricas

#### 5.2.3.4 Medios auxiliares

- Escaleras manuales

#### 5.2.3.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación en electricidad.

#### 5.2.3.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.3.7 Riesgos

- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Incendio y explosión

#### 5.2.3.8 Medidas preventivas

- Los trabajos en las instalaciones eléctricas solo pueden ser realizados por personal autorizado y cualificado. Las instalaciones serán revisadas periódicamente, y se dejará constancia documental de las mismas.
- Los cuadros eléctricos contarán con grado de protección mínimo IP-45. Estos cuadros deberán permanecer siempre cerrados, de modo que sólo se manipulen por el responsable de la instalación.
- Todas las conexiones se realizarán usando las clavijas adecuadas, y estará prohibido hacer empalmes improvisados en obra.
- Se preverán instalaciones de seguridad que se activen en caso de fallo de la alimentación normal de los circuitos y aparatos instalados.
- Las instalaciones eléctricas de obra cumplirán con los requisitos establecidos en el REBT, en el Pliego de Prescripciones Técnicas del Plan de Seguridad y Salud.
- Prohibido realizar las conexiones a tierra a través de conducciones de agua, etc. Por lo tanto, no se permitirá "enganchar" a tuberías o a asimilables, como armaduras, etc.
- Prohibido el tránsito de los equipos y personas sobre mangueras eléctricas, ya que pueden pelarse y producir accidentes.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Está prohibido el tránsito bajo líneas eléctricas con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano...). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.
- No está permitido la anulación del hilo de tierra de las mangueras eléctricas, así como las conexiones directas cable-clavija de otra máquina.
- No está permitida la ubicación de cuadros de distribución o conexión eléctrica en los rellanos de las escaleras.
- Las mangueras no se desconectarán por el procedimiento del "tirón". La desconexión se realiza amarrando y tirando de la clavija enchufe.

- La ubicación de cuadros de distribución o de conexión eléctrica debe preverse en un lugar firme y seco.
- Deberá comprobarse diariamente el buen estado de los interruptores diferenciales automáticos al inicio de la jornada y tras la pausa dedicada para la comida, accionando el botón de test.
- Se dispondrá siempre en el almacén de interruptores automáticos y magnetotérmicos diferenciales de repuesto, con los que sustituir los que se pudieran averiar.
- Todas las instalaciones eléctricas se señalarán, advirtiendo del riesgo eléctrico a todos los trabajadores de la obra. Además, esta señalización se deberá mantener en perfecto estado de conservación y mantenimiento.
- Se debe considerar que la práctica totalidad de los casos, el empleo de equipos y de herramientas eléctricas se realizará en intemperie, motivo por el cual todos los cables, conexiones y equipos a emplear deberán contar con doble aislamiento.
- Se prohíbe el empleo de herramientas eléctricas en zonas húmedas o con presencia de agua, sustituyendo éstas por herramientas alimentados por batería y utilizando tensiones de seguridad (24 V).
- Los grupos electrógenos (para la alimentación de bombas de achique y todo tipo de herramientas eléctricas) dispondrán de su oportuna pica de toma de tierra, hincada en el terreno la longitud especificada por su fabricante.
- Deberá existir un extintor de incendios en las inmediaciones de la instalación eléctrica.
- Mantener en buen estado todas las señales de "peligro electricidad" que se hayan previsto para la obra.
- Los grupos electrógenos
  - Tendrán siempre la pica de puesta a tierra en buen estado y conectada.
  - Estarán insonorizados
  - La salida de corriente alimentará un cuadro general de obra con las debidas protecciones y tomas de corriente normalizadas, donde se conectarán los maquinas portátiles, vibradores de hormigón, etc.
- Todos los Cuadros cumplirán las siguientes medidas preventivas:
  - Serán metálicos o de material plástico, de tipo para la intemperie, con puerta y cerraja de seguridad (con llave), según norma UNE-20324, y pese a ser de tipo para la intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces, como protección adicional.

- Tendrán la carcasa conectada a tierra y poseerá adherida en la puerta, una señal normalizada de "Peligro riesgo eléctrico".
- Se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.
- Poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie, en número determinado, según el cálculo realizado.
- Se ubicarán siempre en lugares de fácil acceso y evitando si es posible colocarlos en lugares mojados o húmedos.
- No se instalarán en el desarrollo de las rampas de acceso al fondo de la excavación (pueden ser arrancados por la maquinaria o camiones y provocar accidentes).
- La instalación poseerá todos los interruptores automáticos definidos como necesarios; su cálculo será efectuado siempre aminorando, con el fin de que actúen dentro del margen de seguridad; es decir, antes de que el conductor al que protegen llegue a la carga máxima admisible.
- Los interruptores automáticos se hallarán instalados en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución, así como en las de alimentación de las máquinas, aparatos y máquinas-herramienta de funcionamiento eléctrico.
- Todos los circuitos eléctricos se protegerán asimismo mediante interruptores automáticos diferenciales.
- Los interruptores a instalar provisionalmente cumplirán las siguientes medidas preventivas:
  - Se ajustarán expresamente a lo especificado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
  - Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
  - Las cajas de interruptores poseerán adherida sobre su puerta una señal normalizada de "peligro, electricidad".
  - Las cajas de interruptores serán colgadas, bien de los paramentos verticales, bien de "pies derechos" estables.
- Las tomas de corriente o enchufes para alimentación provisional cumplirán:
  - Las tomas de corriente irán provistas de interruptores de corte omnipolar que permita dejarlas sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.



- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas (protegidas contra contactos directos) y siempre que sea posible, con enclavamiento.
- Cada toma de corriente suministrará energía eléctrica a un solo aparato, máquina o máquina-herramienta.
- La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar contactos eléctricos directos.
- Las tomas de corriente no serán accesibles sin el empleo de los útiles especiales, o estarán incluidas bajo cubierta o armarios que proporcionen un grado similar de inaccesibilidad.
- Con respecto al cableado se deberá tener en cuenta preventivamente lo siguiente:
  - El material habitual de los cables es el cobre revestido de una funda aislante y puede ser rígido o flexible, y se encuentra en el mercado con diferentes secciones normalizadas, 1.5, 2.5, 4, 6... mm<sup>2</sup>, tanto en unifilares como en mangueras.
  - El calibre o sección del cableado será el especificado y de acuerdo a la carga eléctrica que ha de soportar, en función de la maquinaria e iluminación prevista.
  - Todos los conductores utilizados de tensión nominal 1.000 Voltios como mínimo, serán aislados y sin defectos apreciables (rasgones, repelones o similares). No se admitirán tramos defectuosos en este sentido.
  - La distribución desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios (o de planta) se efectuará, siempre que se pueda, mediante canalizaciones enterradas.
  - El tendido de los cables para cruzar viales de obra, se efectuará enterrado, o mediante un protector de cable con rampa, de manera que los cables no sufran el paso de vehículos y maquinaria de obra
  - En caso de efectuarse tendido de cables y mangueras este se realizará a una altura mínima de 2,50 m en los lugares peatonales y de 5 m en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
  - La interconexión de los cuadros secundarios se efectuará mediante canalizaciones enterradas, o bien mediante mangueras, en cuyo caso serán colgadas a una altura sobre el pavimento, en torno a los 2 m, para evitar accidentes por agresión a las mangueras por uso a ras de suelo.
  - En caso de tener que efectuarse empalmes entre mangueras, se tendrá en cuenta:
    - Siempre estarán elevados. Sé prohíbe mantenerlos en el suelo.

- Los empalmes provisionales entre mangueras se ejecutarán mediante conexiones normalizadas, estancas antihumedad.
  - Los empalmes definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizadas, estancas antihumedad.
  - Queda prohibida la realización de empalmes manuales de cables o mangueras eléctricas en obra con cinta aislante.
- El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el de suministro de agua.
  - La red general de tierra deberá ajustarse a las especificaciones detalladas en el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, particularmente éstas:
    - Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra. El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
    - La toma de tierra en una primera fase se efectuará a través de una pica o placa a ubicar junto al cuadro general, desde el que se distribuirá a la totalidad de los receptores de la instalación.
    - El hilo de toma de tierra siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde, está prohibido expresamente utilizarlo para otros usos, únicamente podrá utilizarse conductor o cable de cobre desnudo, de 95 mm<sup>2</sup> de sección, como mínimo, en los tramos enterrados horizontalmente y que será considerado como electrodo artificial de la instalación.
    - Los receptores eléctricos dotados de sistema de protección por doble aislamiento y los alimentados mediante transformador de separación de circuitos carecerán de conductor de protección, a fin de evitar su referenciación a tierra. El resto de las carcasas de motores o máquinas se conectarán debidamente a la red general de tierra.
    - Las tomas de tierra estarán situadas en el terreno de tal forma que su funcionamiento y eficacia sea el requerido por la instalación.
  - Se procurará verter agua de forma periódica en los lugares de hincado de las picas de toma de tierra, pues mejora la conductividad del terreno.

#### 5.2.3.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierra
- Detectores de corrientes eléctricas
- Dispositivos de parada de emergencia
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación

- Señales de salvamento y socorro
- Sistema de protección contra incendios

#### 5.2.3.10 Equipos de protección individual

- Calzado dieléctrico
- Cascos de protección
- Cascos para usos especiales
- Cremas protectoras
- Guantes dieléctricos
- Ropa de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

### 5.2.4 Instalaciones interiores provisionales de abastecimiento y saneamiento

#### 5.2.4.1 Descripción

Consiste en la ejecución de las instalaciones interiores provisionales de abastecimiento de agua potable y saneamiento de aguas negras a las locales de higiene y bienestar de la obra.

#### 5.2.4.2 Procedimiento

Las principales fases del procedimiento serán:

- Replanteo de las conducciones
- Excavaciones en zanja para el alojamiento de las conducciones
- Ejecución de camas de apoyo
- Colocación de tuberías, equipos y conexiones
- Pruebas de la conducción
- Tapado de zanjas
- Demolición y levante de la conducción una vez finalizada la obra

Deberá solicitarse la acometida de cada una de las redes

#### 5.2.4.3 Maquinaria

- Camiones basculantes
- Camiones grúa
- Compactadoras manuales
- Excavadoras hidráulicas
- Motovolquete
- Motosoldadoras

- Radiales
- Sierras
- Taladradoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

#### 5.2.4.4 Medios auxiliares

- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Carretón o carretilla de mano
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Torres de iluminación

#### 5.2.4.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación en trabajos en redes de abastecimiento, saneamiento y pocería.

#### 5.2.4.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.4.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas

- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Rotura/contacto con instalaciones enterradas
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Hundimientos y sepultamientos
- Inundación
- Inmersión y ahogamiento
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.4.8 Medidas preventivas

- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Antes de permitir el acceso al fondo de las excavaciones, se saneará el talud y borde de las zanjas. Se balizarán a lo largo de su longitud, y si fuese necesario (en función del tipo de excavación) se vallarán.
- Frente a la existencia de agua en las zanjas, se vigilará si pueden aparecer cavernas u otras zonas que denoten una posible inestabilidad. En caso de que se produzcan, se prohibirá la presencia de personal en las zanjas hasta que no se hayan saneado, se asegure la estabilidad de los taludes, y no lo autorice el encargado o recurso preventivo presente en el tajo.
- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Colocar tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Desbroce previo del área de obra.

- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.
- En ningún caso se circulará con el remolque en posición elevada. Quedan prohibidos los acopios (tierras, materiales, etc.) a una distancia inferior a la mitad de la profundidad de zanja, del borde de la zanja, como norma general y a una distancia inferior a la profundidad de la zanja en terrenos arenosos. Deberá estudiarse en función del tipo de terreno.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos que puedan producir chispas.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos, señalando los obstáculos.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Los taludes serán lo suficientemente estables según características geotécnicas, y en su defecto se procederá a su entibado.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Presencia de botiquín en obra.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Recopilación de información y detección según la técnica adecuada de los distintos servicios afectados.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se colocarán los acopios de forma que esté a la menor altura posible.

- Se dispondrá de información meteorológica y se controlarán indicadores tales como temperatura, humedad, etc.
- Se establecerán medidas para garantizar una ventilación adecuada y reducir las partículas en suspensión.
- Se garantizará el drenaje del fondo de la excavación.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se proyectará, ejecutará y explotarán las instalaciones cumpliendo la normativa vigente, cumpliendo los protocolos en todas las fases del proyecto.
- Se recomienda rotar los puestos, funciones y tareas, así como realizar descansos, evitando o reduciendo exposiciones a agentes que en tiempo prolongado puedan resultar dañinos.
- Se señalizará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se utilizarán aquellas máquinas o herramientas que produzcan un nivel de vibración más bajo.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Si fuese necesario pasar por encima de la zanja se colocará una pasarela con barandillas.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de cinturones porta herramientas
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

#### 5.2.4.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Detectores de corrientes eléctricas
- Detectores de redes y servicios
- Pasarelas de acceso



- Pórticos de limitación de gálibo
- Protección de huecos horizontales
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Sistema de protección contra incendios
- Topes de desplazamiento de vehículos

#### 5.2.4.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cinturones porta herramientas
- Cremas protectoras
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Botas impermeables
- Ropa de señalización de alta visibilidad

#### 5.2.5 Señalización provisional de obra

##### 5.2.5.1 Descripción

Consiste en la colocación y retirada de la señalización provisional de obra en los viales afectados por la misma, de manera que su colocación advierta a los vehículos que utilizan los viales y proteja a los trabajadores de la obra.

También está incluida en este apartado la señalización a peatones, elementos de limitación (vallado) y la señalización de riesgos de los diferentes tajos de obra en ejecución.

##### 5.2.5.2 Procedimiento

Se colocará la señalización de manera firme y segura, siguiendo los procedimientos estándar de colocación de señalización provisional en viales.

El modelo de señalización a implantar en cada caso siempre deberá cumplir el contenido de la Norma de Señalización Provisional 8.3.IC. Se tendrá en cuenta la necesidad de visibilidad de todos los elementos colocados en horario nocturno debiendo tener reflectancia y/o iluminación correspondiente.

El procedimiento de colocación y retirada de la señalización no implicará un riesgo añadido para los trabajadores responsables de dicha labor. Un vehículo existente en la obra se colocará de tal manera que los conductores lo vean antes que a los trabajadores, protegiéndolos en caso de invasión de la zona.

Los trabajadores encargados de la colocación de señalización provisional deberán conocer el orden correcto de colocación y retirada de las señales, que deberá ser tal como se explica a continuación:

- Si existe arcén y éste es suficientemente ancho, el vehículo que transporta la señalización accederá a él. Un operario firmemente sujeto colocará las señales desde el propio vehículo, que se desplazará despacio en el sentido de la marcha de su carril contiguo, poniendo un especial cuidado en no invadirlo.
- Si no existe arcén o éste es insuficiente, las señales se dejarán acopiadas previamente, sin invadir los carriles de circulación, y mostrando su reverso a los conductores, para que más tarde los trabajadores encargados de esta tarea las coloquen adecuadamente a pie. En función de las características de la vía, mientras se colocan las señales (siempre avanzando en el sentido del carril contiguo), un señalista provisto de una bandera roja indicará a todos los conductores que aminoren la velocidad al aproximarse a la primera señal, y que un vehículo aparcado en el arcén con la luz giratoria y las luces de emergencia conectadas los proteja.

La retirada de la señalización deberá hacerse en orden inverso a su colocación y siguiendo el mismo procedimiento que el explicado para su colocación, es decir:

- Primero se retirarán todas las señales de delimitación de la zona de obras (conos o similar), cargándolas en el vehículo de obras estacionado en el arcén derecho, si la zona de obras está en el carril de marcha normal.
- Una vez retiradas estas señales se procederá a retirar las de desviación del tráfico (sentido obligatorio, paneles direccionales, señales indicativas de desvío) con lo que la calzada quedará libre. Se desplazarán a continuación las señales de preaviso al extremo del arcén o mediana, de tal forma que no sean visibles para el tráfico, de donde serán recogidas más tarde por un vehículo. Se tomarán las mismas precauciones que en el caso anterior, permaneciendo siempre el operario en la parte de la calzada aislada al tráfico.

#### 5.2.5.3 Maquinaria

- Camiones grúa
- Motovolquetes
- Maquinaria de pintado de marcas viales
- Maquinaria de señalización y balizamiento

- Otras herramientas manuales y eléctricas

#### 5.2.5.4 Medios auxiliares

- Carretón o carretillas de mano
- Escaleras manuales

#### 5.2.5.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

#### 5.2.5.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.5.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.5.8 Medidas preventivas

- Con respecto a la señalización a peatones se debe tener en cuenta principalmente:

- Se señalizarán siempre las zonas de trabajo con vallas para peatones cuando haya tránsito de personas cerca de la zona de trabajo, pero no haya riesgo de caída de personas dentro de zanjas, pozos, etc.
- Se colocará valla metálica electrosoldada trasladable, de manera que haga de valla delimitadora de trabajos cuando haya zanjas, pozos, etc. cerca de la zona de paso de peatones.
- Toda la señalización para terceras personas o vehículos será la que corresponda según el tipo de obra, indicando siempre la obligación de uso del casco y calzado de seguridad, así como la prohibición de acceso de terceras personas dentro de la obra. Además, se colocarán carteles indicando el paso más seguro de peatones por fuera de la obra. En caso de entrada y salida de camiones o maquinaria pesada quedará debidamente señalizado, sobre todo aquellas interferencias que afecten tránsito de vehículos o peatones directamente.
- Cuando sea necesario adaptar pasarelas o caminos de acceso de peatones o coches dentro de inmuebles situados físicamente dentro de la obra, siempre quedarán protegidos con cinta o valla amarilla para peatones, y con tabloncillos, placas metálicas de grueso suficiente, o planchas de plástico para salvar desniveles o tapar huecos, como zanjas o pozos. Se procurará no dejar zanjas o pozos abiertos durante la noche, en caso de ser así, quedarán tapados con planchas y señalizados. En fin de semana queda totalmente prohibido que queden abiertos.
- Queda totalmente prohibido descargar camiones o similar en zonas no dispuestas dentro de la obra para tal fin. En caso excepcional siempre se acotará la zona donde se debe disponer la carga, con la oportuna señalización y vallado o valla para peatones, según el caso y a criterio del encargado o Jefe de Obra).
- Con respecto a la señalización en los tajos de los diversos riesgos, los carteles de seguridad serán los necesarios en cada tajo en función de los riesgos existentes.
- Si es necesario, se colocarán balizas luminosas en zonas donde haya poca visibilidad o circulación de vehículos.
- La circulación se hará por los viales públicos existentes o por el propio trazado, adoptándose las precauciones necesarias de acuerdo con la normativa de circulación, siendo las principales medidas preventivas a tener en cuenta:
  - Se separará la circulación de maquinaria y trabajadores en la medida de lo posible
  - Se limitará la velocidad a 10 km/h en el interior del recinto de obra

- Se señalizarán los cruces y prioridades
- Se regarán los caminos para evitar la generación de polvo
- Se iluminarán los viales si hay circulación nocturna
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

#### 5.2.5.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta, malla naranja, etc.)
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista

#### 5.2.5.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Guantes de protección
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Ropa de señalización de alta visibilidad

## 5.2.6 Control y accesos a obra

### 5.2.6.1 Descripción

Se establecerá sistema o procedimiento para controlar el acceso a obra, ya que es necesario conocer qué personas se encuentran en la misma ante un control rutinario o ante una posible situación de emergencia.

Asimismo, el procedimiento de control de accesos a obra debe servir para que terceras personas ajenas puedan acceder a la misma.

### 5.2.6.2 Procedimiento

Principalmente comprenderá las siguientes actividades:

- Comprobar el correcto estado del vallado de cierre de obra y de la señalización de seguridad durante la jornada laboral y a la finalización de la misma
- El contratista establecerá el horario de trabajo y el responsable velará porque se cumpla
- Elaborar y mantener actualizado un listado diario del personal que acceda a la obra
- Evitar el acceso a toda persona ajena a la obra (sin autorización)
- Conocer los criterios establecidos en esta obra para la autorización de acceso a la misma
- Comprobar que todo el personal que trabaja tiene autorización de acceso
- Indicar a los suministradores el lugar donde tienen que acopiar o retirar el material, maquinaria o equipo de trabajo
- Otras de común acuerdo

### 5.2.6.3 Maquinaria

- No aplica

### 5.2.6.4 Medios auxiliares

- No aplica

### 5.2.6.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

### 5.2.6.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que

se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.6.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel

#### 5.2.6.8 Medidas preventivas

- Se deberán establecer accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- La obra debe estar perfectamente vallada para que el acceso a la misma se realice por puntos controlados. Pudiera darse la situación de que en obras lineales o similares no sea posible cerrar toda la obra. En estos casos, el control se podrá establecer en otro lugar para mayor facilidad, como en el recinto de casetas de obra donde previsiblemente si se podría delimitar el perímetro mediante vallado.
- Todo el personal, trabajadores en especial, deberá pasar por dicho recinto antes de acceder a las zonas de trabajo.
- Junto al punto de acceso deberá colocarse y mantenerse de forma visible la señalización de seguridad y un cartel con un texto similar a "Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra".
- Se velará porque el vallado se encuentre en correctas condiciones, así como la señalización del mismo.
- El contratista deberá establecer un horario de trabajo y ser puesto en conocimiento de todas las personas que intervengan en obra. Si alguna empresa quisiera trabajar fuera del horario establecido, deberá contar con la autorización del contratista.
- Se debe controlar también que la obra se abra conforme al horario acordado y se asegurará de que quede perfectamente cerrada en el periodo de comida y al final de cada jornada laboral. Especial atención se pondrá los fines de semana y periodos vacacionales.
- El contratista elaborará y mantendrá actualizado un listado diario del personal que haya accedido a la obra, bien sean trabajadores o suministradores, miembros de la dirección facultativa, representantes de la promoción o de las empresas que intervienen en la obra, visitantes o representantes de organismos públicos.



- Las tareas del "Responsable del control de acceso a obra" serán preventivamente las siguientes:
  - Revisar diariamente el estado del vallado de cierre de obra, la señalización y balizamiento colocado.
  - Abrir y cerrar el vallado de obra al inicio y final de la jornada de trabajo.
  - Si se autoriza a alguna empresa a permanecer en la obra fuera del horario de trabajo establecido, exigir la designación de un responsable de dicha empresa que se encargue de cerrar el vallado cuando finalice su jornada laboral.
  - Mantener un listado diario del personal que ha accedido a la obra.
  - Indicar a los suministradores el lugar donde tienen que acopiar o retirar el material, maquinaria o equipo de trabajo.
- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Iluminación suficiente.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

#### 5.2.6.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta, malla naranja, etc.)
- Pórticos de limitación de galibo
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de salvamento y socorro
- Señalista

#### 5.2.6.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Ropa de señalización de alta visibilidad

## 5.2.7 Instalación y retirada de protecciones colectivas

### 5.2.7.1 Descripción

Esta actuación comprende los trabajos de montaje y desmontaje de las diversas protecciones colectivas para la protección de los trabajadores.

### 5.2.7.2 Procedimiento

Se tiene muy en cuenta que para la colocación de las protecciones colectivas los riesgos a los que está expuesto el trabajador no están mitigados por éstas, al estar en proceso de colocación las mismas.

El primer aspecto a considerar es una buena previsión y organización en la implantación de las protecciones colectivas, que permita su permanencia mientras persista el riesgo, intentando evitar desmontajes innecesarios e interferencias con el desarrollo de la obra.

Antes de la colocación de las protecciones colectivas se comprobará que tienen la homologación y el marcaje adecuado.

Durante su colocación se vigilará especialmente que se montan según las instrucciones que facilita el fabricante, y que son adecuadas al riesgo a proteger.

Se programarán inspecciones periódicas del estado de conservación de las protecciones colectivas, aplicando criterios de las normativas específicas, así como de las instrucciones de los fabricantes de los equipos.

Cualquier protección colectiva a colocar en fachadas y cubiertas que impliquen el desarrollo de trabajos en altura, se realizará, preferiblemente, mediante cestas o grúas, debiéndose cumplir para su utilización con todas las medidas de seguridad propias de su manejo.

### 5.2.7.3 Maquinaria

- Camiones de suministro
- Camiones grúa
- Máquinas de señalización y balizamiento
- Motovolquetes
- Plataformas elevadoras (PEMP)
- Otras herramientas manuales y eléctricas

### 5.2.7.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Carretón o carretilla de mano
- Escaleras manuales
- Torres de iluminación

#### 5.2.7.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

#### 5.2.7.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.7.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de cargas suspendidas
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.7.8 Medidas preventivas

- Todo elemento a instalar debe disponer de un marcado CE que sea permanente durante el período de servicio del producto que dé información sobre: identificación del fabricante, fecha de fabricación, clase, referencia norma, etc.
- Las barandillas a colocar estarán formadas por elementos normalizados que constituyen un guardacuerpos, dos listones y un rodapié.

- La distancia entre la parte más alta de la barandilla principal y la superficie de trabajo debe ser, al menos, de 1 m. Se deberá solicitar certificado de montaje.
- El borde superior del rodapié ha de estar, al menos, a 150 mm de la superficie de trabajo. Asimismo, tiene que evitarse aberturas entre el plinto y la superficie de trabajo.
- Si se emplean redes de seguridad como protección lateral, éstas deben ser del tipo U. Además del certificado del material se exigirá un certificado del montaje firmado por un técnico competente, en virtud del cual se acredite que las redes (o las barandillas, o la línea de vida) se han instalado de acuerdo con las instrucciones de su fabricante y que cumplen el contenido de las normas de aplicación.
- Todo elemento de protección colectiva dispondrá de manual de uso y montaje y se seguirá el mismo.
- No se deben emplear guardacuerpos de madera.
- No realizar estos trabajos cuando las condiciones atmosféricas sean adversas.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- Previo al desarrollo de los trabajos de instalación de barandillas de seguridad, se realizará la instalación de línea de vida en el perímetro para amarre del arnés de seguridad y sujetar el arnés de seguridad a la línea de vida (la cuerda del arnés deberá tener una longitud máxima de 1 m)
- Se debe establecer la señalización específica de advertencia y de obligación de uso de arnés en caso de riesgo de caída en altura más de 2 m.
- El desmontaje de las barandillas se realizará cuando ya no sea necesario el conjunto de los balaustres tipo sargento y barandillas debido a la ausencia de riesgo de caída en altura.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos, señalando los obstáculos.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se colocarán los acopios de forma que esté a la menor altura posible.
- Se dispondrá de información meteorológica y se controlarán indicadores tales como temperatura, viento, humedad, etc.

- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Uso de cinturones porta herramientas
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

#### 5.2.7.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Pasarelas de acceso
- Protección de huecos horizontales
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación

#### 5.2.7.10 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Dispositivos anticaídas (retráctiles o deslizantes)
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Líneas de vida
- Rodilleras
- Ropa de señalización de alta visibilidad

### 5.2.8 Montaje y desmontaje de líneas de vida y puntos de sujeción

#### 5.2.8.1 Descripción

##### *Líneas de vida horizontales:*

Comprende los trabajos de montaje y desmontaje de líneas de vida horizontales en obra.

En la obra, aunque siempre es prioritario el uso de protecciones colectivas a las individuales, en diferentes casos es necesario la instalación de líneas de vida para realizar ciertos trabajos como: colocación de encofrado perdido, colocación de vigas, ejecución de tejados, etc. y también para la

protección en la colocación de las protecciones colectivas, como son redes y barandillas en estructuras con riesgo de caída en altura.

#### *Líneas de vida verticales*

Los trabajos considerados como verticales pueden ser necesarios en diversas operaciones entre las que se encuentran: desbroce y limpieza manual y mecánica de taludes, colocación de pantallas dinámicas, colocación de malla metálica, ejecución de bulones de sostenimiento (anclajes), trabajos de gunitado, etc.

La utilización de las técnicas de acceso y de posicionamiento mediante cuerdas, se limitará a las circunstancias en las que la evaluación del riesgo indique que el trabajo puede ejecutarse de manera segura y en las que, además, la utilización de otro equipo de trabajo más seguro no esté justificada, dependiendo de:

- La frecuencia de circulación
- La altura a la que se deba subir
- La duración de la utilización
- El tiempo exposición de trabajadores al riesgo
- Las Condiciones Técnicas
- Las medidas de seguridad

#### *Anclajes de sujeción. Puntos fijos*

Comprende los trabajos de montaje y desmontaje de anclajes de sujeción para sistemas anticaída provisionales en obra.

Los anclajes son los puntos de sujeción que soportarán la fuerza generada en una caída sobre el sistema de seguridad.

Punto de anclaje: Elemento al que puede ser sujeto con total seguridad un equipo de protección individual o un equipo de trabajo, tras la instalación del dispositivo de anclaje.

Dispositivo de anclaje: Todo elemento o serie de elementos que incorporan uno o varios puntos de anclaje.

Anclaje estructural: Elemento o elementos fijados permanentemente a una estructura que reúne todos los requisitos de seguridad, al cual o a los cuales es posible sujetar un dispositivo de anclaje o un equipo de protección individual.

#### *5.2.8.2 Procedimiento*

En las instalaciones de líneas de vida es muy importante que las personas que van a realizar la instalación comprendan los conceptos técnicos necesarios para el montaje. Esto se consigue mediante una formación específica en un determinado sistema, por eso, se deben emplear instaladores homologados.

Aunque se pueden encontrar algunos sistemas que se comercializan sin instalación, siempre es aconsejable que el montaje lo realice un instalador homologado para asegurarnos que técnicamente se ejecuta de la manera más adecuada y para evitar que, en caso de que existiese algún fallo en el sistema, la responsabilidad recaiga sobre el propietario y/o usuario.

El instalador deberá facilitar la siguiente información:

- Datos del instalador
  - Documento acreditativo donde aparezca que es instalador homologado.
  - Seguro de responsabilidad civil.
- Certificación del sistema: declaración de conformidad de los componentes del sistema. Para que la certificación sea válida es imprescindible que todos los componentes de la línea de vida pertenezcan al mismo fabricante (puntos de anclaje, línea, absorbedor de energía y carro).
- Certificado de instalación donde se acredite que el sistema ha sido montado según las exigencias del fabricante y acorde con la normativa vigente.

#### 5.2.8.3 Maquinaria

- Plataformas elevadoras (PEMP)
- Otras herramientas manuales y eléctricas

#### 5.2.8.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Escaleras manuales
- Plataformas de trabajo
- Plataformas móviles
- Torres de iluminación

#### 5.2.8.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación para trabajos en altura.

#### 5.2.8.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que



se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.8.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.8.8 Medidas preventivas

- La resistencia mínima en los extremos dependerá del estudio realizado y de las fuerzas que deba soportar. La cantidad de usuarios que usarán la línea será determinada por el instalador de la misma.
- Es necesario calcular la distancia libre de caída previamente a la instalación de la línea de vida o punto fijo, como la altura mínima que debe tener un sistema para evitar llegar al suelo en caso de un accidente.
- Asimismo, habrá que considerar que la posible caída no se desarrollará de manera vertical sino que tendrá una trayectoria circular, describiendo un péndulo donde el punto de giro será el anclaje al que nos encontramos amarrados. Por tanto tendremos que vigilar los posibles obstáculos que se encuentren en nuestra trayectoria de caída y no en nuestra vertical sólo.
- Cuando en un trabajo nos encontramos con un factor de caída alto, seleccionaremos el mejor mecanismo para reducirlo como pueden ser los cabos de anclaje con absorbedores de energía.
- En trabajos en altura (con altura suficiente) será necesario utilizar absorbedor de energía adecuado a la altura de caída.
- Se utilizarán cuerdas dinámicas con bajo coeficiente de alargamiento.
- Nunca podrá haber un solo trabajador en la zona de trabajos en altura, en previsión de posibles rescates.

- Uno de los trabajadores dispondrá de medio de comunicación.
- Los trabajadores dispondrán de formación específica sobre trabajos en altura.
- No se permitirán trabajos simultáneos en la misma vertical.
- La herramienta utilizada para el tesado de cables será el tractel. Las operaciones de tensado de cables se realizarán bajo las condiciones de fuerza mecánica indicadas por el fabricante.
- Tiene que disponer de un marcado permanente en aquellos componentes en los que la normativa vigente lo exija.
- Ha de disponer de manual de uso y montaje.
- Constatar la adecuación estructural de todos los componentes que conforman el sistema de línea de vida.
- Durante el montaje y desmontaje de líneas de vida no podrá realizarse ningún trabajo en la vertical.
- El sistema de línea de vida vertical constará como mínimo de dos cuerdas de sujeción independientes, una como medio de acceso, de descenso y de apoyo (línea de trabajo) y la otra como medio de emergencia (línea de vida o seguridad). En caso de izado, descenso o sujeción de cargas se utilizará una tercera cuerda.
- La cuerda de trabajo estará equipada con un mecanismo seguro de ascenso y descenso y dispondrá de un sistema de bloqueo automático con el fin de impedir la caída en caso de que el usuario pierda el control de su movimiento.
- Para trabajos en líneas de vida verticales, se pueden usar cabos de posicionamiento ajustables que permitirán posicionarse de manera adecuada para realizar un trabajo en particular, utilizarlos para trabajar en semi-suspensión para liberar las manos y poder manipular herramientas con ellas.
- Los trabajos en zonas de talud vertical se realizarán con los operarios anclados a puntos fijos mediante arnés anticaída. El procedimiento de anclaje de los operarios estará previamente definido bajo una configuración normalizada y utilizando equipos de protección homologados para este tipo de trabajos.
- Las herramientas y demás accesorios que deba utilizar el trabajador tendrán que estar sujetos al arnés, al asiento del mismo o por otros medios adecuados.
- El trabajo deberá planificarse y supervisarse correctamente, de manera que en caso de emergencia, se pueda socorrer inmediatamente al trabajador.
- En los anclajes estructurales es necesario conocer su resistencia y que se realice una revisión por personal competente para asegurarnos que no están dañados.

- La colocación del anclaje será realizado mediante el uso de un arnés anticaída sujeto a un anclaje estructural, en caso de ausencia de protección colectiva.
- Revisar la homogeneidad y continuidad de los puntos de sujeción fijos de la línea a la estructura.
- Utilizar arnés anti-caídas en las operaciones de montaje y desmontaje de la protección sujeto a un punto fijo estructural.
- No realizar estos trabajos cuando las condiciones atmosféricas sean adversas.
- En caso de ser necesario, se emplearán medios auxiliares como andamio o plataforma elevadora para el montaje y desmontaje de las protecciones.
- Revisiones periódicas de la línea de vida y después de recibir cualquier impacto.
- Durante su utilización se debe evitar:
  - Que la línea de vida trabaje sobre bordes afilados, sin una adecuada protección.
  - Pisarla.
  - Que entre en contacto con sustancias químicas.
  - Que la línea se ensucie innecesariamente.
  - Trabajar con la línea cerca de fuentes de calor.
- Para la conservación de los productos textiles se tendrá en cuenta lo siguiente:
  - Los productos textiles serán revisados en profundidad cada tres meses si el uso ha sido intensivo o en ambientes agresivos.
  - Seguir siempre las indicaciones establecidas por el fabricante.
  - Cualquier producto textil sucio debe ser lavado con agua fría utilizando detergentes neutros.
  - Se aclararán con abundante agua (máximo 30° C) eliminando de esta manera todo el detergente.
  - Posteriormente se secará en lugar sombreado, aireado y fresco.
  - Evitar el contacto con agentes químicos agresivos.
  - Evitar los rozamientos con materiales abrasivos o cortantes.
- Antes de utilizar cualquier equipo, realizar una comprobación de su estado, retirando todo aquel que se encuentre dañado o deteriorado. En el caso de cintas cosidas y arneses verificar el estado de las costuras.
- Respetar la vida útil de los equipos indicada por el fabricante (cuerdas 3 años y arneses 5 años). No obstante, hay que tener muy en cuenta el desgaste y deterioro de los mismos, lo que hace que su vida útil sea muy limitada.

- Después de su utilización debe ser guardado y almacenado en un lugar seco, limpio, protegido de la luz y del polvo.
- Nunca guardar un producto textil húmedo, porque los hongos generados en ambientes húmedos pueden degenerar los tejidos.
- Después de una caída es necesario revisar concienzudamente los materiales implicados, sobre todo los textiles, retirando el material a la menor sospecha de daño.
- Evitar que los materiales estén sometidos a presiones (en el almacenaje, no pisarlos...)
- No lavarlos jamás con máquinas de alta presión que dañarían las fibras textiles.
- Respecto a la conservación de productos metálicos:
  - Evitar que los materiales sufran golpes. Un impacto puede provocar microfisuras internas no visibles a primera vista, que podrían desembocar en la fractura total con una carga ligera.
  - Desechar cualquier material que haya sufrido un golpe importante.
  - Vigilar posibles deformaciones, grietas, golpes...
  - Eliminar rápidamente cualquier producto corrosivo, barro, cemento...
  - Lubricar cierres y mecanismos para que funcionen correctamente.
- No manipular ni realizar ningún tipo de soldadura en los materiales.
- Evitar la oxidación de las hebillas de los arneses y los conectores, ya que puede debilitar su resistencia.
- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a las caídas y tropiezos evitando o señalando los obstáculos.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Reducción, al mínimo posible, del número de trabajadores que estén o puedan estar expuestos.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.

#### 5.2.8.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Protección de huecos horizontales
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de salvamento y socorro

#### 5.2.8.10 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Dispositivos anticaídas (retráctil o deslizante)
- Guantes de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad
- Líneas de vida

### Despeje y desbroce del terreno

#### 5.2.8.11 Descripción

Dentro de esta actividad se incluyen todas las actuaciones encaminadas a extraer y retirar de la superficie ocupada por la explanada, tierra vegetal, maleza, plantas, maderas caídas, etc.

#### 5.2.8.12 Procedimiento

En la presente ficha se describen los riesgos, medidas preventivas y equipos de protección necesarios para llevar a cabo las labores de extracción y retirada de la capa de tierra vegetal existente en la superficie de terreno afectada por las obras de forma mecánica, con maquinaria de movimiento de tierras. En zonas de difícil acceso para la maquinaria descrita anteriormente, se podrán utilizar motosierras o herramientas manuales.

Los topógrafos estaquillarán las zonas afectadas por la obra, marcando claramente la zona de actuación, zonas de servidumbre y expropiaciones, cuyos vértices vienen definidos en los proyectos por coordenadas.

Se señalarán las zonas donde se encuentren los servicios afectados y se marcarán los árboles que se incluyen en el proyecto. Dichos servicios detectados antes, durante o después del desbroce, deberán estar señalizados con referencias externas a la traza.

Se indicarán claramente las zonas con materiales peligrosos o contaminantes.

La tierra vegetal resultante del despeje y desbroce se cargará en camión para su transporte a vertedero o se acopiará en caballón para su posterior uso en la reposición de la superficie afectada por las obras.

Finalmente se debe asegurar la capacidad de desagüe de la zona desbrozada y detectar posibles manantiales.

#### 5.2.8.13 Maquinaria

- Buldóceres
- Camiones basculantes
- Cargadoras
- Motoniveladoras
- Desbrozadora manual
- Retroexcavadoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

#### 5.2.8.14 Medios auxiliares

- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Motosierras
- Torres de iluminación

#### 5.2.8.15 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica de operador de vehículos y maquinaria de movimiento de tierras.

#### 5.2.8.16 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.8.17 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria

- Atrapamientos por objetos
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y/o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Enfermedades profesionales producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Incendio y explosión
- Picaduras y mordeduras
- Proyección de fragmentos o partículas
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.8.18 Medidas preventivas

- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- En cuanto a las interferencias con líneas de alta tensión, la medida fundamental es el mantenimiento de las distancias de seguridad, las cuales aumentan a medida que lo hace la tensión. En caso de posibles interferencias y de no poder mantener las distancias de seguridad, se procurará la anulación temporal de la tensión de la línea o bien el desvío de la misma a la colocación de aislamientos por la Compañía Eléctrica. A la hora de establecer las distancias mínimas, hay que prever que los cables pueden desplazarse cuando hace viento. Se deben balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Revisar el buen estado del terreno antes del inicio de los trabajos.
- Se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- Colocar tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.



- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se diversificará por tipología, garantizando la adecuada ventilación de las instalaciones en lugares destinados para dicho fin.
- En las operaciones de desbroce en zonas con rocas se evitará en la medida de lo posible el golpeo de éstas, pues pueden generar chispas que podrían provocar incendios.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos que puedan producir chispas.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Mantener las distancias de seguridad y no invadir el radio de acción de las máquinas.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas que, por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Recopilación de información y detección según la técnica adecuada de los distintos servicios afectados.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se dispondrá de información meteorológica y se controlarán indicadores tales como temperatura, humedad, etc.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.

- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

#### 5.2.8.19 Equipos de protección colectiva y señalización

- Detectores de redes y servicios
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Iluminación provisional
- Pasarelas de acceso
- Protección de huecos horizontales
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de salvamento y socorro
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Sistema de protección contra incendios

#### 5.2.8.20 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Pantallas faciales
- Protecciones auditivas tipo orejeras
- Ropa de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

### 5.2.9 Gestión de residuos de construcción y demolición

#### 5.2.9.1 Descripción

Se incluyen aquí las actividades correspondientes a la gestión de los residuos de construcción y demolición de las actividades de obra proyectadas.

#### 5.2.9.2 Procedimiento

Se llevarán a cabo las medidas para minimizar la generación de residuos, no se puede evitar la producción de cierta cantidad de residuos, que deberán ser eliminados.

Para ello, el primer paso a adoptar será su clasificación y separación atendiendo a los siguientes tipos:

##### *Residuos domésticos*

Sus características les permiten ser gestionados junto a los residuos sólidos urbanos. Están constituidos fundamentalmente por restos orgánicos, papel, cartón, plástico y maderas. Se llevarán al vertedero de residuos urbanos autorizado que designe la entidad local.

##### *Residuos de construcción y demolición (RCD)*

Son residuos que provienen de la actividad de ejecución de las obras. Los excedentes de excavaciones, en caso de no poseer cualidades adversas para el medio ambiente, existe la posibilidad de que sean utilizados para el relleno de huecos en obras públicas, vertederos, etc.

##### *Residuos tóxicos o peligrosos*

Deberán ser tratados por un gestor autorizado, siendo preciso para su transporte contar también con un transportista autorizado. Se trata de aceites, excedentes de productos asfálticos, productos químicos, pinturas, barnices, etc. Más adelante se incluye una lista de gestores de residuos.

Al clasificar los residuos de esta manera, se facilita no solo su recogida sino también su gestión y eliminación. Para lograr este objetivo se instalarán puntos limpios en distintos lugares estratégicos del ámbito de actuación. Se entiende por puntos limpios las zonas destinadas al acopio ordenado, temporal y selectivo de los residuos generados durante las obras. Para crearlos bastará con ubicar en un área impermeabilizada una serie de contenedores claramente distinguibles entre sí, dispuestos de forma ordenada sobre el terreno, abiertos o cerrados según las necesidades, y debidamente señalizados para su correcta identificación y utilización, empleando el contenedor que corresponda a cada tipo de residuo.

#### 5.2.9.3 Maquinaria

- Cargadoras
- Camiones grúa
- Camiones de transporte
- Excavadoras hidráulicas
- Motovolquetes
- Retroexcavadoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

#### 5.2.9.4 Medios auxiliares

- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Bajante de escombros
- Contenedores de escombros
- Escaleras manuales

#### 5.2.9.5 Espuertas Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

#### 5.2.9.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decrete 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.9.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamiento por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...).
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Exposición a sustancias químicas nocivas
- Intoxicación o asfixia
- Picaduras y mordeduras

- Pisadas sobre objetos punzantes
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.9.8 Medidas preventivas

- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- En ningún caso se circulará con el remolque en posición elevada.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos que puedan producir chispas.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos, señalando los obstáculos.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Los contenedores deberán estar correctamente identificados según el residuo, almacenados y protegidos en función de su tipología.
- Se separarán en origen los residuos peligrosos contenidos en los residuos de construcción y demolición.
- Se intentará usar envases aligerados y plegables.
- Se instalarán caseta de almacenaje de productos sobrantes reutilizables.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.

- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Recopilación de información y detección según la técnica adecuada de los distintos servicios afectados.
- Reducción, al mínimo posible, del número de trabajadores que estén o puedan estar expuestos.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se colocarán los acopios de forma que esté a la menor altura posible.
- Se establecerán medidas para garantizar una ventilación adecuada y reducir las partículas en suspensión.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se debe tener especial cuidado de no invadir el radio de acción de las máquinas.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de cinturones porta herramientas.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

#### 5.2.9.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta, malla naranja, etc.)
- Pasarelas de acceso
- Protección de huecos horizontales

- Pórticos de limitación de gálibo
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación

#### 5.2.9.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Máscaras o mascarillas y filtros
- Ropa de señalización de alta visibilidad

#### 5.2.10 Prevención de riesgos en las visitas a obra

##### 5.2.10.1 Descripción

En este apartado se describen las precauciones a adoptar cuando transiten por la obra personas ajenas a la misma que se encuentran de visita autorizada.

##### 5.2.10.2 Procedimiento

Para que la visita se desarrolle con la seguridad suficiente, todos los visitantes deben ser informados sobre:

- Las normas básicas de seguridad de la obra.
- Los potenciales peligros presentes en las zonas de trabajo de obra y que pudieran afectar a las visitas.
- El uso de los equipos de protección individual necesarios. Las vías de evacuación, así como las señales en caso de emergencia, además de un número de teléfono para caso de urgencias.

La persona guía de la visita debe informar de los siguientes consejos antes de la visita:

- Permanezca con la persona autorizada durante toda la visita.
- Utilice todo aquel equipo de protección individual que le sea proporcionado durante la visita.
- Respete y cumpla las normas de seguridad cuando entre en un área.
- Camine, no corra. Circule siempre por las zonas habilitadas.
- Extreme las precauciones con la maquinaria.
- Esté atento al tráfico existente.
- En caso de incendio, así como de una posible evacuación, permanezca en todo momento con la persona autorizada, siguiendo las instrucciones que él mismo le dé.



#### 5.2.10.3 Maquinaria

- No aplica

#### 5.2.10.4 Medios auxiliares

- No aplica

#### 5.2.10.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

#### 5.2.10.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.10.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas

#### 5.2.10.8 Medidas preventivas

- Solo podrán acceder a la obra personas autorizadas para ello y siempre tras haber recibido formación e información de los riesgos existentes y las medidas preventivas a adoptar, así como haber recibido y emplear los equipos de protección individual que deberán utilizar.
- Se recomienda entregar un tríptico informativo sobre los riesgos, normas y medidas preventivas a seguir en la obra.
- Si fuera necesario, en función de las circunstancias, además de vallado de la zona de obras, se evitará el acceso de personas no autorizadas mediante vigilantes situados en los accesos.
- La iluminación será adecuada para la realización de la visita.
- En la entrada a la obra, se colocará un panel informativo con las señales de seguridad de Prohibición, Obligación y Advertencia más usuales.
- Los cuadros eléctricos generales y auxiliares de obra, tendrán las señales de riesgo eléctrico.
- En las zonas donde exista peligro de caída de altura y base de grúas torre estarán ubicadas las señales de peligro caídas a distinto nivel y utilización obligatoria del arnés de seguridad.
- Se instalarán de marquesinas rígidas, barandillas, pasos o pasarelas, redes verticales, redes horizontales, andamios, mallazos, tableros o planchas en huecos horizontales, escaleras auxiliares adecuadas, escaleras de acceso protegidas y carcasas o resguardos de protección de partes móviles de máquinas.
- Se limpiarán las zonas de trabajo y de tránsito.
- Deberá utilizarse la cinta balizadora para advertir de la señal de peligro en aquellas zonas donde exista riesgo (zanjas, vaciados, forjados sin desencofrar, etc.) y colocarse la señal de riesgo de caída a distinto nivel, hasta la instalación de la protección perimetral con elementos rígidos y resistentes.
- Se dispondrá de extintores portátiles en los lugares de acopio que lo requieran, como oficinas, almacenes, etc. Se tendrán en cuenta otros medios de extinción como agua, arena, herramientas de uso común, etc.
- Se dispondrá del teléfono de los bomberos junto a otros de urgencia, recogidos en una hoja normalizada de colores llamativos que se colocará en oficinas, vestuarios y otros lugares adecuados.
- Las vías de evacuación estarán libres de obstáculos, como uno de los aspectos del orden y limpieza que se mantendrá en todos los tajos y lugares de circulación y permanencia de trabajadores.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.

- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Se dispondrá de información meteorológica y se controlarán indicadores tales como temperatura, humedad, etc.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Si fuese necesario pasar por encima de la zanja se colocará una pasarela con barandillas.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

#### 5.2.10.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Pasarelas de acceso
- Protección de huecos horizontales
- Regado de pistas
- Redes de protección
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación

#### 5.2.10.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

### 5.2.11 Ensayos y control de calidad

#### 5.2.11.1 Descripción

Se define en este apartado la toma de muestras de diversos elementos de la obra para realizar los ensayos oportunos y el control de calidad. También están incluidos en esta actividad la ejecución de ensayos 'in situ'.

Únicamente se evalúan las actividades que tienen lugar en el recinto de obra, no las que se desarrollen en el laboratorio o lugar indicado donde se analicen las muestras recogidas.

#### 5.2.11.2 Procedimiento

En la mayoría de los casos se recogerán las muestras necesarias y se transportarán a laboratorio para su correspondiente ensayo o análisis.

Principalmente las muestras a recoger serán:

- Muestras de materiales para su ensayo en laboratorio
- Probetas de hormigón para su rotura a compresión

Estas muestras recogidas serán trasladadas a laboratorio para su ensayo.

En otros casos el ensayo se realizará in situ en la propia obra, como por ejemplo:

- Cono de Abrams
- Placas de carga
- SPT
- Estanqueidad cubiertas o fachadas
- Ensayos destructivos y no destructivos (ultrasonidos)
- Otros

#### 5.2.11.3 Maquinaria

- Herramientas manuales y eléctricas

#### 5.2.11.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Camiones basculantes
- Escaleras manuales

#### 5.2.11.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

#### 5.2.11.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.11.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Exposición a sustancias químicas nocivas
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.11.8 Medidas preventivas

- Como norma general, serán de aplicación las medidas preventivas concretas asociadas a la actividad que se esté desarrollando en el lugar de toma de muestras.
- Toda persona que acceda a la obra habrá sido previamente informada sobre los riesgos y las medidas preventivas aplicables. Estará obligado a usar los EPI's necesarios para el desarrollo de su actividad, así como los correspondientes por el medio donde se desarrollen.
- Se habilitarán accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Colocar tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de toma de muestras deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos, señalando los obstáculos.
- Mantener las distancias de seguridad.

- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Se debe tener especial cuidado de no invadir el radio de acción de las máquinas.
- Se señalizará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

#### 5.2.11.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Pasarelas de acceso
- Protección de huecos horizontales
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de salvamento y socorro

#### 5.2.11.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras

- Guantes de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

Excavación en zanjas y pozos

#### 5.2.11.11 Descripción

Consiste en el conjunto de operaciones para abrir zanjas o pozos. Su ejecución incluye las operaciones de excavación por medios mecánicos en todo tipo de suelos, nivelación, formación de caballeros o carga en camión y evacuación del producto removido, así como su transporte. Se contemplará, según el Estudio Geotécnico, posibles entibaciones, cuyo análisis se realiza en el apartado correspondiente.

#### 5.2.11.12 Procedimiento

Se señalizará la traza o ubicación de la excavación a realizar. Se procederá a excavar mediante medios mecánicos según las dimensiones deseadas retirando el material removido.

Las zanjas para alojamiento de tubería serán lo más rectas posibles tanto en planta como en alzado. Además, la excavación se hará de tal forma que minimicen las líneas quebradas, procurando tramos de pendiente uniforme de la mayor longitud posible. El relleno de estas sobre-excavaciones, se efectuará preferentemente con el mismo material que constituya la cama o apoyo de la tubería

Sin embargo, la ejecución de la obra podría determinar que el contenido del Proyecto resultara insuficiente, bien porque se debieran ejecutar excavaciones no previstas en el mismo, porque las condiciones de ejecución se modificaran respecto al contenido del citado documento. El Plan de Seguridad deberá anticiparse a todos esos supuestos, y establecerá la obligación de que en la medida en que se modificara la previsión inicial del Proyecto resultará obligatorio que la empresa contratista acredite la estabilidad de los taludes ejecutados por medio de los correspondientes cálculos justificativos, que serán elaborados por un técnico competente en la materia.

En función de estas especificaciones del Estudio Geotécnico y de los taludes que se vayan a ejecutar, como norma general para las zanjas de profundidad igual o superior a 1,30 m. si no está garantizada la estabilidad del terreno, se procederá a entibar o a la realización de bermas intermedias.

Se seguirán siempre las recomendaciones del Estudio Geotécnico en cuanto a taludes estables, métodos de excavación, contención del terreno, entibaciones y pendiente de los taludes.

#### 5.2.11.13 Maquinaria

- Camiones basculantes
- Cargadoras
- Motovolquetes
- Martillo rompedor
- Retroexcavadoras
- Rozadora para zanjas
- Zanjadoras



- Otras herramientas manuales y eléctricas

#### 5.2.11.14 Medios auxiliares

- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Torres de iluminación

#### 5.2.11.15 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica de Operador de vehículos y maquinaria de movimiento de tierras.

#### 5.2.11.16 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

Todas las actividades que se realicen en el interior de las zanjas deberán realizarse en presencia de un recurso preventivo de la empresa adjudicataria, puesto que los citados trabajos implican un riesgo de especial gravedad.

El recurso preventivo solo autorizará el acceso de los trabajadores al interior de las zanjas cuando haya comprobado que éstas se han ejecutado conforme a lo establecido en el Plan de Seguridad, y que además reúnen las condiciones de estabilidad necesarias para garantizar la seguridad de los trabajadores.

#### 5.2.11.17 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamiento por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel

- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Hundimientos y sepultamientos
- Inundación
- Inmersión y ahogamiento
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Rotura/contacto con instalaciones enterradas
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.11.18 Medidas preventivas

- Antes de permitir el acceso al fondo de las excavaciones, se saneará el talud y borde de las zanjas. Se balizarán a lo largo de su longitud, y si fuese necesario (en función del tipo de excavación) se vallarán.
- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionarán los tajos con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- Se prohíbe actuar en zonas con riesgo de derrumbamiento hasta que no se haya saneado o tratado el terreno para su asegurar su estabilidad.
- En régimen de lluvias y encharcamiento de las zanjas, resultará imprescindible realizar una revisión minuciosa y detallada antes de reanudar los trabajos.
- Frente a la existencia de agua en las zanjas, se vigilará si pueden aparecer cavernas u otras zonas que denoten una posible inestabilidad. En caso de que se produzcan, se prohibirá la presencia de personal en las zanjas hasta que no se hayan saneado, se asegure la estabilidad de los taludes, y no lo autorice el encargado o recurso preventivo presente en el tajo.
- Los procedimientos de trabajo que aplique la empresa contratista se deberán definir de forma que la presencia de los trabajadores en el interior de las excavaciones se reduzca en todo lo posible. Por tanto, deberán adoptarse los mecanismos que permitan que la realización de los trabajos se desarrolle en la medida de lo posible desde el exterior de las excavaciones.

- Si resultara necesario el empleo de entibaciones o blindajes, será necesario que el Adjudicatario incorpore los correspondientes procedimientos de montaje y desmontaje, riesgos asociados a los mismos, medidas preventivas y protecciones oportunas, compromiso de disponer de cálculo justificativo de resistencia y estabilidad.
- Todos los bordes de zanjas se señalizarán mediante malla naranja de tipo stopper situada como mínimo a 1,50 m del borde y las oportunas señales o carteles que adviertan sobre el riesgo de caída.
- Todos los bordes de zanjas que superen los 2 m. de altura se protegerán mediante barandilla reglamentaria de 1 m de altura. Dicha barandilla, que se instalará a una distancia del borde de las excavaciones que no altere las condiciones de estabilidad de los taludes, definirá una zona restringida que no se podrá invadir salvo que previamente se hayan dispuesto otras protecciones adecuadas, tales como puntos fijos y estables a los que los operarios anclen su arnés de seguridad. Finalmente, la disposición de estos puntos estables o de las barandillas en ningún caso representará riesgo de caída en altura para los trabajadores intervinientes en dichas operaciones, ya que se colocarán a una distancia suficiente del borde para que los trabajadores no se vean expuestos a situaciones de riesgo.
- Se prohíbe la ejecución de trabajos de manera simultánea y en niveles superpuestos en el fondo y el exterior de las zanjas.
- Bajo ningún concepto podrán concurrir en la zona de trabajo las operaciones de replanteo, medición, toma de muestras etc. u otras que se debieran realizar a pie por los trabajadores, con las de apertura de zanjas. Si por cualquier motivo se debieran solapar, se detendrá toda la maquinaria de excavación, que no reanudará su actividad hasta que se realicen las citadas labores.
- El acceso y salida de una zanja, se efectuará bien mediante rampa debidamente acondicionada en una o ambas cabeceras o bien mediante una escalera de mano sólida, anclada en el borde superior de la excavación y apoyada sobre una superficie sólida. La escalera, cuya longitud no superará los 5 m., sobrepasará en 1 m, el borde de excavación.
- Quedan prohibidos los acopios (tierras, materiales, etc.) a una distancia inferior a la mitad de la profundidad de zanja, del borde de la zanja, como norma general y a una distancia inferior a la profundidad de la zanja en terrenos arenosos. Deberá estudiarse en función del tipo de terreno.
- El acopio de material excavado solo se realizará a un lado de la excavación.

- Se instalará balizamiento mediante cinta o malla a una distancia mínima de seguridad de 1,0 m del borde de excavación, con intención de que se disponga siempre de un resguardo mínimo que en caso de traspaso evite la caída al interior de la excavación.
- Si los trabajos requieren iluminación se efectuará mediante torretas aisladas con toma a tierra, en las que se instalarán proyectores de intemperie, alimentados a través de un cuadro eléctrico general de obra, la alimentación de las lámparas se efectuará a 24 V., los portátiles estarán provistos de rejilla protectora y de carcasa-mango aislados eléctricamente.
- Para el mantenimiento de taludes que deberán quedar estables durante largo tiempo se podrá tender sobre la superficie de los mismos una malla de alambre galvanizado firmemente sujeta al terreno, mediante redondos de hierro de 1 m., de longitud hincados en el terreno. La malla metálica puede sustituirse por una red de las empleadas en edificación.
- Se hará una inspección continuada del comportamiento de la protección de los taludes, en especial, tras alteraciones climáticas o meteóricas.
- Se revisará el estado de cortes o taludes a intervalos regulares en aquellos casos en los que puedan recibir empujes exógenos por proximidad de caminos transitados por vehículos; y en especial si en la proximidad se establecen tajos con uso de martillos neumáticos, compactaciones por vibración o paso de maquinaria para el movimiento de tierras.
- No se admitirá trabajar en el interior de zanjas inundadas de agua, se procederá al achique y se revisará el estado del fondo y paramentos de la excavación antes de que se ejecute ningún trabajo en el interior.
- Se emplearán planchas salvazanjas para el paso de vehículos y peatones. Para la colocación de planchas de acero se deberá tener especial cuidado en su descarga, no poniendo pies o manos debajo de la plancha.
- Se utilizarán topes limitadores de avance, situados a una distancia mínima de seguridad del borde de zanja (mínimo 2 m) para camiones en las operaciones de retroceso para la carga y descarga de tierras.
- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- En cuanto a las interferencias con líneas de alta tensión, la medida fundamental es el mantenimiento de las distancias de seguridad, las cuales aumentan a medida que lo hace la tensión. En caso de posibles interferencias y de no poder mantener las distancias de seguridad, se procurará la anulación temporal de la tensión de la línea o bien el desvío de la misma a la colocación de aislamientos por la

Compañía Eléctrica. A la hora de establecer las distancias mínimas, hay que prever que los cables pueden desplazarse cuando hace viento. Se deben balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.

- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Desbroce previo del área de obra.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.
- En ningún caso se circulará con el remolque en posición elevada.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a las caídas y tropiezos evitando o señalando los obstáculos.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Recopilación de información y detección según la técnica adecuada de los distintos servicios afectados.
- Se garantizará el drenaje del fondo de la excavación.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se señalizará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se utilizarán aquellas máquinas o herramientas que produzcan un nivel de vibración más bajo.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.

- Si fuese necesario pasar por encima de la zanja se colocará una pasarela con barandillas.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de cinturones porta herramientas
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

#### 5.2.11.19 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Detectores de redes y servicios
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Pasarelas de acceso
- Protección de huecos horizontales
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Sistema de protección contra incendios
- Topes de desplazamiento de vehículos

#### 5.2.11.20 Equipos de protección individual

- Botas impermeables
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Gafas de protección
- Guantes de protección



- Máscaras o mascarillas y filtros
- Protecciones auditivas tipo orejera
- Ropa de señalización de alta visibilidad
- Tapones

## Rellenos

### 5.2.11.21 Descripción

Trabajos necesarios para la ejecución de rellenos en trasdós, saneos y en zanjas. Incluyendo las operaciones de aporte y acondicionamiento, necesarios para rellenar hasta la cota del terreno definitivo. Incluye las labores manuales junto a los tubos, paramentos o lugares de difícil acceso para la maquinaria.

### 5.2.11.22 Procedimiento

Esta unidad consiste en la extensión y compactación de suelos, procedentes de excavaciones, préstamos o canteras, en relleno de zanjas, trasdós de obras de fábrica, cimentación o apoyo de estribos o cualquier otra zona, que por su reducida extensión, compromiso estructural u otra causa no permita la utilización de los mismos equipos de maquinaria con que se lleva a cabo la ejecución del resto del relleno, o bien exija unos cuidados especiales en su construcción.

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en lo que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas fuera del área donde vaya a construirse el relleno antes de comenzar la ejecución. Salvo en el caso de zanjas de drenaje, si el relleno hubiera de construirse sobre terreno inestable se asegurará la eliminación de este material o su estabilización.

Los materiales de relleno se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada. El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido.

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes y si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con los medios adecuados.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión.

Las camas granulares en zanjas se realizarán en dos etapas. En la primera parte se ejecutará la parte inferior de la cama, con superficie plana, sobre la que se colocan los tubos, acoplados y acuñados. En una segunda etapa se realizará el resto de la cama rellenando a ambos lados del tubo hasta alcanzar el ángulo de apoyo exigido.

Se prestará especial cuidado durante la compactación de los rellenos de zanja para conducciones, de modo que no se produzcan ni movimientos ni daños en la tubería, a cuyo efecto se reducirá, si fuese necesario, el espesor de las tongadas y la potencia de la maquinaria de compactación.

### 5.2.11.23 Maquinaria

- Bandejas vibrantes



- Camiones basculantes
- Camiones cisterna para riegos
- Camiones grúa
- Compactadoras manuales
- Estabilizadora de suelos
- Motovolquetes
- Manipuladores telescópicos
- Minicargadoras
- Retroexcavadoras
- Rodillos compactadores
- Pisones compactadores
- Otras herramientas manuales y eléctricas

#### 5.2.11.24 Medios auxiliares

- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Pasarelas de obra
- Plataforma de descarga
- Torres de iluminación

#### 5.2.11.25 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para trabajos de movimiento de tierras.

#### 5.2.11.26 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.11.27 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Hundimientos y sepultamientos
- Inundación
- Inmersión y ahogamiento
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.11.28 Medidas preventivas

- Si el terreno donde se asienta el relleno fuera inestable, previo al inicio de los trabajos, se eliminará este material o se estabilizará.
- Se vigilará que la superficie de las tongadas tenga la pendiente transversal necesaria para evitar que se produzca erosión durante la evacuación de aguas.
- Si el relleno se realiza en el interior de las excavaciones o zanjas, el personal accederá al tajo por un acceso seguro de escalera o plataforma de descenso.
- Se deberán prever accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Contra las distensiones musculares, se prevé que el asiento del conductor del rodillo de compactación autopropulsado esté dotado de absorción de las vibraciones de la máquina.

- Los pasos para el recorrido de personal al tajo estarán delimitados y acondicionados correctamente. Se empleará valla para limitar los pasos y serán sobre superficie regular sin desnivel. En caso de existir desnivel se peldañearán correctamente.
- Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible, que llevarán siempre escrita de forma legible.
- Cada equipo de carga para rellenos será dirigido por un operario de a pie que coordinará y dirigirá las maniobras.
- Los trabajos en cotas inferiores cercanas a terraplenes y pedraplenes estarán suspendidos durante las labores de relleno.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.
- En ningún caso se circulará con el remolque en posición elevada.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos que puedan producir chispas.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean de pozos, vaciados o similar.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m., (como norma general) en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento. (La visibilidad para el maquinista es inferior a la deseable dentro del entorno señalado).
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- Las rampas de acceso y viales serán ejecutadas con pendientes estudiadas lo menos elevadas posible. En caso de existir pendientes elevadas, se limitará el tipo de maquinaria que pueda

acceder a las mismas en función de las características de dicha maquinaria en lo referente a su máxima pendiente de circulación establecida por el fabricante.

- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Recopilación de información y detección según la técnica adecuada de los distintos servicios afectados.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se colocarán los acopios de forma que esté a la menor altura posible.
- Se dispondrá de información meteorológica y se controlarán indicadores tales como temperatura, humedad, etc.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se señalizará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se utilizarán aquellas máquinas o herramientas que produzcan un nivel de vibración más bajo.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Todo el personal que maneje los camiones y máquinas para estos trabajos será especialista en el manejo de estos vehículos, estando en posesión de la documentación de capacitación acreditativa.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas. La carga de camiones y movimiento de la maquinaria serán controlada por los señalistas en las situaciones que así se requiera (poca visibilidad, salida a vía pública, etc.).

#### 5.2.11.29 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierras

- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Iluminación provisional
- Protección de huecos horizontales
- Pórticos de limitación de gálibo
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Sistema de protección contra incendios
- Topes de desplazamiento de vehículos

#### 5.2.11.30 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cinturones porta herramientas
- Cremas protectoras
- Guantes de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

#### 5.2.12 Soldadura eléctrica

##### 5.2.12.1 Descripción

Consiste en hacer pasar la corriente eléctrica entre dos conductores, el electrodo y las piezas a soldar (también llamadas masa).

El arco salta, por tanto, entre las piezas a unir y el electrodo metálico que, a su vez, actúa como metal de aportación.

Las temperaturas que se alcanzan pueden superar los 3.500 °C, fundiéndose el metal del electrodo y depositándose sobre las piezas y los bordes de las piezas a unir. Se obtiene de esta forma un baño de metal fundido que al solidificar proporciona la unión entre las piezas

##### 5.2.12.2 Procedimiento

Soldar es cubrir una junta con un hilo de metal o unir una pieza con otra.

El proceso empieza ajustando y asegurando apropiadamente las piezas, o metales a soldar, que se van a unir. Para piezas gruesas, tal vez se deba limar un bisel para después rellenarlo con los puntos de soldadura y formar una superficie sólida de unión. Estos son los pasos básicos para completar una soldadura sencilla:

#### *Producir el arco*

Este es el proceso de crear un arco eléctrico “entre” la punta del electrodo y la pieza a trabajar. Si el electrodo simplemente se “pega” permitiendo a la corriente pasar directamente a la pieza con la pinza de masa, no se producirá suficiente calor como para derretir el electrodo y no se fundirán los metales.

#### *Mover el arco para crear un punto o gota de soldadura*

La “gota” o punto de soldadura es la forma de metal que se produce cuando el electrodo y el metal de base se funden juntos. Así se rellena el espacio entre las piezas que se están uniendo y quedan soldadas.

#### *Da forma a la soldadura*

Esto se hace moviendo el arco atrás y adelante sobre la zona a soldar, en zigzag o en movimiento de 8, de forma que el metal se distribuya por todo lo ancho del espacio entre las piezas para que la soldadura quede de manera adecuada.

#### *Pulir y cepillar la soldadura entre una pasada y otra*

Cada vez que se complete una “pasada”, o vuelta de un extremo a otro de la soldadura, es necesario quitar la escoria o pedazos de electrodo derretido que queden en la superficie del punto de soldadura, de modo que solo quede el metal más sólido antes de proceder con la siguiente pasada.

#### **5.2.12.3 Maquinaria**

- Grupos electrógenos
- Equipos de soldadura por arco eléctrico
- Motosoldadoras
- Plataformas elevadoras. PEMP
- Otras herramientas manuales y eléctricas

#### **5.2.12.4 Medios auxiliares**

- Escaleras manuales
- Torres de iluminación

#### **5.2.12.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades**

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para soldadura eléctrica.

#### 5.2.12.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.12.7 Riesgos comunes

- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...).
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Intoxicación o asfixia
- Incendio y explosión
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.12.8 Medidas preventivas

- El izado de materiales de longitud considerable se realizará eslingadas de dos puntos, de forma tal, que el ángulo superior a nivel de la argolla de cuelgue que forman las dos hondillas de la eslinga sea igual o menor que 90°, para evitar los riesgos por fatiga del medio auxiliar.



- El izado de estos materiales se guiará mediante cuerdas hasta su “presentación”, nunca directamente con las manos, para evitar los empujones, corte y atrapamientos.
- No se elevará en esta obra una nueva altura, hasta haber concluido el cordón de soldadura de la cota punteada, para evitar situaciones inestables de la estructura.
- La soldadura de elementos estructurales no se realizará a una altura superior a una planta. Se ejecutará el trabajo desde una PEMP. El soldador irá provisto de arnés de seguridad y se le suministrará los necesarios puntos de anclaje cómodo y "cables de circulación" todo ello para evitar caídas de altura.
- Se suspenderán los trabajos de soldadura en esta obra (montaje de estructuras) con vientos iguales o superiores a 60 Km/h.
- Se suspenderán los trabajos de soldadura a la intemperie bajo el régimen de lluvias, en prevención del riesgo eléctrico.
- Se tenderán entre puntos fijos y resistentes, de forma horizontal, cables de seguridad firmemente anclados, por los que se deslizarán los “mecanismos paracaídas” de los cinturones de seguridad, cuando se camine sobre zonas con riesgo de caída desde altura.
- Las escaleras de mano a utilizar durante el montaje de la estructura serán metálicas con ganchos en cabeza y en los largueros para inmovilización, en prevención de caídas por movimientos indeseables.
- Los portaelectrodos a utilizar, tendrán el soporte de manutención en material aislante de la electricidad.
- Las operaciones de soldadura a realizar en zonas húmedas muy conductoras de la electricidad no se realizarán con tensiones superiores a 50 voltios. El grupo de soldadura estará en el exterior del recinto en el que se efectuó la operación de soldar.
- Las operaciones de soldadura, no se realizarán con tensiones superiores a 150 voltios si los equipos están alimentados por corriente continua.
- El banco para soldadura fija tendrá aspiración forzada instalada junto al punto de soldadura.
- En caso de trabajar en un taller se utilizarán mamparas de separación de puestos de trabajo para proteger al resto de operarios. El material ha de ser opaco o translúcido robusto y debe estar a una distancia del suelo mínima de 50 cm para facilitar la ventilación.
- El taller de soldadura se limpiará diariamente eliminando del suelo, clavos, fragmentos y recortes, en prevención de los riesgos de pisadas sobre materiales, tropezones o caídas.

- El taller de soldadura de esta obra estará dotado de un extintor de polvo químico seco y sobre la hoja de la puerta, señales normalizadas de “riesgo eléctrico” y “riesgo de incendios”.
- Durante la soldadura no mirar nunca directamente al arco voltaico.
- No cebar el arco de soldadura cerca de personas que no estén dotadas de la protección visual adecuada.
- Antes de empezar, inspeccionar todo el equipo, la máquina debe estar en un lugar limpio, despejado donde haya buena ventilación y que no haya humedad; los cables de alimentación de energía deben estar en buenas condiciones, el encauchado no debe tener averías y el enchufe en buenas condiciones.
- La máquina debe tener una conexión a tierra externa y visible para evitar choques eléctricos al hacer contacto el cuerpo del operario con la carcasa.
- Las pinzas porta electrodos y para hacer masa a tierra deben tener buena elasticidad para que queden ajustadas y no se recalienten por mal contacto.
- Los cables deben quedar tendidos en suelos secos y no se deben arrastrar ni ser pisados, deben colocarse siempre a lo largo de su ruta de trabajo siempre que sea posible.
- Antes de iniciar la soldadura debe inspeccionarse el área adyacente para evitar que haya elementos combustibles al alcance de las chispas producidas por el electrodo.
- El elemento a soldar debe estar libre de cualquier elemento combustible.
- No dejar la máquina funcionando en caso de que se tenga que ausentar del puesto de trabajo.
- No permitir uso del equipo a personas que no estén autorizadas por la empresa.
- Mantener un extintor cerca para prevenir un incendio.
- Desconectar la máquina al terminar la tarea.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Iluminación suficiente.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean de pozos, vaciados o similar.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.

- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Reducción, al mínimo posible, del número de trabajadores que estén o puedan estar expuestos.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se establecerán medidas para garantizar una ventilación adecuada.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se recomienda rotar los puestos, funciones y tareas, así como realizar descansos, evitando o reduciendo exposiciones a agentes que en tiempo prolongado puedan resultar dañinos.
- Se señalizará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Uso de cinturones porta herramientas

#### 5.2.12.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierra
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Iluminación provisional
- Pantallas contra la proyección de partículas
- Protección de huecos horizontales
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalización de salvamento y socorro
- Sistema de protección contra incendios
  - Extintores
  - Mantas ignífugas
- Ventilación o extracción

#### 5.2.12.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cremas protectoras
- Equipos respiratorios

- Guantes de soldador
- Máscaras o mascarillas y filtros
- Pantallas de soldador
- Polainas de soldador
- Ropa de soldador

#### Montaje de ferralla

##### 5.2.12.11 Descripción

Actividad que incluye todas las acciones con barras metálicas, ferralla, desde que es suministrada hasta que queda montada en su posición definitiva en obra.

##### 5.2.12.12 Procedimiento

Los trabajos consisten en la maniobra con la ferralla suministrada, desde el acopio, manipulación, modificación “in situ” para adecuarla a su ubicación, y finalmente su montaje y colocación de forma estable y resistente, incluyendo la soldadura o atado de barras, replanteo, nivelación, instalación de separadores y protección de los extremos punzantes.

Previo a la elaboración y montaje del acero corrugado la oficina técnica de obra realizará el despiece de las armaduras representadas en los planos, a partir de las dimensiones de los elementos estructurales de hormigón armado y de las longitudes precisas para el montaje: separadores, pates, etc., teniendo en cuenta los recubrimientos, las longitudes de anclaje, y las longitudes de empalmes por solapes, indicadas en los planos y en su defecto calculadas según la norma.

Para una correcta ejecución de estos trabajos, el hierro será elaborado en taller y colocado en obra. Durante la colocación de la ferralla se colocarán también los tubos o conducciones de desagües y drenajes del elemento si procediera la misma.

El montaje de las piezas que forman la armadura de elementos estructurales se podrá realizar en el taller de ferralla, siempre que se cumplan los siguientes requisitos:

- La configuración de este no impida la colocación de elementos completos.
- La rigidez del elemento montado permita su transporte sin deformaciones.
- Las dimensiones del elemento montado; peso o volumen, no impida su transporte, izado o colocación in situ.

El replanteo se realizará mediante líneas topográficas pintadas con tiza, o marcas topográficas fijadas, en los encofrados o elementos estructurales hormigonados, la cota del hormigón de limpieza y la cota de la armadura superior y de la superficie superior del hormigón, la situación en planta, la separación entre las barras el final de barras, y demás señales que aseguren la correcta colocación de las armaduras según los planos del Proyecto.

Se colocan los separadores y calzos de mortero o plástico, firmemente sujetos a las barras para que no se muevan durante la puesta en obra del hormigón, de un tamaño que asegure el recubrimiento

establecido en los planos de Proyecto, y a una separación adecuada a la rigidez de la armadura, que asegure el mantenimiento del espesor del recubrimiento durante la puesta en obra del hormigón.

La armadura colocada y montada se fija respecto a los encofrados, de modo que se impida el desplazamiento de la armadura respecto al encofrado, durante la puesta en obra del hormigón.

Se colocan las esperas de forma que no sea preciso desplazarlas (grifado) para realizar correctamente los empalmes por solapo con las armaduras de los elementos estructurales de las siguientes fases del hormigonado, con los recubrimientos adecuados.

Los cortes de armaduras y los refuerzos suplementarios para huecos o elementos embebidos, se realizan según detalles constructivos expresamente preparados por la Oficina Técnica de Obra para cada caso.

Finalizada la colocación de las armaduras y previamente a la puesta en obra del hormigón, se realiza la limpieza del fondo del encofrado. Si por la geometría del elemento estructural el fondo del encofrado queda inaccesible al final del montaje, se realizará la limpieza en fases anteriores.

#### 5.2.12.13 Maquinaria

- Camiones grúa
- Cizallas
- Dobladoras
- Enderezadoras
- Estribadoras
- Equipos de soldadura
- Grúas torre
- Grupos electrógenos
- Mesas de corte
- Radiales
- Otras herramientas manuales y eléctricas

#### 5.2.12.14 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Escaleras de mano
- Torres de iluminación

#### 5.2.12.15 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para ferrallado.

#### 5.2.12.16 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.12.17 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamiento por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contacto eléctrico
- Contactos térmicos
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...).
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.12.18 Medidas preventivas

- Se habilitará en obra un espacio dedicado al acopio clasificado de los redondos de ferralla próximo al lugar de montaje de armaduras.
- Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores a 1,5 m.
- No sobrecargar las plataformas de andamios con excesiva carga de redondos durante el ferrallado.

- El transporte aéreo de paquetes de armaduras mediante grúa se ejecutará suspendiendo la carga de dos puntos separados.
- No utilizar alambre o cercos de cierre para el izado de los paquetes. Horcar correctamente la carga mediante cadena.
- La ferralla montada se transportará al punto de ubicación suspendida del gancho de la grúa mediante cadenas que la sujetarán de dos puntos distantes para evitar deformaciones y desplazamientos no deseados.
- No se emplearán eslingas textiles, ya que pueden ser cortadas fácilmente por los rebordes de armaduras. Se emplearán cables o cadenas.
- Los fragmentos sueltos de ferralla, se transportarán apilados ordenadamente en el interior de plataformas con zócalos alrededor, vigilando que no puedan caer os objetos por desplome durante el transporte a gancho.
- Se prohíbe el transporte vertical de armaduras de pilares o vigas, sólo se permitirá la elevación vertical de pilares para la colocación en su lugar, una vez transportado al tajo.
- La ferralla montada se almacenará en los lugares designados a tal efecto separado del lugar de montaje.
- Los desperdicios o recortes de hierro y acero, se recogerán acoplándose en el lugar determinado para su posterior carga y posterior transporte a vertedero.
- Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco de trabajo.
- Las herramientas usadas para cortar y doblar se mantendrán en correcto estado de uso; tendrán protegidas todas sus partes peligrosas, y específicamente estarán dotadas de las protecciones adecuadas para evitar el accidente de tipo eléctrico, en aquellas que funcionan con este tipo de energía.
- Se prohíbe trepar por armaduras verticales, en cualquier caso.
- Se instalarán caminos de tablonos que permitan la circulación sobre solera o cimientos en fase de armado (o tendidos de mallazo de reparto).
- Las armaduras antes de su colocación estarán completamente terminadas, reduciéndose así al mínimo tiempo imprescindible el acceso de personal al fondo de zanjas y pozos de cimentación.
- Las esperas en zonas de paso de operarios, así como las esperas verticales con posibilidad de caída de operarios estarán protegidas.
- En caso de premontar la ferralla en obra, será necesario utilizar estructuras auxiliares de soporte correctamente diseñadas y fabricadas (siempre metálicas).



- El izado y colocación de la ferralla premontada será realizado, en caso necesario mediante balancines adecuados al uso.
- En caso de corte o pinchazo con ferralla acudir de inmediato a la mutua para su evaluación y en caso necesario vacunación.
- El ferrallado de muros, pilares y elementos verticales que no sea mediante ferralla premontada será realizado mediante andamio modular correctamente instalado.
- Queda prohibido como instalación de obra los cables de alimentación de las máquinas del taller que no estén debidamente protegidas de los efectos mecánicos, bajo tubo u otras medidas similares, no permitiéndose en ningún caso que permanezcan los conductores por la ferralla.
- Las maniobras de ubicación “in situ” de ferralla montada se guiará mediante un equipo de tres hombres, dos guiarán mediante sogas o cabos en dos direcciones la pieza a situar, siguiendo las instrucciones del tercero que procederá manualmente a efectuar las correcciones de aplomado.
- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Adecuar el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos que puedan producir chispas.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por delante y por detrás de las pasarelas y encofrados.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Mantener las distancias de seguridad.
- Montaje de línea de vida anclada a los encofrados o elementos resistentes.

- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No se soltarán los enganches de grupos de barras hasta no estar en posición nivelada y estable y nunca tras ellas en pendiente.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento
- No transportar cargas que, por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Planificación preventiva del acceso durante las diferentes fases del ferrallado.
- Planificación de los recorridos aéreos de la ferralla.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Se señalizará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

#### 5.2.12.19 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de riesgos
- Señalista
- Sistema de protección contra incendios

- Tapón de plástico para protección de armaduras tipo “seta”

#### 5.2.12.20 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Líneas de vida
- Ropa de señalización de alta visibilidad

#### Montaje de estructura metálica

##### 5.2.12.21 Descripción

Esta actividad corresponde a las operaciones de construcción de elementos sustentantes, verticales y horizontales, utilizando como material principal el acero. Las principales operaciones consisten en realizar trabajos de soldadura en altura y ensamblajes de estructuras metálicas, vigas, pilares, etc.

##### 5.2.12.22 Procedimiento

Las obras consistirán en la ejecución de las estructuras de acero, y de las partes de acero correspondientes a las estructuras mixtas de acero y hormigón.

Normalmente se cumplirán estos hitos:

- Ejecución en taller de la estructura.
- Expedición, transporte y montaje de la misma.
- Prestación y erección de todos los andamios y elementos de elevación y auxiliares que sean necesarios, tanto para el montaje como para la realización de la función inspectora.

La estructura metálica será, provisional y cuidadosamente, montada en blanco en el taller, para asegurarse de la perfecta coincidencia en el taladro de los diversos elementos que han de unirse, o de la exacta configuración geométrica de los elementos concurrentes.

Cuando la estructura sea de tamaño excepcional, no siendo suficientes los medios habituales y corrientes de que se puede disponer para el manejo y colocación de los diversos elementos de la misma, se realizará el montaje por separado de los elementos principales y secundarios.

El proceso de montaje será el previsto en los Planos. Antes del montaje en blanco en el taller, o del definitivo en obra, todas las piezas y elementos metálicos que constituyen la estructura serán

fuertemente raspados con cepillos metálicos, para separar del metal toda huella de oxidación y cuantas materias extrañas pudiera tener adheridas.

Las manipulaciones necesarias para la carga, descarga, transporte, almacenamiento a pie de obra y montaje, se realizarán con el cuidado suficiente para no provocar solicitaciones excesivas en ningún elemento de la estructura, y para no dañar ni a las piezas ni a la pintura. Se cuidarán especialmente, protegiéndolas si fuera necesario, las partes sobre las que hayan de fijarse las cadenas, cables o ganchos a utilizar en la elevación o sujeción de las piezas de la estructura.

Se corregirá cuidadosamente, antes de proceder al montaje, cualquier abolladura, comba o torcedura que haya podido provocarse en las operaciones de transporte. Si el defecto no puede ser corregido, o se presume que, después de corregido, puede afectar a la resistencia o estabilidad de la estructura, la pieza en cuestión será rechazada; marcándola debidamente para dejar constancia de ello.

Durante su montaje, la estructura se asegurará provisionalmente mediante pernos, tornillos, calzos, apeos, o cualquier otro medio auxiliar adecuado; debiendo quedar garantizadas, con los que se utilicen, la estabilidad y resistencia de aquélla, hasta el momento de terminar las uniones definitivas.

En el montaje, se prestará la debida atención al ensamble de las distintas piezas, con el objeto de que la estructura se adapte a la forma prevista en el Proyecto; debiéndose comprobar, cuantas veces fuese necesario, la exacta colocación relativa de sus diversas partes.

No se comenzará el roblonado, atornillado definitivo, o soldeo de las uniones de montaje, hasta que no se haya comprobado que la posición de las piezas a que afecta cada unión coincide exactamente con la definitiva; o, si se han previsto elementos de corrección, que su posición relativa es la debida, y que la posible separación de la forma actual, respecto de la definitiva, podrá ser anulada con los medios de corrección disponibles.

Las placas de asiento de los aparatos de apoyo sobre los macizos de fábrica y hormigón se harán descansar provisionalmente sobre cuñas, y se inmovilizarán una vez conseguidas las alineaciones y aplomos definitivos; no procediéndose a la fijación última de las placas mientras no se encuentren colocados un número de elementos suficientes para garantizar la correcta disposición del conjunto.

#### 5.2.12.23 Maquinaria

- Camiones grúa
- Equipos de soldadura por oxicorte
- Equipos de soldadura por arco eléctrico
- Grúas móviles
- Grúas torre
- Grupos electrógenos
- Manipuladores telescópicos.
- Motosoldadoras
- Plataformas elevadoras

- Radiales
- Taladradoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

#### 5.2.12.24 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Plataforma de descarga
- Transpaletas hidráulicas
- Torres de iluminación

#### 5.2.12.25 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para montaje de estructuras metálicas.

#### 5.2.12.26 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.12.27 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamiento por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas

- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Enfermedades profesionales producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos.
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.12.28 Medidas preventivas

- La perfilería se transportarán de manera que el traqueteo, las sacudidas, los golpes o el peso de las cargas no pongan en peligro la estabilidad de las piezas, o del vehículo, debiendo estar firmemente sujetas las bridas o eslingas a las piezas.
- El almacenaje o acopio de los elementos se ubicará en una zona en la que los recorridos de la grúa que los va a elevar para proceder a su montaje no afecte a posibles trabajos bajo el área de acción de las cargas suspendidas.
- El lugar donde se almacenen será capaz de resistir el peso de las piezas, siendo horizontal.
- Para las operaciones de enganche se ha de comprobar que los anclajes que traen las piezas estén en correctas condiciones, comprobándose que las piezas no presentan zonas deterioradas con el consiguiente peligro de desprendimiento al izarse.
- Los cables empleados en las operaciones de izado deberán ser revisados periódicamente, desechándose cuando presenten el menor defecto.
- Empleo de ganchos y grilletes con cierres de seguridad.
- Las tenazas, abrazaderas u otros accesorios utilizados para el izado serán de forma y dimensiones que puedan garantizar una sujeción firme sin dañar al elemento, debiendo llevar marcada la carga máxima admisible en las condiciones más desfavorables de izado.
- La grúa o aparato de elevación será adecuado a las cargas a elevar.
- Se prohíbe el izado y montaje de elementos prefabricados pesados en régimen de fuertes vientos (más de 50 km/h).
- Si la zona de operaciones no queda dentro del campo visual del operador de grúa, se emplearán señalistas y cuantos trabajadores sean precisos, no permaneciendo ninguno de ellos bajo la vertical de la carga suspendida.

- Señalizar y acotar los posibles desniveles.
- El trabajo en altura se hará desde plataformas o andamios, si no fuera posible se empleará redes de protección, arnés de seguridad, sujetos a elementos fijos o a líneas de vida.
- Se revisarán las eslingas, grilletes y útiles de izado.
- Se utilizarán cuerdas (cabos y estrobos) para guiar las cargas suspendidas.
- La colocación de las piezas en su posición definitiva se hará en descenso vertical y lo más lentamente posible.
- Se fijarán los perfiles mediante tirantes u otros medios antes de proceder al desengancho de las eslingas.
- Los perfiles en el momento de su colocación estarán exentos de hielo y nieve.
- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Colocación de elementos provisionales como cables, puntales, etc., para garantizar la estabilidad.
- Colocar tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Elevar la carga lo suficiente para evitar obstáculos.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Mantener las distancias de seguridad.
- Nivelación y compactación de suelos antes de utilizar maquinaria de elevación.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.



- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Pestillos de seguridad en ganchos.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Recopilación de información y detección según la técnica adecuada de los distintos servicios afectados.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se señalizará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Solo será permitido el uso de móviles mediante manos libres durante la conducción de maquinaria.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Técnica correcta de movimiento de ascenso y descenso entre distintos niveles.
- Tensión previa de los cables una vez enganchada la carga.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Verificación del suelo sobre el que apoya la plataforma.
- Se adoptarán todas las medidas preventivas descritas en el presente Estudio para los trabajos de soldadura.

#### 5.2.12.29 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Protección de huecos horizontales
- Redes de protección

- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Sistema de protección contra incendios

#### 5.2.12.30 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Dispositivos anticaídas (retráctil o deslizante)
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Líneas de vida
- Ropa de señalización de alta visibilidad

#### 5.2.13 Solera de hormigón

##### 5.2.13.1 Descripción

Las soleras de hormigón son elementos no estructurales destinados a proporcionar un firme horizontal en determinadas zonas de las edificaciones, ya sea como acabado definitivo o como base para recibir otro tipo de pavimentos.

Las soleras de hormigón no tienen en principio misión estructural, normalmente la escasa resistencia a flexotracción del hormigón es suficiente para resistir los esfuerzos que recibe, por lo que la misión del armado es la de resistir las tensiones de tracción que se producen por fenómenos higrotérmicos.

##### 5.2.13.2 Procedimiento

###### 5.2.13.2.1 Preparación de la superficie

Se limpiará adecuadamente la capa de asiento de la solera.

###### 5.2.13.2.2 Colocación de lámina

Sobre la superficie de asiento es conveniente colocar una lámina de polietileno antes de verter el hormigón de la solera.

La misión de esta capa de polietileno es, por un lado, permitir el libre movimiento de la masa de hormigón sobre el soporte, reduciendo el rozamiento entre ambas capas y por otro lado evitar la pérdida de lechada de la masa de hormigón y el posible ascenso de humedades de capilaridad, aunque también puede tener el inconveniente de no drenar adecuadamente el agua que provenga desde el exterior hacia la subbase.

#### *5.2.13.2.3 Colocación de la armadura*

Sobre los separadores adecuadamente distribuidos se colocará el mallazo necesario.

#### *5.2.13.2.4 Fabricación y transporte del hormigón*

Para el transporte del hormigón se utilizarán procedimientos adecuados para conseguir que las masas lleguen al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas.

El tiempo transcurrido entre la adición de agua del amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.

#### *5.2.13.2.5 Entrega del hormigón*

La entrega del hormigón deberá regularse de manera que su puesta en obra se efectúe de forma continua. El tiempo transcurrido entre entregas no podrá rebasar lo indicado en la Norma EHE.

#### 5.2.13.2.6 Vertido de hormigón

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a 2 m, quedando prohibido verterlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillos, o hacerlo avanzar más de 1 m dentro de los encofrados. Se procurará siempre que la distribución del hormigón se realice en vertical, evitando proyectar el chorro de vertido sobre armaduras o encofrados.

Al verter el hormigón, se vibrará para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente las zonas en que exista gran cantidad de ellas, y manteniendo siempre los recubrimientos y separaciones de las armaduras especificadas en los planos.

#### 5.2.13.2.7 Compactación del hormigón

El Director de las Obras aprobará, a propuesta del Contratista, el espesor de las tongadas de hormigón, así como la secuencia, distancia y forma de introducción y retirada de los vibradores.

Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones locales ni fugas importantes de lechada por las juntas de los encofrados. La compactación será más cuidadosa e intensa junto a los paramentos y rincones del encofrado y en las zonas de fuerte densidad de armaduras, hasta conseguir que la pasta refluya a la superficie.

La distancia entre puntos de inmersión será la adecuada para dar a toda la superficie de la masa vibrada un aspecto brillante; como norma general será preferible vibrar en muchos puntos por poco tiempo a vibrar en pocos puntos prolongadamente.

Cuando se empleen vibradores de inmersión deberá darse la última pasada de forma que la aguja no toque las armaduras.

Antes de comenzar el hormigonado, se comprobará que existe un número de vibradores suficiente para que, en caso de que se averíe alguno de ellos, pueda continuarse el hormigonado hasta la próxima junta prevista.

En el caso del hormigón pretensado la compactación se efectuará siempre mediante vibrado. Se pondrá el máximo cuidado en que los vibradores no toquen las vainas para evitar su desplazamiento o su rotura y consiguiente obstrucción. Durante el vertido y compactado del hormigón alrededor de los anclajes, deberá cuidarse de que la compactación sea eficaz, para que no se formen huecos ni coqueras y todos los elementos del anclaje queden bien recubiertos y protegidos.

#### 5.2.13.2.8 Juntas

Uno de los puntos más importantes a tener en cuenta para ejecutar correctamente una solera de hormigón es la colocación de juntas, de manera que se permita el movimiento de la masa de hormigón en cualquier sentido y evitar así fisuración superficial. Los tipos de juntas son:

- De separación
- De pilares
- De retracción
- Estructurales



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
EN LA ETAP DE MALADAHONDA  
Anejo Nº 12. Estudio de Seguridad y Salud

#### 5.2.13.2.9 Fratasado

5.2.13.2.10 Después del vertido y compactación se procede, en su caso, al fratasado superficial de la solera. Se espolvorea el material en polvo, que normalmente es cuarzo-corindón y se pasan las fratasadoras mecánicas hasta dejar la solera en condiciones óptimas.

#### 5.2.13.2.11 Curado del hormigón

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento, se someterá al hormigón a un proceso de curado que se prolongará a lo largo del plazo adecuado en el que, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del hormigón. Para lo cual deberá curarse mediante procedimientos que no produzcan ningún tipo de daño en superficie, cuando esta haya de quedar vista, ni suponga la aportación de sustancias perjudiciales para el hormigón.

#### 5.2.13.3 Maquinaria

- Retroexcavadoras
- Motovolquetes
- Bombas de hormigón autopropulsadas
- Camiones grúa
- Camiones de suministro
- Camiones hormigonera
- Fratasadoras
- Grúas torre
- Grúas autopropulsadas
- Grupos electrógenos
- Hormigoneras móviles
- Manipulador telescópico
- Minicargadoras
- Miniexcavadoras
- Vibradores
- Otras herramientas manuales y eléctricas

#### 5.2.13.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Carretón o carretilla de mano
- Castilletes de hormigonado

- Cubilote para hormigonado
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Plataforma de descarga
- Pasarelas de obra
- Puntales
- Torres de iluminación

#### 5.2.13.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

#### 5.2.13.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.13.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Exposición a sustancias químicas nocivas



- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.13.8 Medidas preventivas

- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de trabajo deberá quedar protegida frente a caídas por huecos, ya sean pozo, vaciados o similares; o tropiezos con obstáculos, estableciendo la correcta señalización y quipos de protección.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas que, por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.

- Se tendrá especial cuidado al caminar cuando la solera esté con la armadura colocada.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Uso de cinturones porta herramientas
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.
- Los contactos dérmicos con el hormigón serán limpiados con agua abundante en el momento. En caso de existir quemadura acudir de inmediato a asistencia médica.
- En caso de contacto del hormigón con los ojos limpiar con agua y acudir siempre a asistencia médica.
- Para hormigonar sobre losas han de establecerse pasarelas mediante tablones a modo de pasillos.
- Queda prohibido situarse en el lugar de hormigonado, hasta que el camión hormigonera no esté en posición de vertido.
- Está prohibido el cambio de posición del camión hormigonera al tiempo que se vierte el hormigón. Esta maniobra deberá efectuarse en su caso con la canaleta fija para evitar movimientos incontrolados y los riesgos de atrapamiento o golpes a los trabajadores.
- En la fase de compactación y vibración, cuando los vibradores estén sujetos a los encofrados, se vigilará la rigidez de la unión entre ambos.

#### 5.2.13.8.1 Vertido mediante canaleta

- Los camiones hormigonera se situarán a una distancia mínima de seguridad de los bordes de excavaciones, mínimo 2 m.
- No está permitido el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a los 2 m.
- Los operarios de apoyo a las operaciones de vertido no se situarán detrás del camión hormigonera en las operaciones de retroceso del mismo.
- La maniobra de vertido será dirigida por un capataz o persona autorizada que vigilará que no se realicen maniobras inseguras. Se tendrá especial cuidado en aquellos casos en los que exista riesgo de vuelco, atropello, etc. Los operarios nunca se deben situar detrás de los camiones hormigonera durante el retroceso.
- Se debe de acondicionar el camino de acceso de la hormigonera y planificar las pendientes.
- Las rampas de acceso a los tajos serán tales que las hormigoneras podrán acceder a las mismas en función de la máxima pendiente del manual de las máquinas.
- Si la zona de parada de la hormigonera es en pendiente se deben de prever la colocación de topes de desplazamiento para evitar el posible movimiento de la hormigonera.

- La hormigonera no debe tener partes salientes que puedan golpear a los operarios.
- No subirse a la cuba de la hormigonera en marcha.
- Para la visibilidad de las partes de la hormigonera en horas nocturnas deberán disponer de iluminación y vinilos reflectantes.
- El vehículo debe poseer frenos hidráulicos con doble circuito independiente tanto para el eje trasero como delantero.
- Los elementos para subir o bajar del camión han de ser antideslizantes.
- El camión hormigonera debe poseer los dispositivos de señalización que marca el código de la circulación.
- Las cabinas deben ser de una resistencia tal y estar instaladas de manera que ofrezcan una protección adecuada al conductor contra la caída de objetos.
- Las cabinas deben poseer sistema de ventilación y calefacción.
- La cabina debe estar provista de un asiento fijo para el conductor y para los pasajeros autorizados para viajar en ella.
- Los asientos deben estar contruidos de forma que absorban en medida suficiente las vibraciones, tener respaldo y un apoyo para los pies y ser cómodos.
- Los camiones deben llevar los siguientes equipos: un botiquín de primeros auxilios, un extintor de incendios de nieve carbónica o componentes halogenados con una capacidad mínima de 5 kg., herramientas esenciales para reparaciones en carretera, lámparas de repuesto, luces intermitentes, reflectores, etc.
- Para desplegar la canaleta se deberán quitar los tornillos de bloqueo haciéndola girar hacia posición de descarga; una vez allí, se quitará la cadena de seguridad y se cogerá por el extremo haciendo girar hasta la posición desplegada. Hay que evitar poner las manos entre las uniones de las canaletas en el momento del despliegue.
- Al desplegar la canaleta nunca se debe situar el operario en la trayectoria de giro de la misma para evitar cualquier tipo de golpes.
- Las canaletas auxiliares deben de ir sujetas al bastidor del camión mediante cadenas de cierre y con seguro de cierre.
- Después de cada paso de hormigón se deben limpiar las canaletas con una descarga de agua.
- La limpieza de la cuba y canaletas se efectuará en lugares señalados para tal labor.
- No realizar la limpieza de la canaleta situado en altura sobre la máquina.
- No realizar la limpieza en zonas cercanas a conductores eléctricos, cuadros, generadores, etc.

- Ha de realizarse el correcto mantenimiento preventivo de los camiones hormigonera por parte de taller.

#### 5.2.13.8.2 Vertido directo mediante cubo

- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible.
- La apertura del cubo para el vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca para ello, con las manos protegidas con guantes impermeables.
- Se evitará golpear los encofrados y/o entibaciones.
- Del cubo penderán cabos de guía para ayudar a su correcta posición de vertido.
- No se guiará directamente con las manos o libremente para prevenir caídas por movimiento pendular del cubo.
- La tolva no debe tener partes salientes de las que pueda caer el hormigón acumulado en ellas, así como se debe comprobar el cierre perfecto de la boca para evitar el desparramamiento del material a lo largo de su trayectoria.
- La tolva debe estar suspendida de la grúa por medio de gancho provisto de pestillo de seguridad y su movimiento se dirigirá mediante código de señales evitando toda arrancada o parada brusca.
- Es importante que haya alguien que indique la maniobra al gruista para realizar las tareas.
- El movimiento de la tolva en la zona de vertido del hormigón, deberá ser vertical al bajar hasta los operarios y no en forma de barrido (horizontal a baja altura).
- En operaciones de vertido manual de los hormigones mediante carretilla, la superficie por donde pasen las mismas estará limpia y sin obstáculos.
- En caso necesario, el cubo será manejado mediante cabos de guiado.
- No introducir las manos ni ninguna parte del cuerpo en las trampillas ni partes móviles del cubo.
- No podrá haber trabajadores situados en la vertical de los trabajos.
- El hormigonado se realizará desde plataformas de trabajo de 60 cm. de ancho protegidas por barandillas de 100 cm de altura formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié.
- El acceso a dichas plataformas se realizará desde escaleras de mano o de tiros y mesetas en función de su altura, correctamente ancladas a la estructura.

#### 5.2.13.8.3 Vertido mediante bombeo

- Antes de iniciar el bombeo del hormigón, se comprobará que las ruedas de la bomba están bloqueadas mediante topes de desplazamiento y los gatos estabilizadores en posición con el enclavamiento mecánico o hidráulico instalado.
- La zona de bombeo (en casco urbano) quedará totalmente aislada de los viandantes.
- Se comprobará periódicamente, antes del inicio del suministro, el estado de desgaste interno de la tubería de transporte mediante medidor de espesores.
- Antes de iniciar el suministro se asegurará que todos los acoplamientos de palanca tienen en posición de inmovilización los pasadores.
- Antes de verter el hormigón en la tolva se asegurará que está instalada la parrilla.
- Si se debe bombear a gran distancia, antes de suministrar el hormigón, se probarán los conductos bajo la presión de seguridad.
- Serán realizadas las pruebas de limpieza de la tubería según lo especificado en el manual del fabricante.
- Antes de iniciar el hormigonado se lubricará la tubería de transporte de hormigón (prueba de lechada). Esto se consigue con una lechada constituida por dos partes de cemento, una parte de arena fina y la cantidad de agua necesaria para formar una mezcla con una consistencia fluida. No emplear hormigón con agua para esta comprobación.
- El brazo de elevación de la manguera, únicamente podrá ser utilizado para la misión a la que ha sido dedicado por su diseño.
- El terminal flexible no se conectará con otras tuberías de distribución. Una posición intermedia del terminal flexible es el origen de atascamientos.
- Justo al iniciar el bombeo el terminal de goma debe colgar libremente y no debe haber ningún trabajador en el radio de acción de la manguera en caso de quedar libre. Una vez realizado esto, se procede a sujetar la manguera por parte de 2 operarios. Se evita de esta forma los accidentes originados por golpes del terminal flexible y por proyecciones de hormigón.
- En caso de atascamientos durante los trabajos no se insistirá en el bombeo. El operador de la bomba realizará ciclos de aspiración para retirar la presión de la tubería y facilitar que se elimine el tapón. Durante los ciclos de aspiración permanecerá en marcha el mezclador de la tolva de alimentación para homogeneizar el hormigón. Igual que en el arranque, se dejará la terminal libre y sin operarios en el radio de acción durante esta operación. Si tras aplicar esta medida persiste el tapón, se paralizará el bombeo y se desmontará el tramo de tubería atascado.

- Los dispositivos de seguridad del equipo de bombeo, estarán siempre en perfectas condiciones de funcionamiento, se prohíbe expresamente, su modificación o manipulación.
- Nunca debe apoyarse el terminal de goma de manera que este se pliegue. Podría causar obstrucciones con proyecciones violentas del material y latigazos cuando comienza de nuevo el bombeo. Este mismo efecto se produce cuando se hunde el terminal de goma en el hormigón vertido (por ejemplo, en pilas) o cuando se introduce la terminal entre zonas angostas.
- No se tocará nunca directamente con las manos la tolva o el tubo oscilante si la máquina está en marcha.
- Si se efectuarán trabajos en la tolva o en el tubo oscilante, primero se para el motor de accionamiento, se purga la presión del acumulador a través del grifo, y luego se efectúa la tarea que se requiera.
- En la zona de barrido de la manguera sólo estarán los trabajadores necesarios para el manejo de la misma y vibrado.
- Está prohibido bombear un hormigón que haya superado el tiempo máximo para su descarga (hora límite de uso).
- Vigilar el emplazamiento de la bomba y de los trabajadores: apoyo de los estabilizadores en terreno resistente, presencia de líneas eléctricas aéreas y no situar el brazo de la bomba sobre zonas de paso de peatones o trabajadores. Si el bombeo es realizado sobre forjados de edificación, los trabajos en el piso inferior de dicho forjado han de evitarse, asimismo el número de trabajadores en la zona de bombeo será el mínimo necesario, en previsión de potenciales derrumbes.
- Se prohíbe introducir o accionar la pelota de limpieza de la bomba de hormigón sin antes instalar la “redecilla” de recogida a la salida de la manguera tras el recorrido total del circuito. En caso de detención de la bola, se paralizará la máquina, se reducirá la presión a cero y se desmontará a continuación la tubería.
- Los operarios, amarrarán la manguera terminal antes de iniciar el paso de la pelota de limpieza, a elementos sólidos, apartándose del lugar antes de iniciarse el proceso.
- El hormigonado de elementos verticales, se ejecutará gobernando la manguera desde castilletes o plataformas de trabajo de hormigonado, protegiendo con barandilla de 100 cm. con barra superior, intermedia y rodapié los riesgos de caída en altura.
- Esta plataforma de trabajo nunca será móvil y ha de estar correctamente arriostrada a la estructura.
- Las plumas y estabilizadores accionados hidráulicamente deben ir cerrados o bloqueados mecánicamente en la posición de transporte.



- La operación de vibrado, se realizará siempre desde una posición estable.
- La manguera de alimentación del vibrador desde el cuadro eléctrico estará protegida si discurre por zonas de paso.
- Tener precaución con tendidos eléctricos y obstáculos.
- Comprobar el funcionamiento de control a distancia.
- Hay que observar todas las limitaciones en la posición de la pluma señaladas por el fabricante de la bomba.
- Quitar las llaves de contacto cuando se trabaja en la bomba o vehículo.
- No desatender la máquina cuando esté funcionando; el movimiento de un pescante podría hacerla volcar.
- Cuando se trabaja en sitios cercanos al tráfico deben erigirse barreras y ponerse avisos.
- Asegurarse de poseer espacio libre cuando un camión hormigonera va hacia la bomba en marcha atrás y dar señales claras que faciliten la maniobra al conductor.
- Utilizar una iluminación adecuada al trabajo.
- Una vez concluido el hormigonado se lavará y limpiará el interior de los tubos de toda la instalación, en prevención de accidentes por la aparición de “tapones” de hormigón.
- Se exigirá que el lugar de ubicación de la bomba cumpla por lo menos:
  - Que sea horizontal
  - Que no diste menos de 2 m. del borde de un talud (como norma general), zanja o corte del terreno.
  - No exceder la carga que puede soportar el terreno; repartir la carga con durmientes en caso de duda, colocándolos debajo de los estabilizadores.
- Se respetará siempre el texto de las placas de aviso instaladas en la máquina.
- Si el motor de la bomba es eléctrico:
  - Antes de abrir el cuadro general de mando hay que asegurar su total desconexión.
  - No se modificará o puentearán los mecanismos de protección eléctrica; si se hace, se pueden causar algún accidente al reanudar el servicio.

#### 5.2.13.8.4 Fratasado

- Utilizar fratasadoras con el marcado CE prioritariamente o adaptadas al RD 1215/1997.
- Es necesaria formación específica para la utilización del equipo de fratasado y siempre siguiendo las instrucciones del fabricante.



- Deben evitarse o minimizarse las posturas forzadas y los sobreesfuerzos durante el trabajo de fratasado.
- No abandonar el equipo de fratasado mientras esté en funcionamiento.
- Se tienen que sustituir inmediatamente las palas de fratar gastadas o agrietadas.
- Si se detecta alguna anomalía en el almacén de protección de las hélices para evitar atrapamientos, parar inmediatamente y solucionarlo.
- No debe haber ningún trabajador en el radio de acción de la máquina fratasadora salvo el propio operario que la maneja.

#### 5.2.13.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Protección de huecos horizontales
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de salvamento y socorro
- Tapón de plástico para protección de armaduras tipo “seta”
- Topes de desplazamiento de vehículos

#### 5.2.13.10 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Botas impermeables
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Ropa de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

Arquetas y pozos de registro “in situ” o prefabricados

#### 5.2.13.11 Descripción

Ejecución de pozos o arquetas en hormigón in situ o con piezas prefabricadas de hormigón, PE, PVC o PRFV en cualquier formato colocada en zanja o vaciado por medios mecánicos.

Incluye las labores de colocación, conexión y la nivelación de la colocación por medios mecánicos y remates manuales. Además, incluye los medios auxiliares para realizar la conexión (soldadores, tráctel, etc.) y el montaje y desmontaje de los apeos y arriostramientos.

Para acceder al interior de los pozos una vez contruidos, se seguirán las premisas e instrucciones de acceso a espacios confinados.

#### 5.2.13.12 Procedimiento

Se realizarán las arquetas y pozos de registro in situ o con materiales prefabricados, y se seguirán principalmente los siguientes pasos.

Para todas ellas la secuencia de los trabajos será la siguiente:

- Excavación con perfilado manual del fondo de las mismas.
- Realización de soleras, cimentaciones o bases de arquetas o pozos
- Construcción (in situ) y colocación (prefabricadas) de arquetas o pozos
- Remates, juntas, impermeabilizaciones
- Rellenos de trasdós

#### 5.2.13.13 Maquinaria

- Bandejas vibrantes
- Bombas de hormigón autopropulsada
- Bombas de achique de agua
- Camiones basculantes
- Camiones grúa
- Camiones de suministro
- Camiones hormigonera
- Compresores y bombas de vacío
- Grúas autopropulsadas
- Grúa torre
- Grupos electrógenos
- Hormigoneras móviles
- Manipulador telescópico

- Motovolquetes
- Radiales
- Retroexcavadoras
- Taladradoras
- Vibradores
- Otras herramientas manuales y eléctricas

#### 5.2.13.14 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Carretón o carretilla de mano
- Carro portabotellas de gases licuados
- Castilletes de hormigonado
- Cubilote para hormigonado
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Pasarelas de obra
- Puntales
- Torres de iluminación

#### 5.2.13.15 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica de: albañilería, encofrados, ferrallado, aislamiento e impermeabilización, montaje de prefabricados de hormigón en obra y trabajos en espacios confinados.

#### 5.2.13.16 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.13.17 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Exposición a sustancias químicas nocivas
- Hundimientos y sepultamientos
- Inundación
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Rotura/contacto con instalaciones enterradas
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.13.18 Medidas preventivas

- A continuación, se relacionan una serie de medidas preventivas generales, pero para esta actividad se tendrán en cuenta las indicaciones realizadas en los siguientes apartados del Estudio, que no se duplican por su volumen y extensión:
  - Excavación en zanjas y pozos
  - Entibaciones
  - Drenaje de aguas procedentes del nivel freático
  - Montale de ferralla

- Encofrado
- Hormigonado
- Juntas, sellados e impermeabilizaciones
- Manipulación de materiales y cargas
- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Los pasos para el acceso de personal al tajo estarán delimitados y acondicionados correctamente. Se empleará valla para limitar los pasos y serán sobre superficie regular sin desnivel. En caso de existir desnivel se peldañearán correctamente.
- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Colocar tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.
- En ningún caso se circulará con el remolque en posición elevada.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por los huecos de pozos o arquetas.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Los taludes serán lo suficientemente estables según características geotécnicas, y en su defecto se procederá a su entibado.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.

- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas que, por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Recopilación de información y detección según la técnica adecuada de los distintos servicios afectados.
- Reducción, al mínimo posible, del número de trabajadores que estén o puedan estar expuestos.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se garantizará el drenaje del fondo de la excavación.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se utilizarán aquellas máquinas o herramientas que produzcan un nivel de vibración más bajo.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Si fuese necesario pasar por encima de la zanja se colocará una pasarela con barandillas.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de cinturones porta herramientas.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

#### *5.2.13.19 Equipos de protección colectiva y señalización*

- Barandillas
- Detectores de redes y servicios
- Dispositivos de parada de emergencia
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria

- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Pasarelas de acceso
- Pórticos de limitación de gálibo
- Protección de huecos horizontales
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Sistema de protección contra incendios
- Tapón de plástico para protección de armaduras tipo “seta”
- Topes de desplazamiento de vehículos
- Ventilación o extracción

#### *5.2.13.20 Equipos de protección individual*

- Arnéses y anclajes
- Botas impermeables
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Detectores de gases portátiles
- Dispositivos anticaídas (retráctil o deslizante)
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Líneas de vida
- Rodilleras
- Ropa de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad



Bases granulares. Zahorras

#### *5.2.13.21 Descripción*

Trabajos necesarios para el extendido y compactación de bases y sub-bases de zahorra en formación de firmes de viales. Incluye labores de replanteo, preparación de terreno, extendido, compactado nivelado y reperfilado.

#### *5.2.13.22 Procedimiento*

El procedimiento constructivo para el extendido de zahorras es el siguiente:

- Preparación de la superficie sobre la que ha de asentarse la capa de zahorra.
- Extensión de una tongada evitando su segregación o contaminación.
- Humectación de la tongada.
- Compactación de la tongada hasta la densidad del Próctor modificado necesaria.
- Comprobación del material.

Antes de verter la zahorra, se comprobará su aspecto en cada elemento de transporte y se rechazaran todos los materiales segregados.

#### *Preparación del terreno que va a recibir la zahorra*

Una capa de zahorra no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que haya de asentarse tenga las condiciones de calidad y forma previstas, con las tolerancias establecidas.

Se comprobarán la regularidad y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender la zahorra, el director de obra indicará las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable y, en su caso, a reparar las zonas deficientes

#### *Extendido de la zahorra*

El vertido de la zahorra desde el medio de transporte se hace de tal manera que los materiales queden repartidos adecuadamente, evitando amontonamientos y acumulaciones de material innecesario para el espesor previsto de la tongada. El espesor aconsejable es de 30 cm una vez compactada, aunque nunca debe ser superior a tres medios (3/2) del tamaño máximo del árido a utilizar.

#### *Humectación*

La humectación de los materiales, si procede, se efectuará de manera uniforme, de tal forma que la humedad inmediatamente después de la compactación esté dentro del intervalo de  $\pm 3 \%$  respecto a la humedad óptima del ensayo Próctor Normal, salvo autorización del Director de obra.

#### *Compactación*

Efectuado el "refino" y conseguida la humedad más conveniente, se procede a la compactación. Se efectúa en sentido longitudinal comenzando por los bordes exteriores, progresando hacia el centro,

solapando en cada recorrido 1/3 de la banda pisada con anterioridad. Las zonas del trasdós de las obras de fábrica, zanjas y aquellas que por su reducida extensión u otras causas no puedan compactarse con los medios habituales tendrán la consideración de rellenos localizados. Las labores de compactación se continúan hasta conseguir la densidad adecuada.

#### 5.2.13.23 Maquinaria

- Camiones basculantes
- Bandejas vibrantes
- Motoniveladoras
- Retroexcavadoras
- Motovolquetes
- Rodillos compactadores
- Camiones cisterna para riegos
- Camiones de suministro
- Manipulador telescópico
- Minicargadoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

#### 5.2.13.24 Medios auxiliares

- Equipos de topografía
- Torres de iluminación

#### 5.2.13.25 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica de estabilización de explanadas y extendido de firmes.

#### 5.2.13.26 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.13.27 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...).
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.13.28 Medidas preventivas

- El extendido deberá tener un responsable técnico competente o, en su caso, encargado de firmas. Este ha de tener en todo momento el control del tajo, de tal manera que no exista un amontonamiento de maquinaria en un determinado lugar y momento.
- El extendido debe comenzar con el vertido de dichos materiales desde el camión. El conductor ha de tener una visión de la zona de extendido perfecta. Para ello mantendrá en buen estado los espejos retrovisores del camión. Si existiese algún lugar que no pudiese ver desde el camión, el conductor deberá parar el vehículo y bajarse del mismo para realizar una inspección visual de la zona. Puede auxiliarse de un operario, pero el mismo debe de tener en cuenta el gran peligro de la maniobra y no colocarse dentro del radio de acción del camión. Antes de realizar una parada o arranque del camión el maquinista deberá tocar el claxon con el fin de informar al personal de su próximo movimiento.
- El uso de la maquinaria debe ser siempre por personal capacitado y además acreditado.
- Todos los vehículos serán revisados periódicamente, en especial en los órganos de accionamiento neumático, quedando reflejadas las revisiones en el libro de mantenimiento.
- Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible, que llevarán siempre escrita de forma legible.

- Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas.
- Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m (como norma general), en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento. La visibilidad para el maquinista es inferior a la deseable dentro del entorno señalado.
- Todos los vehículos empleados en esta obra, para las operaciones del relleno y compactación serán dotados de avisador acústico de marcha atrás.
- Los vehículos de compactación y apisonado irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.
- Contra las distensiones musculares, se prevé que el asiento del conductor del rodillo de compactación autopropulsado esté dotado de absorción de las vibraciones de la máquina.
- Respetar las vías de circulación, la velocidad y el resto de señalización vial y de seguridad durante el trabajo y al desplazarse por la obra.
- Examinar el terreno antes de comenzar los trabajos para evitar grietas o pozos que pudieran ocasionar hundimientos o vuelco.
- Durante la maniobra de descarga, no habrá trabajadores cerca de la caja del camión.
- No fumar ni hacer llama junto al depósito de combustible, la cisterna ni las baterías.
- Los camiones basculantes no arrancarán hasta tener la caja completamente bajada.
- Se tratará que los terrenos por los que deba transitar sean lo más regulares posibles, circulando a velocidades lentas.
- Extremar las precauciones al trabajar próximo a la maquinaria.
- Los movimientos de vehículos y máquinas serán regulados, si fuera preciso, por personal señalista auxiliar que ayudará a conductores y maquinistas en la correcta ejecución de maniobras e impedirá la proximidad de personas ajenas a estos trabajos.
- Los vehículos se cargarán adecuadamente, tanto en peso a transportar como en distribución de la carga, estableciéndose un control necesario para que no se produzcan excesos que puedan provocar riesgos por caída incontrolada de material desde los vehículos o por circulación de éstos con sobrecarga.
- Siempre que un vehículo parado inicie un movimiento lo anunciará con una señal acústica de claxon.
- Las cabinas de los camiones para el transporte de tierras estarán protegidas contra la caída o desplazamiento del material a transportar por viseras incorporadas a las cajas de estos vehículos.
- Cuando se trabaje con maquinaria de compactación, el operario será un experto en su manejo, ya que estas máquinas tienen un centro de gravedad relativamente alto respecto al suelo, lo que las

hace lateralmente muy inestables, por lo que al tratar de salvar incluso pequeños desniveles, se produce el vuelco.

- En cuanto a las interferencias con líneas de alta tensión, la medida fundamental es el mantenimiento de las distancias de seguridad, las cuales aumentan a medida que lo hace la tensión. En caso de posibles interferencias y de no poder mantener las distancias de seguridad, se procurará la anulación temporal de la tensión de la línea o bien el desvío de la misma a la colocación de aislamientos por la Compañía Eléctrica. A la hora de establecer las distancias mínimas, hay que prever que los cables pueden desplazarse cuando hace viento. Se deben balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Se instalará en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.
- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra. La maquinaria tendrá un plan de movimientos preestablecido.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se colocarán los acopios de forma que esté a la menor altura posible.
- Se utilizarán aquellas máquinas o herramientas que produzcan un nivel de vibración más bajo.

- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.

#### 5.2.13.29 Equipos de protección colectiva y señalización

- Dispositivos de parada de emergencia
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Protección horizontal de huecos
- Pórticos de limitación de gálibo
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Señalista
- Sistema de protección contra incendios
- Topes de desplazamiento de vehículos

#### 5.2.13.30 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Protecciones auditivas tipo orejera
- Ropa de señalización de alta visibilidad

#### Bordillos y ríogolas

##### 5.2.13.31 Descripción

Trabajos necesarios para el montaje por medios manuales de bordillos y ríogolas para encintado de firmes, aceras o jardines.

Los bordillos son hileras de bloques de piedra, de hormigón o ladrillos que separan la acera de la calzada o delimitan zonas ajardinadas. Se considera ríogolas, a la franja de [adoquines](#), [losetas](#) u otro material en forma de canaleta que se coloca generalmente junto al bordillo de las [aceras](#), a fin de conducir las aguas pluviales favoreciendo el drenaje superficial.

#### 5.2.13.32 Procedimiento

Esta unidad se refiere al de bordillos y rigolas, se colocan a medida que se ha ido colocando la capa de subbase en las aceras y firmes, se termina la base en calzadas y se han terminado las diferentes redes.

Antes de proceder a la descarga del material, verificar que la mercancía recibida se corresponde con lo indicado en el albarán de entrega y comprobar que los tipos de material son los solicitados así como si el material ha llegado o no en perfectas condiciones.

El proceso a seguir para la ejecución de los bordillos es:

- Se ponen clavos cada 5 m aproximadamente excepto en las curvas, que serán más abundantes, ajustadas en alineación y rasante a lo fijado en Proyecto.
- Se cuidarán muy especialmente las alineaciones rectas de gran longitud.
- Se extiende el hormigón de cemento en el exterior de los clavos y con la altura correspondiente.
- A continuación se procede a la colocación de los bordillos, rellenándose posteriormente las juntas con mortero sin sobrepasar en 1 cm la anchura de los mismos. Las líneas definidas por la arista superior deberán ser rectas y en su caso las curvas responderán a las figuras prefijadas y ajustadas a las rasantes fijadas.

Se comenzará con la colocación de bordillos que delimitará las aceras con la calzada. Para su puesta en obra se establecerá previamente mediante topografía, una serie de puntos de referencia que marcarán su cota y situación final.

A medida que se colocan los bordillos y quedan perfectamente definidas las áreas a pavimentar, se realizará la solera de las aceras mediante el extendido de hormigón o arena para posteriormente pavimentar con baldosa o adoquín respectivamente según la zona a pavimentar.

Se prestará atención en establecer las pendientes oportunas en las aceras a fin de garantizar la evacuación de las aguas que viertan en las aceras.

La pavimentación se realizará de forma simultánea a la ejecución de firmes de modo que las obras vayan avanzando progresivamente y se vayan cerrando zonas ya ejecutadas.

#### 5.2.13.33 Maquinaria

- Motovolquetes
- Camiones grúa
- Camiones de suministro
- Camiones hormigonera



- Hormigoneras móviles
- Manipulador telescópico
- Martillos rompedores
- Miniexcavadoras
- Radiales
- Otras herramientas manuales y eléctricas

#### 5.2.13.34 Medios auxiliares

- Bajante de escombros
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Carretón o carretilla de mano
- Contenedores de escombros
- Escaleras manuales
- Espuertas
- Equipos de topografía
- Pinzas para colocación de bordillos
- Torres de iluminación

#### 5.2.13.35 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para montaje de prefabricados de hormigón en obra y/o solados y alicatados.

#### 5.2.13.36 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.13.37 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.13.38 Medidas preventivas

- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.
- El corte de piezas se ejecutará en la medida de lo posible en vía húmeda para evitar de lesiones por trabajar en atmósferas pulverulentas.
- El corte de piezas de pavimento en vía seca con sierra circular, se efectuará situándose el cortador a sotavento, para evitar en lo posible respirar los productos del corte en suspensión.
- Los huecos en el suelo permanecerán constantemente protegidos con las protecciones colectivas establecidas en la fase de estructura.

- Los bordillos se transportarán correctamente apilados dentro de las cajas de suministro que no se romperán hasta la hora de utilizar su contenido. El conjunto se flejará o atará a la plataforma de izado o transporte para evitar los accidentes por derrames de la carga.
- Las cajas o paquetes de pavimento, nunca se dispondrán de forma que obstaculicen los lugares de paso.
- Los tajos se limpiarán de recortes y desperdicios de pasta, apilando los escombros ordenadamente para su evacuación mediante bajantes de escombros (en su caso).
- Se adoptarán medidas para evitar el golpe de calor: beber líquido con frecuencia; descansos frecuentes tomando alimento y agua; utilizar ropas frescas, transpirables y cubrirse la cabeza.
- La organización de los trabajos debe realizarse de manera que ningún operario ocupe la carretera durante la ejecución de las tareas sin estar correctamente señalizado. Señalización fija o móvil según la norma 8.3. IC.
- Todos los huecos horizontales tales como pozos, arquetas, etc han de estar tapados con elementos resistentes que soporten el paso de vehículos pesados de obra.
- Se procurará realizar con medios mecánicos toda aquella operación de manejo de cargas, elevación o transporte que por sus características (peso, volumen, forma, etc.) ofrezca mayores riesgos en caso de ser realizada de forma manual.
- En caso de manipulación manual de las piezas, será obligatorio el uso de utillaje de garras para el levantamiento y posicionamiento de bordillos, entre dos personas.
- Bajo ningún concepto se levantarán bordillos manualmente por un solo trabajador con pesos superiores a 25 kg.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas que, por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.

- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

#### 5.2.13.39 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Protección de huecos horizontales
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de salvamento y socorro
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Sistema de protección contra incendios
- Topes de desplazamiento de vehículos
- Tapón de plástico para protección de armaduras tipo 'seta'

#### 5.2.13.40 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Rodilleras
- Ropa de señalización de alta visibilidad

## Instalaciones eléctricas

### 5.2.13.41 Descripción

Son el conjunto de circuitos eléctricos que, colocados en un lugar específico, tienen como objetivo dotar de energía eléctrica y de datos a infraestructuras. Incluye los equipos necesarios para asegurar su correcto funcionamiento y la conexión con los aparatos eléctricos correspondientes.

Las instalaciones eléctricas, si se realizan sin conexión a la red pueden no tener riesgo eléctrico. El riesgo eléctrico se produce en toda tarea que implique actuaciones sobre instalaciones eléctricas de baja y alta tensión, utilización, manipulación y reparación del equipo eléctrico de las máquinas, así como utilización de aparatos eléctricos en entornos para los cuales no han sido diseñados.

Se concretan los siguientes trabajos con riesgo eléctrico:

- Trabajar en instalaciones en tensión.
- Realizar maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones eléctricas.
- Trabajar en proximidad de elementos en tensión (incluidas las líneas eléctricas aéreas o subterráneas).
- Trabajar en emplazamientos con riesgos de incendio o explosión, o en los que pueda producirse una acumulación peligrosa de carga electrostática

Se considera riesgo eléctrico a todo aquel que es originado por la energía eléctrica durante la realización de un trabajo en instalaciones eléctricas o en sus proximidades. Se incluyen específicamente los siguientes:

- Choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo), o con masas puestas accidentalmente en tensión (contacto eléctrico indirecto).
- Quemaduras por choque eléctrico, o por arco eléctrico.
- Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico.
- Incendios o explosiones originados por la electricidad.

### 5.2.13.42 Procedimiento

Antes de comenzar cualquier trabajo eléctrico, es necesario establecer por escrito la secuencia de las operaciones a desarrollar para la realización de cualquier trabajo en instalaciones eléctricas o en sus proximidades, incluyendo los medios materiales (de trabajo o de protección) y humanos (cualificación o formación de personal) necesarios para llevarlo a cabo.

Cualquier trabajo con riesgo eléctrico debe ser realizado por un “trabajador autorizado”.

Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico, deberá efectuarse sin tensión, a excepción de:

- Las operaciones elementales, tales como por ejemplo conectar y desconectar, en instalaciones de baja tensión con material eléctrico concebido para su utilización inmediata y sin riesgos por parte

del público en general. En cualquier caso, estas operaciones deberán realizarse por el procedimiento normal previsto por el fabricante y previa verificación del buen estado del material manipulado.

- Los trabajos en instalaciones con tensiones de seguridad, siempre que no exista posibilidad de confusión en la identificación de las mismas y que las intensidades de un posible cortocircuito no supongan riesgos de quemadura. En caso contrario, el procedimiento de trabajo establecido deberá asegurar la correcta identificación de la instalación y evitar los cortocircuitos cuando no sea posible proteger al trabajador frente a los mismos.
- Las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones cuya naturaleza así lo exija, tales como por ejemplo la apertura y cierre de interruptores o seccionadores, la medición de una intensidad, la realización de ensayos de aislamiento eléctrico, o la comprobación de la concordancia de fases.
- Los trabajos en, o en proximidad de instalaciones cuyas condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran.

Para dejar la instalación eléctrica sin tensión, antes de realizar el trabajo, y para la reposición de la tensión, al finalizarlo, se seguirán las disposiciones generales establecidas.

#### *Supresión de la tensión*

Una vez identificados la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, y salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se seguirá el proceso que se describe a continuación, que se desarrolla secuencialmente en cinco etapas:

1. Desconectar.
2. Prevenir cualquier posible realimentación.
3. Verificar la ausencia de tensión.
4. Poner a tierra y en cortocircuito.
5. Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo

#### *5.2.13.43 Maquinaria*

- Retroexcavadoras
- Compactadoras manuales
- Motovolquetes
- Camiones grúa
- Camiones de suministro
- Manipulador telescópico

- Miniexcavadoras
- Radiales
- Taladradoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

#### 5.2.13.44 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Carretón o carretilla de mano
- Contenedores de escombros
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Torres de iluminación

#### 5.2.13.45 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para trabajos de electricidad.

#### 5.2.13.46 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.13.47 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel



- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Incendio y explosión
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Rotura/contacto con instalaciones enterradas
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.13.48 Medidas preventivas

- Realización de la evaluación de riesgos correspondiente cuando los trabajos impliquen exposición a riesgo eléctrico.
- Se garantizará la formación e información a los trabajadores sobre las tareas a desarrollar, procedimientos establecidos a seguir y posibles riesgos durante la ejecución de las mismas.
- Se seguirá lo establecido en la legislación vigente sobre protección de trabajadores frente a riesgo eléctrico.
- Todas las zonas con riesgo de contacto eléctrico, estarán correctamente señalizadas.
- Los trabajos de mantenimiento o reparación de las instalaciones eléctricas o equipos eléctricos solo serán realizadas por personal cualificado.
- Para la realización de trabajos con tensión se tendrá en cuenta:
  - Los trabajos en tensión deberán seguir un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión.
  - El método de trabajo empleado y los equipos y materiales de trabajo y de protección utilizados deberán proteger al trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de materiales.
- Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas.

- En todo trabajo en proximidad de elementos en tensión, el trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado posible de ella que el trabajo permita.
- Deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo posible:
  - El número de elementos en tensión.
  - Las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión, mediante la colocación de pantallas, barreras, envolventes o protecciones aislantes.
- Si, a pesar de las medidas adoptadas, siguen existiendo elementos en tensión cuyas zonas de peligro sean accesibles, se deberá:
  - Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro.
  - Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro.
- Se seguirán las medidas preventivas frente al riesgo por contacto eléctrico directo:
  - No manipular la instalación sin efectuar previo corte.
  - Disponer de formación específica adecuada.
  - Colocar la señalización adecuada.
  - Equipos con tomas de corriente adecuada.
  - Uso de tensión de seguridad (24 V).
  - Herramientas portátiles provistas de doble aislamiento.
  - Evitar que los conductores discurran tirados por el suelo.
  - Disponer de suficiente número de enchufes.
  - Separar las partes activas de la instalación a una distancia de la zona de trabajo o de circulación de manera que sea imposible un contacto voluntario o accidental.
  - Interposición de obstáculos o barreras entre las partes activas de la instalación eléctrica y el hombre de manera que no se pueda producir un contacto accidental (armarios para cuadros eléctricos, celdas de transformación, seccionadores de alta tensión, tapa de interruptores y enchufes...).
  - Recubrimiento o aislamiento de las partes activas de la instalación eléctrica con material aislante de manera que la corriente de contacto quede limitada a un valor no superior de 1mA (cables eléctricos recubiertos, herramientas con material aislante...).
- Se seguirán las medidas preventivas frente al riesgo por contacto eléctrico indirecto:
  - Las instalaciones contarán con la correspondiente puesta a tierra de las masas.

- Instalaciones con neutro aislado de tierra.
- Instalación de interruptores diferenciales de corte automático con la sensibilidad adecuada y que controlen todos los circuitos, tanto de fuerza como de alumbrado. En las zonas donde no haya puesta a tierra solo se pueden utilizar interruptores diferenciales con una sensibilidad no superior a 30mA (Reglamento BT)
- Realización de uniones equipotenciales.
- Separación de circuitos
- Empleo de pequeñas tensiones de seguridad (24V en locales húmedos)
- Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medios de aislamientos de protección:
  - Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas.
  - Recubrimiento de masas con aislamientos de protección.
  - Conexiones equipotenciales.
  - Puesta a tierra de masas y dispositivo de corte por intensidad de defecto.
  - Puesta a neutro de las masas con dispositivo de corte por intensidad de defecto.
  - Puesta a tierra de las masas y dispositivo de corte por tensión de defecto.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Iluminación suficiente.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean de pozos, vaciados o similar.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.

- Reducción, al mínimo posible, del número de trabajadores que estén o puedan estar expuestos.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se señalizará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de cinturones porta herramientas
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

#### *5.2.13.49 Equipos de protección colectiva y señalización*

- Aislamientos y tomas de tierra
- Detectores de corrientes eléctricas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Protección de huecos horizontales
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalización de salvamento y socorro
- Sistema de protección contra incendios

#### *5.2.13.50 Equipos de protección individual*

- Calzado de protección
- Calzado dieléctrico
- Cinturones portaherramientas
- Cascos de protección
- Cascos dieléctricos
- Fajas y cinturones antivibratorios

- Guantes de protección
- Guantes dieléctricos
- Ropa de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

#### 5.2.14 Instalación de alumbrado

##### 5.2.14.1 Descripción

Se refiere esta actividad a la instalación de todos los elementos correspondientes al alumbrado e iluminación de una instalación, como son: canalizaciones, arquetas, báculos, farolas, proyectores, puntos de luz, bandejas, cableados, interruptores, etc.

##### 5.2.14.2 Procedimiento

###### 5.2.14.2.1 Canalizaciones y arquetas

En primer lugar, se realizará la obra civil de las instalaciones de alumbrado, que principalmente comprenderán la apertura de pequeñas zanjas para las canalizaciones y arquetas en caso de ser instalaciones enterradas.

###### 5.2.14.2.2 Tubos y bandejas

En caso de ser instalaciones aéreas el cable normalmente irá grapado a la pared, en tubos o en bandejas.

En caso de ir enterrados, generalmente irán dentro de tubos corrugados.

###### 5.2.14.2.3 Elementos de alumbrado

Seguidamente se ejecutarán las cimentaciones de los báculos o farolas y de los puntos de luz, colocándose a continuación toda la aparamenta.

###### 5.2.14.2.4 Cableados

*Se tirarán todos los cableados de la instalación aislada. Los cables se introducirán en los tubos pasando primero las guías que llevarán el cable de un punto a otro a través del tubo.*

###### 5.2.14.2.5 Conexiones eléctricas

Será la última operación y antes de comenzar cualquier trabajo con riesgo eléctrico, es necesario establecer por escrito la secuencia de las operaciones a desarrollar para la realización de cualquier trabajo en instalaciones eléctricas o en sus proximidades, incluyendo los medios materiales (de trabajo o de protección) y humanos (cualificación o formación de personal) necesarios para llevarlo a cabo.

Cualquier trabajo con riesgo eléctrico debe ser realizado por un “trabajador autorizado”.

Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico, deberá efectuarse sin tensión. Para dejar la instalación eléctrica sin tensión, antes de realizar el trabajo, y para la reposición de la tensión, al finalizarlo, se seguirán las disposiciones generales establecidas.

#### 5.2.14.3 Maquinaria

- Compactadoras manuales
- Motovolquetes
- Camiones grúa
- Camiones de suministro
- Grúas autopropulsadas
- Manipulador telescópico
- Miniexcavadoras
- Motovolquetes
- Radiales
- Retroexcavadoras
- Taladradoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

#### 5.2.14.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Torres de iluminación

#### 5.2.14.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para trabajos de Electricidad.

#### 5.2.14.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.14.7 Riesgos comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Incendio y explosión
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Rotura/contacto con instalaciones enterradas
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.14.8 Medidas preventivas

- Se seguirá lo establecido en la legislación vigente sobre protección de trabajadores frente a riesgo eléctrico.
- Todas las zonas con riesgo de contacto eléctrico estarán correctamente señalizadas.
- Se realizará la evaluación de riesgos correspondiente cuando los trabajos impliquen exposición a riesgo eléctrico.
- Se garantizará la formación e información a los trabajadores sobre las tareas a desarrollar, procedimientos establecidos a seguir y posibles riesgos durante la ejecución de las mismas.
- Los trabajos de mantenimiento o reparación de las instalaciones eléctricas o equipos eléctricos solo serán realizados por personal cualificado.
- Para la realización de trabajos con tensión se tendrá en cuenta:



- Los trabajos en tensión deberán seguir un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión.
- El método de trabajo empleado, los equipos y materiales de trabajo de protección utilizados deberán proteger al trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de materiales.
- Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas.
- En todo trabajo en proximidad de elementos en tensión, el trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado posible de ella que el trabajo permita.
- Deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo posible:
  - El número de elementos en tensión.
  - Las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión, mediante la colocación de pantallas, barreras, envoltentes o protecciones aislantes.
- En los trabajos de conexión a la tensión y pruebas, se seguirán las medidas preventivas frente al riesgo por contacto eléctrico directo:
  - No manipular la instalación sin efectuar previo corte.
  - Disponer de formación específica adecuada.
  - Colocar la señalización adecuada.
  - Equipos con tomas de corriente adecuada.
  - Uso de tensión de seguridad (24 V).
  - Herramientas portátiles provistas de doble aislamiento.
  - Evitar que los conductores discurran tirados por el suelo.
  - Disponer de suficiente número de enchufes.
  - Separar las partes activas de la instalación a una distancia de la zona de trabajo o de circulación de manera que sea imposible un contacto voluntario o accidental.
  - Interposición de obstáculos o barreras entre las partes activas de la instalación eléctrica y el hombre de manera que no se pueda producir un contacto accidental (armarios para cuadros eléctricos, celdas de transformación, seccionadores de alta tensión, tapa de interruptores y enchufes...).

- Recubrimiento o aislamiento de las partes activas de la instalación eléctrica con material aislante de manera que la corriente de contacto quede limitada a un valor no superior de 1mA (cables eléctricos recubiertos, herramientas con material aislante...).
- Se seguirán las medidas preventivas frente al riesgo por contacto eléctrico indirecto:
  - Las instalaciones contarán con la correspondiente puesta a tierra de las masas.
  - Instalaciones con neutro aislado de tierra.
  - Instalación de interruptores diferenciales de corte automático con la sensibilidad adecuada y que controlen todos los circuitos, tanto de fuerza como de alumbrado. En las zonas donde no haya puesta a tierra solo se pueden utilizar interruptores diferenciales con una sensibilidad no superior a 30mA (Reglamento BT)
  - Realización de uniones equipotenciales.
  - Separación de circuitos
  - Empleo de pequeñas tensiones de seguridad (24V en locales húmedos)
- Toda canalización eléctrica existente en el emplazamiento de la obra se identificará antes del comienzo de los trabajos recabando la información precisa. No podrán manipularse las canalizaciones, si no es con la autorización de la Compañía Suministradora.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Iluminación suficiente.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean de pozos, vaciados, arquetas o similar.
- En las excavaciones para zanjas y arquetas o cimentaciones, los taludes serán lo suficientemente estables según características geotécnicas, y en su defecto se procederá a su entibado.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transportar cargas que, por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.

- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Reducción, al mínimo posible, del número de trabajadores que estén o puedan estar expuestos.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se señalizará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de cinturones porta herramientas
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

#### 5.2.14.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierra
- Detectores de corrientes eléctricas
- Detectores de redes y servicios
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Pasarelas de acceso
- Protección de huecos horizontales
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalización de salvamento y socorro
- Señales de ordenación de tráfico
- Sistema de protección contra incendios

- Topes de desplazamiento de vehículos

#### 5.2.14.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Calzado dieléctrico
- Cascos de protección
- Cascos dieléctricos
- Cinturones portaherramientas
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Guantes dieléctricos
- Ropa de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad

#### Instalaciones contra incendios

##### 5.2.14.11 Descripción

Las principales instalaciones contra Incendios que habitualmente se instalan son las siguientes:

- Extintores
- Columna Seca
- Hidrantes exteriores (CHE)
- Bocas de incendio equipadas (BIEs)
- Rociadores de agua
- Detectores

##### 5.2.14.12 Procedimiento

###### *Extintores*

Los extintores son aparatos portátiles cuyo agente extintor se encuentra contenido en su interior, y posee el peso y las dimensiones convenientes para su manipulación rápida y eficaz.

Se colocará colgado en el lugar indicado con el elemento de sujeción atornillado al paramento.

###### *Columna Seca*

Se llama Columna Seca al sistema de extinción para uso exclusivo de los bomberos, está formada por una canalización de acero compuesta de los siguientes elementos:

- Toma de Alimentación: se ubica sobre la fachada del edificio para acoplarle las mangueras que permitan la alimentación de la canalización por el tanque de bomberos.
- Distribuidor: es la canalización que va desde la toma de alimentación hasta cada columna. Posee un diámetro de 80 mm, cualquiera sea el número de plantas del inmueble.
- Columna: la columna sale del distribuidor y llega hasta las bocas en los pisos. Posee un diámetro de 80 mm, cualquiera sea el número de plantas del inmueble. Se instalan tantas columnas como cajas de escaleras sobrepasen las 7 plantas.
- Boca de columna seca: se conecta a la columna, está situada en la pared de embarque de escalera, permite el acoplamiento de las mangueras de bomberos.
- Boca de columna seca con llave de sección: se conecta a la columna, está situada en la pared de embarque de escalera, para el acoplamiento de mangueras de bomberos y para corte del paso de agua a plantas superiores.

#### *Hidrantes exteriores (CHE)*

Instalación fija de extinción para uso exclusivo de los bomberos; está compuesta por:

- Toma de la Red General de Agua por medio de una canalización de sección 80 mm.
- Boca de Incendio, está conectada a la canalización y alojada en arqueta.
- Permite el acoplamiento de mangueras de bomberos.

#### *Bocas de incendio equipadas (BIEs)*

Instalación de extinción compuesta por una conducción independiente, siempre en carga compuesta por:

- Distribuidor: es la conducción que va desde la toma de la red general hasta el pie de la columna, con su llave de paso y válvula de retención.
- Columna: conducción que va desde el distribuidor hasta las derivaciones.
- Derivación: conducción desde columna hasta los ramales, con su llave de paso a la salida de la columna.
- Ramal: conducción desde la derivación hasta el equipo de manguera.
- Equipo de Manguera: se conecta directo al ramal. Puede ser utilizado por cualquier persona.
- Toma de Alimentación: la toma de alimentación se sitúa en la fachada del edificio. Alimenta la instalación mediante una canalización a tanque de bomberos en caso de corte de suministro de la

red general de agua. Esta canalización es de igual diámetro que la columna y lleva su respectiva llave de paso y válvula de retención.

### *Rociadores de Agua*

Los rociadores o sprinklers son dispositivos de disparo individual y automático, conectados a una tubería de agua a presión; poseen una cabeza con un caño obturado con un tapón sujeto por una cápsula rellena por un líquido que al llegar a punto de ebullición, a una temperatura denominada temperatura de disparo, se conecta a un dispersor.

Al producirse la elevación de temperatura ambiente como producto del fuego, hierve el líquido rompiendo la cápsula, iniciando así la salida del agua a presión en forma de rociador.

También existen modelos de sprinklers automatizados y conectados a un detector de incendios, que envían la orden para activar el sistema.

Los rociadores serán conectados a una conducción de agua fría independiente.

La instalación está compuesta por:

- Distribuidor: es la conducción horizontal que discurre desde la toma o depósito hasta el pie de la columna, lleva su correspondiente llave de paso y válvula de retención.
- Columna: es la conducción vertical desde el distribuidor hasta las derivaciones.
- Derivación: es la conducción propia de cada planta que va desde la columna hasta los rociadores.
- Rociador: se une a la derivación, no se instalan más de 4 rociadores por línea, para no perder la presión de agua.
- Toma de Alimentación: se sitúa en la fachada del edificio. Permite alimentar la instalación, mediante canalizaciones, desde el tanque de bomberos en caso de corte de suministro de agua de la red general. La sección de esta canalización será de diámetro igual al de la columna, llevará su correspondiente llave de paso y válvula de retención.

### *Detectores*

Los Detectores constituyen una instalación de detección automática compuesta por una red eléctrica independiente de la red del edificio.

Está formada por las siguientes partes:

- Toma de la Red General Eléctrica: Para la alimentación de la central de señalización de detectores.
- Central de Señalización de Detectores: Se conecta con los detectores para su alimentación y recepción de información por medio de líneas de señalización.

- Detector: El detector al percibir la presencia de humos o el incremento de la temperatura ambiente, emite una señal eléctrica que avisa.

#### 5.2.14.13 Maquinaria

- Camiones de suministro
- Carretilla elevadora
- Grupos electrógenos
- Manipulador telescópico
- Plataformas elevadoras (PEMP)
- Radiales
- Taladradoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

#### 5.2.14.14 Medios auxiliares

- Andamios
- Carretón o carretilla de mano
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Plataformas móviles
- Torres de iluminación

#### 5.2.14.15 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

#### 5.2.14.16 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.



#### 5.2.14.17 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.14.18 Medidas preventivas

- Se mantendrán limpios de cascotes y recortes los lugares de trabajo. Se limpiarán conforme se avance, apilando el escombros para su vertido para evitar el riesgo de pisadas sobre objetos.
- Iluminación suficiente.
- La iluminación eléctrica mediante portátiles se efectuará mediante -mecanismos estancos de seguridad- con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla.
- Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.
- Se prohíbe abandonar los mecheros y sopletes encendidos.
- Se controlará la dirección de la llama durante las operaciones de soldadura para evitar incendios.
- Las máquinas portátiles a usar en estos trabajos tendrán doble aislamiento.
- No usar como toma de tierra las tuberías de agua.
- Se prohíbe soldar con plomo en los lugares cerrados.
- Al lado de la puerta del almacén de gases licuados se instalará un extintor de polvo químico seco.
- Los elementos de tubería se transportarán de manera que el traqueteo, las sacudidas, los golpes o el peso de las cargas no pongan en peligro la estabilidad de las piezas, y/o del vehículo, debiendo estar firmemente sujetas las bridas o eslingas a las piezas.

- En caso de que se hiciera necesario el almacenaje o acopio de los elementos de tubería se ubicarán en una zona en la que los recorridos de la grúa que los va a elevar para proceder a su montaje no afecten a posibles trabajos bajo el área de acción de las cargas suspendidas.
- El lugar donde se almacenen será capaz de resistir el peso de las piezas, siendo horizontal, evitando así riesgos que se puedan volcar o deslizar.
- Para las operaciones de enganche se ha de comprobar que los anclajes que traen las piezas estén en correctas condiciones, comprobándose que no presentan zonas deterioradas con el consiguiente peligro de desprendimiento al izarse.
- Los cables, cadenas, eslingas, bridas, etc., empleados en las operaciones de izado deberán ser revisados periódicamente, desechándose cuando presenten algún defecto. Todos estos elementos soportarán el mismo peso máximo admisible.
- Empleo de ganchos y grilletes con cierres de seguridad.
- Las tenazas, abrazaderas u otros accesorios utilizados para el izado serán de forma y dimensiones que puedan garantizar una sujeción firme sin dañar al elemento, debiendo llevar marcada la carga máxima admisible en las condiciones más desfavorables de izado.
- Se prohíbe el izado y montaje de elementos pesados en régimen de fuertes vientos.
- Si la zona de operaciones no queda dentro del campo visual del operador de grúa, se emplearán señalistas y cuántos trabajadores sean precisos, no permaneciendo ninguno de ellos bajo la vertical de la carga suspendida.
- El trabajo en altura se hará desde plataformas elevadoras o andamios, si no fuera posible se empleará arnés de seguridad, sujetos a elementos fijos o a líneas de vida.
- Se utilizarán cuerdas para guiar las cargas suspendidas, no admitiéndose el posicionamiento y guiado con las manos y/o pies.
- La colocación de las piezas en su posición definitiva se hará en descenso vertical y lo más lentamente posible.
- No se conectará la instalación de detección de incendios a la red eléctrica hasta su completa finalización y únicamente para las pruebas necesarias.
- Colocar tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.

- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.
- Equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos que puedan producir chispas.
- Iluminación suficiente.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean de pozos, vaciados o similar.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transitar por zonas con inestabilidad.
- No transportar cargas que, por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se proyectará, ejecutará y explotarán las instalaciones cumpliendo la normativa vigente, cumpliendo los protocolos en todas las fases del proyecto.
- Se señalizará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Uso de cinturones porta herramientas
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.

#### 5.2.14.19 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierra
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Iluminación provisional
- Protección de huecos horizontales
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalización de salvamento y socorro

#### 5.2.14.20 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Calzado de protección
- Cinturones portaherramientas
- Cascos de protección
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad
- Líneas de vida

#### Fontanería

##### 5.2.14.21 Descripción

La fontanería es el oficio de trabajar con tubos, tuberías y accesorios para sistemas de agua potable y el drenaje de los edificios.

##### 5.2.14.22 Procedimiento

El procedimiento constructivo de estas instalaciones es el que sigue:

- Ya marcado el recorrido de la tubería, hacer las rozas en las paredes. Colocar los soportes en las zonas donde haya falso techo.
- Indicación para tuberías de agua fría con peligro de condensación, y para tuberías de agua caliente, de los tramos con aislamiento, espesor y barrera de vapor.
- Colocar los pasamuros y a continuación montar y fijar las tuberías y las válvulas correspondientes.
- La distancia entre soportes está condicionada por el tipo de tubería y diámetro.
- Para tubería empotrada, los tramos deben protegerse con cartón ondulado, cinta, pintura o PVC corrugado.
- Antes de recubrir las tuberías, realizar una prueba de estanqueidad.

##### 5.2.14.23 Maquinaria

- Camiones grúa
- Camiones de suministro
- Grupos electrógenos
- Plataformas elevadoras (PEMP)
- Soldadora de tubos
- Equipos de soldadura eléctrica

- Motosoldadoras
- Radiales
- Taladradoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

#### *5.2.14.24 Medios auxiliares*

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Carretón o carretilla de mano
- Contenedores de escombros
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Plataforma de descarga
- Transpaletas hidráulicas
- Torres de iluminación

#### *5.2.14.25 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades*

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para trabajos de fontanería.

#### *5.2.14.26 Presencia del Recurso Preventivo*

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### *5.2.14.27 Riesgos*

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas

- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Rotura/contacto con instalaciones enterradas
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.14.28 Medidas preventivas

- Se mantendrán limpios de cascotes y recortes los lugares de trabajo. Se limpiarán conforme se avance, apilando el escombros para su vertido para evitar el riesgo de pisadas sobre objetos.
- Iluminación suficiente. La iluminación eléctrica mediante portátiles se efectuará mediante - mecanismos estancos de seguridad- con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla.
- Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.
- Se prohíbe abandonar los mecheros y sopletes encendidos.
- Se controlará la dirección de la llama durante las operaciones de soldadura para evitar incendios.
- Las máquinas portátiles a usar en estos trabajos tendrán doble aislamiento.
- No usar como toma de tierra las tuberías de agua.
- Al lado de la puerta del almacén de gases licuados se instalará un extintor de polvo químico seco.
- Los elementos de tubería se transportarán de manera que el traqueteo, las sacudidas, los golpes o el peso de las cargas no pongan en peligro la estabilidad de las piezas, y/o del vehículo, debiendo estar firmemente sujetas las bridas o eslingas a las piezas.
- En caso de que se hiciera necesario el almacenaje o acopio de los elementos de tubería se ubicarán en una zona en la que los recorridos de la grúa que los va a elevar para proceder a su montaje no afecten a posibles trabajos bajo el área de acción de las cargas suspendidas.
- El lugar donde se almacenen será capaz de resistir el peso de las piezas, siendo horizontal, evitando así riesgos que se puedan volcar o deslizar.

- Para las operaciones de enganche se ha de comprobar que los anclajes que traen las piezas estén en correctas condiciones, comprobándose que no presentan zonas deterioradas con el consiguiente peligro de desprendimiento al izarse.
- Los cables, cadenas, eslingas, bridas, etc., empleados en las operaciones de izado deberán ser revisados periódicamente, desechándose cuando presenten el menor defecto. Todos estos elementos soportarán el mismo peso máximo admisible.
- Empleo de ganchos y grilletes con cierres de seguridad.
- Las tenazas, abrazaderas u otros accesorios utilizados para el izado serán de forma y dimensiones que puedan garantizar una sujeción firme sin dañar al elemento, debiendo llevar marcada la carga máxima admisible en las condiciones más desfavorables de izado.
- Se prohíbe el izado y montaje de elementos pesados en régimen de fuertes vientos.
- Si la zona de operaciones no queda dentro del campo visual del operador de grúa, se emplearán señalistas y cuántos trabajadores sean precisos, no permaneciendo ninguno de ellos bajo la vertical de la carga suspendida.
- El trabajo en altura se hará desde plataformas elevadoras o andamios, si no fuera posible se empleará arnés de seguridad, sujetos a elementos fijos o a líneas de vida.
- Se utilizarán cuerdas para guiar las cargas suspendidas, no admitiéndose el posicionamiento y guiado con las manos y/o pies.
- La colocación de las piezas en su posición definitiva se hará en descenso vertical y lo más lentamente posible.
- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Colocar tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos que puedan producir chispas.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean de pozos, vaciados o similar.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Mantener las distancias de seguridad.



- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se señalizará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Uso de cinturones porta herramientas.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

#### 5.2.14.29 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Pasarelas de acceso
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalización de salvamento y socorro
- Sistema de protección contra incendios

#### 5.2.14.30 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cinturones portaherramientas

- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Guantes de soldador
- Líneas de vida
- Máscaras o mascarillas y filtros
- Pantalla de soldador
- Polainas de soldador
- Rodilleras
- Ropa de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad
- Ropa de soldador

#### Albañilería y revestimientos

##### 5.2.14.31 Descripción

Esta actividad contempla todos los trabajos de albañilería necesarios para la realización del cerramiento de las edificaciones, así como las divisiones interiores y revestimientos. Se tienen en cuenta todos los trabajos de acabados en general para la realización de los mismos.

Los cerramientos o divisiones consisten en la realización de elementos verticales que delimitan espacios de mayor o menor superficie destinados a distinto uso. A estos elementos se les denomina "tabiques".

Algunas divisiones, además de separar el espacio, pueden soportar cargas que se encuentran apoyadas en las mismas. En este caso se denominan "muros de carga".

Los tabiques se pueden realizar utilizando métodos tradicionales, es decir, ladrillos cerámicos, unidos con pasta de yeso o mortero de cemento o bien con bloque de hormigón o con materiales prefabricados tipo cartón yeso.

Los revestimientos son las terminaciones superficiales, que otorgan continuidad, y sirven de decoración y protección, ofreciendo seguridad ante eventuales desprendimientos. Pueden ser de tipología continua los cuales se realizan colocando capas con pastas obtenidas de mezclas variadas de aglomerantes (cal, cemento, yeso, etc.) o de tipología discontinua a base de piezas que conforman la piel de la estructura (azulejos, ladrillos etc.).

##### 5.2.14.32 Procedimiento

Para realizar os cerramientos o divisiones interiores de las edificaciones se procederá de la siguiente manera:

Habiendo concluido el replanteo, se disponen las miras aplomadas, verticales, guardando entre sí una distancia no mayor de 4 m.

Se colocan los premarcos cuidando que concuerden las medidas tomadas del tabique en ejecución.

Con los ladrillos, bloques o elementos prefabricados previamente humedecidos, se coloca la primera hilada.

En estos tabiques de albañilería es suficiente con colocar hilos horizontales cada tres hiladas de ladrillos. Estos hilos se sujetan a las miras, donde ya se ha marcado la medida de las hiladas, para mantener la horizontalidad.

Se extenderá el material de agarre (mortero o yeso) sobre toda la superficie del ladrillo y en la cabeza a unir con el ladrillo colocado anteriormente, cuidando de formar juntas de 1 cm de espesor. A medida que se colocan los ladrillos, se van limpiando las rebabas de mortero.

Para la última hilada, se dejará una holgura de 2 cm antes de llegar al forjado, que será rellenada luego, antes de la aplicación de los yesos. De esta manera, se previene de probables fisuras en las uniones de tabique y forjado por los movimientos normales que los forjados tienen al ir cargándolos con las fábricas de ladrillos.

Para ejecutar la unión entre tabiques, se realizará mediante enjarjes o trabazones, ejecutando dos hiladas no y una sí.

Finalizando, se comprobará que se encuentre aplomada, plana, que no se haya roto ningún ladrillo, cuidando la horizontalidad de las hiladas y libres de rebabas.

Para la ejecución de los revestimientos se procede a humedecer la superficie sobre la cual se va a trabajar, pudiéndose colocar posteriormente unas guías que ayudan a mantener un espesor constante, para posteriormente proceder a aplicar el mortero regularizador de superficie tratando de lograr una capa uniforme, rellenando aquellas partes que puedan quedar sin mortero con espátula. Esta capa podrá ser definitiva o servir de capa de fijación y regularizadora para la siguiente que puede ser de tipología continua o discontinua. En el caso de tabiquería se debe de verificar la nivelación del espesor, guardando una correcta ortogonalidad de superficie.

#### 5.2.14.33 Maquinaria

- Motovolquetes
- Camiones grúa
- Camiones de suministro
- Camiones hormigonera
- Carretillas elevadoras
- Grúas torre
- Grupos electrógenos
- Hormigoneras móviles
- Manipuladores telescópicos
- Plataformas elevadoras (PEMP)

- Radiales
- Otras herramientas manuales y eléctricas

#### 5.2.14.34 Medios auxiliares

- Andamios
- Bajantes de escombros
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Carretón o carretilla de mano
- Contenedores de escombros
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Espuertas
- Puntales
- Plataforma de descarga
- Plataformas móviles
- Transpaletas hidráulicas
- Torres de iluminación

#### 5.2.14.35 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para trabajos de albañilería.

#### 5.2.14.36 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.14.37 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria

- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.14.38 Medidas preventivas

- Organizar un Plan de Orden y Limpieza, almacenando los materiales en lugares establecidos, ordenando las herramientas y útiles de trabajo y retirando los escombros diariamente. Estos escombros se evacuarán mediante bajantes de escombros que desemboquen en contenedores o recintos señalizados correctamente.
- Se peldañearán las rampas de escalera con peldaños provisionales.
- Los palets de ladrillos se almacenarán junto a los pilares.
- Se transportarán los palets adecuadamente para evitar desprendimientos.
- Se deben evitar los trabajos junto a los tabiques recientemente levantados. Para efectuar trabajos en presencia de cemento, se utilizarán guantes de protección. Nunca se manipulará el cemento o mortero con las manos.
- Se prohíbe expresamente, construir muros de fábrica de gran superficie bajo régimen de vientos fuertes.
- Queda prohibido “reclamar material” desde el borde de huecos sin protección y entre las guías de montacargas, cables de maquinillos o grúas. Esto evita el riesgo intolerable de caída por el hueco por empujón, resbalón o pérdida de equilibrio.
- Se prohíbe expresamente:
  - Montar andamios de borriquetas sobre otros andamios
  - Realizar trabajos sobre andamios colgados, sin inmovilizar con elementos rígidos, (tubos rectangulares; tubos cilíndricos o puntales), amarrándolos a sitios seguros y firmes de la construcción.

- Retirar las protecciones colectivas.
- Los trabajos en la vertical de otras tareas, sin interposición de viseras resistentes de recogida de objetos.
- Trabajar al lado de huecos existentes en el suelo que no permanezcan cerrados con tapas fijas al forjado, para impedir caídas.
- Destapar todos los huecos de una vertical (bajante por ejemplo) para el aplomado correspondiente, concluido el cual, se comenzará el cerramiento definitivo del hueco y no volver a cubrirlo o aislarlo.
- Saltar del forjado, peto de cerramiento o alféizares, a los andamios colgados o viceversa, si estos no están sujetos a la fachada con elementos rígidos para evitar balanceos y caídas por esta causa.
- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No circular a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se señalizará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.

- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Uso de cinturones porta herramientas.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

#### 5.2.14.39 Equipos de protección colectiva y señalización

- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Protección de huecos horizontales
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalización de salvamento y socorro
- Sistema de protección contra incendios
- Tapón de plástico para protección de armaduras tipo 'seta'

#### 5.2.14.40 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cinturones portaherramientas
- Cremas protectoras
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Rodilleras
- Ropa de señalización de alta visibilidad

### 5.2.15 Montaje de plataformas, tramex, escaleras, pates y barandillas

#### 5.2.15.1 Descripción

Consiste en el montaje de obra de plataformas, tramex, escaleras, pates y barandillas, fabricadas previamente en taller.



Son elementos fijos empleados en pozos o plantas de tratamiento para ascenso y descenso, y están realizados principalmente en fundición, acero galvanizado, acero inoxidable, plástico PP, PRFV, poliéster y otros.

#### 5.2.15.2 Procedimiento

##### *Programa de Montaje*

Se redactará un programa de montaje detallando lo siguiente:

- Descripción de la ejecución en fases, el orden asignado y los tiempos de montaje de los elementos de cada fase.
- Descripción del equipo a emplear en el montaje de cada fase.
- Cimbras, apeos y todo elemento empleado para sujeción provisional.
- Listado del personal asignado para realizar cada fase con especificación de su calificación profesional.
- Elementos de seguridad y protección del personal.
- Control y verificación de los replanteos.
- Control y verificación de aplomos, nivelaciones y alineaciones.

##### *Recepción, almacenamiento y manipulación*

El almacenamiento y depósito de los elementos que integran la obra se debe hacer guardando un orden estricto y en forma sistemática, a fin de no generar demoras o errores en el montaje.

Las manipulaciones para la carga, descarga, transporte, almacenamiento a pie de obra y montaje deben efectuarse con el cuidado suficiente para no producir solicitaciones excesivas en ningún elemento de la estructura y para no dañar las piezas o la pintura.

Deben protegerse las partes sobre las que hayan de fijarse las cadenas, ganchos o cables que se utilicen en la elevación o sujeción de las piezas de la estructura.

Antes de realizar el montaje, se deberá corregir con cuidado cualquier abolladura, torcedura o comba que haya aparecido durante las operaciones de transporte. Si el defecto no se puede corregir, o se presume que después de corregido puede afectar la resistencia o estabilidad de la estructura, se rechaza la pieza marcándola debidamente para dejar constancia de ello.

### Montaje

Sobre las cimentaciones o soleras previamente ejecutadas se apoyan las bases de las barandillas o de los primeros pilares o pórticos en plataformas y escaleras. Estas bases se nivelan con cuñas de acero.

Las sujeciones provisionales de los elementos durante fase de montaje se aseguran para resistir cualquier esfuerzo que se produzca durante los trabajos.

En el montaje se realiza el ensamble de los distintos elementos, a fin de que la estructura se adapte a la forma prevista en los planos de taller con las tolerancias establecidas.

No se comienza el atornillado definitivo o soldeo de las uniones de montaje hasta haber comprobado que la posición de los elementos de cada unión coincida con la posición final.

Las uniones atornilladas o soldadas deben realizarse según las especificaciones de la normativa en vigor.

Los entramados metálicos suelen fabricarse en taller y llegan a obra listos para ser montados salvo pequeñas modificaciones. El procedimiento contaría con las siguientes fases:

- Presentación de las estructuras
- Realización de taladros de anclaje
- Introducción de tacos y apriete de tornillos de sujeción

La colocación de pates se realizará conforme a las siguientes instrucciones:

- Realización de taladros
- Introducción de la resina o mortero epoxi en los taladros (en su caso)
- Presentación del pate y golpeo hasta su colocación definitiva.

#### 5.2.15.3 Maquinaria

- Camiones grúa
- Camiones de suministro
- Camiones hormigonera
- Carretillas elevadoras
- Compresores y bombas de vacío
- Grúas torre
- Grúas autopropulsadas
- Grupos electrógenos
- Manipulador telescópico
- Equipos de soldadura por arco eléctrico
- Plataformas elevadoras (PEMP)
- Radiales

- Taladradoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

#### 5.2.15.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Carretón o carretilla de mano
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Torres de iluminación

#### 5.2.15.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para trabajos de montaje de estructuras tubulares.

#### 5.2.15.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.15.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos

- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.15.8 Medidas preventivas

- Se tendrá especial precaución por las mañanas si hay rocío o si el tiempo se vuelve húmedo o hay riesgo de helada, pues todo ello puede provocar accidente.
- Una vez concluido un determinado tajo, se limpiará eliminando todo el material sobrante, que se apilará en un lugar destinado a dicho fin para su posterior retirada.
- Los trabajos de montaje y colocación de las barandillas los deberán realizar personas conocedoras de la técnica. Se priorizará el montaje de barandillas con PEMP.
- Al realizar el montaje en el suelo de las barandillas se deberá tener cuidado de evitar atrapamientos de manos y pies.
- Las barandillas se descargarán de los camiones y se acopiarán en zonas horizontales y limpias.
- Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas, en prevención del riesgo de desplome.
- Las barandillas serán izadas del gancho de la grúa preferentemente mediante el auxilio de balancines.
- La suspensión del balancín se guiará mediante cabos sujetos a los laterales de la pieza mediante un equipo formado por tres hombres. Dos de ellos gobernarán la pieza mediante los cabos mientras un tercero guiará la maniobra.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos que puedan producir chispas.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.

- Fijación segura de objetos y equipos presentes en la obra.
- Iluminación suficiente.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a las caídas por huecos, señalando los obstáculos.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transitar por zonas con inestabilidad.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Reducción, al mínimo posible, del número de trabajadores que estén o puedan estar expuestos.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se colocarán los acopios de forma que esté a la menor altura posible.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se señalizará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Uso de cinturones porta herramientas.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

#### 5.2.15.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Protección de huecos horizontales
- Redes de protección

- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de salvamento y socorro
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Sistema de protección contra incendios
- Topes de desplazamiento de vehículos

#### 5.2.15.10 Equipos de protección individual

- Arnese y anclajes
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cinturones portaherramientas
- Cremas protectoras
- Dispositivos anticaídas (retráctil o deslizante)
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Guantes de soldador
- Líneas de vida
- Pantallas de soldador
- Polainas de soldador
- Rodilleras
- Ropa de protección
- Ropa de señalización de alta visibilidad
- Ropa de soldador

#### 5.2.16 Cerramiento metálico

##### 5.2.16.1 Descripción

Trabajos necesarios para ejecutar el montaje de cerramientos metálicos. Incluyendo el transporte, las labores de descarga, las labores de montaje con grúa del cerramiento.

Se contemplan los siguientes materiales:

- Acero pintado y malla electrosoldada
- Acero galvanizado y malla electrosoldada

- Acero galvanizado y malla de acero ondulada trenzada de hierro dulce

#### 5.2.16.2 Procedimiento

Una vez realizado el replanteo, se efectúa la excavación para cimentación de cada poste y se comprueba la profundidad. Si el terreno no tiene la consistencia requerida se amplían las dimensiones del cimientto.

A continuación, se hormigona la cimentación y se coloca el poste, nivelándolo y aplomándolo adecuadamente.

Para la colocación de los postes se tendrá en cuenta que el poste principal extremo se debe en los inicios y finales de tramos de valla en el caso en que el terreno sea muy blando y la topografía lo justifique. Si fuese necesario, los postes intermedios adyacentes a los ángulos de alineación deberán reforzarse como los de esquina.

Finalizada la colocación de postes, se coloca la malla. El borde inferior de la malla debe quedar en contacto con el terreno o apenas enterrada para evitar que pueda dañado por los animales.

En caso de que el enrejado sea malla poseerá tres alambres tensores horizontales en la parte superior, central e inferior. Debe tener la misma tensión en todos sus puntos y debe verificarse que no presente zonas abombadas ni deterioradas en su montaje.

En caso de ser enrejado metálico, vendrá modulado y en obra se atornillará o soldará a los postes.

#### 5.2.16.3 Maquinaria

- Camiones basculantes
- Camiones grúa
- Camiones de suministro
- Grupos electrógenos
- Radiales
- Taladros
- Otras herramientas manuales y eléctricas

#### 5.2.16.4 Medios auxiliares

- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Carretón o carretilla de mano
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Torres de iluminación



#### 5.2.16.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación específica para trabajos de montaje de estructuras tubulares.

#### 5.2.16.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.16.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.16.8 Medidas preventivas

- Accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.
- Iluminación suficiente.
- Los elementos voluminosos a colocar se transportarán de manera que el traqueteo, las sacudidas, los golpes o el peso de las cargas no pongan en peligro la estabilidad del vehículo, debiendo estar firmemente sujetas las bridas o eslingas a las piezas.
- El almacenaje o acopio de los elementos de cerramiento se ubicará en una zona en la que los recorridos de la grúa que los va a elevar para proceder a su montaje no afecten a posibles trabajos bajo el área de acción de las cargas suspendidas.
- El lugar donde se almacenen será capaz de resistir el peso de las piezas, siendo horizontal, evitando así riesgos que se puedan volcar.
- Las tenazas, abrazaderas u otros accesorios utilizados para el izado serán de forma y dimensiones que puedan garantizar una sujeción firme sin dañar al elemento, debiendo llevar marcada la carga máxima admisible en las condiciones más desfavorables de izado.
- La grúa o aparato de elevación será adecuado a las cargas a elevar.
- Se prohíbe el izado y montaje de elementos de cierres y piezas pesadas en régimen de fuertes vientos (más de 50 km/h) y lluvia intensa o nieve.
- Si la zona de operaciones no queda dentro del campo visual del operador de grúa, se emplearán señalistas y cuántos trabajadores sea preciso, no permaneciendo ninguno de ellos bajo la vertical de la carga suspendida.
- Se utilizarán cuerdas o cabos para guiar las cargas suspendidas.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean de pozos, vaciados o similar.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.

- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.

#### 5.2.16.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Sistema de protección contra incendios
- Topes de desplazamiento de vehículos

#### 5.2.16.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cinturones portaherramientas
- Cremas protectoras
- Fajas y cinturones antivibratorios
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Guantes de soldador
- Pantalla de soldador
- Polainas de soldador
- Ropa de soldador
- Ropa de señalización de alta visibilidad

## 5.2.17 Manipulación de materiales y cargas

### 5.2.17.1 Descripción

Comprende los trabajos necesarios para realizar operaciones de movimiento y colocación de cargas, ya sea manual o mecánica, como actividad de apoyo en multitud de operaciones y actividades en la obra.

### 5.2.17.2 Procedimiento

Se llevará a cabo la manipulación de materiales y cargas con el fin de transportar de un lugar a otro de la obra los diversos elementos, ya sea para su acopio o para su colocación.

#### *Comprobaciones previas*

El atado de la carga mediante estrobos, cables, eslingas se realizará de forma segura, evitando aristas y sin forzar estos elementos.

Los materiales se transportarán en embalajes seguros o recipientes adecuados. No rebosarán en ningún caso los recipientes y se evitará la presencia de elementos sueltos sobre la carga a izar. De esta forma se evita la posibilidad de desprendimiento de la carga.

Se vigilará la estabilidad de la carga a izar. El izado y transporte de piezas largas se hará con dos puntos de sustentación, manteniendo dichos elementos en equilibrio estable y lejos del tránsito de personas.

En el caso de que la maquinaria de elevación se apoye sobre estabilizadores, se comprobará previamente la adecuada resistencia del terreno sobre el que se asientan recurriendo a su refuerzo en caso de ser necesario.

#### *Principio de operación*

Se tensarán los cables una vez enganchada la carga.

A continuación, se elevará ligeramente, para permitir que la carga adquiriera su posición de equilibrio.

Se asegurará de que los cables no patinen y de que los ramales estén tendidos por igual.

Si el despegue de la carga presenta una resistencia anormal, no se insistirá en ello. La carga podría haberse enganchado en algún posible obstáculo, y es necesario desengancharla antes.

Nunca se sujetarán ni la carga ni los cables, eslingas o cadenas en el momento de ponerlos en tensión, con el fin de evitar que las manos queden atrapadas.

#### *Izado*

El movimiento de izado debe realizarse solo.

La elevación se efectuará lentamente, en directriz vertical.

Se asegurará de que la carga no golpeará con ningún obstáculo al adquirir su posición de equilibrio.

Se deberá retener por medio de cables o cuerdas, nunca directamente con las manos sobre la carga.

#### *Desplazamiento con carga*

Debe realizarse el desplazamiento cuando la carga se encuentre lo bastante alta para no encontrar obstáculos.

Si el recorrido es bastante grande, debe realizarse el transporte a poca altura y a marcha moderada.

Debe procederse al desplazamiento de la carga teniendo a la vista al maquinista de la grúa.

#### *Descenso y colocación de cargas:*

El descenso se efectuará lentamente, en directriz vertical.

No ordenar el descenso a ras del suelo hasta cuando la carga haya quedado inmovilizada.

Las cargas se depositarán las cargas en lugares sólidos y se comprobará la estabilidad de la carga en el suelo, aflojando un poco los cables.

En caso necesario se calzará la carga que pueda rodar, utilizando calzos cuyo espesor sea de 1/10 el diámetro de la carga.

Debe mantenerse una distancia de seguridad. Por este motivo, cuando sea necesario, el guiado de las cargas para el descenso se realizará con la ayuda de cuerdas o pértigas.

#### *5.2.17.3 Maquinaria*

- Camiones grúa
- Grúas torre
- Grúas autopropulsadas
- Manipulador telescópico
- Retroexcavadoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

#### *5.2.17.4 Medios auxiliares*

- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas

#### *5.2.17.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades*

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

#### *5.2.17.6 Presencia del Recurso Preventivo*

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que

se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.17.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...).
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.17.8 Medidas preventivas

- Se estudiará la carga a transportar para la elección del elemento de sujeción más apropiado a la misma. No se emplearán eslingas o cuerdas textiles para movimiento de cargas metálicas, ni cargas pesadas ni materiales con bordes cortantes.
- No se realizarán operaciones de elevación de cargas en condiciones atmosféricas adversas de lluvia persistente.
- Se deberán paralizar los trabajos de colocación y montaje de prefabricados, tuberías y equipos electromecánicos para velocidades de viento superiores a 60 km/h.
- Balizar y señalizar completamente la zona y la presencia de líneas eléctricas.
- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.

- Desbroce previo del área de obra.
- Se prepararán zonas de la obra compactadas para facilitar la circulación de camiones de transporte de prefabricados.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se realizará en lugares destinados a dicho fin.
- En las máquinas para elevación de cargas deberá figurar una indicación claramente visible de su carga nominal y, en su caso, una placa de carga que estipule la carga nominal de cada configuración de la máquina.
- Iluminación suficiente.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos, señalando los obstáculos.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se colocarán los acopios de forma que esté a la menor altura posible.
- Queda prohibido circular cargas por encima de personal que se encuentra trabajando, zonas de paso o lugares donde la caída pueda producir graves destrozos materiales.
- Queda prohibido balancear las cargas para depositarlas más lejos.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Se instalarán señales de “peligros, paso de cargas suspendidas” bajo los lugares destinados a su paso.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Trabajar con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.



- Se procurará realizar con medios mecánicos toda aquella operación de manejo de cargas, elevación o transporte que por sus características (peso, volumen, forma, etc.) ofrezca mayores riesgos en caso de ser realizada de forma manual.
- Los accesorios de elevación deberán estar marcados de tal forma que se puedan identificar las características esenciales para un uso seguro.
- No emplear cables ni cadenas atados.
- En la carga que haya que elevar, se escogerán los puntos de fijación que no permitan el deslizamiento de las eslingas, teniendo cuidado que estos puntos se encuentren dispuestos de una forma adecuada en relación con el centro de gravedad de la carga.
- La carga permanecerá en equilibrio estable, empleando si es preciso un pórtico para equilibrar las fuerzas de las eslingas.
- Utilización de balancines adecuados a la carga a elevar, en caso necesario.
- Cuando las cargas a suspender tengan aristas o cantos vivos, es preciso proteger los estrobos y eslingas con defensas de madera blanda o goma de neumático.
- No abandonar nunca una carga suspendida.
- Se prohíbe arrastrar cargas por el suelo.
- En todo caso la maquinaria utilizada dispondrá de alarma luminosa y acústica de marcha atrás.
- Los equipos de trabajo para la elevación de cargas deberán estar instalados firmemente cuando se trate de equipos fijos, o disponer de los elementos o condiciones necesarias en los casos restantes, para garantizar su solidez y estabilidad durante el empleo, teniendo en cuenta, en particular, las cargas que deben levantarse y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación a las estructuras.
- Se prohíbe la manipulación manual de cargas suspendidas. A los elementos que sea necesario manipular en suspensión para ubicarlos en la obra, se les amarrarán antes de proceder a su izado los cabos de guía, para realizar las maniobras sin riesgos.
- La maquinaria de manipulación de cargas deberá trabajar con todas sus patas de estabilidad extendidas y correctamente apoyadas sobre terreno firme, en caso de terreno no competente emplear placas o elementos de apoyo adecuados.
- Todo medio de elevación estará perfectamente identificado (material, carga, máxima de utilización, etc.) y deberá contar con marcado CE.
- Únicamente se utilizarán grilletes que no estén deformados, ni tengan el bulón torcido. El bulón ha de llevar rosca. Se apretará a tope.

- Para eliminarles la suciedad a las cuerdas deben lavarse y secarse antes de su almacenamiento.
- Los cables tendrán un coeficiente mínimo de seguridad de 6.
- Los cables se deberán engrasar periódicamente y se revisaran periódicamente y siempre antes de su utilización, comprobando que no existen nudos, cocas, alambres rotos, corrosión, etc.
- Las cintas y eslingas sintéticas tendrán un coeficiente de seguridad de 6 a 9 y se revisaran periódicamente y siempre antes de su utilización, comprobando que no existen deficiencias.
- Las eslingas y estrobos no deben dejarse abandonados ni tirados por el suelo, para evitar que la arena y la grava penetren entre sus cordones.
- Las cadenas a emplear serán de hierro forjado o acero con un factor de seguridad será al menos de cinco para la carga nominal máxima.
- Los anillos, ganchos, eslabones o argollas de los extremos de las cadenas serán del mismo material que las cadenas a las que van fijados.
- Las cadenas se mantendrán libres de nudos y torceduras.
- Las cadenas se enrollarán únicamente en tambores, ejes o poleas que estén provistas de ranuras que permitan el enrollado sin torceduras.
- Está prohibido acortar o empalmar cadenas de izar insertando tornillos entre eslabones, atando éstos con alambre, etc.
- Los ganchos serán de acero o hierro forjado y estarán equipados con pestillos u otros dispositivos de seguridad para evitar que las cargas puedan salirse.
- Con respecto al manejo manual de cargas se debe tener en cuenta:
  - Mantener la columna vertebral siempre recta.
  - Sujetar la carga firmemente con las dos manos, lo más cerca posible del cuerpo, con las piernas flexionadas en las caderas y en las rodillas y los pies separados hasta las verticales de los hombros.
  - Levantar la carga estirando las piernas.
  - La espalda y el cuello se mantendrán rectos.
  - Para la descarga se actúa de forma inversa.
  - Se evitará realizar giros bruscos en el proceso de carga.
  - Cargar el cuerpo simétricamente.

#### 5.2.17.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria

- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Pórticos de limitación de gálibo
- Protección de huecos horizontales
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Topes de desplazamiento de vehículos

#### 5.2.17.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Fajas y cinturones lumbares
- Ropa de señalización de alta visibilidad

#### 5.2.18 Trabajos de mantenimiento de la maquinaria de obra

##### 5.2.18.1 Descripción

Consiste en la realización de las operaciones de mantenimiento preventivo habituales que se hacen a la diversa maquinaria realizada en la zona de obra.

##### 5.2.18.2 Procedimiento

Se refiere principalmente a limpiezas, engrasados, cambios de piezas deterioradas y pequeñas reparaciones

Antes de empezar las reparaciones, se detendrá la máquina y se quitará la llave de contacto, se bloqueará la máquina y se colocarán carteles de advertencia que indiquen que no se pueden manipular los mecanismos sin que previamente se haya asegurado de que no queda ningún circuito bajo presión.

Debe reflejarse claramente en el procedimiento de trabajo la obligación de volver a colocar todos los dispositivos de seguridad de los equipos tras la realización de los correspondientes trabajos de ajuste o mantenimiento, los cuales deben estar en condiciones de un correcto funcionamiento antes de iniciar su funcionamiento normal.

Es necesario tener un diario de mantenimiento actualizado del equipo de trabajo.

Ese diario se conservará durante toda la vida útil del equipo. Así mismo se deberá indicar la periodicidad de las Revisiones preventivas debiendo quedar las operaciones de mantenimiento documentadas, bien sean periódicas o específicas de la empresa.

Se dispondrá de un proceso de mantenimiento y ajuste lo más seguro posible, lo que incluye la desconexión del equipo de todos y cada uno de los dispositivos de separación de energías (eléctrica, neumática, hidráulica y térmica), siempre que sea posible por el propio proceso de mantenimiento, y el bloqueo de dichos sistemas, mediante candado u otro sistema de consignación.

#### 5.2.18.3 Maquinaria

- Camiones grúa
- Carretilla elevadora
- Grupos electrógenos
- Equipos de agua a presión
- Equipo de soldadura por oxicorte
- Equipo de soldadura por arco eléctrico
- Radiales
- Sierras
- Taladradoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas

#### 5.2.18.4 Medios auxiliares

- Escaleras manuales
- Torres de iluminación

#### 5.2.18.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

#### 5.2.18.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.18.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a sustancias químicas nocivas
- Intoxicación o asfixia
- Incendio y explosión
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.18.8 Medidas preventivas

- Toda maquinaria que se utilice en la obra dispondrá del correspondiente marcado CE, así como su correspondiente declaración de conformidad con la legislación vigente.
- Las labores de mantenimiento y reparación de la maquinaria utilizada, así como de los equipos, serán realizadas por personal especializado y con los conocimientos suficientes y no serán realizadas por personal en solitario.
- No se pondrá en marcha la máquina en un lugar cerrado y sin ventilación.
- Colocar tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Para evitar lesiones durante las operaciones de mantenimiento, se debe de apoyar la máquina primero en el suelo, parar el motor, poner en servicio el freno de mano y bloquear la máquina; a continuación, se realizarán las labores de servicio que necesite.
- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las operaciones de mantenimiento

- Inmovilizar equipos estropeados o que estén funcionando con algún dispositivo de seguridad ausente o en malas condiciones.
- Se debe vigilar la presión de los neumáticos, y trabajar con el inflado a la presión recomendada por el fabricante.
- No se colocará nunca una pieza metálica encima de los bornes de la batería.
- No se utilizará nunca un mechero o cerillas para iluminar el interior de un motor. Para ello se utilizará lámparas portátiles conectadas a la batería.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Prever equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos que puedan producir chispas.
- Iluminación suficiente.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a las caídas y tropiezos evitando o señalando los obstáculos.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Todas las modificaciones, ampliaciones, repuestos o reparaciones deberán conservar, por lo menos, el mismo factor de seguridad del equipo original.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Uso de maquinaria y herramienta solamente por personal formado y en su caso, además autorizado.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.
- Siempre que queden elementos suspendidos, no se deberá permitir el paso de personal por debajo de ellos y se balizará convenientemente la zona para impedir el paso.
- Se deberá indicar al resto de los operarios mediante cartel de advertencia que se están realizando esas operaciones para evitar cualquier riesgo de puesta en marcha inesperada. El siguiente paso es comprobar que no hay energía residual, por ejemplo, movimientos de inercia, zonas de riesgo de quemadura, etc.

- No trabajar con la máquina en semiavería (con fallos esporádicos). Se deben arreglar las deficiencias y luego reanudar el trabajo.

#### 5.2.18.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierra
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Detectores de corrientes eléctricas
- Dispositivos de parada de emergencia
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Iluminación provisional
- Toldos de protección solar
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalista
- Sistema de protección contra incendios
- Topes de desplazamiento de vehículos

#### 5.2.18.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cinturón portaherramientas
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Rodilleras
- Ropa de señalización de alta visibilidad

#### 5.2.19 Trabajos de limpieza de obra en general

##### 5.2.19.1 Descripción

Comprende los trabajos de limpieza en las instalaciones y zonas de obra, realizadas de forma manual principalmente y mediante el empleo de útiles y productos de limpieza.

Son las labores finales de obra que se realizan antes de la entrega de la misma con objeto de dejarla recogida y limpia para entrar en servicio.



#### 5.2.19.2 Procedimiento

Se realizarán operaciones de limpieza de manera manual, con elementos, útiles y productos de limpieza en caso necesario.

Entre otros elementos se deberán mantener recogidos y limpios los embalajes y restos de obra.

Durante la obra se procurará que en los acopios los materiales no se salgan de las zonas delimitadas y que no haya perforaciones en los sacos contenedores.

La limpieza final de obra eliminará las manchas y restos de cemento, yeso, virutas de madera, capas de polvo, cristales, embalajes u otros elementos que conservan las adhesivos y protecciones de fábrica, restos de pintura, etc., suciedad en general que queda oculta por la cantidad de herramientas y materiales usados.

#### 5.2.19.3 Maquinaria

- Motovolquete autopropulsado.
- Minicargadora de ruedas. Barredora
- Plataformas elevadoras (PEMP)
- Sopladores
- Otras herramientas manuales y eléctricas

#### 5.2.19.4 Medios auxiliares

- Contenedores de escombros
- Carretón o carretilla de mano
- Escaleras manuales
- Espuertas
- Pasarelas de obra
- Plataformas de descarga
- Torres de iluminación

#### 5.2.19.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

#### 5.2.19.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que

se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.19.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...).
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Exposición a agentes biológicos
- Exposición a sustancias químicas nocivas
- Intoxicación o asfixia
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.19.8 Medidas preventivas

- Colocar tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Dejar libres de obstáculos las zonas de paso y de trabajo.
- Prever accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Prestar atención a los desniveles, las irregularidades o los desperfectos del suelo durante la limpieza y barrido.

- Evitar limpiar cualquier equipo conectado a la corriente eléctrica con sprays o con líquidos, a menos que sea apropiado.
- Disponer de las fichas de seguridad de los productos químicos de limpieza y seguir siempre sus recomendaciones de uso.
- Realizar la limpieza, siempre que sea posible, en locales ventilados.
- Tener siempre la ficha de seguridad de los productos a emplear, y no manejar sustancias de las que no sepamos su composición y utilización (dosis, forma de aplicación), riesgos y medidas de protección para su empleo seguro.
  - Utilizar siempre guantes y calzado impermeable, gafas y ropa adecuada que evite el contacto con la piel y los ojos.
  - Llevar, como mínimo, mascarilla de filtro mecánico para evitar la inhalación de polvo de las sustancias y, en el caso de que alguna sea tóxica, utilizar mascarilla específica recomendada en la ficha de seguridad.
  - No manejar los productos en locales cerrados, mal ventilados o en presencia de sustancias inflamables o corrosivas, siguiendo, en este sentido, las indicaciones de la ficha de seguridad.
  - Utilizar recipientes debidamente señalizados, incluso cuando se haga trasvase del producto.
  - No traspasar nunca los productos a recipientes de alimentos o bebidas, pues podría dar lugar a intoxicaciones involuntarias.
  - Si se van a mezclar varios productos, conocer antes qué riesgos tiene el producto resultante y las medidas de protección a tomar ante los posibles riesgos.
  - Almacenar los productos en un lugar apropiado, según las recomendaciones de la ficha de seguridad, y evitar o minimizar en lo posible los daños en caso de fuga o derrame.
  - Eliminar los envases y residuos en lugares apropiados para su recogida posterior por gestor autorizado, no dejando los residuos en cualquier lugar en que pueda afectar a otros trabajadores.
- En caso de realizar limpiezas en zonas con presencia de maquinaria, acotar correctamente la zona de trabajo y planificar los trabajos para evitar afecciones.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos que puedan producir chispas.
- Iluminación suficiente.
- Información de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.

- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos, señalando los obstáculos.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- Mantener las distancias de seguridad.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transitar por zonas con inestabilidad o con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas que, por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Prohibición de acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Prohibición de circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Los conductores y/o acompañantes deberán utilizar los cinturones de seguridad en aquellos vehículos habilitados para ello.
- Se establecerán medidas para garantizar una ventilación adecuada y reducir las partículas en suspensión.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se estén realizando labores de limpieza.
- Uso de señalista para accesos y/o maniobras específicas.

#### 5.2.19.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Detectores de corrientes eléctricas
- Detectores de gases
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de limitación y protección
- Iluminación provisional
- Pasarelas de acceso
- Protección contra vertidos
- Protección de huecos horizontales
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas en maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalización de salvamento y socorro

- Señales de ordenación de tráfico
- Ventilación o extracción

#### 5.2.19.10 Equipos de protección individual

- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cremas protectoras
- Detectores de gases portátiles
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Máscaras o mascarillas y filtros
- Ropa de señalización de alta visibilidad

#### 5.2.20 Trabajos de oficina

##### 5.2.20.1 Descripción

Se refiere a todos los puestos de trabajo que desempeñan su labor en la oficina, principalmente ante pantallas de visualización de datos, recepción de llamadas y asistencia a reuniones.

##### 5.2.20.2 Procedimiento

Se realizarán las actividades propias de oficina de obra, consistentes principalmente en la edición de documentos e informes técnicos, presupuestos, planos y otros gráficos.

##### 5.2.20.3 Maquinaria

- No aplica

##### 5.2.20.4 Medios auxiliares

- Material informático

##### 5.2.20.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

##### 5.2.20.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que

se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.20.7 Riesgos

- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personal al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Sobreesfuerzos
- Fatiga mental
- Problemas visuales

#### 5.2.20.8 Medidas preventivas

##### *Diseño del puesto*

- El puesto de trabajo deberá tener una dimensión suficiente y estar acondicionado de manera que permita los movimientos y favorezca los cambios de postura.
- Es conveniente dejar libre el perímetro de la mesa para aprovechar bien la superficie de trabajo y permitir la movilidad del trabajador.
- Detrás de la mesa debe quedar un espacio de al menos 115 cm y una superficie de al menos
- 2 m<sup>2</sup>.
- Deberá tenerse en cuenta al diseñar los locales de trabajo, en especial para que no se perturbe la atención ni la inteligibilidad de la palabra a causa del ruido.
- Toda radiación, excepción hecha de la parte visible del espectro electromagnético, deberá reducirse a niveles insignificantes de emisiones.

##### *Pantalla*

- Caracteres e imagen de la pantalla con un determinado tamaño y sin fenómenos de destellos, centelleos u otras formas de inestabilidad.
- La pantalla no deberá tener reflejos ni reverberaciones que puedan molestar al usuario.
- La pantalla deberá ser orientable e inclinable a voluntad.



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
EN LA ETAP DE MALADAHONDA  
Anejo Nº 12. Estudio de Seguridad y Salud

- Respecto a la colocación de la pantalla:
  - Situarla a una distancia superior a 40 cm.
  - A una altura tal que pueda ser visualizada dentro del espacio comprendido entre la línea de visión horizontal y la trazada a 60° bajo la horizontal. Así se evita posiciones forzadas del cuello.



#### *Teclado.*

- Deberá ser inclinable e independiente de la pantalla para permitir que el trabajador adopte una postura cómoda que no provoque cansancio en los brazos o las manos.
- Tendrá que haber espacio suficiente delante del teclado para que el usuario pueda apoyar en la mesa brazos y manos. De esta forma se evita fatiga y otras lesiones posturales.
- Los brazos deben estar doblados en un ángulo de 90-110°.
- La superficie del teclado deberá ser mate para evitar los reflejos.
- La disposición del teclado y las características de las teclas deberán tender a facilitar su utilización.
- Los símbolos de las teclas deberán resaltar suficientemente y ser legibles desde la posición normal de trabajo.
- No colocar el teclado en el borde de la mesa. Así no podrás apoyar las muñecas y sufrirás cansancio muscular y otras posibles patologías. Entre el teclado y el borde de la mesa debe quedar un espacio de al menos 10 cm, pero se recomienda poder apoyar todo el antebrazo.
- Si su teclado es demasiado alto, coloque una almohadilla de apoyo para mejorar la posición de las muñecas.

#### *Mesa o superficie de trabajo.*

- Las mesas serán poco reflectantes.
- Tener dimensiones suficientes.
- Deben permitir una colocación flexible de la pantalla, del teclado, de los documentos y del material accesorio.
- El espacio deberá ser suficiente para permitir a los trabajadores una posición cómoda.
- Procure reservar las zonas más accesibles de la mesa para colocar el ordenador y el atril, o para dejar espacio libre para trabajar.
- Los elementos accesorios (teléfono, fax, impresoras, bandeja para documentos, etc.) deben colocarse en la zona de cajones o en las partes que no resultan útiles para trabajar.
- Evite que se acumulen demasiados papeles sobre la mesa, ya que le restarán espacio para trabajar con comodidad. Encima de la mesa sólo deben estar los documentos con los que esté trabajando en cada momento. Para guardar papeles que no utilice debe usar las estanterías, armarios o archivadores. Pierda unos minutos en ordenar su mesa antes de acabar la jornada de trabajo.

### *Asiento de trabajo*

- Estable, proporcionando al usuario libertad de movimiento y procurándole una postura confortable.
- La altura del mismo deberá ser regulable.
- El respaldo deberá ser reclinable y su altura ajustable, recomendable con una suave prominencia para dar apoyo a la zona lumbar.
- Se pondrá un reposapiés a disposición de quienes lo deseen.
- Es recomendable, aunque no obligatorio:
  - Profundidad del asiento regulable, de tal forma que el usuario pueda utilizar el respaldo sin que el borde del asiento le presione las piernas.
  - Se recomienda la utilización de sillas dotadas de 5 apoyos para el suelo.
  - También deberían incluir ruedas, especialmente cuando se trabaje sobre superficies muy amplias. El reposapiés se hace necesario en los casos donde no se puede regular la altura de la mesa y la altura del asiento no permite al usuario descansar sus pies en el suelo.
- Consulte las instrucciones de su silla y compruebe que una vez efectuado el ajuste su apoyo lumbar resulta cómodo y efectivo. A veces una inclinación hacia delante del respaldo favorece una fuerza en sentido contrario de los músculos de la espalda del trabajador lo que produce, una vez acostumbrado a esta sensación, un fortalecimiento de la musculatura lumbar.

### *Iluminación.*

- La iluminación general y la iluminación especial (lámparas de trabajo), cuando sea necesaria, deberán garantizar unos niveles adecuados de iluminación y unas relaciones adecuadas de luminancias entre la pantalla y su entorno.
- Deberán evitarse los deslumbramientos y los reflejos molestos en la pantalla u otras partes del equipo.
- Los puestos de trabajo deberán instalarse de tal forma que las fuentes de luz no provoquen deslumbramiento directo ni produzcan reflejos molestos en la pantalla
- Las ventanas deberán ir equipadas con un dispositivo de cobertura adecuado y regulable para atenuar la luz del día que ilumine el puesto de trabajo.

### *Temperatura y humedad.*

- Deberá crearse y mantenerse una humedad y temperatura aceptables.

### *Situaciones de fatiga mental*

- Situaciones de sobrecarga o subcarga de trabajo.
- La repetitividad que pueda provocar monotonía e insatisfacción.
- La presión indebida de tiempos.
- Las situaciones de aislamiento que impidan el contacto social en el lugar de trabajo.

Para este caso concreto la mayoría de acciones preventivas deben enfocarse desde la perspectiva de una buena organización del trabajo:

- Adecuar el puesto de trabajo a las necesidades intelectuales del trabajador.
- Ritmos de trabajo y contenidos de la tarea adecuados.
- Evitar la monotonía y repetitividad en las tareas.
- Implicar al trabajador en la tarea que realiza.
- Reconocimiento del trabajo.
- Proporcionar niveles de autonomía en el trabajo.
- Sueldo justo.
- Seguridad del empleo.
- Información y formación a los trabajadores.

#### *Situaciones de fatiga visual*

Se puede experimentar situaciones como ojos llorosos, ojos secos, visión borrosa, doble visión, ardor, dolores de cabeza y otras sensaciones dependiendo de la persona.

La causa más olvidada de fatiga visual en las oficinas es el contraste, usualmente una pantalla oscura rodeada por un color de fondo claro. La mejor solución es oscurecer el área alrededor de la pantalla.

Los ojos se fatigan más por mirar muy de cerca que por mirar de lejos. La distancia correcta para monitores y documentos depende completamente de la distancia a la que el trabajador lee bien la pantalla. La regla general es mantener el material de lectura tan lejos como sea posible, con tal de que se pueda leer fácilmente.

Se deben tener presentes las siguientes medidas preventivas:

- Utilizar filtros de alta calidad, ya que puede minimizar el brillo, incrementar el contraste y reducir el parpadeo de la pantalla.
- Es buena idea seguir la regla 20/20, cada 20 minutos, mire a una distancia de 20 m durante 20 segundos.
- Establecer pausas de unos 10 minutos por cada 90 minutos de trabajo con la pantalla.
- Utilizar colirios sin medicina.
- Relajar los ojos de vez en cuando mientras trabajamos.

- Parpadear a menudo y mirar a lo lejos.
- Cerrar los ojos y girar el globo ocular hacia el techo. Mantener esta posición durante dos respiraciones. Después repetir el proceso mirando al suelo. Hacer lo mismo girando la vista hacia la derecha y luego hacia la izquierda. Luego abrir los ojos y relajarlos unos segundos. Cerrarlos de nuevo y describir con el globo ocular un círculo en el sentido de las agujas del reloj y viceversa.
- Contraer los músculos del rostro en un gesto, conservar la posición tres segundos, y luego relajarse. Se podrá comprobar que la visión es más nítida y más vivos los ojos.

#### 5.2.20.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- No aplica

#### 5.2.20.10 Equipos de protección individual

- No aplica

### 5.2.21 Trabajos en altura

#### 5.2.21.1 Descripción

Se entienden por trabajos en altura aquellos trabajos que son realizados a distancias del suelo superiores a 2 m. Dentro de éstos se pueden citar: trabajos en andamios, escaleras, cubiertas, postes, plataformas, vehículos, así como trabajos en profundidad, excavaciones, pozos, etc.

Son numerosas las actuaciones que requieren la realización de trabajos en altura tales como tareas de mantenimiento, reparación, construcción, restauración de edificios, montaje de estructuras, limpiezas especiales, etc.

#### 5.2.21.2 Procedimiento

La realización de estos trabajos con las condiciones de seguridad apropiadas incluye tanto la utilización de equipos de trabajo seguros, como una información y formación teórico-práctica específica de los trabajadores.

Se deberán observar las siguientes fases previas al trabajo en altura:

- Identificar el riesgo de caída
- Control del riesgo:
  - Siempre que sea posible se debe eliminar el riesgo de caída evitando el trabajo en altura, por ejemplo, mediante el diseño de los edificios o máquinas que permita realizar los trabajos de mantenimiento desde el nivel del suelo o plataformas permanentes de trabajo.
  - Cuando no pueda eliminarse el riesgo, las medidas a tomar deben ir encaminadas a reducir el riesgo de caída, adoptando medidas de protección colectiva, mediante el uso de andamios, plataformas elevadoras, instalación de barandillas, etc.

- El uso de sistema anticaídas se limitará a aquellas situaciones en las que las medidas indicadas anteriormente no sean posibles o como complemento de las mismas.

#### 5.2.21.3 Maquinaria

- Otras herramientas manuales y eléctricas
- Plataformas elevadoras (PEMP)

#### 5.2.21.4 Medios auxiliares

- Andamios
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Escaleras manuales
- Plataformas móviles

#### 5.2.21.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación para trabajos en altura

#### 5.2.21.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.21.7 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de cargas suspendidas
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos

- Contactos térmicos
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Picaduras y mordeduras
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

#### 5.2.21.8 Medidas preventivas

- Antes de cada bajada, se revisarán cuerdas, arneses, anclajes y los amarres para comprobar su estado de seguridad.
- No se permitirá la bajada si alguno de los elementos no está totalmente seguro.
- Los trabajadores elevados deberán disponer de un medio de comunicación seguro (teléfono móvil operativo o walki-talkie).
- Se comprobará “in situ” la inexistencia de líneas eléctricas de alta o media tensión, que puedan afectar a la seguridad de los trabajos.
- Cuando se trabaje en presencia de líneas eléctricas aéreas, se deberán tener en cuenta las normas de actuación referentes al riesgo de contacto eléctrico.
- No se realizarán trabajos en condiciones meteorológicas adversas, con tormentas magnéticas, nevadas, niebla intensa, heladas, nieve fundida ni otras condiciones desfavorables susceptibles de incrementar el riesgo de los trabajos a realizar.
- No se trabajará en condiciones de fuerte insolación y con elevada temperatura.
- Los accesos al tajo, tendrán las condiciones necesarias y suficientes para que los equipos móviles puedan acceder de forma segura a la zona de obra, habilitándose en caso necesario una pista de acceso.
- Extremar las precauciones en zonas extra plomadas, revisando bien el estado del material previamente al inicio de trabajos en dichas zonas. Prestar especial atención en caso de detectarse grietas, fisuras, alternancia de materiales.
- Mantener el orden y limpieza tanto en la obra como en las inmediaciones durante todo el periodo de ejecución de la obra.
- Evitar la carga de pesos excesivos ni grandes volúmenes.
- Permanecer asegurado en todo momento incluso antes de acercarse al borde / coronación.
- No se permitirá que dos operarios trabajen colgados en la misma vertical simultáneamente.
- No se realizarán descensos de manera excesivamente rápida.

- A la hora de elegir los componentes del equipo a utilizar, se tendrán en cuenta las compatibilidades entre los mecanismos (información que suministran los fabricantes de cada uno de ellos).
- Después de una caída, se repondrán las cuerdas, poleas, cintas y anillas, aunque, aparentemente, estén en buen estado.
- El equipo de trabajo contará con 2 personas especialistas como mínimo.
- Se vigilará el estado de toda la pared comprobando que no exista posibilidad de desprendimientos o caídas de objetos por el roce de la cuerda, material inestable, etc. realizando una inspección ocular previa diariamente.
- Inspeccionar previamente la zona de trabajos. Sanear y eliminar todo el material que ofrezca riesgo de desprenderse.
- Colocar las cuerdas en zonas donde el movimiento de estas no pueda activar el desprendimiento de material.
- Extremar las medidas de precaución cuando se acceda a la base del talud, evitando en lo posible la permanencia de personal, materiales, grupos electrógenos, compresores, mesas de corte, uso de herramientas y realización de tareas
- Se balizará y señalizará la zona con riesgo de caída de objetos, materiales o herramientas.
- Cada trabajador llevará puesto, en todo momento, el cinturón portaherramientas.
- Se acotará la vertical de los trabajos para impedir el paso de personas y vehículos.
- Las cargas, herramientas o equipos auxiliares pesados irán asegurados convenientemente en otro anclaje y otra cuerda diferente a la que se utilice para asegurar al trabajador.
- Se organiza el trabajo disponiéndose los trabajadores en forma de que nadie se coloque en el radio de proyección de material.
- Las herramientas y demás accesorios que deba utilizar el trabajador deberán estar sujetos al arnés o al asiento del trabajador o sujetos por otros medios adecuados (cuerdas y mosquetones).
- Los materiales utilizados deberán ser homologados, tener el marcado CE y haber pasado los ensayos correspondientes.
- Todos los elementos llevarán un pictograma que muestre las cargas máximas en kN que pueden ser aplicadas.
- Se establecerá una norma de renovación de material, en la cual se tendrá en cuenta las fechas de caducidad y fabricación de los materiales, así como del tiempo de uso recomendado por el fabricante.



- El material será asignado a cada trabajador de manera personalizada. Cada operario se encargará de mantener en buen estado su material.
- Todo trabajador dispondrá del arnés de su talla y será el más adecuado a su tarea. Se verificará su estado diariamente.
- Se desecharán todos los elementos metálicos (anillas, mosquetones, bloqueadores, etc.) que presenten rebabas.
- La longitud del elemento de amarre será inferior a 1 m.
- En anclajes estructurales se protegerán las cuerdas del roce.
- Los anclajes las indicaciones de seguridad e instalación del fabricante.
- No se colocarán anclajes en elementos de resistencia desconocida, como, por ejemplo: muros o fachadas de ladrillo...).
- Los anclajes se colocarán por persona competente especialista en este tipo de trabajos y serán inspeccionados antes de cada trabajo.
- La forma de realizar la conexión al elemento constructivo es rodeándolo con un anillo de cuerda cerrado mediante un nudo en ocho. Todas las cuerdas (suspensión y seguridad) se conectan mediante mosquetones al anillo de anclaje. En las aristas se deben instalar cantoneras de protección. También se pueden utilizar cintas planas que reparten mejor la fuerza y resisten mejor los rozamientos con las aristas. Todo lo anterior se debe realizar por partida doble tanto para la cuerda de suspensión como para la cuerda de seguridad.
- Una vez colocadas todas las piezas de la unión, se unirán con cuerda dinámica que repartirá la fuerza de la caída entre todas las piezas. Se empleará un triángulo de fuerzas bloqueado con un ángulo máximo de 60 grados.
- Los dispositivos automáticos anticaídas y bloqueadores de ascenso y descenso deberán llevar marcado el diámetro de la cuerda o cordino con el cual se puede utilizar. Se utilizarán con las cuerdas indicadas
- Durante las técnicas de ascenso-descenso por cuerda, los puntos de suspensión estarán formados por dos o más anclajes; se unirán con cordino dinámico y triángulo de fuerzas bloqueado con un ángulo máximo de 90°. Los puntos de suspensión de la cuerda para ascenso-descenso y la cuerda de seguridad serán diferentes.
- No se suspenderán trabajadores del mismo anclaje del que se utilice para suspender herramientas pesadas o equipos.

- Los puntos de progresión o de aseguramiento serán capaces de soportar caídas de factor 2; en cualquier caso, se garantizará que la altura de caída sea mínima.
- Se respetarán los periodos de secado de las resinas empleadas con los anclajes químicos respetando las instrucciones del fabricante.
- Se utilizarán siempre los anclajes más fiables (dependiendo del tipo de pared o superficie).
- Una vez extendida la cuerda esta llegará hasta el suelo. Si es imposible por las condiciones de trabajo, esta dispondrá de sistema de tope de seguridad que evite la caída al llegar el trabajador al cabo final.
- El sistema constará como mínimo de dos cuerdas con sujeción independiente, una como medio de acceso, de descenso y de apoyo (cuerda de trabajo) y la otra como medio de emergencia (cuerda de seguridad). En el caso de que haya que suspender equipos o herramientas se utilizará una tercera cuerda.
- En circunstancias muy excepcionales en las que la utilización de una segunda cuerda haga más peligroso el trabajo, podrá admitirse la utilización de una sola cuerda, siempre que se justifiquen las razones técnicas que lo motiven y siempre tomando medidas adecuadas adicionales para garantizar la seguridad.
- Los cables de acero jamás estarán en contacto directo con cintas, cordinos o cualquier otro elemento sintético.
- Queda prohibido usar el cable metálico, por su menor elasticidad para la tensión en caso de caída.
- Se deberán eliminar los objetos punzantes encontrados.
- Comprobar la efectividad de los nudos realizados en la atadura antes de iniciar el descenso por el talud.
- Siempre se dispondrá de elementos para poder realizar un rescate de un trabajador suspendido (cuerda, tractel, etc.).
- Nunca se utilizarán cuerdas estáticas para detener caídas de personas ni cable metálico.

#### 5.2.21.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Cuerdas auxiliares
- Iluminación provisional
- Redes de protección
- Señalización

- Pasarelas de obra

#### 5.2.21.10 Equipos de protección individual

- Arnéses y anclajes
- Calzado de protección
- Cascos de protección
- Cinturón portaherramientas
- Dispositivos anticaídas (retráctil o deslizante)
- Gafas de protección
- Guantes de protección
- Líneas de vida
- Ropa de señalización de alta visibilidad

#### 5.2.22 Trabajos con riesgo de exposición a contacto eléctrico en baja y alta tensión

##### 5.2.22.1 Descripción

El riesgo eléctrico se produce en toda tarea que implique actuaciones sobre instalaciones eléctricas de baja y alta tensión, utilización, manipulación y reparación del equipo eléctrico de las máquinas, así como utilización de aparatos eléctricos en entornos para los cuales no han sido diseñados.

Los riesgos originados por la energía eléctrica se agrupan en tres ámbitos:

**Instalaciones:** Se establece las características generales y la forma de utilización y mantenimiento de los equipos e instalaciones eléctricas, para proteger fundamentalmente a los trabajadores usuarios de dichos equipos e instalaciones. Para la regulación específica se remite a la reglamentación electrotécnica.

**Técnicas y procedimientos de trabajo:** Se establece de forma detallada los métodos seguros para trabajar en instalaciones eléctricas o en sus proximidades. Son medidas para proteger a los trabajadores que tienen que manipular la propia instalación eléctrica o su entorno, y no tanto los usuarios de la misma.

**Información y formación:** Será diferente en función del tipo de instalación eléctrica, de la relación del trabajador con dicha instalación y del tipo de trabajo a realizar en la misma.

##### 5.2.22.2 Procedimiento

Las cinco reglas de oro:

1. Desconectar. La parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo debe aislarse de todas las fuentes de alimentación.
2. Prevenir cualquier posible realimentación. Los dispositivos utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier posible reconexión, preferentemente por bloqueo del mecanismo de maniobra, y deberá colocarse, una señalización para prohibir la maniobra.
3. Verificar la ausencia de tensión. La ausencia de tensión deberá verificarse en todos los elementos activos de la instalación eléctrica en la zona de trabajo.

4. Poner a tierra y en cortocircuito. Las partes de la instalación donde se vaya a trabajar deben ponerse a tierra y en cortocircuito.
5. Proteger frente a los elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Si hay elementos de una instalación próximos a la zona de trabajo que tengan que permanecer en tensión, deberán adoptarse medidas de protección adicionales, que se aplicarán antes de iniciar el trabajo.

En principio, todo trabajo en una instalación eléctrica o en su proximidad que conlleve un riesgo eléctrico deberá efectuarse sin tensión, salvo en los siguientes casos:

- Las operaciones elementales (por ejemplo, conectar y desconectar) en instalaciones de baja tensión diseñadas para su uso por el público en general. Estas operaciones deberán realizarse por el procedimiento previsto por el fabricante y previa verificación del buen estado del material.
- Los trabajos en instalaciones con tensiones de seguridad, siempre que su identificación sea clara y que las intensidades de un posible cortocircuito no supongan riesgos de quemadura.
- Las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones cuya naturaleza así lo exija, tales como por ejemplo la apertura y cierre de interruptores o seccionadores, la medición de una intensidad, la realización de ensayos de aislamiento eléctrico, etc.
- Los trabajos en instalaciones, o en su proximidad, cuyas condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran.

#### 5.2.22.3 Maquinaria

- No aplica

#### 5.2.22.4 Medios auxiliares

- No aplica

#### 5.2.22.5 Formación específica necesaria para ejecución de las actividades

Los trabajadores que presten sus servicios en obras de construcción deberán estar formados conforme a lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, así como a lo indicado en el V Convenio General del Sector de la Construcción, sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

Se exigirá en esta actividad formación para trabajos de electricidad

#### 5.2.22.6 Presencia del Recurso Preventivo

El contratista designará la presencia de Recurso Preventivo cuando la presencia del mismo sea obligatoria en base a la realización de actividades en la que los riesgos pueden verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y hacen preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo según la Ley 31/95 y Art 11 Real Decreto 171/04.

Previo al comienzo de los trabajos el contratista detallará el criterio de presencia del Recurso Preventivo en cuantas actividades que no estén previstas en el Anexo II del Real Decreto 1627/97.

#### 5.2.22.7 Riesgos

- Contactos eléctricos

#### 5.2.22.8 Medidas preventivas

- Se garantizará la formación e información a los trabajadores sobre las tareas a desarrollar, procedimientos establecidos a seguir y posibles riesgos durante la ejecución de las mismas.
- Todas las zonas con riesgo de contacto eléctrico, estarán correctamente señalizadas.
- Los trabajos de mantenimiento o reparación de las instalaciones eléctricas o equipos eléctricos solo serán realizados por personal cualificado.
- Para la realización de trabajos con tensión se tendrá en cuenta:
  - Deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión.
  - Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones sólo podrán ser realizados por trabajadores autorizados.
  - El método de trabajo empleado y los equipos y materiales de trabajo y de protección utilizados deberán proteger al trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de materiales.
  - Entre los equipos y materiales de protección se encuentran: accesorios aislantes para el recubrimiento de partes activas o masas, útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.), pértigas aislantes, dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras) y los equipos de protección individual (pantallas, guantes, gafas, cascos, etc.).
  - Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas.
- Para la realización de trabajos en zonas próximas a riesgo eléctrico:
  - Sólo podrán ser realizados por trabajadores autorizados.
  - En todo trabajo en proximidad de elementos en tensión, el trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado posible de ella que el trabajo permita.
- Deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo posible:
  - El número de elementos en tensión.
  - Las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión, mediante la colocación de pantallas, barreras, envolventes o protecciones aislantes.
- Si, a pesar de las medidas adoptadas, siguen existiendo elementos en tensión cuyas zonas de peligro son accesibles, se deberá:
  - Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro.
  - Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro.

- Cuando las medidas adoptadas no sean suficientes para proteger a los trabajadores frente al riesgo eléctrico, los trabajos serán realizados, una vez tomadas las medidas de delimitación e información, por trabajadores autorizados o bajo la vigilancia de uno de éstos.
- Se seguirán las medidas preventivas frente al riesgo por contacto eléctrico directo:
  - No manipular la instalación sin efectuar previo corte.
  - Disponer de formación específica adecuada.
  - Colocar la señalización adecuada.
  - Equipos con tomas de corriente adecuadas.
  - Uso de tensión de seguridad (24 V).
  - Herramientas portátiles provistas de doble aislamiento.
  - Evitar que los conductores discurran tirados por el suelo.
  - Disponer de suficiente número de enchufes.
  - Separación por distancia o alejamiento de partes activas.
  - Separar las partes activas de la instalación a una distancia de la zona de trabajo o de circulación de manera que sea imposible un contacto voluntario o accidental.
  - Colocación de obstáculos o barreras entre las partes activas de la instalación eléctrica y el hombre de manera que no se pueda producir un contacto accidental (armarios para cuadros eléctricos, celdas de transformación, seccionadores de alta tensión, tapa de interruptores y enchufes...).
  - Recubrimiento o aislamiento de las partes activas de la instalación eléctrica con material aislante de manera que la corriente de contacto quede limitada a un valor no superior de 1mA (cables eléctricos recubiertos, herramientas con material aislante...).
- Se seguirán las medidas preventivas frente al riesgo por contacto eléctrico indirecto:
  - Las instalaciones contarán con la correspondiente puesta a tierra de las masas.
  - Instalaciones con neutro aislado de tierra.
  - Instalación de interruptores diferenciales de corte automático con la sensibilidad adecuada y que controlen todos los circuitos, tanto de fuerza como de alumbrado. En las zonas donde no haya puesta a tierra solo se pueden utilizar interruptores diferenciales con una sensibilidad no superior a 30mA (Reglamento BT).
  - Realización de uniones equipotenciales.
  - Separación de circuitos
  - Empleo de pequeñas tensiones de seguridad (24V en locales húmedos)
  - Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medios de aislamientos de protección.
  - Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas.
  - Recubrimiento de masas con aislamientos de protección.
  - Conexiones equipotenciales.
  - Puesta a tierra de masas y dispositivo de corte por intensidad de defecto.
  - Puesta a neutro de las masas con dispositivo de corte por intensidad de defecto.
  - Puesta a tierra de las masas y dispositivo de corte por tensión de defecto.



#### 5.2.22.9 Equipos de protección colectiva y señalización

- Detectores de corrientes eléctricas
- Detectores de redes y servicios
- Elementos de balizamiento físico (cordón, cinta malla naranja, etc.)
- Elementos de limitación y protección
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Sistema de protección contra incendios

#### 5.2.22.10 Equipos de protección individual

- Cascos de protección dieléctrico
- Calzado dieléctrico
- Gafas de protección
- Guantes de protección dieléctricos
- Ropa de protección dieléctrica
- Ropa de señalización de alta visibilidad

### 5.3 Actividades con riesgos especiales

Conforme al Anexo II del RD 1627/97, y dentro del ámbito de actuación del Proyecto, se considera que ninguna de las actividades a desarrollar están dentro de las denominadas actividades con riesgos especiales que pongan en peligro la seguridad de los trabajadores, conforme al Anexo II del RD 1627/97.

### 5.4 Trabajos posteriores y sus medidas preventivas

Los trabajos posteriores al presente Proyecto, que aseguren la correcta operación de las instalaciones, así como sus medidas preventivas correspondientes, se encuentran incluidas en el Anejo 24 de MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE CANAL DE ISABEL II.





**6. IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DE MAQUINARIA Y EQUIPOS**

A continuación se identifican los riesgos, las medidas preventivas tipo y equipos de protección, tanto colectiva como individual, necesarios para todas las tipologías de maquinaria que se utilizarán en la obra.

**6.1 Relación de maquinaria**

MAQUINARIA	APARTADO
Astilladoras	6.10
Bandejas vibrantes	6.8
Bombas de achique de agua	6.10
Bombas de hormigón autopropulsadas	6.10
Bombas de inyección	6.10
Bulldóceres	6.7
Bulonadoras	6.9
Camiones basculantes	6.7
Camiones cisterna con cañón para hidrosebrar	6.10
Camiones cisterna para riegos	6.10
Camiones cisterna para riegos bituminosos	6.8
Camiones se suministro	6.10
Camiones grúa	6.10
Camiones hormigonera	6.10
Cargadoras	6.7
Carretillas elevadoras	6.10
Cizallas	6.10
Compactadoras manuales	6.8
Compresores y bombas de vacío	6.10
Cortadoras de juntas	6.8
Curvadoras de tubos	6.10
Desbrozadoras manuales	6.10
Dobladoras mecánicas de ferralla	6.10
Dúmpers extraviales	6.7
Equipos para hincas de carriles	6.9
Equipos de agua a presión	6.11
Equipos de cimentación	6.9
Equipos de jet grouting y de inyección	6.9
Equipos de lodos bentoníticos	6.9
Equipos de perforación en dirección horizontal	6.9
Equipos para hincas de tuberías	6.9
Equipos de soldadura por arco eléctrico	6.11
Equipos de soldadura por oxicorte	6.11
Equipos para muros pantalla	6.9
Excavadoras hidráulicas	6.7
Explosores	6.11
Extendedoras de firmes	6.8

Fratasadora	6.10
Fresadoras	6.8
Gatos hidráulicos	6.10
Grúas autopropulsadas	6.10
Grúas torre	6.10
Grupos electrógenos	6.10
Grupos de presión	6.10
Gunitadoras	6.9
Hincadora de tablestacas	6.9
Hormigoneras móviles	6.10
Manipulador telescópico	6.10
Máquinas de pintado de marcas viales	6.8
Máquinas de señalización y balizamiento	6.8
Martillos rompedores	6.11
Mezcladoras móviles de suspensión y emulsión	6.8
Micropilotadoras	6.9
Minicargadoras y miniexcavadoras	6.7
Motoniveladoras	6.7
Motosierra	6.11
Motosoldadoras	6.11
Motovolquetes	6.8
Otras herramientas manuales y eléctricas	6.11
Penetrómetros	6.11
Perforadoras a rotación con tomamuestras	6.9
Perforadoras de barrenas	6.9
Perforadoras móviles	6.9
Pilotadoras	6.9
Plataformas elevadoras (PEMP)	6.10
Polímetros	6.11
Radiales o amoladoras	6.11
Retroexcavadoras	6.7
Robots de demolición	6.11
Rodillos compactadores	6.8
Rozadora para zanjas	6.7
Soldadora de tubos	6.11
Sopladores	6.11
Sopletes	6.11
Sierras	6.11
Taladradoras	6.11

Tiendetubos	6.7
Tractores agrícolas con aperos	6.10
Tractores forestales	6.10
Traíllas	6.7
Vibradores	6.11
Zanjadoras	6.7

## 6.2 Riesgos más comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Caída de personas a distinto nivel
- Contactos eléctricos
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Incendio y explosión
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

## 6.3 Medidas preventivas generales

- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- La maquinaria auxiliar deberá poseer el marcado CE o, en su defecto, el certificado de conformidad de acuerdo con el RD 1215/1997.
- La maquinaria estará matriculada si circula por vía pública, debiendo disponer de seguro y la ITV al día.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se diversificará por tipología, garantizando la adecuada ventilación de las instalaciones.
- El uso de maquinaria será solo por personal formado y en su caso, además autorizado.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Las máquinas-herramientas se ubicarán en los lugares reseñados para tal efecto en los "planos de organización de obra".
- La maquinaria a utilizar dispondrá de señales visuales y sonoras de marcha atrás.
- La superficie de trabajo se deberá quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean pozos, vaciados o similar.
- Los taludes serán lo suficientemente estables según características geotécnicas, y en su defecto, se procederá a su consolidación o su protección mediante entibación.

- Los caminos de circulación interna del proyecto se cuidarán para evitar blandones y exceso de barro que reduzcan la seguridad de la circulación de la maquinaria.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No se circulará a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No se transitará por zonas con peligro de desprendimiento.
- No se transportará cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Revisión y mantenimiento de la maquinaria y herramienta utilizada con disposición de la documentación necesaria según normativa.
- Se adecuará el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- Se balizará y señalará la presencia de líneas eléctricas.
- Se colocarán topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Se colocará tomas de tierra y aislamientos eléctricos
- Se delimitará las zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Se dispondrá de botiquín en obra.
- Se dispondrá de equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos.
- Se dispondrá de manual de instrucciones y de documentación necesaria de la maquinaria.
- Se entregará al personal que deba manejar maquinaria y/o herramientas, las normas y exigencias de seguridad.
- Se establecerán accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Se establecerán medidas para garantizar una ventilación adecuada y reducir las partículas en suspensión.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Se fijarán de forma segura los objetos y equipos presentes en la obra.
- Se informará de presencia de fauna y flora local que pueda producir accidentes.
- Se mantendrá las distancias de seguridad con la maquinaria.
- Se prohíbe la circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Se prohíbe la realización de replanteos o de mediciones en las zonas donde están operando las máquinas. Antes de proceder a las tareas enunciadas, será preciso parar la maquinaria, o alejarla a otros tajos.
- Se prohíbe el acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Se prohíbe la utilizando vestimentas sin ceñir y complementos (cadenas, relojes o anillos), que puedan engancharse en los herramientas, salientes, o en controles.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la maquinaria con el motor en marcha.
- Se realizará una técnica correcta de ascenso y descenso a la maquinaria.
- Se recopilará información y se detección según la técnica adecuada de los distintos servicios afectados.
- Se respetarán los niveles máximos de carga.

- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Se trabajará con las ventanillas y/o puertas de la maquinaria cerradas.
- Se usará señalista para accesos y/o maniobras específicas.
- Se utilizarán aquellas máquinas o herramientas que produzcan un nivel de vibración más bajo.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Solo será permitido el uso de móviles mediante manos libres durante la conducción de maquinaria.
- Subir y bajar de la maquinaria únicamente por la escalera prevista por el fabricante.

#### 6.4 Equipos de Protección Colectiva

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Dispositivos de parada de emergencia
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Señales acústicas y luminosas de aviso a maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Sistemas de protección contra incendios
- Topes de desplazamiento de vehículos
- Ventilación o extracción

#### 6.5 Equipos de Protección Individual

- Protección de la cabeza
  - Casco de protección
  - Casco eléctricamente aislante
- Protecciones auditivas
  - Tapones
  - Protecciones auditivas tipo orejeras
  - Casco anti-ruido
- Protecciones faciales y oculares
  - Gafas de protección
  - Pantallas faciales
  - Protectores oculares y faciales de malla
  - Pantallas para soldadura
- Protecciones de las vías respiratorias

- Filtros de partículas, de gases y combinados
- Mascarillas y máscaras completas autofiltrantes
- Equipos respiratorios aislantes
- Equipos respiratorios para soldadura
- Protectores de manos y brazos
  - Guantes de protección contra agresiones mecánicas
  - Guantes de protección contra agresiones químicas
  - Guantes de protección contra el frío
  - Guantes para soldadores
  - Guantes dieléctrico
- Protecciones de pies y piernas
  - Calzado de protección
  - Calzado dieléctrico
  - Botas impermeables
  - Polainas
- Protecciones del tronco y el abdomen
  - Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra agresiones mecánicas
  - Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra agresiones químicas
  - Fajas y cinturones antivibratorios
- Protección total del cuerpo
  - Ropa de protección
  - Ropa de protección contra el frío
  - Ropa de protección contra la lluvia
  - Ropa de señalización de alta visibilidad
  - Equipos de ayuda a la flotabilidad
  - Ropa de soldador
- Protección contra caídas
  - Arneses y anclajes
  - Líneas de vida
  - Dispositivos anticaídas (deslizante y retráctil)

## 6.6 Medidas preventivas para trabajos auxiliares en la máquina

### 6.6.1 Cambios del equipo de trabajo

- Elegir un emplazamiento llano y bien despejado.
- Las piezas desmontadas se evacuarán del lugar de trabajo.
- Seguir escrupulosamente las indicaciones del fabricante.
- Antes de desconectar los circuitos hidráulicos bajar la presión de los mismos.
- Para el manejo de las piezas utilizar guantes.



- Si el conductor necesita un ayudante, le explicará con detalle qué es lo que debe hacer y lo observará en todo momento.

#### 6.6.2 Averías en la zona de trabajo

- Bajar el equipo al suelo, parar el motor y colocar el freno, siempre que esto sea posible.
- Colocar las señales adecuadas indicando la avería de la máquina.
- Si se para el motor, parar inmediatamente la máquina, ya que se corre el riesgo de quedarse sin frenos ni dirección.
- Para cualquier avería releer el manual del fabricante.
- No hacerse remolcar nunca para poner el motor en marcha.
- No servirse nunca de la pala, cuchilla, escarificador u otro elemento móvil para levantar la máquina.
- Para cambiar un neumático colocar una base firme para subir la máquina.

#### 6.6.3 Transporte de la máquina

- Estacionar el remolque en zona llana.
- Comprobar que la longitud de remolque es la adecuada para transportar la máquina.
- Comprobar que las rampas de acceso pueden soportar el peso de la máquina.
- Bajar la cuchara, martillo u otros elementos móviles en cuanto se haya subido la máquina al remolque.
- Si la cuchara, martillo u otros elementos móviles no cabe en la longitud del remolque, se desmontará.
- Quitar la llave de contacto.
- Sujetar fuertemente las ruedas a la plataforma del terreno.

#### 6.6.4 Mantenimiento

##### 6.6.4.1 En la zona de trabajo

- Colocar la máquina en terreno llano. Bloquear las ruedas o las cadenas.
- Cambiar el aceite del motor y del sistema hidráulico en frío.
- Desconectar la batería para impedir un arranque súbito de la máquina.
- Los líquidos de la batería desprenden gases inflamables. Si hay que manipularlos, no fumar ni acercar fuego.
- No colocar nunca una pieza metálica encima de los bornes de la batería.
- No quedarse entre las ruedas o sobre las cadenas, bajo los elementos móviles de las máquinas.
- No levantar en caliente la tapa del radiador. Los gases desprendidos de forma incontrolada pueden causar quemaduras.
- Utilizar un medidor de carga para verificar la batería.
- No utilizar nunca un mechero o cerillas para ver dentro del motor.
- Aprender a utilizar los extintores.
- Conservar la máquina en buen estado de limpieza.

#### 6.6.4.2 En el taller

- Antes de empezar las reparaciones, es conveniente limpiar la zona a reparar.
- No limpiar nunca las piezas con gasolina. Trabajar en un local ventilado.
- No fumar.
- Antes de empezar las reparaciones, quitar la llave de contacto, bloquear la máquina y colocar letreros indicando que no se manipulen los mecanismos.
- Si varios mecánicos trabajan en la misma máquina, sus trabajos deberán ser coordinados y conocidos entre ellos.
- Dejar enfriar el motor antes de quitar el tapón del radiador.
- Bajarla presión del circuito hidráulico antes de quitar el tapón de vaciado, así mismo cuando se realice el vaciado del aceite vigilar que no esté quemando.
- Si se tiene que dejar elevado el brazo y la cuchara, se procederá a su inmovilización antes de empezar el trabajo.
- Realizar la evacuación de los gases del tubo de escape directamente al exterior del local.
- Cuando se arregle la tensión de las correas del motor, éste estará parado.
- Antes de arrancar el motor, comprobar que no se haya dejado ninguna herramienta encima del mismo.
- Utilizar guantes y zapatos de seguridad.

#### 6.6.4.3 Mantenimiento de los neumáticos

- Para cambiar una rueda, colocar los estabilizadores.
- No utilizar nunca la pluma o la cuchara para levantar la máquina.
- Utilizar siempre una caja de inflado, cuando la rueda no está sobre la máquina.
- Cuando se esté inflando una rueda no permanecer enfrente de la misma sino en el lateral.
- Durante el llenado de aire de los neumáticos, situarse tras la banda de rodadura, apartado del punto de conexión. El reventón de la manguera de suministro o la rotura de la boquilla, puede actuar como un látigo.
- No cortar ni soldar encima de una llanta con el neumático inflado.

### 6.7 Maquinaria de movimiento de tierras y fresado

En el concepto de máquinas de movimientos de tierras se incluirán:

- Buldóceres
- Camiones basculantes
- Cargadoras
- Dúmpers extraviales
- Excavadoras hidráulicas
- Minicargadoras y miniexcavadoras
- Motoniveladoras
- Retroexcavadoras
- Rozadora para zanjas

- Traíllas
- Tiendetubos
- Zanjadoras

#### 6.7.1 Riesgos asociados

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Incendio y explosión
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

#### 6.7.2 Medidas preventivas generales

- Antes de iniciar vaciados a media ladera con vertido hacia la pendiente, se inspeccionará detenidamente la zona, en prevención de desprendimientos o aludes sobre las personas o cosas.
- Antes del inicio de trabajos con la maquinaria del proyecto, se inspeccionarán aquellos materiales (árboles, arbustos, rocas), inestables, que pudieran desprenderse accidentalmente sobre el tajo. Una vez saneado, se procederá al inicio de los trabajos a máquina.
- Como norma general, se prohíbe la utilización de la maquinaria en las zonas de esta obra con pendientes muy pronunciadas.
- En ningún caso se circulará con el remolque en posición elevada.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- La cuchara, durante los transportes de tierras, permanecerá lo más baja posible para poder desplazarse con la máxima estabilidad.
- Las cabinas antivuelco montadas sobre la maquinaria a utilizar no presentarán deformaciones de haber resistido algún vuelco.
- Los ascensos o descensos en carga de la máquina se efectuarán siempre utilizando marchas cortas.
- No se admitirán en la obra maquinaria desprovista de cabinas antivuelco y anti impactos, y serán las indicadas por el fabricante.

- Se acotará a una distancia igual a la del alcance máximo del brazo excavador, el entorno de la máquina.
- Se colocarán los acopios forma que estén a la menor altura posible.
- Se controlará y seguirá visualmente el avance de perforación.
- Se establecerá y cumplirá un protocolo específico de trabajos eléctricos.
- Se garantizará el drenaje del fondo de la excavación.
- Se garantizará, cuando sea necesario, la comunicación entre el conductor y el encargado.
- Se prohíbe el abandono de la máquina sin haber antes apoyado sobre el suelo la cuchilla, escarificador, pala o lo que corresponda.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se prohíbe encaramarse sobre la maquinaria durante la realización de cualquier movimiento.
- Se prohíbe realizar trabajos en el interior de las trincheras o zanjas, en la zona de alcance del brazo de la retro.
- Se recomienda rotar los puestos, funciones y tareas, así como realizar descansos, evitando o reduciendo exposiciones a agentes que en tiempo prolongado puedan resultar dañinos.
- Se utilizará maquinaria específica para la introducción de piezas, tuberías, etc., en el interior de las zanjas.
- Se verificará que la altura máxima de la maquinaria es la adecuada para evitar interferencias con elementos de la obra.
- Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor para evitar que en la cabina se reciban gases nocivos.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina sin estabilizarla previamente y apoyar el cazo o útil de trabajo en el suelo.
- Se prohíbe utilizar el brazo articulado o las cucharas para izar personas y acceder a trabajos puntuales.
- Se prohíbe realizar maniobras de movimientos de tierras sin antes haber puesto en servicio los apoyos hidráulicos de inmovilización.
- Se prohíbe el acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.

#### 6.7.3 Equipos de protección colectiva

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Detectores de corrientes eléctricas
- Detectores de redes y servicios
- Dispositivos de parada de emergencia
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de delimitación y protección
- Iluminación provisional
- Pantallas de absorción acústica

- Redes de protección
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas de aviso a maquinaria
- Señalización de advertencia, obligación y prohibición
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Sistemas de protección contra incendios
- Topes de desplazamiento de vehículos

#### 6.7.4 Equipos de protección individual

- Protección de la cabeza
  - Casco de protección
- Protecciones auditivas
  - Tapones
  - Protecciones auditivas tipo orejeras
  - Casco anti-ruido.
- Protecciones faciales y oculares
  - Gafas de protección
- Protecciones de las vías respiratorias
  - Filtros de partículas, de gases y combinados
  - Mascarillas y máscaras completas autofiltrantes
- Protectores de manos y brazos
  - Guantes de protección contra agresiones mecánicas
  - Guantes de protección contra el frío
  - Guantes dieléctrico
- Protecciones de pies y piernas
  - Calzado de protección
  - Botas impermeables
- Protecciones del tronco y el abdomen
  - Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra agresiones mecánicas
  - Fajas y cinturones antivibratorios
- Protección total del cuerpo
  - Ropa de protección
  - Ropa de protección contra el frío
  - Ropa de protección contra la lluvia
  - Ropa de señalización de alta visibilidad

## 6.8 Maquinaria móvil para construcción de carreteras, trabajos en viales o calzadas

En el concepto de máquinas de construcción de carreteras, trabajos en viales o calzadas se incluirán:

- Bandejas vibrantes
- Camiones cisterna para riegos bituminosos
- Cortadoras de juntas
- Extendedoras de firmes
- Fresadoras
- Máquinas de pintado de marcas viales
- Máquinas de señalización y balizamiento
- Mezcladoras móviles de suspensión y emulsión
- Rodillos compactadores

### 6.8.1 Riesgos asociados

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Enfermedades profesionales producidas por agentes físicos (ruido, temperaturas extremas, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Incendio y explosión
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

### 6.8.2 Medidas preventivas generales

- Comprobar el estado y sujeción de los portapicas y picas.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- En una parada de emergencia en pendiente accionar los frenos y situar el tambor delantero o trasero contra talud.
- La compactación se separará del lugar de llegada del remolque y máquinas, rellenando y compactando los blandones en el terreno.
- Las cabinas antivuelco montadas sobre la maquinaria a utilizar no presentarán deformaciones de haber resistido algún vuelco.
- Las rejillas y chapas de protección que evitan el contacto con piezas móviles deben permanecer bien ajustadas.
- Los ascensos o descensos en carga de la máquina se efectuarán siempre utilizando marchas cortas.

- Los taludes serán lo suficientemente estables según características geotécnicas, y en su defecto se procederá a su entibado.
- Los trabajadores se retirarán de la extendedora durante las operaciones de vertido de asfalto en la tolva.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No retirar los resguardos, las pantallas protectoras y demás elementos de protección instalados.
- No se admitirán en la obra maquinaria desprovista de cabinas antivuelco y anti-impactos, y serán las indicadas por el fabricante.
- Se colocarán los acopios forma que estén a la menor altura posible.
- Se colocarán topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Se garantizará, cuando sea necesario, la comunicación entre el conductor y el encargado.
- Se prohíbe el abandono de la máquina sin haber antes apoyado sobre el suelo la cuchilla, escarificador, pala o lo que corresponda.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se prohíbe en esta obra utilizar la maquinaria no específica como una grúa.
- Se prohíbe encaramarse sobre la maquinaria durante la realización de cualquier movimiento.
- Se recomienda rotar los puestos, funciones y tareas, así como realizar descansos, evitando o reduciendo exposiciones a agentes que en tiempo prolongado puedan resultar dañinos.
- Se verificará que la altura máxima de la maquinaria es la adecuada para evitar interferencias con elementos de la obra.
- Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor para evitar que en la cabina se reciban gases nocivos.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina sin estabilizarla previamente y apoyar el útil de trabajo en el suelo.
- Se prohíbe el acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.

#### 6.8.3 Equipos protección colectiva

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Detectores de corrientes eléctricas
- Dispositivos de parada de emergencia
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de delimitación y protección
- Iluminación provisional
- Pórticos de limitación de gálibo
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas de aviso a maquinaria
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación



- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Sistemas de protección contra incendios
- Topes de desplazamiento de vehículos
- Ventilación o extracción

#### 6.8.4 Equipos de protección individual

- Protección de la cabeza
  - Casco de protección
- Protecciones auditivas
  - Tapones
  - Protecciones auditivas tipo orejeras
  - Casco anti-ruido.
- Protecciones faciales y oculares
  - Gafas de protección
- Protecciones de las vías respiratorias
  - Filtros de partículas, de gases y combinados
  - Mascarillas y máscaras completas autofiltrantes
- Protectores de manos y brazos
  - Guantes de protección contra agresiones mecánicas
  - Guantes de protección contra el frío
- Protecciones de pies y piernas
  - Calzado de protección
  - Botas impermeables
- Protecciones del tronco y el abdomen
  - Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra agresiones mecánicas
  - Fajas y cinturones antivibratorios
- Protección total del cuerpo
  - Ropa de protección
  - Ropa de protección contra el frío
  - Ropa de protección contra la lluvia
  - Ropa de señalización de alta visibilidad

#### 6.9 Equipos de perforación y cimentación

En el concepto de equipos de perforación y cimentación de tierras se incluirán:

- Bulonadoras
- Equipos de cimentación

- Equipos de lodos bentoníticos
- Equipos de jet grouting y de inyección
- Equipos de perforación en dirección horizontal
- Equipos para hincas de tuberías
- Equipos para hincas de carriles
- Equipos para muros pantalla
- Gunitadoras
- Hincadora de tablestacas
- Micropilotadoras
- Perforadoras a rotación con tomamuestras
- Perforadoras de barrenas
- Perforadoras móviles
- Pilotadoras

#### 6.9.1 Riesgos asociados

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamiento por objetos
- Caída de cargas suspendidas
- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Choques, golpes y/o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Enfermedades profesionales producidas por agentes físicos (ruido, temperaturas extremas, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Hundimientos y sepultamientos
- Incendios y explosiones
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

#### 6.9.2 Medidas preventivas generales

- Antes del inicio de trabajos con la maquinaria de la obra, se inspeccionarán aquellos materiales (árboles, arbustos, rocas), inestables, que pudieran desprenderse accidentalmente sobre el tajo. Una vez saneado, se procederá al inicio de los trabajos a máquina.
- Como norma general, se prohíbe la utilización de la maquinaria en las zonas de esta obra con pendientes que puedan provocar el vuelco.

- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- El lapso existente entre la apertura y el relleno con ferralla y hormigonado se evitará cubriendo el hueco mediante un entablonado encajando en el pozo para evitar desplazamientos. Se puede sustituir por recercado con barandillas.
- La zona de excavación de pilotes quedará cerrada al acceso del personal ajeno a la apertura de pozos, mediante una clausura efectiva.
- Las cabinas antivuelco montadas sobre la maquinaria a utilizar no presentarán deformaciones de haber resistido algún vuelco.
- Las muelas del taladro se mantendrán en buen estado, sustituyendo los trépanos deteriorados para su reparación por otros en buen estado.
- Las operaciones de guía del trépano por operarios se efectuarán a giro totalmente detenido.
- Los ascensos o descensos en carga de la máquina se efectuarán siempre utilizando marchas cortas.
- Los taludes serán lo suficientemente estables según características geotécnicas, y en su defecto se procederá a su entibado.
- No golpear la roca con las deslizaderas ni con las barrena para sanea la zona excavada.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No se admitirá maquinaria desprovista de cabinas antivuelco y anti-impactos, y serán las indicadas por el fabricante.
- No se arrastrarán las camisas de los pozos, la operación de encamisado se realizará izando el tubo en posición vertical, y guiándolo con cuerdas de gobierno por dos operarios evitando tocarla directamente con las manos.
- Se colocarán topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Se controlará y seguirá visualmente el avance de perforación.
- Se entregará a la subcontrata que deba manejar maquinaria, las normas y exigencias de seguridad que les afecten específicamente según el Plan de Seguridad.
- Se garantizará el drenaje del fondo de la excavación.
- Se garantizará, cuando sea necesario, la comunicación entre el conductor y el encargado.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se prohíbe encaramarse sobre la maquinaria durante la realización de cualquier movimiento.
- Se prohíbe utilizar la maquinaria no específica como una grúa, para la introducción de piezas, tuberías, etc., en el interior de las excavaciones.
- Se recomienda rotar los puestos, funciones y tareas, así como realizar descansos, evitando o reduciendo exposiciones a agentes que en tiempo prolongado puedan resultar dañinos.
- Se verificará que la altura máxima de la maquinaria es la adecuada para evitar interferencias con elementos de la obra.
- Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor para evitar que en la cabina se reciban gases nocivos.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina sin estabilizarla previamente y apoyar el útil de trabajo en el suelo.

- Se prohíbe el acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.

#### 6.9.3 Equipos de protección colectiva

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Detectores de corrientes eléctricas
- Dispositivos de parada de emergencia
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de delimitación y protección
- Iluminación provisional
- Pórticos de limitación de gálibo
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas de aviso a maquinaria
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalización de advertencia, prohibición y obligación
- Señalista
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Sistemas de protección contra incendios
- Ventilación o extracción

#### 6.9.4 Equipos de protección individual

- Protección de la cabeza
  - Casco de protección
- Protecciones auditivas
  - Tapones
  - Protecciones auditivas tipo orejeras
  - Casco anti-ruido.
- Protecciones faciales y oculares
  - Gafas de protección
  - Pantallas faciales
  - Protectores oculares y faciales de malla
  - Pantallas para soldadura
- Protecciones de las vías respiratorias
  - Filtros de partículas, de gases y combinados
  - Mascarillas y máscaras completas autofiltrantes
  - Equipos respiratorios aislantes
  - Equipos respiratorios para soldadura

- Protectores de manos y brazos
  - Guantes de protección contra agresiones mecánicas
  - Guantes de protección contra agresiones químicas
  - Guantes de protección contra el frío
  - Guantes para soldadores
  - Guantes dieléctrico
- Protecciones de pies y piernas
  - Calzado de protección
  - Botas impermeables
- Protecciones del tronco y el abdomen
  - Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra agresiones mecánicas
  - Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra agresiones químicas
  - Fajas y cinturones antivibratorios
- Protección total del cuerpo
  - Ropa de protección
  - Ropa de protección contra el frío
  - Ropa de protección contra la lluvia
  - Ropa de señalización de alta visibilidad
- Protección contra caídas
  - Arneses y anclajes

#### 6.10 Maquinaria auxiliar y vehículos

En el concepto de maquinaria auxiliar y vehículos se incluirán:

- Astilladoras
- Bombas de hormigón autopropulsadas
- Bombas de achique de agua
- Bombas de inyección
- Camiones cisterna para riegos
- Camiones cisterna con cañón para hidrosembrar
- Camiones de suministro
- Camiones grúa
- Camiones hormigonera
- Carretillas elevadoras
- Cizallas
- Compactadoras manuales (ranas)
- Compresores y bombas de vacío
- Curvadoras de tubos
- Desbrozadoras manuales

- Dobladoras mecánicas de ferralla
- Fratasadora
- Gatos hidráulicos
- Grúas autopropulsadas
- Grúas torre
- Grupos de presión
- Grupos electrógenos
- Hormigoneras móviles
- Manipulador telescópico
- Motovolquetes
- Plataformas elevadoras (PEMP)
- Tractor agrícola con aperos
- Tractores forestales
- Vehículos de desplazamiento por obra

Debido a la heterogeneidad de las máquinas y herramientas de este apartado, se especificarán unas medidas preventivas generales y se detallarán por grupos las medidas preventivas más específicas.

#### 6.10.1 Riesgos asociados

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamiento por objetos
- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Choques, golpes y/o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Enfermedades profesionales producidas por agentes físicos (ruido, temperaturas extremas, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Hundimientos y sepultamientos
- Incendios y explosiones
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

#### 6.10.2 Medidas preventivas generales

- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- La maquinaria auxiliar deberá poseer el marcado CE o, en su defecto, el certificado de conformidad de acuerdo con el RD 1215/1997.

- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- La botonera de mandos eléctricos de las máquinas-herramientas serán de accionamiento estanco cuando sea necesario.
- Los taludes serán lo suficientemente estables según características geotécnicas, y en su defecto se procederá a su entibado.
- Los trabajadores recibirán instrucciones concretas sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar.
- Se colocarán los acopios forma que esté a la menor altura posible.
- Se colocarán topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Se establecerá y cumplirá un protocolo específico de trabajos eléctricos.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor para evitar que en la cabina se reciban gases nocivos.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina sin estabilizarla previamente y apoyar el útil de trabajo en el suelo.
- Se prohíbe el acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- No se permitirá el uso de teléfonos móviles durante los trabajos, si es necesario su empleo se paralizarán los mismos.

#### 6.10.2.1 Astilladoras

- Antes de iniciar los trabajos se debe comprobar el correcto funcionamiento del dispositivo de emergencia, así como la correcta colocación de los resguardos y carcasas de protección que lleve la máquina.
- Antes de introducir las ramas y otros objetos de desecho en la astilladora, se comprobará que están libres de objetos no deseados.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Se tendrá especial precaución con cuerdas que se puedan enredar en los objetos a introducir en la tolva de la astilladora.
- La máquina se colocará en un lugar nivelado y seguro.
- Los protectores deben estar colocados en todo momento.
- No manipular la capota con las partes móviles en movimiento.
- Se apilarán las ramas forma que estén a la menor altura posible.

#### 6.10.2.2 Bombas de hormigón autopropulsadas

- Se debe realizar una prueba de puesta en marcha para verificar el correcto funcionamiento de la bomba.
- Se tendrá en cuenta el horario permisible a entrada de vehículos pesados al lugar de la obra y, en su caso, solicitar de la Administración local su ampliación, nocturnidad, cortes de vía pública, cambios de sentido de circulación etc.



- Serán tenidas en cuenta (y suministrada esta información a la subcontrata de bombeo de hormigón) las distancias horizontales y de altura máxima de suministro, procurándose el máximo acercamiento al tajo.
- Serán muy tenidas en cuenta las líneas eléctricas al alcance o situadas a menor distancia de la estipulada de seguridad en función de su potencialidad que puedan tener incidencia en los movimientos del equipo y demás componentes de la máquina, elementos complementarios y otras consideraciones de vertido.
- La bomba de hormigonado debe disponer de un dispositivo de bloque de seguridad con llave que habrá que accionar para supuesta en marcha.
- En su disposición de trabajo siempre estará fijada al suelo mediante sus estabilizadores delanteros y traseros, dispuestos éstos sobre firme o durmientes repartidores.
- Cuando se utilice mástil de distribución deberá prestarse especial atención a su radio de influencia, tanto vertical como horizontal. Para este sistema es fundamental asegurar su estabilidad en la base del vehículo que lo porta.

#### 6.10.2.3 Bombas de inyección, bombas de achique de agua y grupos de presión

- Las mangueras a utilizar estarán en perfectas condiciones de uso, sin grietas ni desgastes para evitar reventones, protegiéndose en los cruces de caminos.
- Deberá disponer de puntos de enganche cuando el peso exceda de 25kg y tenga que se transportada mediante aparatos de elevación.
- La bomba de achique de agua solo será empleada para su uso previsto (extracción y/o evacuación de aguas y lodos en general).
- El cable de entrada a la bomba debe ser estanco y encontrarse en condiciones adecuadas.
- Se colocaran las mangueras de modo tal que no impliquen riesgos para la circulación de las personas.
- Los equipos a utilizar serán los más silenciosos posible para evitar la contaminación acústica.
- Se posicionarán los equipos en terreno horizontal y estable.
- Situarse en contrapendiente al moverlo.

#### 6.10.2.4 Camión cisterna para riegos, camión para hidrosebrar, camiones grúa y camiones de suministro

- El gancho de la grúa estará dotado de pestillo de seguridad, en prevención del riesgo de desprendimiento de la carga.
- En la lubricación de resortes mediante vaporización o atomización, el trabajador permanecerá alejado del chorro de lubricación, que se sedimenta con rapidez, procurando en todo momento no dirigirlo a otras personas.
- Las cargas en suspensión, para evitar golpes y balanceos se guiarán mediante cabos de gobierno.
- Las rampas de acceso a la zona de trabajo no superarán pendientes mayores del 20%.
- Se prohíbe arrastrar cargas con el camión grúa (el remolcado se efectuará según características del camión).
- Se prohíbe estacionar (o circular con), el camión grúa a distancias inferiores a 2 m., (como norma general), del corte del terreno, en previsión de los accidentes por vuelco.
- Se prohíbe expresamente, sobrepasar la carga máxima admitida por el fabricante de la grúa, en función de la longitud en servicio del brazo.

- Se prohíbe realizar suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga, en previsión de los accidentes por vuelco.
- Se prohíbe realizar tirones sesgados de la carga.
- Se prohíbe utilizar la grúa para realizar tiros sesgados de la carga ni para arrastrarla, por ser maniobras no seguras.
- Si la superficie de apoyo de la grúa está inclinada, la suspensión de cargas de forma lateral se hará desde el lado contrario a la inclinación de la superficie.

#### 6.10.2.5 Camión hormigonera

- La tolva de carga del camión hormigonera tendrá las dimensiones adecuadas para evitar las proyecciones de partículas de hormigón sobre elemento y personas cercanas en el proceso de descarga de hormigón
- Las cargas en suspensión, para evitar golpes y balanceos se guiarán mediante cabos de gobierno.
- Las rampas de acceso a la zona de trabajo no superarán pendientes mayores del 20%.
- En caso de contacto del hormigón con los ojos limpiar con agua y acudir siempre a asistencia médica.
- Para hormigonar sobre losas han de establecerse pasarelas mediante tablonos a modo de pasillos.
- Queda prohibido situarse en el lugar de hormigonado, hasta que el camión hormigonera no esté en posición de vertido.
- Está prohibido el cambio de posición del camión hormigonera al tiempo que se vierte el hormigón. Esta maniobra deberá efectuarse en su caso con la canaleta fija para evitar movimientos incontrolados y los riesgos de atrapamiento o golpes a los trabajadores.

#### 6.10.2.6 Carretillas elevadoras

- Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la carretilla elevadora responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, neumáticos, cinturón de seguridad, ausencia de fugas de aceite, etc.
- La carretilla elevadora no puede utilizarse como medio para transportar personas.
- Mantener el contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.
- Circular a una velocidad moderada, disminuyendo la velocidad en cruces, zonas de paso de peatones y lugares de poca visibilidad.
- Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe.
- Cuando se realicen transportes con cargas que superen la altura del respaldo de carga, es necesario atarlas.
- Los trabajos de carga/descarga de material o equipos muy pesados cuya maniobra implique especial dificultad y riesgo importante (grandes tuberías, válvulas, bombas, motores u otros equipos, que impliquen la presencia de trabajadores de apoyo), así como el uso excepcional de cestas para elevar personas, requerirán la presencia de un Recurso Preventivo en el centro de trabajo para que supervise y vigile los trabajos.
- Colocar la carga lo más cerca posible del mástil, con el centro de gravedad lo más centrado posible.

- No circular con las palas u horquillas levantadas, éstas deberán ir a unos 15 cm. sobre el suelo, con el centro de gravedad de la carga lo más bajo posible y con el mástil completamente inclinado hacia atrás, tanto si se circula en carga o en vacío.
- No sobrecargar nunca la máquina, respetando la tabla o diagrama de cargas de la misma. En ningún caso se pueden añadir contrapesos.
- No permitir que nadie se sitúe cerca de la carga levantada y mucho menos que circule bajo ella.
- Se comprobará que no hay ninguna persona en las inmediaciones de la máquina, previa a la ubicación o desubicación de mercancía en previsión de un posible desplome accidental de la misma.
- En caso de encontrar palés o cajones en mal estado o defectuosos se debe proceder a su retirada inmediata.
- Si una carga voluminosa reduce la visibilidad o se ha de bajar por una rampa, se circulará marcha atrás. Siempre se mirará en el sentido de la marcha sin asomar el cuerpo fuera del contorno protegido de la máquina.
- Con carácter excepcional, sólo se podrán elevar personas con la carretilla si se utilizan cestas o plataformas de trabajo que dispongan de marcado CE, lo autoriza el fabricante, son compatibles con la carretilla, resistentes, protegidas contra la caída de personas y objetos, provistas de pantalla o resguardos que impidan alcanzar los órganos de transmisión de la carretilla y con un sistema de amarre eficaz a las horquillas.
- Se prohíbe desplazarse con el mástil inclinado hacia adelante, o con la carga en posición elevada.
- Una vez finalizado el trabajo, dejar la horquilla en contacto con el suelo.
- Uso obligatorio del cinturón de seguridad durante la utilización de la carretilla.

#### 6.10.2.7 Compactadoras manuales (ranas)

- La circulación de los vehículos que aportan el material de terraplén o relleno no interferirá con la que realiza el extendido y compactado.
- Se realizará el riego de agua necesario para el correcto compactado del material y en los lugares y momentos precisos para evitar la formación de polvo.
- No se ejecutará el vertido del material hasta que se realice la comprobación de que no hay personal o equipos en la trayectoria de caída.
- Nunca se utilizará el estrangulador para parar el motor.
- Se procurará que el relleno progresará por igual en todos los puntos de la zona de trabajo para no provocar desniveles en el suelo.
- La distancia mínima entre dos máquinas en un tajo es de 30 cm.
- Alternar la utilización continuada del equipo con otras operaciones que no generen vibraciones o parar en torno a 10 minutos cada dos horas.
- Dispondrá accionador con pulsador del tipo “hombre muerto” que, al dejar de pulsarlo, pare automáticamente la radial.
- Revisar el buen estado de los elementos que sirvan para canalizar fluidos de los elementos del motor (tapas y mangueras).
- Dejar ubicado el apisonador al terminar las tareas de tal manera que éste no pueda volver, roda, deslizarse o caerse y siempre apagado.
- Todas las labores de mantenimiento se harán con la máquina apagada y fría.

- No se deberá realizar nunca el desplazamiento marcha atrás o lateral.

#### 6.10.2.8 Curvadoras de tubos y dobladoras mecánicas de ferralla

- La manguera de alimentación eléctrica de la dobladora se llevará hasta esta de forma enterrada para evitar los deterioros por roce y aplastamiento durante el manejo de la ferralla.
- Las descargas de la dobladora y su ubicación “in situ”, se realizará suspendiéndola de cuatro puntos, (los 4 ángulos), mediante eslingas; de tal forma, que se garantice su estabilidad durante el recorrido.
- Se acotará mediante señales de peligro sobre pies derechos la superficie de barrido de redondos durante las maniobras de doblado para evitar que se realicen tareas y acopios en el área sujeta al riesgo de golpes por las varas.
- Se efectuará un barrido periódico del entorno de la dobladora de ferralla.
- Se instalará en torno a la dobladora mecánica de ferralla un entablado de tabla de 5 cm, sobre una capa de gravilla, con una anchura de 3 m, en su entorno.

#### 6.10.2.9 Desbrozadoras manuales

- Antes de arrancar, verificar que la desbrozadora no está en contacto con ningún objeto.
- Ajustarse perfectamente el manillar y el arnés, para no sufrir lesiones ergonómicas en su uso.
- Adaptar el útil de corte a cada tipo de trabajo. No emplear cuchillas más grandes de las previstas por el fabricante. La desbrozadora con carrete de hilo de nylon se utilizará para trabajar en zonas de hierba, y la de cuchillas cuando se vayan a desbrozar superficies con zarzas, matorrales o arbustos jóvenes.
- La desbrozadora será empleada por una única persona siendo la herramienta más adecuada para segar taludes cuya pendiente no hace aconsejable el uso de cortacésped.
- Realizar una inspección previa del lugar analizando pendientes irregulares, raíces de árboles, tocones, zanjas y agujeros que puedan hacer perder el equilibrio, prestando especial atención en esas zonas.
- Alternar la utilización continuada del equipo con otras operaciones que no generen vibraciones o parar en torno a 10 minutos cada hora, al objeto de bajar la exposición a vibraciones mano-brazo.
- Se deberá trabajar asegurándose de que se tiene buena estabilidad, los pies firmes y sujetando correctamente el equipo.
- Despejar el área de trabajo de todo elemento que pueda estorbar las operaciones a realizar.
- Trabajar en posición cómoda, flexionando las piernas y manteniendo siempre la espalda recta.
- Se repostará la desbrozadora preferentemente al aire libre o en lugares bien ventilados. Se debe limpiar y dejar evaporar cualquier líquido derramado antes de encender de nuevo.
- Se debe apretar perfectamente el tapón del depósito ya que se puede desenrosacar debido a las vibraciones.
- Se tratarán de evitar zonas resbaladizas con hielo, nieve o suelo mojado.
- En periodo estival con riesgo de incendio se evitará la utilización de la desbrozadora de cuchillas, cumpliendo lo dispuesto en el Plan de Protección Civil de Emergencias por incendios forestales de la Comunidad.
- No arrancar la máquina si se detectan fugas de combustible o si hay riesgo de chispas.
- No manejar la desbrozadora si el silenciador no está operativo.

- No poner en funcionamiento la máquina a menos de 10 m de otras personas.
- No trabajar con la desbrozadora por encima del hombro.
- Trabajar en posición cómoda, flexionando las piernas y manteniendo siempre la espalda recta.

#### 6.10.2.10 Fratasadora

- Alternar la utilización continuada del equipo con otras operaciones que no generen vibraciones o parar en torno a 10 minutos cada hora, al objeto de bajar la exposición a vibraciones mano-brazo.
- Solo se usara en lugares cerrados cuando exista buena ventilación.
- No utilizar nunca la fratasadora en atmósferas potencialmente explosivas.
- Antes de comenzar a trabajar, comprobar que las palas elegidas son las correspondientes al trabajo a desarrollar (alisado, pulido o mixtas) y que están correctamente montadas respecto al sentido de giro del motor
- Se repostará la fratasadora preferentemente al aire libre o en lugares bien ventilados. Se debe limpiar y dejar evaporar cualquier líquido derramado antes de encender de nuevo.
- Se debe apretar perfectamente el tapón del depósito ya que se puede desenrosacar debido a las vibraciones.
- Verificar que las palas no están en contacto con ningún objeto y que la palanca de aceleración se encuentra en posición neutra antes de encender el motor.
- Antes de invertir el sentido de desplazamiento comprobar que haya espacio suficiente y que no existan zanjas, bordillos, obstáculos, etc.
- No introducir ninguna parte del cuerpo dentro de la cubierta de protección de las palas durante el funcionamiento de la fratasadora.
- Repostar combustible con el motor parado y frío y la llave de combustible cerrada.

#### 6.10.2.11 Gatos hidráulicos

- Se dispondrán los gatos en paralelo, con válvulas de seguridad y el resto de elementos que aseguren que en caso de que falle uno, no se colapse el sistema.
- Se debe asegurar el correcto calzado y direccionamiento de los gatos dentro de la fosa, para conseguir un trabajo sincronizado y paralelo.
- Prever elementos de fijación del elemento que se esté desplazando en previsión de avería del sistema.
- En la manipulación de los diferentes componentes, los operarios, antes de iniciar su levantamiento, tienen que asegurarse de que mantienen los pies separados a una distancia equivalente a la anchura de los hombros. Asimismo, deben agacharse doblando las rodillas, nunca la espalda.
- Los gatos hidráulicos y sus elementos han de estar en perfectas condiciones de mantenimiento, prestando especial atención a los manómetros.

#### 6.10.2.12 Grúas autopropulsadas y manipuladores telescópicos

- Respetar los niveles máximos de carga en función de la extensión de la pluma de la grúa contempladas en las tablas de trabajo.
- El emplazamiento de la máquina se efectuará evitando las irregularidades del terreno y explanando su superficie si fuera preciso.



- El gancho, o doble gancho, de la grúa atopropulsada estará dotada de pestillo de seguridad.
- La nivelación que deberá ser verificada antes de iniciarse los trabajos.
- En casos de transmisión de cargas a través de neumáticos, la suspensión del vehículo portante debe ser bloqueada.
- Se recomienda que la grúa esté siempre apoyada sobre los estabilizadores aun cuando el peso de la carga a elevar permita hacerlo sobre neumáticos.
- Se dispondrá de tablones (o placas de palastro) de dimensiones y resistencia adecuada, para ser utilizadas como plataforma de reparto de cargas de los gatos estabilizadores cuando el apoyo se realiza sobre terrenos blandos.
- Se prohíbe el uso de la grúa para el arrastre de cargas. Siempre se realizará el movimiento de manera que la carga quede suspendida en el aire.
- Cuando la grúa móvil trabaja sobre los brazos estabilizadores deberán encontrarse extendidos en su máxima longitud, manteniéndose la correcta horizontalidad de la máquina y se accionarán los gatos para conseguir la elevación necesaria para que los neumáticos queden totalmente separados del suelo.
- En presencia de líneas eléctricas debe evitarse que el extremo de la pluma, cables o la propia carga se aproxime a los cables conductores.
- Se prohíbe que los trabajadores se encuentre bajo cargas suspendidas.

#### 6.10.2.13 Grúas torre

- Controlar al inicio de la jornada los apoyos de la grúa y el aplomado de la misma.
- Controlar las excavaciones o terraplenes próximos a la fundación de la grúa.
- Verificar al inicio de la jornada el lastre y contrapeso de la grúa, su estado y fijación.
- Comprobar que la estructura y el entorno de la grúa está protegido de posibles golpes o colisiones por otras máquinas o vehículos.
- Comprobar que se realizan correctamente las verificaciones periódicas, cada 4 meses y las comprobaciones correspondientes por personal competente debidamente documentadas cada vez que se instala. Además se debe comprobar que se realizan las inspecciones extraordinarias cada 2 años en el caso en que la instalación se mantenga durante un tiempo prolongado.
- Comprobar que las verificaciones son realizadas solo por personal reconocido explícitamente por el fabricante para cada tipo de grúa.
- Verificar periódicamente el estado de la estructura, bulones, reapretado de tornillos y en especial el estado de los tirantes y la corona de giro de la grúa, cuyos tornillos deben ser apretados con llave dinamométrica.
- Si la grúa dispone de sistema de arriostamiento, sus tensores se deben controlar y reapretar periódicamente para que trabajen correctamente.
- Comprobar que el anemómetro funciona correctamente (sonido intermitente con vientos de 50 Km/h y continuo a los 70 Km/h) y suspender el trabajo con la grúa en cuanto el anemómetro emita la señal de aviso de manera continua.
- Comprobar que no se coloquen en la estructura de la grúa elementos ajenos a la misma, no autorizados por el fabricante, como carteles en la torre, en la pluma o banderas en la cúspide.
- No chocar con otras grúas que estén próximas, para ello se establecerán las prioridades de maniobra en el manual del usuario y se respetarán las distancias de seguridad.

- En ningún caso se permitirá que el gruísta manipule las conexiones del mando a distancia de la grúa (botonera) alterando las posiciones de los movimientos de la máquina con respecto a cómo se indican en el exterior del mando.
- El gruísta tomará las medidas establecidas para evitar los peligros que resulten del transporte de la carga y de su caída eventual.
- El gruísta será responsable del amarre, elevación, distribución, posado y desatado correcto de las cargas. En el caso de utilizar señalista, este asumirá estas responsabilidades.
- El gruísta debe comprobar diariamente el estado de los cables de acero, así como el paso por las poleas y el enrollado en el tambor.
- Evitar que el cable roce en la estructura del edificio o cualquier otra superficie que pueda dañar el mismo y, en caso de ser imprescindible, colocar previamente protecciones adecuadas.
- Evitar que el gancho apoye en el suelo y afloje el cable de elevación, ya que puede provocar la salida del cable de alguna de las poleas y también el mal enrollamiento en el cabrestante, dañando de esta manera el mismo.
- La grúa tiene que disponer, en lugar fácilmente visible, de una placa de características que incluya el diagrama de cargas.
- No deben ser accionados manualmente los contactadores e inversores del armario eléctrico de la grúa ni funcionar en semiavería o “puenteada”.

#### 6.10.2.14 Grupos electrógenos, compresores y bombas de vacío

- El transporte en suspensión se efectuará mediante un eslingado a 4 puntos del equipo, para garantizar la seguridad de la carga.
- Antes de empezar a trabajar, limpiar los posibles derrames de aceite o combustible que puedan existir.
- Los empalmes de cables conectadores serán adecuados.
- Las conexiones siempre serán macho-hembra
- Las mangueras a utilizar estarán en perfectas condiciones de uso, sin grietas ni desgastes para evitar reventones, protegiéndose en los cruces de caminos.
- Los compresores y grupos electrógenos a utilizar serán silenciosos para evitar la contaminación acústica.
- No se pondrá en funcionamiento el grupo electrógeno en locales cerrados. En caso de resultar inevitable se dará salida al exterior al tubo de escape.
- Colocar los frenos para evitar desplazamientos innecesarios.
- Posicionar máquina en terreno horizontal.
- Sacar llave contacto al final jornada.
- Situarse en contrapendiente al moverlo.
- Antes de desenganchar la herramienta y la manguera de la válvula de salida de aire, hacerla funcionar un tiempo suficiente para aliviar la presión del sistema.
- Las operaciones de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado, en prevención de incendios o de explosión.



#### 6.10.2.15 Hormigoneras móviles

- Se comprobará el estado de los cables, palanca y accesorios con regularidad, así como los dispositivos de seguridad.
- Estará situada en una superficie llana y horizontal.
- Las partes móviles estarán protegidas por carcasas.
- Deberá tener toma de tierra conectada a la general.
- Bajo ningún concepto, se introducirá el brazo o la pala en el tambor con movimiento.
- Deberá dejarse inmovilizada por el mecanismo correspondiente una vez terminados los trabajos.
- No se ubicará a distancias inferiores a tres metros del borde de excavación, para evitar riesgos de caída a otro nivel.

#### 6.10.2.16 Motovolquetes

- No remontar rampas que no sean uniformes, con peligro de deslizamiento o con fuertes pendientes.
- Se respetarán los niveles máximos de carga del motovolquete.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer o que sobresalgan de la tolva.
- Fijar bien la carga a transportar. No transportar cargas que sobresagan por los laterales.
- Mantener el contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.
- La velocidad junto a los tajos, no será superior a 10 Km/h.
- Parar el vehículo siempre en lugares seguros para su estacionamiento, tanto para el conductor como para el resto de los usuarios del camino, traza o carretera.
- Eliminar del suelo los elementos cortantes o lacerantes para evitar pinchazos.
- Con el vehículo cargado bajar las rampas marcha atrás, despacio y evitando frenazos bruscos.
- Moderar la velocidad en las zonas de suelos húmedos o resbaladizos.
- Si ocasionalmente se debe circular marcha atrás, se extremarán las precauciones y se usará preferentemente señalista.
- El asiento del operador estará dotado de suspensión y será anatómico y regulable en altura y horizontalmente. Será obligatorio el uso del cinturón de seguridad.
- Con tolvas de vertido con mando hidráulico, el vertido se debe realizar de forma progresiva para mantener la estabilidad del vehículo.
- No se debe verter el contenido de una tolva cerca de un talud sin consolidar y sin que exista un tope de seguridad para las ruedas a una distancia suficiente del borde. La altura del tope no debiera ser inferior a 1/3 del diámetro de la rueda.
- El motovolquete no se utilizará como medio para transportar a personas.

#### 6.10.2.17 Plataformas elevadoras (PEMP)

- Al circular con la plataforma autopropulsada se ha de asegurar que:
  - Los estabilizadores no están bajados ni extendidos (si los tuviera).
  - Circular siempre a velocidad moderada y respetando las distancias de seguridad.
  - Cuando sea preciso subir o bajar bordillos, se deberán prever rampas.

- Antes de comenzar a trabajar, se comprobará el tipo de terreno, presencia de líneas eléctricas, zonas con riesgo de caída próximas (zanjas o muelles) y puntos donde puedan existir restricciones de altura, anchura o peso.
- Antes de utilizar la plataforma se realizará una inspección visual de la misma, comprobar que ésta se encuentra situada en la posición más baja posible, que no presenta daños estructurales evidentes, el correcto estado de las ruedas, nivel de agua de las baterías y que no haya trabajadores en su radio de acción.
- Antes de elevar la plataforma comprobar que no puede chocar contra obstáculos situados encima de la máquina. Mantener distancias de seguridad y dejar espacio libre suficiente sobre la cabeza.
- Al finalizar el trabajo, descender la plataforma hasta su posición más baja y estacionarla sobre una superficie resistente y lo más nivelada posible, donde no estorbe el paso de otros vehículos o personas.
- Asegurar la inmovilidad del brazo de la cesta antes de iniciar ningún desplazamiento. Poner en la posición de viaje.
- Cuando se deba transitar sobre cobijas o tapas de registros, ya sean metálicas, de hormigón o de material plástico, se comprobará antes si éstas soportan el peso de la plataforma. Queda prohibido circular sobre tramex.
- El Recurso Preventivo, según su criterio y atendiendo a la entidad y peligrosidad de los trabajos, si procede, autorizará y, además, vigilará y/o coordinará la preparación y realización de los mismos, comprobando antes de iniciar que el personal implicado conoce los riesgos, las medidas a adoptar y dispone de los EPIs necesarios.
- En condiciones normales, se requerirá la presencia de un Recurso Preventivo en el centro de trabajo para que autorice, supervise y vigile cuando se realicen:
  - Trabajos donde se requieran desplazamientos cortos en el lugar de la tarea con la plataforma elevada (siempre que así lo permita el modelo utilizado).
  - Trabajos en proximidad de líneas eléctricas aéreas en alta tensión.
  - Trabajos en zonas ATEX.
- En cualquier caso, siempre que se vaya a utilizar una plataforma elevadora, se comunicará con la debida antelación al Recurso Preventivo, informándole del tipo de trabajo a realizar.
- En ningún momento se sobrecargará la plataforma ni se excederá el número autorizado de personas.
- Evitar el uso de la plataforma en recintos cerrados si esta funciona con motor de combustión, salvo que estén bien ventilados.
- Evitar pasar el brazo de la cesta, con carga o sin ella sobre el personal.
- Limpiar los zapatos de barro o grava antes de subir a la plataforma.
- No alterar, modificar o desconectar los dispositivos de seguridad (limitador de carga, sistema antivuelco, estabilizadores, etc.).
- No añadir elementos sobre la plataforma que puedan aumentar la resistencia a la fuerza del viento (carteles, lonas, etc.). No dar marcha atrás sin la ayuda de un señalista.
- No emplear la máquina si se detecta cualquier anomalía.
- No hacer por sí mismo maniobras en espacios angostos.
- No remontar rampas que no sean uniformes y que superen la pendiente del 20%.

- No saltar nunca directamente al suelo desde la máquina si no es por un inminente riesgo para la integridad física.
- No utilizar la plataforma en condiciones climatológicas adversas o con fuertes rachas de viento.
- Prohibido el uso de andamios de borriqueta, escaleras manuales o elementos similares apoyados sobre la plataforma para alcanzar un punto de mayor altura.
- Prohibido sentarse o subirse sobre la barandilla.
- Prohibido subir y bajar de la plataforma cuando esté elevada trepando por la estructura o empleando escaleras o cualquier otro sistema de acceso no estipulado por el fabricante.
- Prohibido utilizar la plataforma como montacargas, grúa o ascensor en ninguna circunstancia. Tampoco se fijarán aparatos para la elevación de cargas sobre la misma.

#### 6.10.2.18 Tractores agrícolas con aperos y tractores forestales

- Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos del tractor responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, neumáticos, etc.
- No remolcar o manipular cargas superiores a las que indique el fabricante.
- Controlar la máquina únicamente desde el asiento del conductor, nunca desde otro lugar.
- El tractor o el manipulador telescópico no se utilizará como medio para transportar personas.
- Mantener el contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.
- Antes de enganchar, desenganchar, limpiar o ajustar las herramientas accionadas por la toma de fuerza, hay que parar el motor, sacar la llave del contacto y observar que el árbol de transmisión de la toma de fuerza esté parado.

#### 6.10.2.19 Vehículos para desplazamiento por obra

- Eliminar del suelo los elementos cortantes o lacerantes para evitar pinchazos.
- Todos los vehículos, serán manejados por conductores con Permiso de Conducir Clase B, como mínimo.
- La velocidad junto a los tajos, no será superior a 20 km/h.
- Se respetará escrupulosamente la señalización interna de la traza de obra.
- Tanto dentro del recinto de la obra como en las vías abiertas al tráfico rodado a todos los ciudadanos, no está permitido transportar en el interior de vehículo a más personas que las admitidas por ello por su fabricante.
- Se respetarán en todo momento las normas de circulación y la señalización presente.
- Está prohibido el uso de teléfono móvil y la manipulación del GPS por parte del conductor.
- Se tendrá especial precaución ante la presencia de otros trabajadores, peatones, ciclistas y motorista.
- Se realizarán descansos aproximadamente a las dos horas de conducción continuada.
- Antes de iniciar el trayecto el conductor comprobará la colocación correcta de los espejos retrovisores, la posición del asiento y el uso de los cinturones de seguridad.
- Sólo estará permitido transportar remolques de cualquier tipo si el vehículo cuenta con amarre específico para ello y el objeto a mover está provisto de la señalización vial que requiere la reglamentación vigente.

- Se parará el vehículo siempre en lugares seguros para su estacionamiento, tanto para el conductor como para el resto de los usuarios del camino, traza o carretera.

#### 6.10.3 Equipos de protección colectiva

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Detectores de corrientes eléctricas
- Dispositivos de parada de emergencia
- Elementos de agarre, peldaños y accesos a la maquinaria
- Elementos de delimitación y protección
- Iluminación provisional
- Pórticos de limitación de gálibo
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas de aviso a maquinaria
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Señalización de advertencia, obligación y prohibición
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Sistemas de protección contra incendios
- Topes de desplazamiento de vehículos
- Ventilación o extracción

#### 6.10.4 Equipos de protección individual

- Protección de la cabeza
  - Casco de protección
  - Casco eléctricamente aislante
- Protecciones auditivas
  - Tapones
  - Protecciones auditivas tipo orejeras
  - Casco anti-ruido.
- Protecciones faciales y oculares
  - Gafas de protección
  - Pantallas faciales
  - Protectores oculares y faciales de malla
- Protecciones de las vías respiratorias
  - Filtros de partículas, de gases y combinados
  - Mascarillas y máscaras completas autofiltrantes
  - Equipos respiratorios aislantes
- Protectores de manos y brazos

- Guantes de protección contra agresiones mecánicas
- Guantes de protección contra agresiones químicas
- Guantes de protección contra el frío
- Guantes dieléctrico
- Protecciones de pies y piernas
  - Calzado de protección
  - Calzado dieléctrico
  - Botas impermeables
- Protecciones del tronco y el abdomen
  - Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra agresiones mecánicas
  - Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra agresiones químicas
  - Fajas y cinturones antivibratorios
- Protección total del cuerpo
  - Arneses
  - Ropa de protección
  - Ropa de protección contra el frío
  - Ropa de protección contra la lluvia
  - Ropa de señalización de alta visibilidad
  - Equipos de ayuda a la flotabilidad
- Protección contra caídas
  - Arneses y anclajes
  - Dispositivos anticaídas (deslizante y retráctil)

### 6.11 Maquinaria-herramienta en general

En este apartado se consideran globalmente los riesgos de prevención derivados de la utilización de maquinaria-herramienta tales como:

- Brocas
- Equipos de agua a presión
- Equipos de demolición
- Equipos de generación de calor
- Equipos de soldadura por arco eléctrico
- Equipos de soldadura por oxicorte
- Explosores
- Martillos rompedores
- Motosierra
- Motosoldadoras
- Otras herramientas manuales y eléctricas
- Penetrómetros

- Polímetros
- Radiales o amoladoras
- Robots de demolición
- Sierras
- Soldadoras de tubos
- Sopladores
- Sopletes
- Taladradoras
- Vibradores

#### 6.11.1 Riesgos asociados

- Atrapamiento por objetos
- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Choques, golpes y/o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Enfermedades profesionales producidas por agentes físicos (ruido, temperaturas extremas, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Hundimientos y sepultamientos
- Incendio y explosión
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

#### 6.11.2 Medidas preventivas generales

- Antes de operar sobre la pieza comprobar que no tiene clavos, tornillos, nudos o fallos que hagan peligroso el trabajo.
- Asegurar la adecuada sujeción y apoyo de la pieza sobre la que actúa la máquina. Nunca la sujete con las manos.
- Comprobar la estanquidad de botoneras y mandos eléctricos.
- Compruebe el estado y sujeción de útiles, herramientas, accesorios y si son los adecuados.
- Compruebe que las palancas y mandos de la máquina tienen mango o material aislante.
- Evite la entrada de humedad en los componentes eléctricos.
- Las máquinas-herramienta con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa anti proyecciones.
- Las tomas de corriente serán de tipo industrial y adecuadas para el uso a la intemperie.
- Las transmisiones motrices por correas, estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma, que permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz.



- Los motores eléctricos de las máquinas-herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato, para evitar los riesgos de atrapamientos, o de contacto con la energía eléctrica.
- No retirar los resguardos, las pantallas protectoras, y demás elementos de protección instalados.
- No retirar virutas o recortes con la mano, hágalo con gancho y guantes, y siempre con la máquina parada.
- No utilizar mangueras eléctricas peladas o en mal estado.
- Parar la máquina para comprobar, medir y cambiar de posición la pieza de trabajo.
- Se colocarán en portaherramientas o estantes adecuados.
- Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro, abandonadas en el suelo, o en marcha aunque sea con movimiento residual.
- Se prohíbe puentear componentes de las instalaciones.
- Se protegerán eléctricamente mediante doble aislamiento.
- Use ropa de trabajo ajustada. No lleve anillos, brazaletes, cadenas, etc.
- Utilice un empujador adecuado para piezas pequeñas, nunca con los dedos próximos al elemento cortante.
- Verifique la existencia de las protecciones eléctricas necesarias.

#### 6.11.3 Medidas preventivas específicas

##### 6.11.3.1 Brocas

- No entrar en contacto con el accesorio de giro en rotación.
- Se tiene que disponer de empuñadura auxiliar para una mejor sujeción y de interruptor con freno de inercia, de forma que al dejar de apretar se pare la máquina de manera automática.
- Las operaciones de limpieza y mantenimiento se han de efectuar previa desconexión de la red eléctrica o de la batería.
- Desconectar el equipo de la red eléctrica o extraer la batería, cuando no se utilice.
- El cambio del accesorio tiene que realizarse con el equipo parado y desenchufado o con la batería extraída.
- Se ha de escoger la broca adecuada para el material que se tenga que perforar.
- Se tienen que sustituir inmediatamente las herramientas gastadas o agrietadas.

##### 6.11.3.2 Cizallas

- Las cizallas se utilizaran solamente en las tareas para las cuales están destinadas.
- Para el cambio de cuchilla o cualquier revisión del equipo, siempre se realizarán con la máquina desconectada.
- Señalizar y balizar toda la zona de operación, teniendo en cuenta las posibles proyecciones de partículas a terceros al realizar los cortes.
- Cuando se mecanicen piezas se ha de asegurar la correcta sujeción de éstas, utilizando siempre que sea posible gatos, prensas, mordazas, sargentos o similar.
- Se evitará la adopción de posturas forzadas durante la utilización de las herramientas.



#### 6.11.3.3 Equipos de agua a presión

- No desconectar mangueras o conductos bajo presión.
- Antes de la utilización de los equipos se realizará:
  - Las inspecciones que indique el fabricante.
  - La comprobación del correcto funcionamiento de los sistemas de seguridad.
  - Una inspección visual de ausencias de pérdidas en los circuitos hidráulicos y del buen estado de los aislamientos eléctricos.
- Se tendrá precaución manteniendo la distancia de seguridad adecuada a la proyección del chorro de agua. Pueden proyectarse partículas debido a la fuerza del agua.
- Se delimitará la zona de trabajo.
- Los cables y mangueras deberán estar desenrollados correctamente.
- Nunca pisar, presionar o doblar las mangueras que llevan el agua a presión.
- No intentar acoplar tramos de tubería o conductos con arreglos provisionales. Las uniones se harán con elementos adecuados que soporten con seguridad las presiones de trabajo.
- No dirigir el chorro de agua contra personas.

#### 6.11.3.4 Equipos de generación de calor

- Antes de la utilización de los equipos se realizará:
  - Las inspecciones que indique el fabricante.
  - La comprobación del correcto funcionamiento de los sistemas de seguridad.
  - La comprobación del buen estado de las rejillas de protección y aislamientos eléctricos.
- No se emplearán estos equipos en locales cerrados sin una fuente de humedad en los que permanezcan personas dado que el aire seco y caliente produce afecciones respiratorias.
- Se tendrá especial cuidado con los equipos que funcionen con gas butano cerrando la válvula cuando se apague el aparato, comprobando las correctas conexiones de los tubos de alimentación y almacenando las bombonas llenas en lugares ventilados.

#### 6.11.3.5 Equipos de soldadura por oxícorde

- Antes de encender el mechero, compruebe que están correctamente hechas las conexiones de las mangueras y que están instaladas las válvulas anti-retroceso.
- El traslado y ubicación para uso de las botellas de gases licuados se efectuará mediante carros portabotellas de seguridad.
- Evitar los golpes en las botellas.
- Las botellas de gases licuados se acopiarán separadas (oxígeno, acetileno, butano, propano), con distinción expresa de lugares de almacenamiento para las agotadas y las llenas.
- No fumar cuando esté soldando o cortando, ni cuando se manipule los mecheros y botellas; ni tampoco cuando se encuentre en el almacén de botellas.
- No utilizar acetileno para soldar o cortar materiales que contengan cobre, se producirá una reacción química y se formará un compuesto explosivo, el acetiluro de cobre.
- No utilizar mangueras de igual color para gases diferente. En caso de emergencia, la diferencia de colocación le ayudará a controlar la situación.
- Se prohíbe acopiar o mantener las botellas de gases licuados al sol.

- Se prohíbe la utilización de botellas de gases licuados en posición inclinada.

#### 6.11.3.6 Equipos de soldadura por arco eléctrico y motosoldadores

- El banco para soldadura fija, tendrá aspiración forzada instalada junto al punto de soldadura.
- Las operaciones de soldadura a realizar en condiciones normales no se realizarán con tensiones superiores a 150 V, si los equipos están alimentados por corriente continua.
- Las operaciones de soldadura a realizar en zonas muy conductoras (húmedas), no se realizarán con tensiones superiores a 50 V El grupo de soldadura estará en el exterior del recinto en el que se efectúe la operación de soldar.
- Las vigas y pilares "presentados", quedarán fijados e inmovilizados mediante husillos de inmovilización, (codales, eslingas, etc.) hasta concluido el punteo de soldadura.
- No se elevará una nueva altura, hasta haber concluido el cordón de soldadura de la cota punteada.
- Se suspenderán los trabajos de soldadura a la intemperie bajo régimen de lluvias.
- Se suspenderán los trabajos de soldadura en montaje de estructuras con vientos iguales o superiores a 60 Km/h.
- Se tenderán entre los pilares, de forma horizontal, cables de seguridad anclados, por los que se deslizarán los mecanismos para caídas de los arneses de seguridad, cuando se camine sobre las jácenos o vigas de la estructura.
- Se tenderán redes ignífugas horizontales entre las crujías que se estén montando, ubicadas por debajo de la cota de montaje.

#### 6.11.4 Escariadores

- No entrar en contacto con el accesorio de giro en rotación.
- Se tiene que disponer de empuñadura auxiliar para una mejor sujeción y de interruptor con freno de inercia, de forma que al dejar de apretar se pare la máquina de manera automática.
- Las operaciones de limpieza y mantenimiento se han de efectuar previa desconexión de la red eléctrica o de la batería.
- Se ha de escoger la broca adecuada para el material que se tenga que agujerear.
- Se tienen que sustituir inmediatamente las herramientas gastadas o agrietadas.
- Desconectar el equipo de la red eléctrica o extraer la batería, cuando no se utilice.
- El cambio del accesorio tiene que realizarse con el equipo parado y desenchufado o con la batería extraída.

##### 6.11.4.1 Explosores

- Utilizar únicamente elementos homologados.
- Permanecer a la distancia mínima que marque el plan de voladuras.

##### 6.11.4.2 Martillos neumáticos

- Antes de desarmar un martillo, se ha de cortar el aire. Es muy peligroso cortar el aire doblando la manguera; puede volverse contra uno mismo o un compañero.
- Asegurarse del buen acoplamiento de la herramienta de ataque con el martillo, ya que si no está sujeta, puede salir disparada como un proyectil.

- Los martillos reompedores se utilizaran solamente en las tareas para las cuales están destinadas.
- Cualquier revisión o reparación del equipo se realizará siempre herramienta apagada y desconectada.
- Al realizar los trabajos se tendrá especial precaución con la posible proyección de los partículas delimitando la zona de trabajo correctamente y apantallando si fuera necesario.
- Cuando se utilicen martillos neumáticos, se alternará la utilización continuada del equipo de trabajo con otras operaciones que no generen vibraciones o parar en torno a 10 minutos cada dos horas, al objeto de bajar la exposición a vibraciones mano-brazo.
- Se conocerá previamente al comienzo del trabajo el lugar de la operación y la disposición de posibles conducciones de gas y electricidad cuyo trazado esté próximo al punto de operación.
- Señalizar y balizar toda la zona de operación, teniendo en cuenta las posibles proyecciones de partículas a terceros.
- No se podrá utilizar el martillo neumático más de 3 horas al día por el mismo operario.
- La manguera de aire comprimido debe situarse de forma que no se tropiece con ella, ni que pueda ser dañada por vehículos que pasen por encima.
- Manejar el martillo agarrado a la altura de la cintura-pecho. Si por la longitud de barrena coge mayor altura, utilizar andamio.
- No apoyarse con todo el peso del cuerpo sobre el martillo; puede deslizarse y caer de cara contra la superficie que se esté trabajando.
- No se debe hacer esfuerzo de palanca con el martillo en marcha.
- Poner mucha atención en no apuntar, con el martillo, a un lugar donde se encuentre otra persona. Si posee un dispositivo de seguridad, usarlo siempre que no se trabaje con él.
- Verificar las fugas de aire que puedan producirse por juntas, acoplamientos defectuosos o roturas de mangas o tubos.

#### 6.11.4.3 Motosierra

- Antes de empezar a trabajar, limpiar los posibles derrames de aceite o combustible que puedan existir.
- Antes de iniciar los trabajos, hay que comprobar el estado de tensión de la cadena de corte y la barra guía.
- Al finalizar los trabajos, es necesario limpiar la cadena de corte y la barra guía, comprobar los ángulos de los dientes de corte y su afilado, y comprobar el estado de engrasado.
- Se prohíbe utilizar la máquina sobre los hombros o la cabeza.
- La conexión o suministro eléctrico, en su caso, se tiene que realizar con manguera antihumedad.
- No abandonar el equipo mientras esté en funcionamiento.
- No cortar zonas poco accesibles ni en posiciones forzadas.
- No tocar la cadena después de utilizar la motosierra.
- Se tienen que sustituir inmediatamente las herramientas gastadas o agrietadas.

#### 6.11.4.4 Polímetros

- Emplearlo siempre con guantes dieléctricos y no manipular los elementos en tensión.
- Colocar el selector en la escala correcta, de acuerdo con lo que desea medir.

- Nunca exceder los valores límites de protección indicados en las especificaciones por cada rango de medición.
- En las mediciones, es imprescindible comprobar el correcto funcionamiento de los equipos de medida, especialmente los verificadores de ausencia de tensión inmediatamente antes y después de su utilización.
- Precaución durante la realización de mediciones, manteniendo distancias de seguridad al medir con pinzas, prestando atención a sus puntas.
- Durante la realización de maniobras o mediciones, cuando en la proximidad a la zona de trabajo existan elementos en tensión sin proteger o con grado de protección inferior a IP2X. Se procederá antes a la colocación de protecciones o envoltentes aislantes adicionales para recubrir las partes activas o sustituir los equipos por otros con un adecuado IP.
- Las maniobras o mediciones en las zonas de peligro con riesgo evidente de contacto en tensión en las que se requiera retirar protecciones o apantallamientos para poder maniobrar o medir, únicamente podrán operar trabajadores cualificados mediante procedimientos conocidos como trabajos en tensión.
- El personal que no intervenga directamente en las maniobras o mediciones se mantendrá alejado hacia alguno de los lados o fuera de la zona donde se vayan a ejecutar.

#### 6.11.4.5 Radiales o amoladoras

- Alternar la utilización continuada del equipo con otras operaciones que no generen vibraciones o parar en torno a 10 minutos cada dos horas.
- Desconectar la máquina de la alimentación eléctrica si no se está utilizando.
- Dispondrá de empuñadura con pulsador del tipo “hombre muerto” que, al dejar de pulsarlo, pare automáticamente la radial.
- La herramienta será adecuada al tipo de trabajo a realizar.
- Se escogerán los discos de corte (tipo y tamaño) en función de material a mecanizar y la finalidad del trabajo.
- Se comprobará la compatibilidad de los discos y de la velocidad (rpm) con la radial.
- No se emplearán discos caducados.
- No golpear el disco al mismo tiempo que se corta.
- No sujetar nunca la radial por el cable.
- No se deben retirar nunca las protecciones.
- No tocar el disco tras la operación de corte o amolado.
- No usar en zonas poco accesibles ni en posición inclinada lateralmente, puesto que el disco se puede romper y provocar lesiones por proyección de partículas.
- La colocación del disco solo admite una posición y vienen marcado, tanto en la máquina como en el disco, el sentido de giro del corte que deben coincidir.
- Evitar el contacto con zonas de los materiales recién cortadas o desbastadas.
- Evitar la adopción de posturas forzadas durante la utilización de la radial.
- La radial estará sometida a controles periódicos y a un correcto mantenimiento.
- Observar el sentido de giro para que las chipas no caigan sobre el cuerpo, otras personas o material inflamable.

- Sustituir inmediatamente los discos gastados o agrietados.
- Se seguirá siempre lo indicado en el manual de instrucciones.
- El cambio de accesorios se tiene que realizar con el equipo desconectado de la red eléctrica, o con la batería extraída.
- No se utilizarán discos de corte para desbastar o limar superficies.
- Se prohíbe cortar tuberías de fibrocemento (uralita) con radial. Se empleará una sierra de arco o máquina cortadora de tubos con líquidos encapsulantes y equipos de protección específicos.
- Se revisarán las protecciones originales de la máquina, el disco y su fijación previamente a su uso.
- Utilizar ropa de trabajo ajustada evitando bufandas, pañuelos o cualquier accesorio que pueda engancharse en las partes móviles de la herramienta.
- Una vez finalizada la tarea esperar a que el disco se haya detenido por completo antes de dejar la herramienta.

#### 6.11.4.6 Robots y equipos de demolición

- No debe permanecer ningún trabajador en las inmediaciones de la máquina.
- Los dispositivos de seguridad del equipo han de estar siempre en perfectas condiciones de funcionamiento. Se prohíbe expresamente su modificación o mala manipulación.
- La manipulación del robot debe hacerse desde un lugar sin riesgos y con buena visibilidad de las operaciones.
- Se emplearán las herramientas adecuadas (martillos, trituradoras, pinzas, cortadores de acero, etc.) dependiendo de la aplicación en la que se esté trabajando.
- No se accionará el brazo con los soportes/pala topadora de la máquina levantados.
- Se colocará la máquina tan cerca del objeto de trabajo como sea posible.
- No se acoplará la máquina a objetos fijos, tales como paredes, para aumentar la fuerza en el objeto de trabajo. Tanto la máquina como la herramienta pueden sufrir una sobrecarga.

#### 6.11.4.7 Sierras

- Antes de empezar a trabajar, limpiar los posibles derrames de aceite o combustible que puedan existir.
- No se deben retirar nunca las protecciones.
- Se deben extraer todos los clavos o partes metálicas de la madera que se quiere cortar.
- Las maderas que se tienen que cortar han de estar en buen estado de conservación y sin restos de humedad.
- Comprobar que el cuchillo divisor está bien montado.
- Comprobar diariamente el estado de los discos de corte y verificar la ausencia de oxidación, grietas y dientes rotos.
- El disco ha de estar perfectamente alineado con el cuchillo divisor.
- La hoja de la sierra se tiene que sujetar correctamente para evitar vibraciones y movimientos no previstos, que den lugar a proyecciones.
- El sistema de accionamiento tiene que permitir su detención total con seguridad.
- Los pulsadores de puesta en marcha y detención han de estar protegidos de la intemperie, lejos de las zonas de corte y en zonas fácilmente accesibles.



- El corte de piezas pequeñas se debe realizar siempre con el empujador.
- Nunca abandonar el equipo mientras esté en funcionamiento.
- Los equipos de trabajo con superficies punzantes o cortantes se transportarán de forma segura, ya sea en una caja o bolsa de herramientas. En ningún caso se introducirán en los bolsillos salvo que dispongan de funda de protección.

#### 6.11.4.7.1 Sopletes y soldadoras de tubos

- Comprobar antes de iniciar los trabajos, que todos los elementos del equipo estén en buen estado, sin grietas, conexiones, etc.
- Una vez encendida la llama, no acercarla a ninguna parte del cuerpo.
- Una vez finalizados los trabajos, evitar tocar la boquilla del soplete; hay que dejar que se enfríe en un lugar seguro.
- No abandonar el soplete cuando esté encendido.
- No mezclar bombonas llenas con vacías.

#### 6.11.4.8 Sopladores

- Ajustarse perfectamente el manillar y el arnés, para no sufrir lesiones ergonómicas en su uso.
- Trabajar en posición cómoda, flexionando las piernas y manteniendo siempre la espalda recta.
- Realizar una inspección previa del lugar analizando pendientes irregulares, raíces de árboles, tocones, zanjas y agujeros que puedan hacer perder el equilibrio, prestando especial atención en esas zonas.
- No arrancar la máquina si se detectan fugas de combustible o si hay riesgo de chispas.
- No manejar la máquina si el silenciador no está operativo.
- Se repostará el soplador preferentemente al aire libre o en lugares bien ventilados. Se debe limpiar y dejar evaporar cualquier líquido derramado antes de encender de nuevo el soplador.
- Se debe apretar perfectamente el tapón del depósito ya que se puede desenroscar debido a las vibraciones.
- Se debe trabajar asegurándose de que se tiene buena estabilidad, los pies firmes y sujetando correctamente el soplador.
- Alternar la utilización continuada del equipo con otras operaciones que no generen vibraciones o parar en torno a 10 minutos cada hora, al objeto de bajar la exposición a vibraciones mano-brazo.
- Se tratarán de evitar zonas resbaladizas con hielo, nieve o suelo mojado.

#### 6.11.4.9 Taladradoras

- Manejar la taladradora agarrada a la altura de la cintura-pecho.
- No apoyarse con todo el peso del cuerpo sobre la taladradora; puede deslizarse y caer de cara contra la superficie que se esté trabajando.
- Desconectar el equipo de la red eléctrica o extraer la batería, cuando no se utilice.
- Los equipos de trabajo con superficies punzantes o cortantes se transportarán de forma segura, ya sea en una caja o bolsa de herramientas. En ningún caso se introducirán en los bolsillos salvo que dispongan de funda de protección.

- Realizar estas operaciones con equilibrio estable, colocando de forma correcta los pies.
- Se ha de escoger la broca adecuada para el material que se tenga que perforar.
- Verificar que las brocas están en perfecto estado antes de su colocación.

#### 6.11.4.10 Vibradores de hormigón

- Las operaciones de vibrado se realizarán siempre sobre posiciones estables.
- El cable de alimentación del vibrador deberá estar protegido, sobre todo si discurre por zonas de paso de los operarios.
- Realizar estas operaciones con equilibrio estable, colocando de forma correcta los pies poniendo especial atención a la posición de las armaduras.
- Nunca abandonar el equipo mientras esté en funcionamiento.
- Alternar la utilización continuada del equipo con otras operaciones que no generen vibraciones o parar en torno a 10 minutos cada hora, al objeto de bajar la exposición a vibraciones mano-brazo.

#### 6.11.5 Equipos de protección colectiva

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Detectores de corrientes eléctricas
- Detectores de redes y servicios
- Dispositivos de parada de emergencia
- Elementos de delimitación y protección
- Iluminación
- Pantallas de absorción acústica
- Pasarelas de acceso
- Redes de protección
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalización de advertencia, obligación y prohibición
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Señalización de lucha contra incendios
- Sistemas de protección contra incendios
- Ventilación o extracción

#### 6.11.6 Equipos de protección individual

- Protección de la cabeza
  - Casco de protección
  - Casco eléctricamente aislante
- Protecciones auditivas
  - Tapones
  - Protecciones auditivas tipo orejeras



- Casco anti-ruido.
- Protecciones faciales y oculares
  - Gafas de protección
  - Pantallas faciales
  - Protectores oculares y faciales de malla
  - Pantallas para soldadura
- Protecciones de las vías respiratorias
  - Filtros de partículas, de gases y combinados
  - Mascarillas y máscaras completas autofiltrantes
  - Equipos respiratorios aislantes
  - Equipos respiratorios para soldadura
- Protectores de manos y brazos
  - Guantes de protección contra agresiones mecánicas
  - Guantes de protección contra agresiones químicas
  - Guantes de protección contra el frío
  - Guantes para soldadores
  - Guantes dieléctrico
- Protecciones de pies y piernas
  - Botas impermeables
  - Calzado de protección
  - Calzado dieléctrico
  - Rodilleras
- Protecciones del tronco y el abdomen
  - Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra agresiones mecánicas
  - Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra agresiones químicas
  - Fajas y cinturones antivibratorios
- Protección total del cuerpo
  - Ropa de protección
  - Ropa de protección contra el frío
  - Ropa de protección contra la lluvia
  - Ropa de señalización de alta visibilidad
  - Ropa de soldador
- Protección contra caídas
  - Arneses y anclajes
  - Líneas de vida
  - Dispositivos anticaídas (deslizante y retráctil)

## 7. IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DE MEDIOS AUXILIARES

A continuación se identifican los riesgos, las medidas preventivas tipo y equipos de protección, tanto colectiva como individual, asociados a los medios auxiliares que se utilizarán en la obra.

### 7.1 Relación de medios auxiliares de obra

En el concepto de medios auxiliares se incluirán:

- Andamios
- Bajantes de escombros
- Cables, cadenas, cuerdas y eslingas
- Cajas y bolsas para muestras
- Carretón o carretillas de mano
- Carros porta-botellas de gases licuados
- Castilletes de hormigonado
- Contenedores de escombros
- Coronas de perforación
- Cubilotes para hormigonado
- Equipos de topografía
- Escaleras manuales
- Espuertas
- Georradars
- Manómetros
- Pinzas para colocación de bordillos
- Plataformas de descarga
- Plataformas móviles
- Puntales
- Torres de iluminación
- Traspales hidráulicos
- Trípodes de descenso

### 7.2 Riesgos más comunes

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y /o cortes por objetos y herramientas
- Contactos eléctricos
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras

- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Hundimientos y sepultamientos
- Incendio y explosión
- Inmersión y ahogamiento
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos

### 7.3 Medidas preventivas generales

- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se diversificará por tipología, garantizando la adecuada ventilación de las instalaciones.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean de pozos, vaciados o similar.
- La vestimenta utilizada no deberá dejar zonas al descubierto, en la medida de lo posible.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No transitar por zonas con peligro de desprendimiento.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Presencia de botiquín en obra.
- Se adecuará el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- Se colocará tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Se delimitará las zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Se dispondrá de equipos de extinción accesibles en las zonas con trabajos.
- Se establecerá accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Se establecerá y cumplirá un protocolo específico de trabajos eléctricos.
- Se establecerán medidas adecuadas para garantizar una ventilación adecuada y reducir las partículas en suspensión.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Se fijarán de forma segura los objetos y equipos presentes en la obra.
- Se informará de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- Se mantendrá las distancias de seguridad con la maquinaria.
- Se prohíbe el acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.

- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se prohíbe la circulación y/o trabajo de vehículos y maquinaria en terrenos inestables.
- Se proyectará, ejecutará y explotarán las instalaciones cumpliendo la normativa vigente, cumpliendo los protocolos en todas las fases del proyecto.
- Se recomienda rotar los puestos, funciones y tareas, así como realizar descansos, evitando o reduciendo exposiciones a agentes que en tiempo prolongado puedan resultar dañinos.
- Se recopilará información y se detectará según la técnica adecuada de los distintos servicios afectados.
- Se respetarán los niveles máximos de carga.
- Se señalizará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se señalizará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Se velará por la adecuada hidratación de los trabajadores.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.

#### 7.3.1 Andamios

- Antes de su primera utilización, todo andamio será sometido a la práctica de un reconocimiento y una prueba a plena carga por persona competente delegada de la Dirección técnica de la obra, o por ésta misma, en su caso.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Deberán ser inspeccionados por una persona competente, antes de su puesta en servicio, a intervalos regulares en lo sucesivo y después de cualquier modificación, periodo de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas, o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.
- El reconocimiento y rectificación sobre andamios se hará en la forma reglamentaria dispuesta. Se dará cuenta a la Inspección de Trabajo del comienzo de toda obra en que se empleen andamios, al propio tiempo que se remita a dicho Organismo la certificación.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- La distancia entre un andamio y el paramento vertical de trabajo no será superior a 30 cm.
- Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cm de anchura.
- Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deberán construirse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se ajustarán al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.
- Las plataformas de trabajo, ubicadas a una altura de 2 m o más, poseerán barandillas perimetrales completas de 1 m. de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio o rodapié.
- Los andamios deberán proyectarse, construirse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente, cumpliendo toda la normativa legal vigente, así como las instrucciones para su montaje, pruebas de carga y mantenimiento.

- Los andamios deberán ser capaces de soportar cuatro veces la carga máxima prevista.
- Los reconocimientos se repetirán diariamente, y las pruebas, después de un periodo de mal tiempo o una interrupción prolongada de los trabajos, y siempre que, como resultado de aquellos se tema por la seguridad del andamiaje.
- Los tablonos que formen las plataformas de trabajo estarán sin defectos visibles, con buen aspecto y sin nudos que mermen su resistencia. Estarán limpios, de tal forma que puedan apreciarse los defectos por uso y no resbalen.
- No habrá en el andamio más personal del estrictamente necesario.
- No se depositarán pesos violentamente ni se realizarán movimientos violentos sobre los andamios.
- No se iniciará un nuevo nivel sin haber concluido el nivel de partida con todos los elementos de estabilidad.
- No se realizarán trabajos simultáneos a distinto nivel y en la misma vertical.
- No se sobrecargará el andamio con materiales.
- No se trabajara en la andamiada bajo régimen de vientos fuertes, lluvia intensa o nieve.
- Nunca efectuará trabajos sobre andamios un solo operario, siempre habrá otro fuera del andamio que controle los trabajos y pueda ayudar en caso de accidente.
- Se adecuará el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- Se fijarán de forma segura los objetos y equipos presentes en la obra.
- Se limitará el acceso a cualquier andamiada, exclusivamente al personal que haya de trabajar en él.
- Se prohíbe abandonar en las plataformas de trabajo materiales o herramientas.
- Se prohíbe arrojar escombros directamente desde los andamios. El escombros se recogerá y se descargará de planta en planta, o bien se verterá a través de trompas.
- Se prohíbe correr o saltar sobre los andamios y saltar de la plataforma andamiada al interior del edificio o viceversa; el paso se realizará mediante una pasarela instalada para tal efecto.
- Se prohíbe fabricar morteros directamente sobre las plataformas de los andamios.
- Se protegerá el riesgo de caída de objetos sobre la vía pública, mediante redes tensas verticales.
- Se respetarán los niveles máximos de carga.
- Se tenderán cables de seguridad anclados a “puntos fuertes” de la estructura en los que amarrar el fiador del cinturón de seguridad, necesario para la permanencia o paso por los andamios.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.

#### 7.3.2 Bajantes de escombros

- Se fijarán de forma segura los objetos y equipos presentes en la obra.
- El escombros se recogerá y se descargará de planta en planta a través de la bajante.
- Se protegerá el riesgo de caída de objetos sobre la vía pública, mediante redes tensas verticales.
- Se trabajará con iluminación suficiente.

- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.

#### 7.3.3 Cables, cadenas, cuerdas y eslingas

- Antes de utilizar un cable que ha estado expuesto al frío, debe calentarse.
- Cuando se rompa un cordón, el cable se retirará inmediatamente.
- Deberán conservarse en lugar seco, bien ventilado, al abrigo y resguardo de emanaciones ácidas.
- Elijanse cables suficientemente largos para que el ángulo formado por los ramales no sobrepase los 90°.
- Es muy conveniente destruir las eslingas y estrobos que resulten dudosos.
- Es preciso esforzarse en reducir este ángulo al mínimo.
- Es preciso evitar los cables a la intemperie en el invierno debido a que el frío puede hacer frágil al acero.
- Evítese la formación de cocas.
- Las eslingas y estrobos no deben dejarse abandonados ni tirados por el suelo.
- Las eslingas y estrobos serán examinados con detenimiento y periódicamente, con el fin de comprobar si existen deformaciones, alargamiento anormal, rotura de hilos, desgaste, corrosión, etc., que hagan necesaria la sustitución.
- Los cables se retirarán de servicio cuando se compruebe que en la zona más deteriorada hayan aparecido más de un hilo roto.
- No se transportará cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- No someter nunca, de inmediato, un cable nuevo a su carga máxima. Utilícese varias veces bajo una carga reducida, con el fin de obtener un asentamiento y tensión uniforme de todos los hilos que lo componen.
- No utilizar cables demasiado débiles para las cargas que se vayan a transportar.
- Para cargas prolongadas, utilícese balancín.
- Se balizará y señalará la presencia de líneas eléctricas.
- Se cepillarán y engrasarán periódicamente.
- Se colgarán de soportes adecuados.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Se mantendrá las distancias de seguridad con la maquinaria.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.

#### 7.3.4 Cajas y bolsas para muestras

- Adecuar el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- Deben evitarse o minimizarse las posturas forzadas y los sobreesfuerzos durante el trabajo.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.



### 7.3.5 Carretones o carretillas de mano

- El camino de circulación con las carretillas de mano debe mantenerse limpio para evitar chocar y volcar el contenido.
- Flexionar ligeramente las piernas ante la carretilla y sujetar firmemente los mangos guía, levantándose de manera uniforme para que no se desequilibre y vuelque.
- La pasarela debe tener como mínimo 60 cm de anchura. Una plataforma más estrecha para salvar desniveles, puede hacer que se pierda el equilibrio necesario para mover la carretilla.
- La superficie de trabajo se deberá quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean pozos, vaciados o similar.
- La conducción de las carretillas que transporten objetos que sobresalgan por los lados, es peligrosa ya que se puede chocar en el trayecto y accidentarse.
- Para descargar, repetir la misma maniobra descrita en el punto anterior, sólo que en el sentido inverso.
- Por seguridad, se deben utilizar los siguientes equipos de protección individual: casco de seguridad, guantes, botas de seguridad, ropa de trabajo y chaleco reflectante para que en cualquier parte del trayecto, se sea fácilmente detectable en especial si se transita por lugares en los que están trabajando con máquinas.
- Se cargará la carretilla de manera uniforme para garantizar su equilibrio.
- Se establecerán accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Se delimitará las zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Se informará de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- Se prohíbe el acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Se respetarán los niveles máximos de carga.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Si deben salvarse obstáculos o diferencias de nivel, se preparará una pasarela sobre el obstáculo o diferencia de nivel, con un ángulo de inclinación lo más suave posible.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.

### 7.3.6 Carros portabotellas de gases licuados

- Adecuar el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado
- Cuando sea preciso elevar botellas, la operación se efectuará conjuntamente con el portabotellas o en jaulas adecuadas. No se emplearán cuerdas o electroimanes, por la posibilidad de fallo y consiguiente riesgo de caída de la botella.
- Debido a que el carro suele tener un peso elevado y el suelo de la obra no es uniforme, se moverá mediante arrastre frontal.



- El camino de circulación con los carros portabotellas de gases licuados cargados, debe mantenerse lo más limpio posible para evitar choques y vuelcos.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Las botellas se sujetarán al carro con las cadenas o flejes rígidos de inmovilización.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean de pozos, vaciados o similar.
- No portar materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se trabajará con iluminación suficiente
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Se cargará el carro con las botellas de manera uniforme para garantizar su equilibrio. Las botellas deben quedar equilibradas y esto sólo puede lograrse si tienen formatos parecidos y contienen las mismas o parecidas cantidades de gases.
- Se usará señalista para accesos y/o maniobras específicas.
- Si hay que salvar obstáculos o diferencias de nivel, debe prepararse una pasarela sólida sobre el obstáculo o diferencia de nivel, con un ángulo de inclinación lo más suave posible.
- Si como consecuencia de un choque o golpe accidental una botella quedase deformada, marcada o presentase alguna hendidura o corte, se devolverá al suministrador del gas, sin utilizarse.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.

#### 7.3.7 Castilletes de hormigonado

- Deben evitarse o minimizarse las posturas forzadas y los sobreesfuerzos durante el trabajo.
- Situar el castillete en lugar estable y utilizar los métodos de estabilización disponibles.
- Las plataformas presentarán unas dimensiones mínimas de 1,10 x 1,10 m.
- La plataforma de trabajo tiene que ser de madera sana, seca y sin nudos, o de chapa metálica antideslizante.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Prohibir utilizar castilletes de hormigonado de construcción improvisada.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Se fijarán de forma segura los objetos y equipos presentes en la obra.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.

#### 7.3.8 Contenedores de escombros

- Apartarse a un lugar seguro antes de ordenar el inicio de la maniobra de descarga. El contenedor quedará depositado sobre el suelo.

- Cargar el contenedor sin colmo, enrasando la carga.
- Comprobar el correcto enganche y desenganche de las cadenas al contenedor antes de subir al basculante.
- Cualquier cambio en las condiciones y características deberá estar debidamente homologado.
- Evitar sobrecargar el contenedor por encima de su capacidad.
- El contenedor debe cubrirse con una lona contra los vertidos accidentales de la carga.
- El encargado de la maniobra, controlará los movimientos de descarga para que se realicen según las instrucciones de operaciones del camión de transporte.
- Llevar la carga cubierta con lona de tapado para evitar derrames durante la elevación y el transporte.
- La maniobra de depositado en el suelo del contenedor se suele realizar por empuje humano directo del contenedor, debiéndose instalar un tráctel amarrado por un extremo a un punto fuerte y por el otro al contenedor y se moverá por este procedimiento.
- No se transportará cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Se balizará y señalará la presencia de líneas eléctricas.
- Se delimitará las zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Se usará señalista para accesos y/o maniobras específicas.
- Se delimitará las zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Se establecerán accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Se usará señalista para accesos y/o maniobras específicas.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.

#### 7.3.9 Coronas de perforación

- No entrar en contacto con el accesorio de giro en rotación.
- Se tiene que disponer de empuñadura auxiliar para una mejor sujeción y de interruptor con freno de inercia, de forma que al dejar de apretar se pare la máquina de manera automática.
- Las operaciones de limpieza y mantenimiento se han de efectuar previa desconexión de la red eléctrica o de la batería.
- Se ha de escoger la broca adecuada para el material que se tenga que agujerear.
- Se tienen que sustituir inmediatamente las herramientas gastadas o agrietadas.
- Desconectar el equipo de la red eléctrica o extraer la batería, cuando no se utilice.
- El cambio del accesorio tiene que realizarse con el equipo parado y desenchufado o con la batería extraída.

#### 7.3.10 Cubilotes de hormigonado

- Se adaptará a la carga máxima que pueda elevar la grúa y se revisará periódicamente la zona de amarre y la boca de salida de hormigón, para garantizar la hermeticidad durante el transporte.
- Para evitar los accidentes por interferencias, las órdenes de llenado se darán por el capataz en comunicación con el maquinista.
- La salida del cubilote del punto de carga, la ordenará expresamente el capataz de hormigonado. Evitará la paralización del cubilote, durante el trayecto, como medida adicional para obligarse a coordinar lo mejor posible las maniobras.
- No se transportará cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Para evitar los riesgos por penduleo de la carga o atrapamiento del trabajador que debe recibir el cubilote del hormigón para su descarga, se le dotará de una cuerda de control seguro de cargas, de unos 3 m de longitud.
- Para evitar los riesgos por penduleo del cubilote, el capataz de bloque de hormigonado, ordenará su detención sobre el punto de descarga a una altura de unos 3 m.
- Se balizará y señalará la presencia de líneas eléctricas.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Se respetarán los niveles máximos de carga.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Se usará señalista.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.

#### En la descarga del hormigón:

- Aproximar el cubilote al lugar de vertido del hormigón mediante una maniobra sumamente lenta.
- Se cerciorará de que no existe nada que pueda atrapar a las personas durante la maniobra de descarga del hormigón (el cubilote asciende con la descarga de peso).
- Se tendrá en cuenta el rápido ascenso que experimenta el cubilote cuando pierde peso por la descarga.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.

#### 7.3.11 Equipos de topografía

- Deben evitarse o minimizarse las posturas forzadas y los sobreesfuerzos durante el trabajo.
- Adecuar el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Se informará de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- Percatarse del tráfico de maquinaria existente antes de comenzar los trabajos
- Las herramientas manuales se transportarán en cajas o bolas portaherramientas.
- No se transitará por zonas con peligro de desprendimiento.

### 7.3.12 Escaleras manuales

- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- El acceso de operarios, a través de las escaleras de mano, se realizará de uno en uno. Se prohíbe la utilización al unísono de la escalera a dos o más operarios.
- El ascenso y descenso y trabajo a través de las escaleras de mano de esta obra, se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los peldaños que se están utilizando.
- La escalera debe ser de longitud suficiente para ofrecer, en todas las posiciones en las que deba ser utilizada, un apoyo a las manos y a los pies, para lo que, en caso de tener que trabajar sobre ella, deberá haber como mínimo cuatro escalones libres por encima de la posición de los pies.
- Estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad.
- Las escaleras de mano a utilizar, estarán firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso.
- Las escaleras de mano a utilizar, sobrepasarán en 1 m la altura a salvar.
- Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo aproximado de 75° con la horizontal.
- Las tareas que se realicen con escaleras por encima de 3,50 m de altura sobre el nivel del suelo, deberán contar con protecciones suplementarias (uso de arnés o cinturón de seguridad).
- Se adecuará el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Se fijarán de forma segura los objetos y equipos presentes en la obra.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano de esta obra, sobre lugares u objetos poco firmes que pueden mermar la estabilidad de este medio auxiliar.
- Se prohíbe la utilización de escaleras de mano para salvar alturas superiores a 5 m cuya estabilidad no esté garantizada.
- Se prohíbe transportar pesos a mano (o a hombro), iguales o superiores a 25 kg sobre las escaleras de mano.
- Se respetarán los niveles máximos de carga.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Siempre sobresaldrá la escalera un 1 m sobre la superficie a alcanzar para facilitar el acceso a la escalera.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.

#### 7.3.12.1 Escaleras metálicas

- No estarán suplementadas con uniones soldadas.
- Estarán pintadas con pintura antioxidación que las preserven de las agresiones de la intemperie.
- Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.

#### 7.3.12.2 Escaleras de tijera

Son de aplicación las condiciones enunciadas en el apartado anterior para las calidades de "metal" en las escaleras de tijera. Además, se tendrán en cuenta las siguientes medidas preventivas:

- Las escaleras de tijera a utilizar, estarán dotadas en su articulación superior, de topes de seguridad de apertura.
- Las escaleras de tijera estarán dotadas hacia la mitad de su altura, de cadenilla (o cable de acero) de limitación de apertura máxima.
- Las escaleras de tijera en posición de uso, estarán montadas con los largueros en posición de máxima apertura.
- Las escaleras de tijera nunca se utilizarán a modo de borriquetas para sustentar las plataformas de trabajo.
- Las escaleras de tijera no se utilizarán, si la posición necesaria sobre ellas para realizar un determinado trabajo, obliga a ubicar los pies en los 3 últimos peldaños.
- Las escaleras de tijera se utilizarán montadas siempre sobre pavimentos horizontales y abriendo ambos largueros.

#### 7.3.13 Espuertas

- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Extremar las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- La superficie de trabajo deberá de quedar protegida frente a la caída por huecos ya sean de pozos, vaciados o similar.
- Las espuertas pueden caerse desde los andamios o desde las plataformas, para evitarlo, no se deben situar al borde de las mismas.
- Los objetos transportados en el interior de las espuertas, pueden salirse de ellas durante el transporte a mano y caer; hay que pensar que al coger las dos asas.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Para elevar la espuerta a mano, situarse paralelo a la misma, flexionar las piernas, tomar con la mano las asas y levantarse uniformemente para transportarla al nuevo lugar de utilización.
- Respetar niveles máximos de carga.
- Se adecuará el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar
- Se delimitará las zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Si se debe mover la espuerta cargada, se debe utilizar una faja de protección contra sobreesfuerzos apretada alrededor de la cintura.
- Se recomienda llenar la espuerta a media capacidad para evitar que sea demasiado pesada.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Se tendrá en cuenta que las espuertas se deforman y alargan, produciéndose dos bocas por las cuales pueden derramarse los líquidos o los objetos transportados.



#### 7.3.14 Georradares

- Percatarse del tráfico de maquinaria existente antes de comenzar la prospección y ayudarse de un señalista para las maniobras.
- Se extremarán las precauciones en las prospecciones que se realicen en calzada, prestando especial atención al paso de vehículos, permaneciendo dentro de la zona balizada y señalizada.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Se informará de presencia de fauna y flora local que pueda producir lesiones.
- En el caso de necesitar levantar tapas de registro, se realizará con las herramientas adecuadas y según el procedimiento correspondientes, manteniendo siempre la espalda recta y evitando sobreesfuerzos.
- Cuando se abra una tapa de un pozo de registro para conocer la continuidad de los servicios, se dejará un breve lapso de tiempo para que se ventile y evitar inhalar gases.
- Es recomendable ir como mínimo dos trabajadores para realizar las tareas asociadas al georadar.
- Se solicitará información previa de los servicios para facilitar las tareas de detección y tomar las precauciones correspondientes.
- Se tomarán las precauciones necesarias para la detección de líneas eléctricas de baja y alta tensión respetando las distancias de seguridad.

#### 7.3.15 Manómetros

- No permanecer cerca del manómetro, salvo para efectuar las lecturas, ya que al ser un punto débil y estar en pruebas puede ser un elemento de riesgo.
- Nunca se fijará un manómetro sujetándolo de la caja ya que puede provocar su rotura.
- Al poner en marcha un manómetro se debe tener la precaución de abrir la válvula de aislación de forma gradual para evitar que el fluido irrumpa de forma brusca al interior del manómetro.
- En soldadura por oxicorte, antes de la conexión de una botella a un manómetro o canalización, se abrirá el grifo ligera y brevemente, a fin de eliminar el polvo o impurezas en el acoplamiento. Para ello, el operario se situará en el lado opuesto a la salida del gas y no dirigirá el chorro hacia personas o focos de ignición.

#### 7.3.16 Pinzas para colocación de bordillos

- Adecuar el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- No situarse nunca debajo de cargas suspendidas o zonas donde se descargue el material.
- Posicionar el cuerpo adecuadamente para su uso, siempre con la espalda recta.
- Para más de 25 kg es necesario emplear dos pinzas y dos operarios.
- Se extremarán las precauciones en las obras que se realicen en calzada, prestando especial atención al paso de vehículos, permaneciendo dentro de la zona balizada y señalizada.
- Se evitará transitar por las zonas próximas al vallado de obra que discurre en calzada, al objeto de minimizar las consecuencias de posibles colisiones de vehículos que transitan por la vía con las vallas, pudiendo golpear también al trabajador.
- Extremar las precauciones en los desplazamientos y estancias en plataformas, andamios y pasarelas entre otros, manteniéndose alejado de vaciados, huecos, aberturas o zonas de

encofrado que supongan un riesgo de caída en altura, especialmente si no están debidamente protegidos y/o barandillados.

- Se colocarán las cargas ordenadas y bien sujetas, sin riesgo de desprendimiento o vuelcos que puedan golpear a los trabajadores. En caso de apilarlas, se hará en pilas estables lejos de accesos, zonas de paso o lugares donde pueda recibir golpes o desmoronarse.

#### 7.3.17 Plataformas de descarga

- Al cambiar de ubicación la plataforma se inspeccionará bien el lugar de apoyo, sus anclajes y su estabilidad.
- En caso de aproximación mediante grúa, la aproximación será a velocidad lenta y con desplazamiento vertical.
- Se adecuará el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Se fijarán de forma segura los objetos y equipos presentes en la obra.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Se respetarán los niveles máximos de carga.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.

#### 7.3.18 Plataformas móviles

- Al cambiar de ubicación la plataforma se inspeccionará bien el lugar de apoyo y su estabilidad.
- Se adecuará el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- Se prohíbe mover la plataforma con personal subido en ella.
- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Se fijarán de forma segura los objetos y equipos presentes en la obra.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Se respetarán los niveles máximos de carga.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.

#### 7.3.19 Puntales

- El reparto de la carga sobre las superficies apuntaladas se realizará uniformemente repartido.



- La estabilidad de las torretas de acopio de puntales, se asegurará mediante la hincas de "pies derechos" de limitación lateral.
- Las hileras de puntales se dispondrán sobre durmientes de madera, nivelados y aplomados en la dirección exacta en la que deban trabajar.
- Los puntales de tipo telescópico se transportarán a brazo u hombro con los pasadores y mordazas instaladas en posición de inmovilidad de la capacidad de extensión o retracción de los puntales.
- Los puntales se acopiarán ordenadamente por capas horizontales de un único puntal en altura y fondo el que desee, con la única salvedad de que cada capa se disponga de forma perpendicular a la inmediata inferior.
- Los puntales se clavarán al durmiente y a la sopanda, para conseguir una mayor estabilidad.
- Los puntales se izarán (o descenderán) a las plantas en paquetes uniformes sobre bateas en paquetes flejados.
- Los tabloncillos durmientes de apoyo de los puntales que deben trabajar inclinados con respecto a la vertical serán los que se acunaran. Los puntales, siempre apoyarán de forma perpendicular a la cara del tablón.
- No transportar cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Se adecuará el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Se prohíbe expresamente, la carga a hombro de más de dos puntales por un solo hombre en prevención de sobreesfuerzos.
- Se prohíbe expresamente, tras el desencofrado, el amontonamiento irregular de los puntales.
- Se respetarán los niveles máximos de carga.
- Se prohíbe expresamente las sobrecargas puntuales.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.

#### 7.3.19.1 *Puntales de madera*

- Estarán descortezados con el fin de poder ver el estado real del rollizo.
- Preferiblemente no se emplearán dispuestos para recibir solicitaciones a flexión.
- Se acunarán, con doble cuña de madera superpuesta en la base clavándose entre sí.
- Serán de una sola pieza, en madera sana, preferiblemente sin nudos y seca.
- Se prohíbe expresamente el empalme o suplemento con tacos (o fragmentos de puntal, materiales diversos y asimilables), los puntales de madera.
- Tendrán la longitud exacta para el apeo en el que se les instale.
- Todo puntal agrietado se rechazará para el uso de transmisión de cargas.

#### 7.3.19.2 *Puntales metálicos*

- Carecerán de deformaciones en el fuste (abolladuras o torcimientos).
- Estarán dotados en sus extremos de las placas para apoyo y clavazón.

- Estarán en perfectas condiciones de mantenimiento (ausencia de óxido, pintados, con todos sus componentes, etc.).
- Los tornillos sin fin los tendrán engrasados en prevención de esfuerzos innecesarios.
- Tendrán la longitud adecuada para la misión a realizar.

#### 7.3.20 Torres de iluminación

- Al cambiar de ubicación la torre de iluminación se inspeccionará bien el lugar de apoyo, sus anclajes y su estabilidad.
- En caso de aproximación mediante grúa, la aproximación será a velocidad lenta y con desplazamiento vertical.
- Se adecuará el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- Revisión de toda la instalación, previa a su puesta en marcha y vigilancia continua durante el transcurso de ésta.
- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Se establecerá y cumplirá un protocolo específico de trabajos eléctricos.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.

#### 7.3.21 Traspalés hidráulicos

- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Delimitación de zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Mantener distancias de seguridad.
- Se adecuará el número de trabajadores al peso de la carga a manipular y los movimientos a realizar.
- Se fijarán de forma segura los objetos y equipos presentes en la obra.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Se respetarán los niveles máximos de carga.
- Se prohíbe el movimiento de cargas sobre zonas en las que se esté trabajando.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.
- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.

#### 7.3.22 Trípodes de descenso

- Verificar el buen estado del trípode antes de su uso.
- Señalizar correctamente la zona al bajar a los pozos de registro o cámaras.
- Si presenta holguras o partes dañadas no se utilizará el equipo.
- Se seguirá el protocolo necesario en caso de acceder a un espacio confinado.

- Técnica correcta de manipulación de herramienta y objetos.
- Se realizará una prueba de carga realizando una inspección visual y funcional cada vez que se vaya a utilizar el equipo.
- Se comprobará que las poleas estén limpias y sin grasa, pudiendo girar libremente sin ofrecer resistencia. Las superficies de contacto con la cuerda no presentarán daño alguno y las placas laterales no estarán dobladas. El acceso a pozos de registro, se realizará mediante escalera o escala (metálica o de pates) disponible. En su defecto o si éstos estuvieran en mal estado, atendiendo a la profundidad del registro, se utilizaría una escalera de mano o un dispositivo anticaídas que permita descolgar al trabajador como un trípode, un pescante, etc.
- Si la escala tiene más de 3 metros de altura y carece de protección circundante, o bien tiene más de 9 metros de altura con protección circundante o estuviera señalizado el riesgo, el ascenso/descenso se realizará haciendo uso de equipo de protección individual anticaída.

#### 7.4 Equipos de Protección Colectiva

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Detectores de corrientes eléctricas
- Detectores de gases
- Elementos de delimitación y protección
- Iluminación provisional
- Pantallas de absorción acústica
- Pasarelas de acceso
- Redes de protección
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas de aviso a maquinaria
- Señales de ordenación de tráfico
- Señalista
- Señalización de advertencia, obligación y prohibición
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Señalización de lucha contra incendios
- Sistemas de protección contra incendios
- Ventilación o extracción

#### 7.5 Equipos de Protección Individual

- Protección de la cabeza
  - Casco de protección
  - Casco eléctricamente aislante
- Protecciones auditivas
  - Tapones
  - Protecciones auditivas tipo orejeras

- Casco anti-ruido.
- Protecciones faciales y oculares
  - Gafas de protección
  - Pantallas faciales
  - Protectores oculares y faciales de malla
  - Pantallas para soldadura
- Protecciones de las vías respiratorias
  - Filtros de partículas, de gases y combinados
  - Mascarillas y máscaras completas autofiltrantes
  - Equipos respiratorios aislantes
  - Equipos respiratorios para soldadura
- Protectores de manos y brazos
  - Guantes de protección contra agresiones mecánicas
  - Guantes de protección contra agresiones químicas
  - Guantes de protección contra el frío
  - Guantes para soldadores
  - Guantes dieléctrico
- Protecciones de pies y piernas
  - Calzado de protección
  - Calzado dieléctrico
  - Botas impermeables
  - Polainas
  - Rodilleras
- Protecciones del tronco y el abdomen
  - Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra agresiones mecánicas
  - Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra agresiones químicas
  - Fajas y cinturones antivibratorios
- Protección total del cuerpo
  - Ropa de protección
  - Ropa de protección contra el frío
  - Ropa de protección contra la lluvia
  - Ropa de señalización de alta visibilidad
  - Equipos de ayuda a la flotabilidad
  - Ropa de soldador
- Protección contra caídas
  - Arneses y anclajes
  - Líneas de vida
  - Dispositivos anticaídas (deslizante y retráctil)

## 8. IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS

### 8.1 Conceptos generales

Los riesgos que se derivan de los daños a terceros son consecuencia de la afección de las obras, a las propiedades e infraestructuras colindantes, cuya modificación obliga a los usuarios a variar sus respectivas costumbres, o los somete a determinadas limitaciones (desvíos, pasarelas, cortes de tráfico, etc.).

Para evitar posibles accidentes a terceros, se colocarán las oportunas señales de advertencia de salida de camiones, maquinaria y delimitación de velocidad en la carretera, a las distancias reglamentarias. Se señalizarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso de toda persona ajena a la misma.

Toda la señalización que se coloque debe cumplir el Real Decreto 485/1997, la Norma de carreteras 8.3-IC “Señalización de obras” y el “Manual de ejemplos de señalización de obras fijas” del Ministerio de Fomento (Dirección General de carreteras).

Se tratará de asegurar el mantenimiento de tráfico en todo momento durante la ejecución de las obras, a menos que esto no sea posible; con la señalización necesaria y de acuerdo con las vigentes normas.

Se señalará la existencia de zanjas abiertas, para impedir el acceso a ellas a todas las personas ajenas a la obra y se vallará toda zona peligrosa. Se debe establecerse la vigilancia necesaria, en especial por la noche, para evitar daños al tráfico y a las personas que hayan de atravesar la zona de las obras. Se colocarán paneles informativos (sobre riesgos, modificación de trayectos de vehículos y personas, itinerarios alternativos, etc.). También avisos de riesgos de las zonas de trabajo que generan polvo o de aquellas en las que éste pueda interferir o afectar a terceros.

Se ha tenido en consideración los riesgos y medidas preventivas en:

- Accesos a viviendas y garajes
- Accesos a centros de salud, comercios, centros culturales, centros deportivos, industrias y demás lugares de pública concurrencia
- Afecciones y/o desplazamiento de paradas de transporte público y alteraciones de rutas
- Reducción de aparcamientos
- Reducción de anchura en aceras, en la calzada o carril bici
- Restricciones o desviaciones de tráfico
- Otras

### 8.2 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Atrapamientos por objetos
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel
- Choque, golpes y/o cortes por objetos y herramientas

- Contactos eléctricos
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Hundimientos y sepultamientos
- Incendio y explosión
- Inundaciones
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o partículas

### 8.3 Medidas preventivas

- Antes de iniciar las excavaciones, cerciorarse de los posibles daños que se pudieran producir en las edificaciones colindantes.
- Se trabajara en el horario que esté permitido según normativas municipales y dependiendo de la naturaleza de la actividad a realizar.
- Balizar y señalizar la presencia de líneas eléctricas.
- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- El acopio de los materiales y/o máquina-herramienta se diversificará por tipología, garantizando la adecuada ventilación de las instalaciones.
- Las máquinas-herramientas se ubicaran en los lugares reseñados para tal efecto en los "planos de organización de obra".
- No se portarán materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No se circulará a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.
- No se transportarán cargas, que por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Se establecerá accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Se colocará tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Se delimitará las zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Se fijarán de forma segura los objetos y equipos presentes en la obra.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- Se colocarán los acopios forma que esté a la menor altura posible.
- Se establecerá y cumplirá un protocolo específico de trabajos eléctricos.
- Se establecerán medidas adecuadas para garantizar una ventilación adecuada y reducir las partículas en suspensión.
- Se prohíbe el acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.

- Se recopilará información y se detectará según la técnica adecuada de los distintos servicios afectados.
- Se respetarán los niveles máximos de carga.
- Se señalizará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se utilizarán aquellas máquinas o herramientas que produzcan un nivel de vibración más bajo.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.

#### 8.4 Equipos de protección colectiva

- Aislamientos y tomas de tierra
- Barandillas
- Carteles informativos
- Detectores de corrientes eléctricas
- Detectores de gases
- Elementos de delimitación y protección
- Iluminación
- Limpieza de vías de circulación
- Pantallas de absorción acústica
- Pasarelas de acceso
- Regado de pistas
- Señales acústicas y luminosas de aviso a maquinaria
- Señales de advertencia de peligro
- Señales de obligación
- Señales de ordenación de tráfico
- Señales de prohibición
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas
- Señalización de luchas contra incendios
- Sistemas de protección contra incendios
- Ventilación o extracción



## 9. SERVICIOS AFECTADOS

### 9.1 Conceptos generales

Durante la ejecución de las obras pueden afectarse diferentes tipos de servicios como pueden ser tuberías de gas, agua o saneamiento, líneas eléctricas, de telecomunicaciones, etc. Se consultará a los correspondientes órganos responsables o gestores cuando se vayan a ejecutar las obras y se tratará de restituir los servicios afectados con la mayor rapidez para interferir lo menos posible.

En todos los casos se seguirán las prescripciones establecidas por los órganos responsables o gestores de la infraestructura en lo relativo a medidas de seguridad y salud.

Antes de comenzar los trabajos se deberán localizar los servicios que puedan resultar afectados, tales como:

- Líneas eléctricas.
- Carreteras y caminos.
- Gasoductos.
- Conducciones de abastecimiento, saneamiento y alcantarillado.
- Líneas de telecomunicaciones.

### 9.2 Procedimiento para la detección de servicios

Es fundamental conocer la ubicación de los servicios para evitar riesgos como contactos eléctricos o explosiones, o el propio corte de suministro del servicio. Por ese motivo hay que realizar los procedimientos de detección de servicios que sean necesarios para realizar las actividades con la mayor seguridad posible.

### 9.3 Medidas preventivas generales

- Antes de iniciar las excavaciones, cerciorarse de los posibles daños que se pudieran producir en las edificaciones colindantes.
- Se establecerá accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.
- Se colocará tomas de tierra y aislamientos eléctricos.
- Colocar topes de seguridad en las ruedas de la maquinaria durante las maniobras de carga y descarga.
- Cualquier cambio en las condiciones y características de maquinaria y/o herramienta, deberá estar debidamente homologado.
- Se delimitará las zonas de trabajo, circulación, acopios y maquinaria, debidamente señalizadas y balizadas.
- Se extremarán las precauciones en condiciones meteorológicas adversas.
- Se fijarán de forma segura los objetos y equipos presentes en la obra.
- Se trabajará con iluminación suficiente.
- No se portarán materiales inflamables a no ser que la actividad específicamente así lo requiera.
- No se circulará a velocidad excesiva, respetando los límites fijados para cada zona.

- No se transportarán cargas que, por su forma o su volumen, impidan ver el camino a recorrer.
- Se establecerá y cumplirá un protocolo específico de trabajos eléctricos.
- Se establecerán medidas adecuadas para garantizar una ventilación adecuada y reducir las partículas en suspensión.
- Se prohíbe el acceso a la obra a personas bajo los efectos del alcohol y/o estupefacientes.
- Se verificará la información de los distintos servicios afectados.
- Se respetarán los niveles máximos de carga.
- Se señalizará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.
- Se trabajará en el horario que esté permitido según normativas municipales y dependiendo de la naturaleza de la actividad a realizar.
- Se utilizarán aquellas máquinas o herramientas que produzcan un nivel de vibración más bajo.
- Señalización, orden y limpieza, incluyendo su mantenimiento a lo largo de todos los trabajos.

#### 9.4 Trabajos en proximidades de líneas eléctricas

Será necesario conocer la ubicación de las líneas eléctricas que interfieran en la obra, su voltaje, la altura de maquinaria que puede pasar y el gálibo o profundidad en cada punto, para prevenir riesgos de contactos eléctricos.

Se subdividirá los procedimientos de prevención de riesgos en dos categorías:

- Líneas eléctricas aéreas
- Líneas eléctricas subterráneas

##### 9.4.1 Riesgos

- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Choques, golpes y/o cortes por objetos y herramientas
- Contacto eléctrico
  - Directo
  - Indirecto
- Enfermedades profesionales o lesiones producidas por agentes físicos (ruido, temperatura extrema, polvo, vibraciones, radiaciones...)
- Exposición a agentes atmosféricos extremos
- Incendio y explosión
- Picaduras y mordeduras
- Pisadas sobre objetos punzantes

##### 9.4.1.1 Riesgos específicos

- Los derivados de caídas de tensión en la instalación por sobrecarga (abuso o incorrecto cálculo de la instalación).

- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
- Mal comportamiento de las tomas de tierra.

#### 9.4.2 Medidas preventivas generales

- Los trabajos se realizarán preferentemente sin tensión.
- No trabajar junto o en las proximidades de líneas eléctricas existentes (a 3 m de cables de Baja Tensión y a 5 metros de los de alta tensión y si son días de mucha humedad). En todos los casos se avisará a la compañía eléctrica para que corte el suministro y se tomarán las precauciones reglamentarias.
- No utilizar aparatos eléctricos sin protección especial, que estén mojados o cuando se tengan las manos o los pies en zona muy húmeda.
- Cuando vaya a realizar un trabajo en tensión, nunca deberá llevar objetos metálicos (anillos, cremalleras, etc.)
- Comprobar antes de comenzar los trabajos, y previa comunicación del vigilante de la compañía suministradora, la desaparición del riesgo eléctrico.
- Los movimientos de los brazos de la maquinaria se harán tomando las precauciones necesarias para no invadir la zona de seguridad.
- Los recorridos de giro de los brazo de las grúas quedarán bloqueados de forma que no invada la zona de seguridad.
- No se podrá almacenar material sobre conducciones de ningún tipo.
- Se ha de informar a los trabajadores que puedan estar en las proximidades de forma previa a que se produzca la realimentación automática de la línea.
- Con carácter general se seguirán las siguientes prescripciones:
  - Desconectar todas las posibles fuentes de tensión.
  - Bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte y señalización del mando.
  - Verificación de la ausencia de tensión.
  - Puesta a tierra y en cortocircuito, de todas las posibles fuentes de tensión.
  - Asegurarse contra posibles contactos con partes cercanas en tensión, mediante su recubrimiento o delimitación.

#### 9.4.3 Equipos de protección colectiva

- Aislamientos y tomas de tierra
- Detectores de corrientes eléctricas
- Detectores de redes y servicios
- Dispositivos de parada de emergencia
- Iluminación provisional
- Pórticos de limitación de gálibo
- Señales de advertencia de peligro
- Señales de advertencia, prohibición y obligación
- Señalización de líneas eléctricas

#### 9.4.4 Equipos de protección individual

- Protección de la cabeza
  - Casco de protección
  - Casco dieléctrico
- Protectores de manos y brazos
  - Guantes dieléctrico
  - Manguitos aislantes
- Protecciones de pies y piernas
  - Calzado dieléctrico
- Protecciones del cuerpo y abdomen
  - Ropa aislante de la electricidad

#### 9.4.5 Líneas eléctricas aéreas

En el caso de las líneas eléctricas aéreas, se deben tomar las siguientes medidas:

- Las barreras de protección estarán compuestas por dos largueros colocados verticalmente y anclados sólidamente, unidos por un larguero horizontal a la altura de paso máximo admisible o en su lugar se puede utilizar un cable de retención bien tenso, provisto de señalizaciones.
- La altura de paso máximo bajo líneas eléctricas aéreas debe señalizarse a cada lado de la línea aérea con paneles adecuados fijados a la barrera de protección.
- La dimensión de los elementos de las barreras de protección debe ser determinada en función de la fuerza de los vientos que soplan en la zona.
- Las entradas del paso deben señalarse en ambos lados.
- Se señalizarán las zonas que no deban ser traspasadas, interponiendo barreras que impidan un posible contacto.
- Las distancias de seguridad de proximidad máxima alcanzable en torno a la línea eléctrica que interfiere en los trabajos serán:

DISTANCIAS LIMITE DE LAS ZONAS DE TRABAJO (cm)*				
$U_n$	$D_{PEL-1}$	$D_{PEL-2}$	$D_{PROX-1}$	$D_{PROX-2}$
$\leq 1$	50	50	70	300
3	62	52	112	300
6	62	53	112	300
10	65	55	115	300
15	66	57	116	300
20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500
220	260	160	410	500
380	390	250	540	700

Siendo:

$U_n$  = tensión nominal de la instalación (kV)

$D_{PEL-1}$  = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo (cm).

$D_{PEL-2}$  = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

$D_{PROX-1}$  = distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

$D_{PROX-2}$  = distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

\* Las distancias para valores de tensión intermedios se calcularán por interpolación lineal.

#### 9.4.6 Líneas eléctricas subterráneas

Para las líneas eléctricas subterráneas, se deberán tomar las medidas indicadas a continuación:

- Se dejarán los cables sin tensión antes de iniciar los trabajos.
- En caso de duda se considerará los cables subterráneos como si tuvieran tensión.
- Se prohíbe tocar o intentar alterar la posición de ningún cable.
- El tendido de los cables para cruzar viales de obra se efectuará preferentemente enterrado o debidamente protegido. Se señalizará el "paso del cable" mediante una cubrimiento permanente que tendrán por objeto el de proteger mediante reparto de cargas y señalar la existencia del "paso eléctrico" a los vehículos. El cable irá además protegido en el interior de un tubo rígido.

- Si algún cable fuera dañado se informará inmediatamente a la Compañía propietaria y se alejará a todas las personas del mismo con objeto de evitar posibles accidentes.
- No se utilizarán picos, barras, clavos, horquillas o utensilios metálicos puntiagudos en terrenos blandos donde pueden estar situados cables subterráneos.

## 9.5 Trabajos en proximidades de carreteras y caminos

En ocasiones las actividades de obra pueden ocasionar cortes temporales de carreteras o caminos, o la necesidad de desvíos.

El objetivo principal es evitar que se produzcan accidentes de tráfico como choques o atropellos y, además, no bloquear el paso a determinadas zonas en las cercanías de la obra a terceras personas.

Se deberán establecer alternativas a las rutas afectadas y señalar a los desvíos. Toda la señalización que se coloque deberá cumplir el Real Decreto 485/1997, la Norma de carreteras 8.3-IC “*Señalización de obras*” y el “*Manual de ejemplos de señalización de obras fijas*” del Ministerio de Fomento (Dirección General de carreteras).

### 9.5.1 Montaje de desvíos de tráfico rodado

Para evitar las interferencias que pueda generar el tráfico durante la ejecución de la obra, antes del comienzo de cualquier actividad se localizarán todos los caminos y carreteras que generan riesgo en la ejecución de los trabajos.

Si es necesario el corte al tráfico se establecerá un itinerario alternativo y se intentará que dicha situación de corte sea del menor tiempo posible. Se señalará de forma correcta los desvíos mediante señales de tráfico, y si fuera necesario, un señalista.

A la hora de colocar la señalización se tomarán las medidas necesarias para reducir los riesgos como puede ser usar vehículos con señales luminosas como protección, colocar conos y vallas, etc.

Una vez terminadas las actividades de la obra que ocasionaban el desvío de tráfico, se debe recoger toda la señalización.

### 9.5.2 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria y vehículos
- Sobreesfuerzos

### 9.5.3 Medidas preventivas específicas

- En el caso de que se deba cruzar un camino o carretera se dispondrá a ambos lados de señalistas que garanticen un cruce seguro.
- Si la zona de afección es de poca visibilidad dichos señalistas deberán ir provistos de walkie-talkie.
- Las zonas de interferencia con el camino o carretera estarán señalizadas mediante malla naranja.

### 9.5.4 Equipos de protección colectiva

- Elementos de delimitación y protección

- Señales acústicas y luminosas de aviso a maquinaria
- Señales de obligación
- Señales de ordenación de tráfico
- Señales de prohibición
- Señalista

#### 9.5.5 Equipos de protección individual

- Protección de la cabeza
  - Casco de protección
- Protecciones de pies y piernas
  - Calzado de protección
- Protección total del cuerpo
  - Ropa de señalización de alta visibilidad

### 9.6 Trabajos en proximidades de gasoductos

Se debe conocer la ubicación de las líneas de gas debido a los daños que puede causar la rotura de una tubería al realizar las excavaciones. Las consecuencias pueden ser muy graves puesto que se puede producir una explosión.

#### 9.6.1 Medidas preventivas

Cuando se trabaje en proximidad de conducciones de gas o cuando sea necesario descubrir éstas, se prestará interés especial en los siguientes puntos:

- Se prohíbe manipular o utilizar cualquier aparato, válvula o instrumento de la instalación en servicio.
- Queda prohibido utilizar las tuberías, válvulas, etc., como puntos de apoyo para suspender o levantar cargas.
- No se podrá almacenar material sobre conducciones de ningún tipo.
- Para colocar o quitar bombillas de los portalámparas en zonas de conducciones de gas, es obligatorio desconectar previamente el circuito eléctrico.
- Todas las máquinas utilizadas en la proximidad a gasoductos, que funcionen eléctricamente, dispondrán de una correcta conexión a tierra.
- Los cables o mangueras de alimentación eléctrica utilizados en estos trabajos, estarán perfectamente aislados y se evitará que en sus tiradas no haya empalmes.
- En caso incontrolado de gas, incendio o explosión, todo el personal de la obra se retirará más allá de la distancia de seguridad señalada y no se permitirá acercarse a nadie que no sea el personal de la compañía instaladora.
- En los casos en que haya que emplear grupos electrógenos o compresores, se situarán tan lejos como sea posible de la instalación en servicio, equipando los escapes con rejillas contrafuegos.
- Se señalizará su traza y profundidad en las zonas que interfieran con áreas de excavación u otros trabajos que pudieran afectar a la línea de gas.
- Se prohíbe fumar o provocar cualquier tipo de fuego o chispa.



- Como norma general a distancias menores de 1 m se realizarán catas a mano hasta descubrir la generatriz superior de la tubería. Generalmente a distancias mayores de 1 m de la tubería se podrá comenzar la excavación con maquinaria hasta el punto anterior.

#### 9.6.2 Riesgos

- Atrapamiento, atropellos y choques o vuelcos por maquinaria
- Caída de objetos y herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Incendio y explosión

#### 9.6.3 Equipos de protección colectiva

- Aislamientos y tomas de tierra
- Detectores de gases
- Iluminación
- Redes de protección
- Sistemas de protección contra incendios
- Señales de prohibición

#### 9.6.4 Equipos de protección individual

- Protección de la cabeza
  - Casco de protección
- Protecciones de pies y piernas
  - Calzado de protección
  - Botas impermeables
- Protección total del cuerpo
  - Ropa de protección
  - Ropa de señalización de alta visibilidad

### 9.7 Trabajos en proximidades de conducciones de agua y saneamiento

Antes de iniciar las obras hay que conocer las trazas tanto de conducciones de abastecimiento como de saneamiento y alcantarillado. Para ello se verificará la información disponible de la Entidad Gestora y analizarán los datos obtenidos para conocer las conducciones que afectan a la obra.

#### 9.7.1 Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Hundimientos y sepultamientos

- Inmersión y ahogamiento

#### 9.7.2 Medidas preventivas

- Se prohíbe manipular o utilizar cualquier aparato, válvula o instrumento de la instalación en servicio.
- Queda prohibido utilizar las tuberías, válvulas, etc., como puntos de apoyo para suspender o levantar cargas.
- No se podrá almacenar material sobre conducciones de ningún tipo.
- En caso de no ser posible el desvío o supresión de la conducción de agua, se señalará su traza y profundidad en las zonas que interfieran con áreas de excavación u otros trabajos que pudieran afectar a las conducciones.
- Como norma general a distancias menores de 1 m se realizan catas a mano hasta descubrir la generatriz superior de la tubería. Generalmente a distancias mayores de 1 m de la tubería se podrá comenzar la excavación con maquinaria hasta el punto anterior.

#### 9.7.3 Equipos de protección colectiva

- Detectores de gases
- Iluminación
- Pasarelas de acceso
- Redes de protección
- Señales de prohibición
- Sistemas de protección contra incendios

#### 9.7.4 Equipos de protección individual

- Protección de la cabeza
  - Casco de protección
- Protecciones de pies y piernas
  - Calzado de protección
  - Botas impermeables
- Protección total del cuerpo
  - Ropa de protección
  - Ropa de señalización de alta visibilidad

### 9.8 Trabajos en proximidades de telecomunicaciones

Para los servicios de telecomunicaciones se debe establecer procedimientos semejantes a los que se llevan a cabo en las líneas eléctricas y las conducciones de agua.

## 10. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

### 10.1 Conceptos generales

Dentro de este apartado se incluyen las medidas higiénicas que contribuyen a un mejor estado sanitario de las obras y las que han de adoptarse para que las actividades de los trabajadores puedan desarrollarse en unas condiciones adecuadas.

Se considerará la instalación de casetas moduladas para ubicar instalaciones como aseos, vestuarios y comedor en función del número de trabajadores de la obra, estableciendo procedimientos seguros para su montaje.

### 10.2 Servicios higiénicos y locales de descanso

#### 10.2.1 Dimensionamiento de las instalaciones

La superficie y elementos necesarios para estas instalaciones vienen determinadas en función del número máximos de trabajadores que de forma simultánea desempeñen tareas en la obra.

El proyecto cuenta con 15 trabajadores en punta por lo que serán necesarias las siguientes dotaciones:

- 1 casetas de vestuario de 14 m<sup>2</sup>
- 1 casetas de aseos de 8 m<sup>2</sup> con:
  - Lavabos: 2
  - Espejos: 2
  - Calentadores de agua: 1
  - Duchas: 2
  - Retretes: 1
- 1 casetas de comedor y zona de descanso con una superficie total de 18 m<sup>2</sup>.

(\*) La disposición de instalaciones del canal de Isabel II en la zona de obra permite atenuar las puntas de trabajadores en caso de ser necesario, previo permiso solicitado a la Dirección de Explotación.

#### 10.2.2 Vestuarios, duchas, lavabos y retretes

- Los lugares de trabajo dispondrán de vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo y no se les pueda pedir, por razones de salud o decoro, que se cambien en otras dependencias.
- Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración. En tales casos, se suministrarán a los trabajadores los medios especiales de limpieza que sean necesarios.
- Cuando los vestuarios no sean necesarios, los trabajadores deberán disponer de colgadores o armarios para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave.
- Los lugares de trabajo dispondrán de retretes, dotados de lavabos, situados en las proximidades de los puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de los locales de aseo, cuando no estén integrados en éstos últimos.

- Los servicios higiénicos deberán ser complementados con elementos auxiliares como: toalleros, jaboneras, botiquines, etc.
- En el caso de tener necesidades puntuales se podrán utilizar baños químicos estándar móviles en determinadas zonas de las obras en las que por su lejanía a la zona de vestuarios y por su duración en el tiempo hacen arduo ir y volver.

#### 10.2.3 Locales de descanso

Se considerará como local de descanso cualquier lugar de fácil acceso que tenga las condiciones apropiadas para el descanso, aunque no esté específicamente destinado a tal fin.

- Se establecerá locales de descanso cuando la seguridad o la salud de los trabajadores lo exijan, en particular en razón del tipo de actividad o del número de trabajadores, éstos dispondrán de un local de descanso de fácil acceso.
- Cuando no existan este tipo de locales se deberá poner a disposición del personal otro tipo de instalaciones para que puedan ser utilizadas durante la interrupción del trabajo.
- No se aplicará cuando el personal trabaje en despachos o en lugares de trabajo similares que ofrezcan posibilidades de descanso equivalentes durante las pausas.
- Las trabajadoras embarazadas y madres lactantes deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.
- Los lugares de trabajo en los que, sin contar con locales de descanso, el trabajo se interrumpa regular y frecuentemente, dispondrán de espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones, si su presencia durante las mismas en la zona de trabajo supone un riesgo para su seguridad o salud o para la de terceros.

#### 10.2.4 Locales de primeros auxilios

Será responsabilidad del Adjudicatario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. La aplicación de primeros auxilios se realizará a través de la instalación de los elementos adecuados (botiquines, teléfonos, etc.). Cuando el tamaño de la obra o el tipo de actividad lo requieran, deberá contarse con uno o varios locales para primeros auxilios.

Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.

#### 10.2.5 Botiquines

- Todo lugar de trabajo deberá disponer, como mínimo, de un botiquín portátil que contenga: desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.
- Se instalarán botiquines de emergencia en lugares estratégicos. Así mismo, todos los mandos de la obra (incluidos los intermedios) llevarán uno en sus vehículos, de forma que ningún tajo se encuentre a una distancia superior a 90 m del botiquín más próximo.
- Estos botiquines se repondrán cuando sea necesario.



**PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
EN LA ETAP DE MALADAHONDA  
Anejo Nº 12. Estudio de Seguridad y Salud**

10.2.6 Acometidas

El proyectista determinará la posibilidad de acometida de la instalación de agua, saneamiento, electricidad y telefonía o la necesidad de grupos electrógenos e instalaciones portátiles de agua o sanitarias. En caso de necesidad, se podrá disponer también de:

- Depósitos de agua transportables de polietileno con capacidad para 1000 litros.
- Baños químicos portátiles.
- Grupos electrógenos para la generación eléctrica.

La conexión a acometidas existentes tendrá que ser permitida por la Dirección de Proyecto y por la Dirección de Explotación de las instalaciones.

## 11. PLAN DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN

El Adjudicatario de la obra está obligado a redactar un Plan de Emergencia y Evacuación de manera pormenorizada en el Plan de Seguridad y Salud.

Toda obra de construcción deberá incluir un procedimiento de actuación ante las eventuales situaciones de emergencia (accidentes e incidentes) que puedan revestir cierta gravedad por su magnitud, características y afección a los trabajadores que habrá de ser actualizado y adecuado a la magnitud, la situación y las necesidades de la obra.

Es importante que dicho procedimiento analice tanto la naturaleza de dichas situaciones como el propio entorno y la localización de la obra para después disponer las medidas de emergencia previstas.

Del mismo modo este procedimiento deberá incluir las especificaciones y requisitos a cumplir por parte de las citadas medidas, los protocolos de actuación previstos en cada caso, los medios humanos y materiales (personal responsable de toma de decisiones, botiquín, necesidad de camillas y caseta de primeros auxilios, etc.), las funciones y responsabilidades de los miembros del organigrama de emergencia así como las vías de colaboración y protocolos a establecer en su caso con organismos oficiales y externos.

A continuación, se contemplan unas normas y procedimientos generales en caso de emergencia.

### 11.1 Medidas preventivas

- Se instalarán una serie de rótulos con caracteres visibles a 2 m de distancia, en el que se facilite a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria relativa a organismos de emergencia y centros asistenciales.
- Se identificará el emplazamiento de los diferentes Centros Médicos próximos, donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento, en función de su gravedad, el tipo de accidente, urgencia, etc.
- Se deberá incluir, al menos, un itinerario recomendado para evacuar a los posibles accidentados, con el fin de evitar errores en situaciones límite que pudieran agravar las posibles lesiones producidas.
- Se preparará y colocará en sitio bien visible una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros Médicos, servicio de ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido traslado de los posibles accidentados a los centros de asistencia.
- Se dará la información relativa a la situación sanitaria de los trabajadores al hacerles la revisión médica y se les informará de las medidas sanitarias de las que se disponen en la obra.
- Se realizarán de manera periódica, controles higiénicos y sanitarios.

### 11.2 Normas de actuación ante emergencias

- Se actuará con calma. No se deben provocar situaciones de pánico.
- Todos los movimientos se deben realizarse deprisa, pero sin correr, ni empujar a los demás.
- Se comunicará al personal de seguridad cualquier tipo de emergencia que se produzca en la obra.
- Se advertirá de las situaciones de peligro a aquellas personas que estén situadas en las zonas más aisladas.

- El personal el cual no sea necesaria su presencia no permanecerá en la zona de conflicto.

### 11.3 Procedimientos de actuación en caso de accidente

Ante una situación crítica de accidente, se actuará de forma rápida siguiendo estas indicaciones:

#### 1º Proteger

Para ayudar al accidentado, en primer lugar se debe protegerle del riesgo que le está afectando. Para ello hay que protegerse primero uno mismo para no sufrir el mismo accidente.

En un accidente eléctrico, se tiene que utilizar materiales no conductores (tabla u otros materiales que no conduzcan la electricidad) para separar el cable.

Para socorrer a una persona que permanece inconsciente en el interior de pozos o cámaras, se debe usar el equipo de protección respiratoria adecuada y trípode de descenso.

#### 2º Avisar

Se debe avisar a los servicios externos necesarios: ambulancia, bomberos, etc., a través del número de emergencias 112; y al responsable de la obra.

#### 3º Socorrer

El trabajador que esté capacitado, deberá aplicar los primeros auxilios necesarios a la víctima.

En caso de quemadura: sumergir la parte quemada en un recipiente de agua fría, lo más rápidamente posible, no colocarlo sobre un chorro pues puede causar dolor.

En caso de fractura: inmovilizar para evitar que los fragmentos óseos puedan dañar los tejidos.

En caso de heridas y hemorragias: taponar la herida y tratar de cohibir la hemorragia, aplicando un apósito compresivo realizado con lo que se tenga más a mano

En caso de accidente producido por la electricidad de alta tensión:

- Se cortará la corriente, accionando u ordenando accionar los aparatos de corte visibles a ambos lados del lugar del accidente. Si esta operación no se puede realizar, se intentará lo siguiente:
  - Puesta a tierra y en cortocircuito de los conductores, arrojando una cadena o cable metálico conectado a tierra, por encima de los conductores y adoptando las siguientes precauciones: que el cable o cadena sean lo suficientemente gruesos para que no se fundan, que el socorredor suelte la cadena o cable arrojado, antes de que éste toque los conductores sobre los que se arroja y que esté aislado del suelo
- Si ninguna de las maniobras anteriores puede realizarse, cabe aún recurrir a provocar un cortocircuito entre los conductores, arrojándoles una barra metálica que, aunque sea por breves instantes, los ponga en contacto y haga saltar el disyuntor automático de la estación de distribución. En este caso, como en los anteriores, es preciso prevenirse del arco que pueda originarse, cubriéndose cuando sea posible con capucha o ropa incombustible.

En caso de accidente producido por la electricidad de *baja tensión*:



- Se cortará la corriente, accionando u ordenando accionar los interruptores, procurando desconectar todas las fuentes de alimentación del circuito. Se separará al accidentado del conductor o viceversa, subiéndose el salvador en algo que le aíse del suelo (cajón de madera) y utilizando un elemento aislante separador como por ejemplo una tabla o una rama.
  - A veces, es posible cortar el conductor a ambos lados del accidentado mediante un golpe de hacha, actuando el salvador subido en una banqueta y con sus manos enfundadas en guantes aislantes.
  - En accidentes en alturas y soportes hay que prever siempre que al cortar la corriente el accidentado puede caer al suelo, por lo que en estas circunstancias hay que tratar de aminorar el golpe de caída con colchones, ropa, goma o manta manteniéndola tensa entre varias personas.

En caso de accidente en los ojos:

- En caso de que se haya introducido algún cuerpo extraño, golpe, habrá que lavar abundantemente el ojo colocándolo debajo de un chorro de agua, pero que ésta salga a baja presión.
- A menos que se haya sufrido una herida y esté sangrando, un ojo no debe taparse nunca para así evitar infecciones.
- Si las molestias continúan, acudir lo antes posible a un servicio médico.

En caso de no tener formación en Primeros auxilios, se puede ayudar al accidentado de la siguiente forma:

- No tocar al accidentado, ni permitir que otros lo hagan si tampoco saben aplicar los primeros Auxilios.
- Cubrir con una manta u otra prenda para mantener su temperatura
- No moverle
- No darle de beber
- Evitar aglomeraciones del personal
- Esperar la llegada de los especialistas a los que se acaba de avisar

#### 11.3.1 Evacuación

En caso de que sea necesaria la evacuación de la obra, se cumplirán las siguientes normas:

- Se informará a los responsables del número total de trabajadores que en el momento de producirse la emergencia se pueden encontrar presentes en la obra, así como de los posibles heridos y de su estado de salud a efectos de realizar su evacuación.
- Todo el personal presente en la obra en el momento de producirse la alarma se encaminará al punto de reunión.

#### 11.3.2 Esquema secuencial de actuación

Se considera Emergencia General, aquella que no es controlable por el personal presente en la obra, y que comporta las siguientes actuaciones:

- Alerta a los servicios externos de ayuda
- Evacuación parcial de la obra
- Evacuación total de la obra

#### 11.4 Rótulos informativos

El Adjudicatario de la obra está obligado a instalar una serie de rótulos con caracteres visibles a 2 m de distancia, en el que se facilite a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria relativa a organismos de emergencia y centros asistenciales.

El rótulo de organismos de emergencia incluirá:

##### EN CASO DE EMERGENCIA:

Teléfono de emergencias generales: 112 (Válido para toda España. Coordina servicios médicos de urgencias, bomberos, policía nacional, policía local, guardia civil, protección civil, etc.)

Teléfono Hospital Universitario Puerta de Hierro: 911 91 60 00

Teléfono Hospital FREMAP Majadahonda: 916 26 56 80

Nombre del organismo

Dirección

Teléfono

Plano de localización

El rótulo de centros asistenciales contendrá como mínimo los datos siguientes:

##### EN CASO DE ACCIDENTE:

Teléfono de emergencias generales: 112 (Válido para toda España. Coordina servicios médicos de urgencias, bomberos, policía nacional, policía local, guardia civil, protección civil, etc.)

Teléfono Hospital Universitario Puerta de Hierro: 911 91 60 00

Teléfono Hospital FREMAP Majadahonda: 916 26 56 80

Nombre del centro asistencial:

Dirección:

Teléfono de ambulancias:

Teléfono de urgencias:

Teléfono de información hospitalaria:

Plano de localización

Rutas de acceso

El Adjudicatario instalará los rótulos anteriores de forma obligatoria en los siguientes lugares de la obra como mínimo:

- En los acceso
- En las oficinas de obra
- En los vestuarios y aseos del personal
- En el comedor
- En el interior de cada maletín botiquín de primeros auxilios (tamaño DIN A4)

## 11.5 Prevención y extinción de incendios

### 11.5.1 Conceptos generales

En cumplimiento del Real Decreto 1627/1997, se deberá prever un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra incendios y, si fuere necesario, de detectores de incendios y de sistemas de alarma en función de las características de la obra y según las dimensiones y el uso de los locales, los equipos presentes, las características físicas y químicas de las sustancias o materiales que se hallen presentes, así como el número máximo de personas que puedan hallarse en ellos.

Dichos dispositivos de lucha contra incendios y sistemas de alarma deberán verificarse y mantenerse con regularidad, y se realizarán, a intervalos regulares, pruebas y ejercicios adecuados.

Además, se debe garantizar que los dispositivos no automáticos de lucha contra incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación.

El uso de maquinaria en terrenos forestales en época de peligro medio y alto de incendios viene contemplado en el Plan de protección Civil de Emergencia por Incendios Forestales en la Comunidad de Madrid (INFOMA). En él se contempla que solamente será necesaria la comunicación previa para poder usar maquinaria y equipos cuyo funcionamiento puede generar deflagraciones, chispas o descargas eléctricas.

Los dispositivos de extinción de incendios, extintores, hidrantes de incendios, bocas de incendio equipadas (BIE's), columnas secas, rociadores, etc., deberán cumplir los requisitos establecidos en el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios.

### 11.5.2 Medidas preventivas

- En las dependencias y lugares de trabajo con alto riesgo de incendio se prohibirá terminantemente fumar o introducir cerillas, mecheros o útiles de ignición. Esta prohibición se indicará con carteles visibles a la entrada y en los espacios libres de tales lugares o dependencias.
- Se prohibirá igualmente al personal introducir o emplear útiles de trabajo no autorizados por la empresa y que puedan ocasionar chispas por contacto o proximidad a sustancias inflamables.
- Para las épocas de peligro medio y alto de incendios, comprendidas entre el 16 de mayo y el 31 de octubre, se tomarán las siguientes medidas preventivas para la prevención de incendios en obras y tareas de mantenimiento:
  - Todas las máquinas y equipos deberán estar provisto de dispositivos preventivos que eviten la deflagración, la producción de chipas y/o descargas eléctricas.

- En los trabajos siempre estará presente un responsable con comunicación comprobada con la Central de Emergencias 112 de Madrid.
- Se dispondrá de un equipo de extinción en cada punto de la obra, que como mínimo, estará compuesto por:
  - 2 batefuegos
  - 2 palas
  - 2 extintores de mochila cargados de agua
  - 2 extintores de polvo
- Se realizará una correcta limpieza y mantenimiento de equipos y maquinaria, realizando estas tareas, así como la de repostaje de combustible, en zonas de seguridad con las precauciones adecuadas que garanticen la no deflagración.
- Se cumplirán las condiciones de seguridad recogidas en la reglamentación y normativa al respecto, y en concreto las recogidas en el Decreto 3769/72, Capítulo III, Art. 25, puntos c) y h).
- Además de en aquellos puntos donde usen maquinaria que genere chispas (radiales, grupos de soldadura u oxicorte, etc.) se dispondrá obligatoriamente de un vehículo con capacidad mínima de 300 L. Mientras duren todas estas operaciones deberá permanecer una persona como observador por si se produjera la ignición de vegetación.
- En caso de vientos se suspenderán todas la operaciones que conlleven la producción de chispas.
- Se comunicará diariamente al departamento de quemas las ubicaciones de las máquinas trabajando mediante el correo [usofuego@madrid.org](mailto:usofuego@madrid.org).

#### 11.5.3 Equipos de protección colectiva

- Elementos de limitación y protección
- Mantas ignífugas
- Señales de advertencia
- Señales de prohibición
- Señales de salvamento o socorro
- Sistemas de protección contra incendios

#### 11.5.4 Localización e Instalación

El emplazamiento de los extintores permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio, a ser posible próximos a las salidas de evacuación y preferentemente sobre soportes fijados a paramentos verticales, de modo que la parte superior del extintor quede, como máximo, a 1,70 m sobre el suelo.

Lugares de obra en los que se instalarán los extintores de incendios son:

- Junto al cuadro eléctrico (de CO2)
- Vestuario y aseo del personal de la obra
- Caseta Técnica
- Acopios especiales con riesgo de incendio

Estará prevista, además, la existencia y utilización de extintores móviles para trabajos de soldaduras capaces de originar incendios.

Madrid, junio de 2021  
EL AUTOR DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Fdo.: Jose Manuel Clamagirand García  
Ingeniero de Minas

EL AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Jose Manuel Clamagirand García  
Ingeniero de Minas

Vº Bº RESPONSABLE DE PROYECTOS

Fdo.: Javier Urquiza López

Firmas manuscritas ocultas por protección de datos



## ANEJO Nº 12.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

### 2.-PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES





## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>OBJETO</b>	<b>8</b>
<b>2.</b>	<b>LEGISLACIÓN Y NORMATIVA DE APLICACIÓN</b>	<b>9</b>
2.1	Legislación Administrativa y de Contratación	9
2.2	Legislación sobre Riesgos Laborales	9
2.3	Legislación sobre equipos de protección	11
2.4	Legislación sobre señalización	12
2.5	Legislación eléctrica	12
2.6	Legislación de Prevención de Incendios	13
2.7	Legislación de carreteras y viales	14
2.8	Legislación de equipos y maquinaria	14
2.9	Legislación de estructuras, edificación e instalaciones industriales	15
2.10	Otra documentación de referencia	15
2.11	Normas técnicas	16
2.11.1	Normas UNE	16
2.11.2	Normas UNE-EN	17
2.11.3	Normas ISO	25
2.11.4	Normas UNE-EN ISO	25
<b>3.</b>	<b>PRESCRIPCIONES GENERALES</b>	<b>29</b>
3.1	Definiciones	29
3.2	Plan de Seguridad y Salud	29
3.3	Obligaciones del promotor	30
3.4	Obligaciones del Coordinador de Seguridad y salud	30
3.5	Obligaciones del contratista y subcontratistas	30
3.6	Obligaciones de los trabajadores autónomos	32
3.7	Obligaciones y derechos de los trabajadores	32
3.8	Formación e información a los trabajadores	33
3.8.1	Información de los trabajadores	33
3.8.2	Formación de los trabajadores	33
3.8.3	Acreditación de la formación	35
3.9	Vigilancia de la salud	35
3.10	Coordinación de actividades empresariales	35
3.11	Actividad preventiva	36

3.11.1	<i>Servicio de Prevención</i>	36
3.11.2	<i>Comité de Seguridad y Salud</i>	36
3.11.3	<i>Servicio médico</i>	36
3.11.4	<i>Brigadas de Seguridad y Salud</i>	36
3.11.5	<i>Vigilante de seguridad</i>	36
3.11.6	<i>Recurso preventivo</i>	36
3.12	Libro de incidencias	37
3.13	Libro de subcontratación	38
3.14	Paralización de los trabajos	38
3.15	Acciones a seguir en caso de accidente laboral	39
3.15.1	<i>Acciones a seguir</i>	39
3.15.2	<i>Comunicaciones inmediatas en caso de accidente laboral</i>	39
3.16	Control de accesos a la obra	40
<b>4.</b>	<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA</b>	<b>42</b>
4.1	Condiciones generales	42
4.2	Condiciones específicas de cada elemento de protección colectiva	43
4.2.1	<i>Aislamientos y tomas de tierra</i>	43
4.2.2	<i>Barandillas</i>	43
4.2.3	<i>Detector de corriente eléctrica</i>	44
4.2.4	<i>Detector de gases</i>	44
4.2.5	<i>Detectores de redes y servicios</i>	44
4.2.6	<i>Dispositivos de parada de emergencia</i>	45
4.2.7	<i>Elementos de agarre, peldaños y accesos a maquinaria</i>	45
4.2.8	<i>Elementos de balizamiento físico</i>	45
4.2.9	<i>Elementos de limitación y protección</i>	45
4.2.10	<i>Iluminación provisional</i>	47
4.2.11	<i>Pantallas de absorción acústica</i>	47
4.2.12	<i>Pantallas de protección de partículas</i>	47
4.2.13	<i>Pasarelas de acceso</i>	47
4.2.14	<i>Pórticos de limitación de gálibo</i>	48
4.2.15	<i>Protecciones de huecos horizontales</i>	48
4.2.16	<i>Redes de protección</i>	48
4.2.17	<i>Regado de pistas</i>	49
4.2.18	<i>Señalización</i>	49
4.2.19	<i>Señalista</i>	53

4.2.20	<i>Sistemas de protección contra incendios</i>	53
4.2.21	<i>Tapón de plástico para armaduras tipo "seta"</i>	54
4.2.22	<i>Topes de desplazamiento de vehículos</i>	54
4.2.23	<i>Toldos de protección solar</i>	54
4.2.24	<i>Ventilación o extracción</i>	54
<b>5.</b>	<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b>	<b>56</b>
5.1	Condiciones generales	56
5.2	Condiciones específicas de cada equipo de protección individual	57
5.2.1	<i>Casco de seguridad</i>	57
5.2.2	<i>Cascos de seguridad dieléctrico</i>	57
5.2.3	<i>Protecciones auditivas tipo orejeras</i>	58
5.2.4	<i>Par de tapones antirruído desechables</i>	58
5.2.5	<i>Gafas de protección</i>	59
5.2.6	<i>Pantallas faciales</i>	59
5.2.7	<i>Pantallas para soldadura</i>	60
5.2.8	<i>Equipos respiratorios aislantes</i>	61
5.2.9	<i>Equipos respiratorios filtrantes</i>	62
5.2.10	<i>Equipos respiratorios para soldadura</i>	63
5.2.11	<i>Filtros de partículas, de gases y combinados</i>	63
5.2.12	<i>Detectores de gases portátiles</i>	64
5.2.13	<i>Guantes de protección contra agresiones mecánicas</i>	65
5.2.14	<i>Guantes de protección contra agresiones químicas</i>	65
5.2.15	<i>Guantes de protección contra el frío</i>	66
5.2.16	<i>Guantes de protección contra el calor</i>	66
5.2.17	<i>Guantes para soldadores</i>	67
5.2.18	<i>Guantes dieléctricos</i>	67
5.2.19	<i>Calzado de protección</i>	68
5.2.20	<i>Calzado dieléctrico</i>	69
5.2.21	<i>Botas impermeables</i>	69
5.2.22	<i>Polainas</i>	70
5.2.23	<i>Rodilleras</i>	71
5.2.24	<i>Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra agresiones mecánicas</i>	71
5.2.25	<i>Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra agresiones químicas</i>	72
5.2.26	<i>Cinturones portaherramientas</i>	72
5.2.27	<i>Fajas y cinturones de protección lumbar</i>	72
5.2.28	<i>Cremas protectoras</i>	73

5.2.29	Ropa de protección	73
5.2.30	Ropa de protección contra el frío	74
5.2.31	Ropa de protección contra la lluvia	74
5.2.32	Ropa de señalización de alta visibilidad	75
5.2.33	Ropa de soldador	75
5.2.34	Equipos de ayuda a la flotabilidad	76
5.2.35	Arneses	76
5.2.36	Anclajes	78
5.2.37	Dispositivos anticaídas deslizantes	78
5.2.38	Dispositivos anticaídas retráctiles	79
5.2.39	Líneas de vida	80
5.3	Control de entrega de equipos	80
<b>6.</b>	<b>MAQUINARIA, MEDIOS AUXILIARES Y EQUIPOS</b>	<b>82</b>
6.1	Condiciones generales	82
6.2	Requisitos generales de seguridad para la maquinaria	82
6.3	Normas de actuación preventiva para los maquinistas	83
6.3.1	Normas generales	83
6.3.2	Operación de izado	84
6.3.3	Transporte de cargas	84
6.3.4	Operación de descenso	84
6.4	Autorización de uso de maquinaria y herramientas	85
6.5	Requisitos generales de seguridad para los medios auxiliares	85
6.5.1	Andamios	85
6.5.2	Cables, cadenas, cuerdas y eslingas	85
6.5.3	Escaleras	86
6.5.4	Puntales	86
6.6	Normas de aplicación	87
<b>7.</b>	<b>INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR</b>	<b>88</b>
7.1	Condiciones de los puestos de trabajo	88
7.1.1	Espacio de trabajo	88
7.1.2	Estabilidad y solidez	88
7.1.3	Vías y salidas de emergencia	88
7.1.4	Vías de circulación y zonas peligrosas	89
7.1.5	Ventilación	89
7.1.6	Exposición a riesgos particulares	89

7.1.7	Temperatura	90
7.1.8	Iluminación	90
7.1.9	Puertas y portones	91
7.1.10	Puertas de emergencia	91
7.1.11	Muelles y rampas de carga	91
7.2	Servicios higiénicos y locales de descanso	91
7.2.1	Condiciones generales	91
7.2.2	Dimensionamiento de las instalaciones	92
7.2.3	Material y locales de primeros auxilios	92
7.2.4	Requisitos de las instalaciones provisionales	93
7.2.5	Acometidas a casetas	93
<b>8.</b>	<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>	<b>94</b>
8.1	Normativa	94
8.2	Condiciones generales	94
8.3	Cualificación para trabajos eléctricos	95
8.4	Trabajos en tensión	95
8.4.1	Métodos de Trabajo	97
8.5	Trabajos sin tensión	98
8.5.1	Supresión de la tensión	98
8.5.2	Reposición de la tensión	100
8.6	Mantenimiento y reparación	100
8.7	Tomas de tierra	101
8.7.1	Condiciones generales	101
8.7.2	Instalación	101
8.8	Cuadros eléctricos	102
8.9	Protección de los circuitos	103
8.10	Cables	103
8.11	Instalaciones de alumbrado	104
<b>9.</b>	<b>PREVENCIÓN DE INCENDIOS</b>	<b>105</b>
9.1	Conceptos generales	105
9.2	Clasificación de los fuegos en función del tipo de combustible	105
9.3	Agentes Extintores	106
9.4	Servicio de mantenimiento	106
<b>10.</b>	<b>MEDICIÓN Y ABONO</b>	<b>108</b>



PROYECTO DE UNA INSTALACION FOTOVOLTAICA  
LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Anejo Nº 12. Estudio de Seguridad y Salud

10.1 Materiales, equipos y unidades no incluidos en el presente Pliego	108
--	-----







PROYECTO DE UNA INSTALACION FOTOVOLTAICA  
EN EL DEPOSITO EL PINAR EN LA ETAP DE COLMENAR  
Anejo Nº 12. Estudio de Seguridad y Salud

**1. OBJETO**

El objeto del presente Pliego es establecer las condiciones que han de exigirse para el cumplimiento correcto y eficaz de las medidas de seguridad, salud, prevención de riesgos, higiene y bienestar en el trabajo, en las obras de este Proyecto.

## 2. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA DE APLICACIÓN

La legislación y normativa que a continuación se cita, así como sus futuras actualizaciones o disposiciones que las sustituyan, serán de obligado cumplimiento a la hora de proyectar, ejecutar y mantener las obras del presente proyecto.

### 2.1 Legislación Administrativa y de Contratación

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014. (BOE nº 272, de 9 de noviembre de 2017).
- Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio. (Modificación de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, y de la Ley 50/1998 de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social) (BOE nº 308, de 23 de diciembre de 2009).
- Real Decreto 67/2010, de 29 de enero, de adaptación de la legislación de Prevención de Riesgos Laborales a la Administración General del Estado (BOE nº 36, de 10 de febrero de 2010).
- Real Decreto-Ley 3/2020, de 4 de febrero, de medidas urgentes por el que se incorporan al ordenamiento jurídico español diversas directivas de la Unión Europea en el ámbito de la contratación pública en determinados sectores; de seguros privados; de planes y fondos de pensiones; del ámbito tributario y de litigios fiscales. Libro Primero: Transposición de la Directiva 2014/25/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, relativa a la contratación por entidades que operan en los sectores del agua, la energía, los transportes y los servicios postales, y la Directiva 2014/23/UE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, relativa a la adjudicación de contratos de concesión (BOE nº 31, de 5 de febrero de 2020).
- Real Decreto 688/2005, de 10 de junio, por el que se regula el régimen de funcionamiento de las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social (BOE nº 139, de 11 de junio de 2005).
- Real Decreto 689/2005, de 10 de junio, por el que se modifica el Reglamento de organización y funcionamiento de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, aprobado por el Real Decreto 138/2000, de 4 de febrero, y el Reglamento general sobre procedimientos para la imposición de sanciones por infracciones de orden social y para los expedientes liquidatorios de cuotas a la Seguridad Social, aprobado por el Real Decreto 928/1998, de 14 de mayo, para regular las actuaciones de los técnicos habilitados en materia de prevención de riesgos laborales (BOE nº 149, de 23 de junio de 2005).

### 2.2 Legislación sobre Riesgos Laborales

- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales (BOE nº 298, del 13 de diciembre de 2003).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE nº 269, de 10 de noviembre de 1995).
- 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 (BOE nº 251, de 20 de octubre de 2015).
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, 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; el 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 y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción (BOE nº 71, de 23 de marzo de 2010).

- Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro (BOE nº 302, de 19 de diciembre de 2006).
- Real Decreto 524/2006, de 28 de Abril, por el que se modifica el 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 (BOE nº 106, de 4 de mayo de 2006).
- 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 (BOE nº 60, de 11 de marzo de 2006. Corrección de errores en BOE nº 71, de 24 de marzo de 2006).
- Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- 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 (BOE nº 265, de 05 de noviembre de 2005).
- 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 (BOE nº 27, de 31 de enero de 2004).
- 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 (BOE nº 145, de 18 de junio de 2003).
- 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 (BOE nº 52, de 1 de marzo de 2002).
- 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 (BOE nº 104, de 01 de mayo de 2001).
- Real Decreto 138/2000 de 4 de febrero por el que se aprueba el “Reglamento de Organización y Funcionamiento de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social” (BOE nº 40, 6 de febrero del 2000).
- Real Decreto 216/1999 de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal (BOE de 24, de febrero de 1999).
- Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997 del 17 de enero y por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (BOE nº 104, de 1 de mayo de 1998).
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (BOE nº 256, de 25 de noviembre de 1997).
- 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 (BOE nº 97, de 23 de abril de 1997).
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el reglamento de los Servicios de Prevención (BOE de 31 de enero de 1997).

- Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto (BOE nº 32, de 6 de febrero de 1991).
- 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 (BOE nº 235, de 28 de septiembre de 2010).
- 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 (BOE nº 106, de 1 de mayo de 2010).
- Orden TIN/442/2009, de 24 de febrero, por la que se modifica la 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 (BOE nº 51, de 28 de febrero de 2009).
- 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 (BOE nº 285, de 29 de noviembre de 2006).
- Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y se posibilita su transmisión por procedimiento electrónico (BOE nº 279, de 21 de noviembre de 2002).
- Orden de 7 de diciembre de 2001 por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos (BOE nº 299, de 14 de diciembre de 2001).
- Orden de 16 de diciembre de 1987, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo y se dan instrucciones para su cumplimentación y tramitación (BOE nº 311, de 29 de diciembre de 1987).
- Resolución de 11 de abril de 2006, de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, sobre el Libro de Visitas de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social (BOE nº 93, de 19 de abril de 2006).
- Resolución de 28 de febrero de 2012, de la Dirección General de Empleo, por la que se registra y publica el V Convenio Colectivo del Sector de la Construcción (BOE nº 64, de 15 de marzo de 2012).
- Resolución de 26 de noviembre de 2002, por la que se regula el del sistema de declaración electrónica de accidentes de trabajo (Delt@) que posibilita la transmisión por procedimiento electrónico de los nuevos modelos para la notificación de A T aprobados por la orden TAS/2926/2002 de 19 de noviembre.
- Resolución de 8 de abril de 1999, de la Secretaría de Estado de Aguas y Costas, sobre Delegación de Facultades en Materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción (complementa al art. 18 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y salud en las Obras de Construcción) (BOE nº 91, de 16 de abril de 1999).

### 2.3 Legislación sobre equipos de protección

- Real Decreto 144/2016, de 8 de abril, por el que se establecen los requisitos esenciales de salud y seguridad exigibles a los aparatos y sistemas de protección para su uso en atmósferas potencialmente explosivas y por el que se modifica el Real Decreto 455/2012, de 5 de marzo, por el que se establecen las medidas destinadas a reducir la cantidad de vapores de gasolina

emitidos a la atmósfera durante el repostaje de los vehículos de motor en las estaciones de servicio. (BOE nº 90, de 14 de abril de 2016).

- 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. (BOE nº 274, de 13 de noviembre de 2004).
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual (BOE de 12 de junio de 1997).
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores (BOE de 23 de abril de 1997).
- Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual (BOE de 28 de diciembre de 1992).
- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual (BOE de 28 de diciembre de 1992).
- Orden de 20 de febrero de 1997 por la que se modifica el anexo del Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, que modificó a su vez el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, relativo a las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual (BOE nº 56, de 6 de marzo de 1997).
- Resolución de 25 de abril de 1996, de la Dirección General de Calidad y Seguridad Industrial, por la cual se publica a título informativo, información complementaria establecida por Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual (BOE nº 129, de 28 de mayo de 1996).

## 2.4 Legislación sobre señalización

- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (BOE de 23 de abril de 1997).
- Orden FOM, de 31 de agosto de 1987, por la que se aprueba la instrucción 8.3 I.C. sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.

## 2.5 Legislación eléctrica

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. (BOE nº 310, de 27 de diciembre de 2013).
- 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 (BOE nº 113, de 10 de mayo de 2016).
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23 (BOE nº 139, de 9 de junio de 2014).
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica. (BOE nº 312 de 30



de diciembre de 2013) (Deroga al Real Decreto 222/2008, de 15 de febrero, excepto la disposición adicional 4).

- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio (BOE nº 125, de 22 de mayo de 2010).
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias (BOE nº 31, de 5 de febrero de 2009) y las modificaciones incluidas en el Real Decreto 1388/2011, de 14 de octubre (BOE nº 249, de 15 de octubre de 2011) y en el Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo (BOE nº 125, de 22 de mayo de 2010).
- Real Decreto 1890/2008 de 14 de noviembre por el que se aprueba el Reglamento de Eficiencia Energética en instalaciones de alumbrado exterior, y sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07 (BOE nº 279, de 19 de noviembre de 2008).
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantía de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09 (BOE nº 68, de 19 de marzo de 2008), (El Real Decreto 560/2010 de 7 de mayo modifica los artículos 13.1, 16, 19 y la ITC-LAT 03 y añade las disposiciones adicionales 1 a 4).
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias. (BOE nº 224 de 18 de septiembre de 2002) y modificaciones posteriores recogidas en el Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo.
- 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 (BOE nº 148, de 21 de junio de 2001).
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23 (BOE nº 139, de 9 de junio de 2014).
- Orden de 27 de mayo de 2009, de simplificación administrativa por la que se regula el registro de puesta en servicio de las instalaciones de protección contra incendios en la Comunidad de Madrid (BOCM nº 153, 30 de junio de 2009).

## 2.6 Legislación de Prevención de Incendios

- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (BOE nº 139, de 12 de junio de 2017).
- Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego (deroga el Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo de 2005).
- Real Decreto 704/2011, de 20 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de protección de infraestructuras críticas (BOE nº 21, de 21 de mayo de 2011).
- Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia (BOE nº 72, de 24 de marzo de 2007).

- Real decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. (BOE nº 303, 17 de noviembre de 2004).
- Orden de 12 de marzo de 2014, de la Consejería de Economía y Hacienda, por la que se establece el procedimiento para el registro de puesta en servicio de las instalaciones de protección contra incendios en establecimientos no industriales en la Comunidad de Madrid (BOCM nº 120, 22 de mayo de 2014).
- Orden 3619/2005, de 24 de junio, de la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica, por la que se establece el procedimiento para el Registro de Instalaciones de Prevención y Extinción contra Incendios (BOCM de 22 de septiembre de 2005).
- Ordenanza de Prevención de Incendios del Ayuntamiento de Madrid (BOCM nº 183, de 4 de agosto de 1993). Derogado parcialmente por Reglamento de Prevención de Incendios de la Comunidad de Madrid, Decreto 341/1999, de 23 diciembre, BOCM núm. 14 (Supl.) de 18 enero 2000. Modificado por AP. núm. 97 de 27 enero 1995 BAM de 27 abril 1995 págs. 675-676, los arts. 45, 85, apdo. 13 del art. 10 y supresión de las tablas desde I-5 a I-9 ambas inclusive del anexo I.

## 2.7 Legislación de carreteras y viales

- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras (BOE nº 234, de 30 de septiembre de 2015).
- Ley 3/1991 de Carreteras de la Comunidad de Madrid (BOCM nº 68 de 21 de marzo de 1991 y BOE nº 127 de 28 de mayo de 1991).
- Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras. (BOE nº 228, de 23 de septiembre de 1994).
- Decreto 29/1993, de 11 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de Carreteras de la Comunidad de Madrid (BOCM nº 87, 14 de abril de 1993).

## 2.8 Legislación de equipos y maquinaria

- Real Decreto Legislativo 6/2015, de 30 de octubre, texto refundido de la Ley sobre Tráfico, Circulación de vehículos a Motor y Seguridad Vial (BOE nº 261, de 31 de octubre de 2015).
- 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 (BOE nº 246, de 11 de octubre de 2008).
- 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 de la exposición a vibraciones mecánicas (BOE nº 265, de 5 de noviembre de 2005).
- 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 (BOE nº 170, de 17 de julio de 2003).
- Real Decreto 1428/2003, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación para la aplicación y desarrollo del texto articulado de la Ley sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, aprobado por el Real decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo (BOE nº 306, de 23 de diciembre de 2003).
- Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos (BOE nº 22, de 26 de enero de 1999).
- 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 (BOE de 7 de agosto de 1997).



- 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 (BOE de 23 de abril de 1997).
- Real Decreto 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-4" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas (BOE nº 170, de 17 de julio de 2003).

## 2.9 Legislación de estructuras, edificación e instalaciones industriales

- Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10 (BOE nº 176, de 25 de julio de 2017).
- Real Decreto 130/2017, de 24 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos (BOE nº 54 de 4 de marzo de 2017).
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE) (BOE nº 203, de 22 de agosto de 2008).
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (BOE nº 207, de 29 de agosto de 2007) y sus posteriores modificaciones incluidas en el Real Decreto 238/2013, de 5 de abril (BOE nº 213, de 5 de septiembre de 2013).
- Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11 (BOE nº 211, de 4 de septiembre de 2006) y modificaciones incluidas en el Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo (BOE nº 125, de 22 de mayo de 2010).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba Código Técnico de la Edificación y posteriores modificaciones y ampliaciones (BOE nº 74, de 28 de marzo de 2006).
- Orden 639/2006, de 22 de marzo, de la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica, por la que se establece el procedimiento para el registro de puesta en servicio de las instalaciones interiores de suministro de agua (BOCM de 25 de abril de 2006).

## 2.10 Otra documentación de referencia

- Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos (BOE nº 9, de 10 de enero de 2004).
- Reglamento nº 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo (DOUE nº 88, de 4 de abril de 2011).
- Norma 8.3.-IC, Señalización de obras en carreteras, de 31 de agosto de 1987.
- Notas Técnicas de Prevención (NTP) del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

## 2.11 Normas técnicas

### 2.11.1 Normas UNE

UNE 16525:2006	Alicates y tenazas. Especificaciones técnicas generales.
UNE 16536:2008	Alicates y tenazas. Tenazas para encofrador. Medidas y valores de ensayo.
UNE 16564-1:1997	Herramientas para curvado de tubos. Parte 1: Muelles curvatubos. Clasificación, especificaciones técnicas y ensayos.
UNE 16564-2:1997	Herramientas para curvado de tubos. Parte 2: Tenazas curvatubos. Clasificación, especificaciones técnicas, ensayos y marcado.
UNE 16591-2:2008	Alcotanas, picos y herramientas similares. Parte 2: Alcotanas. Especificaciones técnicas, geometría de la cabeza, tipos y medidas.
UNE 16591-3:2008	Alcotanas, picos y herramientas similares. Parte 3: Picos. Especificaciones técnicas, geometría de la cabeza, tipos y medidas.
UNE 23033-1:2019	Seguridad contra incendios. Señalización.
UNE 23034:1988	Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad. Vías de evacuación.
UNE 23035-3:2003	Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 3: Señalización y balizamiento luminiscentes.
UNE 23035-4:2003	Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 4: Condiciones generales. Mediciones y clasificaciones.
UNE 58101-1:2011	Aparatos pesados de elevación. Condiciones de resistencia y seguridad en las grúas torre desmontables para obra. Parte 1: Condiciones de diseño y fabricación.
UNE 58101-2:2011	Aparatos pesados de elevación. Condiciones de resistencia y seguridad en las grúas torre desmontables para obra. Parte 2: Condiciones de instalación y utilización.
UNE 58501:1993 ERRATUM	Grúas móviles.
UNE 58531:1989	Aparatos de elevación. Clasificación. Grúas móviles.
UNE-HD 60364-1:2009	Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 1: Principios fundamentales, determinación de las características generales, definiciones.
UNE-HD 60364-7-704:2018	Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-704: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Instalaciones en obras y demoliciones.
UNE 81652:2013	Redes de seguridad bajo forjado: Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.
UNE 85237:1991	Barandillas. Definiciones, terminología, condiciones generales de seguridad.
UNE 85238:1991	Barandillas. Métodos de ensayo.
UNE 135121:2012	Barreras metálicas de seguridad para contención de vehículos. Valla de perfil de doble onda. Materiales, geometría, dimensiones y ensayos.

UNE 135123:2012	Barreras metálicas de seguridad para contención de vehículos. Elementos accesorios de la barrera metálica simple con poste tubular. Materiales, geometría, dimensiones y ensayos.
UNE 135274:2014	Equipamiento para la señalización vial. Señalización horizontal. Marcas viales. Determinación de la dosificación de material base y materiales de postmezclado.
UNE 135311:2013	Señalización vertical. Elementos de sustentación y anclaje. Hipótesis de cálculo.
UNE 135312:2014	Señalización vertical. Anclajes para placas y lamas utilizadas en las señales, carteles y paneles direccionales metálicos. Características y métodos de ensayo.
UNE 135352:2018	Señalización vertical y balizamiento. Control de calidad in situ de elementos en servicio. Características y métodos de ensayo.
UNE 135363:1998	Señalización vertical. Balizamiento. Balizas cilíndricas permanentes en material polimérico. Características, medidas y métodos de ensayo.
UNE 180401:2010	Plataformas de carga y descarga para obras de construcción. Especificaciones de producto y métodos de ensayo.
UNE 201008:2012 IN	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Requisitos constructivos de los conjuntos para obras (CO).

#### 2.11.2 Normas UNE-EN

UNE-EN 2:1994/A1:2005	Clases de fuego.
UNE-EN 74-1:2008	Acoplamientos, espigas ajustables y placas base para andamios y cimbras. Parte 1: Acoplamientos para tubos. Requisitos y procedimientos de ensayo.
UNE-EN 74-2:2010	Acoplamientos, espigas ajustables y placas base para andamios y cimbras. Parte 2: Acoplamientos especiales. Requisitos y procedimientos de ensayo.
UNE-EN 74-3:2008	Acoplamientos, espigas ajustables y placas base para andamios y cimbras. Parte 3: Placas base ordinarias y espigas ajustables. Requisitos y procedimientos de ensayo.
UNE-EN 131-1:2016	Escaleras. Parte 1: Terminología, tipos y dimensiones funcionales.
UNE-EN 131-2:2010+A2:2017	Escaleras. Parte 2: Requisitos, ensayos y marcado.
UNE-EN 131-3:2018	Escaleras. Parte 3: Información destinada al usuario.
UNE-EN 131-4:2007	Escaleras. Parte 4: Escaleras articuladas con bisagras simples o múltiples.
UNE-EN 131-6:2015	Parte 6: Escaleras telescópicas.
UNE-EN 131-7:2013	Escaleras. Parte 7: Escaleras móviles con plataforma.
UNE-EN 136:1998	Equipos de protección respiratoria. Máscaras completas. Requisitos, ensayos, marcado.
UNE-EN 136/AC:2004	Equipos de protección respiratoria. Máscaras completas. Requisitos, ensayos, marcado.

UNE-EN 137:2007	Equipos de protección respiratoria. Equipos de respiración autónomos de circuito abierto de aire comprimido con máscara completa. Requisitos, ensayos, marcado.
UNE-EN 138:1995	Equipos de protección respiratoria. Equipos de protección respiratoria con manguera de aire fresco provistos de máscara, mascarilla o conjunto boquilla. Requisitos, ensayos, marcado.
UNE-EN 143/AC:2002	Equipos de protección respiratoria. Filtros contra partículas. Requisitos, ensayos, marcado.
UNE-EN 143:2001/A1:2006	Equipos de protección respiratoria. Filtros contra partículas. Requisitos, ensayos, marcado.
UNE-EN 145:1998 /A1:2001	Equipos de protección respiratoria. Equipos de protección respiratoria autónomos de circuito cerrado de oxígeno comprimido o de oxígeno-nitrógeno comprimido. Requisitos, ensayos, marcado.
UNE-EN 148-1:2019	Equipos de protección respiratoria. Roscas para adaptadores faciales. Parte 1: Conector de rosca estándar.
UNE-EN 148-2:1999	Equipos de protección respiratoria. Roscas para adaptadores faciales. Parte 2: Conector de rosca central.
UNE-EN 149:2001+A1:2010	Dispositivos de protección respiratoria. Medias máscaras filtrantes de protección contra partículas. Requisitos, ensayos, marcado.
UNE-EN 166:2002	Protección individual de los ojos. Especificaciones.
UNE-EN 167:2002	Protección individual de los ojos. Métodos de ensayo ópticos.
UNE-EN 168 :2002	Protección individual de los ojos. Métodos de ensayo no ópticos.
UNE-EN 169:2003	Protección individual de los ojos. Filtros para soldadura y técnicas relacionadas. Especificaciones del coeficiente de transmisión (transmitancia) y uso recomendado.
UNE-EN 170:2003	Protección individual de los ojos. Filtros para el ultravioleta. Especificaciones del coeficiente de transmisión (transmitancia) y uso recomendado.
UNE-EN 171:2002	Protección individual de los ojos. Filtros para el infrarrojo. Especificaciones del coeficiente de transmisión (transmitancia) y uso recomendado.
UNE-EN 172/A1:2000	Protección individual del ojo. Filtros de protección solar para uso laboral.
UNE-EN 175:1997	Protección individual. Equipos para la protección de los ojos y la cara durante la soldadura y técnicas afines.
UNE-EN 269:1995	Equipos de protección respiratoria. Equipos de protección respiratoria con manguera de aire fresco asistidos con capuz. Requisitos, ensayos, marcado.
UNE-EN 280:2014+A1:2016	Plataformas elevadoras móviles de personal. Cálculos de diseño. Criterios de estabilidad. Construcción. Seguridad. Exámenes y ensayos.
UNE-EN 342:2017	Ropas de protección. Conjuntos y prendas de protección contra el frío.
UNE-EN 352-1:2003	Protectores auditivos. Requisitos generales. Parte 1: Orejeras.
UNE-EN 352-2:2003	Protectores auditivos. Requisitos generales. Parte 2: Tapones.

UNE-EN 352-3:2003	Protectores auditivos. Requisitos generales. Parte 3: Orejeras acopladas a cascos de protección.
UNE-EN 352-5:2003	Protectores auditivos. Requisitos de seguridad y ensayos. Parte 5: Orejeras con reducción activa del ruido.
UNE-EN 353-1:2014+A1:2017	Equipos de protección individual contra caídas de altura. Parte 1: Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje rígida.
UNE-EN 353-2:2002	Equipos de protección individual contra caídas de altura. Parte 2: Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje flexible.
UNE-EN 354:2011	Equipos de protección individual contra caídas. Equipos de amarre.
UNE-EN 355:2002	Equipos de protección individual contra caídas de altura. Absorbedores de energía.
UNE-EN 358:2018	Equipo de protección individual para sujeción en posición de trabajo y prevención de caídas de altura. Cinturones para sujeción y retención y componente de amarre de sujeción.
UNE-EN 360:2002	Equipos de protección individual contra caídas de altura. Dispositivos anticaídas retráctiles.
UNE-EN 361:2002	Equipos de protección individual contra caídas de altura. Arnés anticaídas.
UNE-EN 362:2005	Equipos de protección individual contra caídas de altura. Conectores.
UNE-EN 363:2018	Equipos de protección individual contra caídas de altura. Sistemas anticaídas.
UNE-EN 364/AC:1994	Equipos de protección individual contra caída de alturas. Métodos de ensayo. (Versión oficial EN 364/AC: 1993).
UNE-EN 374-2:2016	Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos. Parte 2: Determinación de la resistencia a la penetración.
UNE-EN 379:2004+A1:2010	Protección individual del ojo. Filtros automáticos para soldadura.
UNE-EN 388:2016+A1:2018	Guantes de protección contra riesgo mecánico.
UNE-EN 397:2012+A1:2012	Cascos de protección para la industria.
UNE-EN 405:2002+A1:2010	Equipos de protección respiratoria. Medias máscaras filtrantes con válvulas para la protección contra gases o contra gases y partículas. Requisitos, ensayos, marcado.
UNE-EN 407:2005	Guantes de protección contra riesgos térmicos (calor y/o fuego).
UNE-EN 420:2003+A1:2010	Guantes de protección. Requisitos generales y métodos de ensayo.
UNE-EN 474-1:2007+ A5:2018	Maquinaria para movimiento de tierras. Seguridad. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 474-2:2007+A1:2008	Maquinaria para movimiento de tierras. Seguridad. Parte 2: Requisitos para tractores.
UNE-EN 474-3:2007+A1:2009	Maquinaria para movimiento de tierras. Seguridad. Parte 3: Requisitos para cargadoras.
UNE-EN 474-4:2008+A2:2012	Maquinaria para movimiento de tierras. Seguridad. Parte 4: Requisitos para retrocargadoras.

UNE-EN 474-5:2007+A3:2013	Maquinaria para movimiento de tierras. Seguridad. Parte 5: Requisitos para excavadoras hidráulicas.
UNE-EN 474-6:2007+A1:2009	Maquinaria para movimiento de tierras. Seguridad. Parte 6: Requisitos para dúmperes.
UNE-EN 474-7:2007+A1:2009	Maquinaria para movimiento de tierras. Seguridad. Parte 7: Requisitos para traíllas.
UNE-EN 474-8:2007+A1:2009	Maquinaria para movimiento de tierras. Seguridad. Parte 8: Requisitos para motoniveladoras.
UNE-EN 474-9:2007+A1:2009	Maquinaria para movimiento de tierras. Seguridad. Parte 9: Requisitos para tiendetubos.
UNE-EN 474-10:2008+A1:2009	Maquinaria para movimiento de tierras. Seguridad. Parte 10: Requisitos para zanjadoras.
UNE-EN 474-11:2007+A1:2008	Maquinaria para movimiento de tierras. Seguridad. Parte 11: Requisitos para compactadores de suelos y de residuos.
UNE-EN 474-12:2008+A1:2008	Maquinaria para movimiento de tierras. Seguridad. Parte 12: Requisitos para excavadoras de cable.
UNE-EN 500-2:2007+A1:2008	Maquinaria móvil para construcción de carreteras. Seguridad. Parte 2: Requisitos específicos para fresadoras de firmes.
UNE-EN 500-3:2007+A1:2008	Maquinaria móvil para construcción de carreteras. Seguridad. Parte 3: Requisitos específicos para estabilizadoras de suelos y máquinas de reciclado.
UNE-EN 500-4:2011	Maquinaria móvil para construcción de carreteras. Seguridad. Parte 4: Requisitos específicos para compactadores.
UNE-EN 500-6:2008+A1:2008	Maquinaria móvil para construcción de carreteras. Seguridad. Parte 6: Requisitos específicos para extendedoras.
UNE-EN 511:2006	Guantes de protección contra el frío.
UNE-EN 795:2012	Equipos de protección individual contra caídas. Dispositivos de anclaje.
UNE-EN 1012-1:2011	Compresores y bombas de vacío. Requisitos de seguridad. Parte 1: Compresores de aire.
UNE-EN 1065:1999	Puntales telescópicos regulables de acero. Especificaciones del producto, diseño y evaluación por cálculo y ensayos.
UNE-EN 1149-5:2018	Ropas de protección. Propiedades electrostáticas. Parte 5: Requisitos de comportamiento de material y diseño.
UNE-EN 1263-2:2016	Equipamiento para trabajos temporales de obra. Redes de seguridad. Parte 2: Requisitos de seguridad para los límites de instalación.
UNE-EN 1298:1996	Torres de acceso y torres de trabajo móviles. Reglas y directrices para la preparación de un manual de instrucciones.
UNE-EN 1463-1:2010	Materiales para señalización vial horizontal. Captafaros retrorreflectantes. Parte 1: Características iniciales de comportamiento.
UNE-EN 1463-2:2000	Materiales para señalización vial horizontal. Captafaros retrorreflectantes. Parte 2: Especificaciones para el ensayo de campo.



UNE-EN 1492-1:2001+A1:2009	Eslingas textiles. Seguridad. Parte 1: Eslingas de cintas tejidas planas fabricadas con fibras químicas para uso general.
UNE-EN 1496:2018	Equipos de protección individual contra caídas. Dispositivos de salvamento mediante izado.
UNE-EN 1497:2008	Equipos de protección individual contra caídas. Arnés de salvamento.
UNE-EN 1677-1:2001+A1:2009	Accesorios para eslingas. Seguridad. Parte 1: Accesorios de acero forjado, Clase 8.
UNE-EN 1677-2:2001+A1:2008	Accesorios para eslingas. Seguridad. Parte 2: Ganchos de elevación de acero forjado con lengüeta de seguridad, Clase 8.
UNE EN 1731:2007	Protectores oculares y faciales de malla.
UNE-EN 1793-1:2017	Dispositivos reductores de ruido de tráfico en carreteras. Método de ensayo para determinar el comportamiento acústico. Parte 1: Características intrínsecas relativas a la absorción sonora.
UNE-EN 1827:1999+A1:2010	Equipos de protección respiratoria. Mascarillas sin válvulas de inhalación y con filtros desmontables contra los gases, contra los gases y partículas o contra las partículas únicamente. Requisitos, ensayos, marcado.
UNE-EN 1869:1997	Mantas ignífugas.
UNE-EN 1891:1999	Equipos de protección individual para la prevención de caídas desde una altura. Cuerdas trenzadas con funda, semiestáticas.
UNE-EN 12001:2013	Máquinas para el transporte, proyección y distribución de hormigón y mortero. Requisitos de seguridad.
UNE-EN 12021:2014	Equipos de protección respiratoria. Aire comprimido para equipos de protección respiratoria aislantes.
UNE-EN 12237:2003 ERRATUM:2007	Ventilación de edificios. Conductos. Resistencia y fugas de conductos circulares de chapa metálica.
UNE-EN 12352:2007	Equipamiento de regulación del tráfico. Dispositivos luminosos de advertencia de peligro y balizamiento.
UNE-EN 12385-1:2003+A1:2008	Cables de acero. Seguridad. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 12464-1:2012	Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores.
UNE-EN 12464-2:2016	Iluminación. Iluminación de lugares de trabajo. Parte 2: Lugares de trabajo exteriores.
UNE-EN 12477:2002/A1:2005	Guantes de protección para soldadores.
UNE-EN 12568:2011	Protectores de pies y piernas. Requisitos y métodos de ensayo para topes y plantas resistentes a la perforación.
UNE-EN 12810-1:2005	Andamios de fachada de componentes prefabricados. Parte 1: Especificaciones de los productos.
UNE-EN 12810-2:2005	Andamios de fachada de componentes prefabricados. Parte 2: Métodos particulares de diseño estructural.
UNE-EN 12811-1:2005	Equipamiento para trabajos temporales de obra. Parte 1: Andamios. Requisitos de comportamiento y diseño general.



UNE-EN 12811-4:2015	Equipamiento para trabajos temporales de obra. Parte 4: Viseras de protección para andamios. Requisitos de comportamiento y diseño del producto.
UNE-EN 12841:2007	Equipos de protección individual contra caídas. Sistemas de acceso mediante cuerda. Dispositivos de regulación de cuerda.
UNE-EN 12899-1:2009	Señales verticales fijas de circulación. Parte 1: Señales fijas.
UNE-EN 12899-2:2010	Señales verticales fijas de circulación. Parte 2: Bolardos internamente iluminados.
UNE-EN 12941:1999/A2:2009	Equipos de protección respiratoria. Equipos filtrantes de ventilación asistida incorporados a un casco o capuz. Requisitos, ensayos, marcado.
UNE-EN 12942:1999/A2:2009	Equipos de protección respiratoria. Equipos filtrantes de ventilación asistida provistos de máscaras o mascarillas. Requisitos, ensayos, marcado.
UNE-EN 12999:2011+A1:2012	Grúas. Grúas cargadoras.
UNE-EN 13001-1:2015	Grúas. Requisitos generales de diseño. Parte 1: Principios generales y requisitos.
UNE-EN 13020:2016	Máquinas para el tratamiento de superficies de carreteras. Requisitos de seguridad.
UNE-EN 13034:2005+A1:2009	Ropa que ofrece protección limitada contra salpicaduras de productos químicos líquidos (Tipo 6).
UNE-EN 13087-1:2000	Cascos de protección. Métodos de ensayo. Parte 1: Condiciones y acondicionamiento.
UNE-EN 13087-1/A1:2002	Cascos de protección. Métodos de ensayo. Parte 1: Condiciones y acondicionamiento.
UNE-EN 13374:2013+A1:2019	Sistemas provisionales de protección de borde. Especificaciones del producto. Métodos de ensayo.
UNE-EN 13414-1:2004 +A2:2008	Eslingas de cables de acero. Seguridad. Parte 1: Eslingas para aplicaciones generales de elevación.
UNE-EN 13422:2007+A1:2009	Señalización vertical de carreteras. Dispositivos de advertencia portátiles deformables y delineadores. Señalización de tráfico portátil para carreteras. Conos y cilindros.
UNE-EN 13561:2015/AC:2016	Persianas exteriores y toldos. Requisitos de prestaciones incluida la seguridad
UNE-EN 14058:2017	Ropa de protección. Prendas para protección contra ambientes fríos. (Ratificada por AENOR en febrero de 2018.)
UNE-EN 14144:2003	Aros salvavidas. Requisitos, ensayos.
UNE-EN 14325:2018	Ropa de protección contra productos químicos. Métodos de ensayo y clasificación de las prestaciones de los materiales, costuras uniones y ensamblajes de la ropa de protección contra productos químicos.
UNE-EN 14387:2004+A1:2008	Equipos de protección respiratoria. Filtros contra gases y filtros combinados. Requisitos, ensayos, marcado.

UNE-EN 14388:2016	Dispositivos reductores de ruido de tráfico en carreteras. Especificaciones.
UNE-EN 14404:2005+A1:2010	Equipos de protección individual. Rodilleras para trabajos en posición arrodillada.
UNE-EN 14435:2004	Equipos de protección respiratoria. Equipos de respiración autónomos de circuito abierto, de aire comprimido, provistos de media máscara para ser usados sólo con presión positiva. Requisitos, ensayos, marcado.
UNE-EN 14439:2008/A2:2010	Grúas. Seguridad. Grúas torre.
UNE-EN 14500:2010	Toldos y persianas. Confort térmico y acústico. Métodos de ensayo y de cálculo.
UNE-EN 14593-1:2018	Equipos de protección respiratoria. Equipos respiratorios de línea de aire comprimido con válvula a demanda. Parte 1: Equipos con máscara completa. Requisitos, ensayos, marcado.
EN 14593-2:2005	Equipos de protección respiratoria. Equipos respiratorios de línea de aire comprimido con válvula a demanda. Parte 2: Equipos con media máscara de presión positiva. Requisitos, ensayos, marcado.
UNE-EN 14594:2018	Equipos de protección respiratoria. Equipos respiratorios con línea de aire comprimido de flujo continuo. Requisitos, ensayos, marcado.
UNE-EN 15027:2008+A1:2009	Sierras de muro y de hilo transportables para obras. Seguridad.
UNE-EN 15056:2007+A1:2009	Grúas. Requisitos para aparatos destinados a la manipulación de contenedores.
UNE-EN 16031:2013	Puntales telescópicos regulables de aluminio. Especificaciones de producto, diseño y evaluación mediante cálculo y ensayos.
UNE-EN 16228-1:2015	Equipos de perforación y cimentación. Seguridad. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 16228-2:2015	Equipos de perforación y cimentación. Seguridad. Parte 2: Perforadoras móviles para ingeniería civil y geotécnica, canteras y minería.
UNE-EN 16228-3:2015	Equipos de perforación y cimentación. Seguridad. Parte 3: Equipos de perforación en dirección horizontal (HDD).
UNE-EN 16228-4:2015	Equipos de perforación y cimentación. Seguridad. Parte 4: Equipos de cimentación.
UNE-EN 16228-5:2015	Equipos de perforación y cimentación. Seguridad. Parte 5: Equipos para muros pantalla.
UNE-EN 16228-6:2015	Equipos de perforación y cimentación. Seguridad. Parte 6: Equipos de jet grouting y de inyección.
UNE-EN 16228-7:2015	Equipos de perforación y cimentación. Seguridad. Parte 7: Equipos auxiliares intercambiables.
UNE-EN 16350:2014	Guantes de protección. Propiedades electrostáticas.
UNE-EN 16523-1:2015+A1:2018	Determinación de la resistencia de los materiales a la permeabilidad de los productos químicos. Parte 1: Permeabilidad por un producto químico líquido en condiciones de contacto continuo. (Ratificada por AENOR en diciembre de 2018).

UNE-EN 45544-3:2015	Atmósferas en lugares de trabajo. Material eléctrico utilizado para la detección directa y la medición directa de la concentración de gases y vapores tóxicos. Parte 3: Requisitos de funcionamiento de los aparatos utilizados para la detección general de gas.
UNE-EN 45544-4:2016	Atmósferas en lugares de trabajo. Material eléctrico utilizado para la detección directa y la medición directa de la concentración de gases y vapores tóxicos. Parte 4: Guía para la selección, instalación, uso y mantenimiento.
UNE-EN 50286:2000 CORR 2005	Ropa aislante para trabajos en instalaciones de baja tensión.
UNE-EN 50321:2000	Calzado aislante de la electricidad para trabajos en instalaciones de baja tensión.
UNE-EN 50365:2003	Cascos eléctricamente aislantes para utilización en instalaciones de baja tensión.
UNE-EN 60079-0:2013	Atmósferas explosivas. Parte 0: Equipo. Requisitos generales.
UNE-EN 60079-10-1:2016	Atmósferas explosivas. Parte 10-1: Clasificación de emplazamientos. Atmósferas explosivas gaseosas.
UNE-EN 60079-18:2016/AC:2018-09	Atmósferas explosivas. Parte 18: Protección del equipo por encapsulado "m".
UNE-EN 60079-29-2:2016	Atmósferas explosivas. Parte 29-2: Detectores de gas. Selección, instalación, uso y mantenimiento de los detectores de gases inflamables y de oxígeno.
UNE-EN 60204-1:2007 CORR:2010	Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 60529:2018/A2:2018	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE-EN 60745-2-1:2011	Herramientas manuales eléctricas accionadas por motor eléctrico. Seguridad. Parte 2-1: Requisitos particulares para taladradoras y taladradoras de impacto.
UNE-EN 60745-2-12:2010	Herramientas manuales eléctricas accionadas por motor eléctrico. Seguridad. Parte 2-12: Requisitos particulares para vibradores de hormigón.
UNE-EN 60895:2005	Trabajos en tensión. Ropa conductora para trabajos en tensión hasta 800 kV de tensión nominal en corriente alterna y $\pm 600$ kV en corriente continua.
UNE-EN 60903:2005	Trabajos en tensión. Guantes de material aislante.
UNE-EN 61008-1:2013	Interruptores automáticos para actuar por corriente diferencial residual, sin dispositivo de protección contra sobrecorrientes, para usos domésticos y análogos (AD). Parte 1: Reglas generales.
UNE-EN 61009-1:2013	Interruptores automáticos para actuar por corriente diferencial residual, con dispositivo de protección contra sobrecorrientes incorporado, para usos domésticos y análogos (AD). Parte 1: Reglas generales.
UNE-EN 61230:2011	Trabajos en tensión. Equipos portátiles de puesta a tierra o de puesta a tierra y en cortocircuito.

UNE-EN 61243-1:2006	Trabajos en tensión. Detectores de tensión. Parte 1: Detectores de tipo capacitivo para utilización con tensiones superiores a 1kV en corriente alterna (IEC 61243-1:2003, modificada).
UNE-EN 61243-2/A2:2002	Trabajos en tensión. Detectores de tensión. Parte 2: Detectores de tipo resistivo para utilización con tensiones entre 1kV y 36 kV en corriente alterna.
UNE-EN 61243-3:2015	Trabajos en tensión. Detectores de tensión. Parte 3: Tipo bipolar para baja tensión.
UNE-EN 61439-1:2011/AC:2013	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 1: Reglas generales.
UNE-EN 61439-4:2013	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 4: Requisitos particulares para conjuntos para obras (CO).
UNE-EN 61481-1:2015	Trabajos en tensión. Comparadores de fase. Parte 1: Detectores de tipo capacitivo para su utilización con tensiones superiores a 1 kV en corriente alterna.
UNE-EN 61482-1-1:2010	Trabajos en tensión. Ropa de protección contra los peligros térmicos de un arco eléctrico. Parte 1-1: Métodos de ensayo. Método 1: Determinación de la característica del arco (APTV o EBT50) de materiales resistentes a la llama para ropa.
UNE-EN 62271-102:2005	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

### 2.11.3 Normas ISO

ISO 45001:2018	Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo – Requisitos con orientación para su uso.
----------------	---

### 2.11.4 Normas UNE-EN ISO

UNE-EN ISO 374-1:2016	Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos. Parte 1: Terminología y requisitos de prestaciones para riesgos químicos. (ISO 374-1:2016) (Ratificada por AENOR en junio de 2017).
UNE-EN ISO 374-1:2016/A1:2018	Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos. Parte 1: Terminología y requisitos de prestaciones para riesgos químicos. Modificación 1 (ISO 374-1:2016/Amd 1:2018) (Ratificada por AENOR en septiembre de 2018).
UNE-EN ISO 374-4:2019	Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos. Parte 4: Determinación de la resistencia a la degradación por productos químicos. (ISO 374-4:2019) (Ratificada por AENOR en enero de 2020).
UNE-EN ISO 7010:2012	Símbolos gráficos. Colores y señales de seguridad. Señales de seguridad registradas (ISO 7010:2011) (Ratificada por AENOR en septiembre de 2012.).
UNE-EN ISO 7010:2012/A1:2014	Símbolos gráficos. Colores y señales de seguridad. Señales de seguridad registradas (ISO 7010:2011/Amd 1:2012) (Ratificada por AENOR en marzo de 2014.)

UNE-EN ISO 7010:2012/A2:2014	Símbolos gráficos. Colores y señales de seguridad. Señales de seguridad registradas (ISO 7010:2011/Amd 2:2012) (Ratificada por AENOR en marzo de 2014.)
UNE-EN ISO 7010:2012/A3:2014	Símbolos gráficos. Colores y señales de seguridad. Señales de seguridad registradas (ISO 7010:2011/Amd 3:2012) (Ratificada por AENOR en marzo de 2014.)
UNE-EN ISO 7010:2012/A4:2014	Símbolos gráficos. Colores y señales de seguridad. Señales de seguridad registradas (ISO 7010:2011/Amd 4:2013) (Ratificada por AENOR en diciembre de 2014.)
UNE-EN ISO 7010:2012/A5:2015	Símbolos gráficos. Colores y señales de seguridad. Señales de seguridad registradas (ISO 7010:2011/Amd 5:2014) (Ratificada por AENOR en febrero de 2015.)
UNE-EN ISO 7010:2012/A6:2016	Símbolos gráficos. Colores y señales de seguridad. Señales de seguridad registradas Modificación 6 (ISO 7010:2011/Amd 6:2014) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en enero de 2017.)
UNE-EN ISO 7010:2012/A7:2017	Símbolos gráficos. Colores y señales de seguridad. Señales de seguridad registradas Modificación 7 (ISO 7010:2011/Amd 7:2016) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en junio de 2017.)
UNE-EN ISO 8528-13:2017	Grupos electrógenos de corriente alterna accionados por motores alternativos de combustión interna. Parte 13: Seguridad (ISO 8528-13:2016, versión corregida 2016-10-15) (Ratificada por AENOR en julio de 2016.)
UNE-EN ISO 9809-1:2010	Botellas de gas. Botellas de gas de acero recargables sin soldadura. Diseño, construcción y ensayos. Parte 1: Botellas de acero templado y revenido con una resistencia a la tracción inferior a 1 100 MPa. (ISO 9809-1:2010).
UNE-EN ISO 9809-2:2010	Botellas de gas. Botellas de gas de acero recargables sin soldadura. Diseño, construcción y ensayos. Parte 2: Botellas de acero templado y revenido con una resistencia a la tracción igual o superior a 1 100 MPa. (ISO 9809-2:2010).
UNE-EN ISO 9809-3:2010	Botellas de gas. Botellas de gas de acero recargables sin soldadura. Diseño, construcción y ensayos. Parte 3: Botellas de acero normalizado. (ISO 9809-3:2010).
UNE-EN ISO 10819:2014	Vibraciones mecánicas y choques. Vibraciones transmitidas a la mano. Medición y evaluación de la transmisibilidad de la vibración por los guantes a la palma de la mano. (ISO 10819:2013).
UNE-EN ISO 11393-5:2019	Ropa de protección para usuarios de sierras de cadena accionadas a mano. Parte 5: Métodos de ensayo y requisitos de funcionamiento para polainas protectoras (ISO 11393-5:2018) (Ratificada por AENOR en noviembre de 2019.)
UNE-EN ISO 11611:2018	Ropa de protección utilizada durante el soldeo y procesos afines. (ISO 11611:2015) (Ratificada por AENOR en noviembre de 2015.).
UNE-EN ISO 13998:2004	Ropas de protección. Mandiles, pantalones y chalecos protectores contra los cortes y pinchazos producidos por cuchillos manuales (ISO 13998:2003).

UNE-EN ISO 12100:2012	Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo. (ISO 12100:2010)
UNE-EN ISO 12402-2:2007	Equipos de flotación individuales. Parte 2: Chalecos salvavidas, nivel de rendimiento 275. Requisitos de seguridad. (ISO 12402-2:2006).
UNE-EN ISO 12402-2:2007/A1:2010	Equipos de flotación individuales. Parte 2: Chalecos salvavidas, nivel de rendimiento 275. Requisitos de seguridad. Modificación 1. (ISO 12402-2:2006/Amd 1:2010).
UNE-EN ISO 12402-3:2007	Equipos de flotación individuales. Parte 3: Chalecos salvavidas, nivel de rendimiento 150. Requisitos de seguridad. (ISO 12402-3:2006).
UNE-EN ISO 12402-3:2007/A1:2010	Equipos de flotación individuales. Parte 3: Chalecos salvavidas, nivel de rendimiento 150. Requisitos de seguridad. Modificación 1. (ISO 12402-3:2006/Amd 1:2010).
UNE-EN ISO 12402-7:2007	Equipos de flotación individuales. Parte 7: Materiales y componentes. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo. (ISO 12402-7:2006).
UNE-EN ISO 12402-7:2007/A1:2011	Equipos de flotación individuales. Parte 7: Materiales y componentes. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo. Modificación 1. (ISO 12402-7:2006/Amd 1:2011).
UNE-EN ISO 12402-10:2006	Equipos de flotación individuales. Parte 10: Selección y aplicación de los equipos de flotación y de otros equipos relacionados (ISO 12402-10:2006).
UNE-EN ISO 13688:2013	Ropa de protección. Requisitos generales. (ISO 13688:2013) (Ratificada por AENOR en enero de 2014.)
UNE-EN ISO 13943:2018	Seguridad contra incendios. Vocabulario. (ISO 13943:2017).
UNE-EN ISO 14122-1:2017	Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanentes a máquinas. Parte 1: Selección de medios de acceso fijos y requisitos generales de acceso.
UNE-EN ISO 14122-2:2017	Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanentes a máquinas. Parte 2: Plataformas de trabajo y pasarelas. (ISO 14122-2:2016).
UNE-EN ISO 14122-3:2017	Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanentes a máquinas. Parte 3: Escaleras, escalas de escalones y guardacuerpos. (ISO 14122-3:2016).
UNE-EN ISO 14122-4:2017	Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanentes a máquinas. Parte 4: Escalas fijas. (ISO 14122-4:2016).
UNE-EN ISO 16841:2014	Cables de acero. Ojales de tiro para las instalaciones de cable. Tipos y requisitos mínimos. (ISO 16841:2014).
UNE-ISO 18651-1:2013	Maquinarias y equipos para la construcción de edificios. Vibradores de inmersión para hormigón. Parte 1: Terminología y especificaciones comerciales.
UNE-EN ISO 20344:2012	Equipos de protección personal. Métodos de ensayo para calzado. (ISO 20344:2011).
UNE-EN ISO 20345:2012	Equipo de protección individual. Calzado de seguridad. (ISO 20345:2011).
UNE-EN ISO 20346:2014	Equipo de protección personal. Calzado de protección. (ISO 20346:2014).





PROYECTO DE UNA INSTALACION FOTOVOLTAICA  
EN EL DEPOSITO EL PINAR EN LA ETAP DE COLMENAR  
Anejo Nº 12. Estudio de Seguridad y Salud

UNE-EN ISO 20347:2013	Equipo de protección personal. Calzado de trabajo. (ISO 20347:2012).
UNE-EN ISO 20471:2013	Ropa de alta visibilidad. Métodos de ensayo y requisitos. (ISO 20471:2013, Versión corregida 2013-06-01).
UNE-EN ISO 20471:2013/A1:2017	Ropa de alta visibilidad. Métodos de ensayo y requisitos. Modificación 1. (ISO 20471:2013/Amd 1:2016).



### 3. PRESCRIPCIONES GENERALES

#### 3.1 Definiciones

Se describen a continuación de forma resumida las tareas a desarrollar por los distintos participantes en el proceso para conseguir con eficacia los objetivos propuestos.

**Promotor:** cualquier persona física o jurídica por cuenta de la cual se realice una obra.

**Proyektista:** autor o autores, por encargo del promotor, de la totalidad o parte del proyecto de obra.

**Dirección de Obra:** facultativos nombrados por Canal de Isabel II como responsables de la comprobación y vigilancia de la correcta realización de las obras o trabajos contratados.

**Adjudicatario o Contratista:** es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor con medios humanos y materiales propios o ajenos, el compromiso de ejecutar las obras con sujeción al proyecto y contrato.

**Subcontratista:** es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista el compromiso para realizar determinadas partes o instalaciones de las obras proyectadas.

**Dirección facultativa:** técnico o técnicos competentes designados por el promotor encargados de la dirección y el control de la ejecución de la obra.

**Coordinador de seguridad y salud:** técnico competente integrado en la Dirección facultativa designado por el promotor para llevar a cabo las tareas definidas en el artículo 9 del Real Decreto 1627/1997.

**Técnico en prevención:** personal que, habiendo cursado con satisfacción los programas establecidos en el Reglamento de Servicios de Prevención, se le reconoce la facultad de ejercer funciones preventivas. Existen tres niveles: básico, intermedio y superior

**Recurso preventivo:** una o varias personas designadas o asignadas por la empresa, con formación y capacidad adecuada, que disponen de los medios y recursos necesarios, y son suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas que así lo requieran.

#### 3.2 Plan de Seguridad y Salud

En aplicación del Estudio de Seguridad y Salud, el Adjudicatario, está obligado a elaborar un Plan de Seguridad y Salud en el que analice, estudie, desarrolle y complemente, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, las previsiones contenidas en el estudio citado.

En ningún caso, las medidas alternativas que se propongan en Plan de Seguridad y Salud podrán implicar una disminución de los niveles de protección contemplados en el estudio.

En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el adjudicatario proponga con su correspondiente valoración económica, de forma que el importe total no sea inferior al establecido en el Estudio de Seguridad y Salud.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser presentado, antes del inicio de la obra, a la aprobación expresa del Coordinador de Seguridad y Salud, o en su defecto, de la Administración Pública previo informe favorable del Coordinador.

Una copia de dicho plan, a efectos de su conocimiento y seguimiento, deberá estar en la obra, a disposición permanentemente de las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los

técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud de la Administración, así como de la Dirección Facultativa.

### 3.3 Obligaciones del promotor

- Cumplir la legislación en materia de prevención de riesgos laborales.
- Realizar el Acta de aprobación del Plan de Seguridad y Salud en base al informe favorable del Coordinador de Seguridad y Salud.
- Designar al Coordinador de Seguridad y Salud. La designación del Coordinador no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

### 3.4 Obligaciones del Coordinador de Seguridad y salud

El promotor deberá designar a un técnico competente para que ejerza las funciones de Coordinador de Seguridad y Salud, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, siempre que en la ejecución de la obra se prevea la intervención de más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

La designación de los coordinadores en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra y durante la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- 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.
- Solicitar el libro de incidencias al Colegio profesional al que pertenezca.
- Estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
- Coordinar 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 la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. Conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, la dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en la Ley 31/1995.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La figura del Coordinador de Seguridad y Salud no eximirá a la empresa o empresas intervinientes, de sus responsabilidades.

### 3.5 Obligaciones del contratista y subcontratistas

Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del Real Decreto 1627/1997.

Elaborar el Plan de Seguridad y Salud en el que analice, estudie, desarrolle y complemente, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, las previsiones contenidas en el estudio citado.

Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley 31/1995, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV del Real Decreto 1627/1997, durante la ejecución de la obra.

Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de obra, y de la Dirección Facultativa.

Los Contratistas y Subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan de Seguridad y Salud. Además, los Contratistas y los Subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan.

Las responsabilidades de los Coordinadores, de la Dirección Facultativa y del Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los Contratistas y a los Subcontratistas.

Adicionalmente el Adjudicatario deberá cumplir las siguientes obligaciones:

Incorporar al Plan de Seguridad y Salud, el "Plan de ejecución de la obra" que piensa seguir, incluyendo desglosadamente las partidas de seguridad con el fin de que puedan realizarse a tiempo y de forma eficaz.

Incluir en el Plan de Seguridad y Salud en el trabajo las acciones a seguir en caso de accidente laboral.

Notificar con antelación suficiente al Coordinador en materia de seguridad y salud el inicio de cualquier actividad.

Instalar en los lugares previstos y de forma previa al inicio de las actividades, las protecciones colectivas definidas en el Plan de Seguridad y Salud aprobado y mantenerlas en buen estado de conservación.

Entregar a todos los trabajadores de la obra, los equipos de protección individual definidos en el Plan de Seguridad y Salud.

Instalar en los lugares previstos y de forma previa al inicio de la obra, las instalaciones provisionales para los trabajadores según lo contenido el Plan de Seguridad y Salud aprobado y mantenerlas en buen estado de conservación.

Informar de inmediato de los accidentes: leves, graves, mortales o sin víctimas al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Disponer en acopio de obra, antes de ser necesaria su utilización, todos los equipos de prevención contenidos y definidos en el Plan de Seguridad y Salud.

Colaborar con el Coordinador en materia de seguridad salud durante la ejecución de la obra, en la identificación de riesgos y las acciones preventivas de cualquier actividad.

Contar con los Servicios de prevención, propios o ajenos, que en función de sus características vengán exigidos por la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Los medios humanos de que se disponga en la obra habrán de poseer las cualificaciones necesarias a los cometidos cuyo desempeño les encomienden o asuman.

Adoptar las medidas necesarias para que las empresas subcontratistas y trabajadores autónomos que desarrollen actividades en la obra reciban la información y las instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en dicha obra y con las medidas de protección y prevención correspondientes, así como sobre las medidas de emergencia a aplicar, para su traslado, en su caso a sus respectivos trabajadores.

### 3.6 Obligaciones de los trabajadores autónomos

Los trabajadores autónomos estarán obligados a:

1. Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del Real Decreto 1627/1997.
2. Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud establecidas en el anexo IV del Real Decreto 1627/1997 durante la ejecución de la obra.
3. Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores el artículo 29 apartados 1 y 2 de la Ley 25/2009 de Prevención de Riesgos Laborales.
4. Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidos en el artículo 24 de la Ley 25/2009 de Prevención de Riesgos Laborales participando en particular de cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
5. Utilizar los equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para utilización por los trabajadores de equipos de trabajo.
6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, del Director de Obra.
8. Cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud aprobado.

### 3.7 Obligaciones y derechos de los trabajadores

- Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud.
- Los trabajadores tienen derecho de información, consulta y participación, formación en materia preventiva, paralización de la actividad en caso de riesgo grave e inminente y vigilancia de su estado de salud.
- Deberán estar informados de los riesgos y medidas preventivas a aplicar a los mismos.
- Deberán recibir una información adecuada de las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a Seguridad y Salud en la obra. Dicha información deberá ser comprensible para todos los trabajadores.
- Recibirá una formación teórica y práctica suficiente y adecuada en materia preventiva en función de las tareas a desarrollar y con la duración suficiente para su capacitación.

- Utilizará los elementos de protección individual que la Empresa le entregue y cuidará de su estado comunicando cualquier deterioro excesivo que se produzca en dichos elementos, con el fin de su sustitución.
- La no utilización por parte del trabajador de los equipos de protección que se le hayan proporcionado podrá considerarse como negativa a realizar el trabajo encomendado o negligencia grave e intencionada en el mismo.
- El trabajador está obligado a efectuar la sustitución de los elementos de protección personal usados por otros nuevos cuando sea requerido para ello por la Empresa, esté dañado o llegue el período de caducidad.
- En caso de que, a pesar de haber recibido material nuevo, continuase utilizando el antiguo (parezca, o no, deteriorado), será responsable de los daños o accidentes que pudieran producirse como consecuencia de tal actitud.
- Denunciar el desperfecto de cualquier equipo de protección.
- En caso de que concurrieran notorias y manifiestas condiciones de inseguridad, insalubridad o peligrosidad en la ejecución de un trabajo y no se facilitaran al trabajador los medios de protección y seguridad adecuados, éste podrá negarse a la prestación laboral hasta tanto no le sean facilitados los medios adecuados para realizar el trabajo en condiciones de seguridad admisibles, sin que tal negativa pueda ser considerada como desobediencia.

### 3.8 Formación e información a los trabajadores

La formación e información de los trabajadores viene regida por la Ley 31/1995, el Real Decreto 1627/1997, Real decreto 485/1997, Real Decreto 1109/2007 y el Convenio General del Sector de la Construcción vigente.

#### 3.8.1 Información de los trabajadores

En cumplimiento de la Ley 31/1995 y del Real Decreto 1627/1997, el Adjudicatario y subcontratistas deberán adoptar las medidas adecuadas para que todos los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias de manera comprensible en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo, tanto aquellos que afecten a la empresa en su conjunto como a cada tipo de puesto de trabajo o función.
- Las medidas preventivas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos señalados en el apartado anterior.
- Las medidas de emergencia a adoptar cuando fueran necesarias.
- Uso y mantenimiento de los equipos de protección.

#### 3.8.2 Formación de los trabajadores

En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, tanto en el momento de su contratación como cuando se produzcan cambios en las funciones a desempeñar o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo.

Dicha formación deberá estar centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador, adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos y repetirse periódicamente, si fuera necesario.



El Adjudicatario deberá tomar las medidas adecuadas para que los trabajadores y los representantes de los trabajadores sean informados de todas las medidas que se hayan de tomar con respecto a la utilización de la señalización de Seguridad y Salud en el trabajo. Los trabajadores recibirán formación adecuada sobre la señalización incidiendo en el significado de las señales, especialmente de los mensajes verbales y gestuales, y en los comportamientos generales o específicos que deben adoptarse en función de dichas señales.

Los programas formativos y contenidos específicos mínimos para los trabajos de cada especialidad, incluidos los referidos al personal que ejerce funciones de dirección, seguirán lo dispuesto en el lo establecido en el Real Decreto 1627/1997 y Convenio General del Sector de la Construcción de ámbito estatal vigente sin perjuicio de que sea de aplicación cualquier otra legislación en la materia.

Las acciones formativas se ajustarán a las actividades a desarrollar conforme a la clasificación de oficios y duración establecida en la legislación anterior.

- Primer ciclo: formación inicial, aula permanente, 8 horas. Comprenderá formación inicial sobre los riesgos del sector y contendrán los principios básicos y conceptos generales sobre la materia.
- Segundo ciclo: además de la formación inicial, incluirá conocimientos y normas específicas en relación con el puesto de trabajo o el oficio, 20 horas (14 horas comunes + 6 horas específicas por oficio). Solamente podrán cursar acciones formativas específicas de 6 horas aquellos trabajadores que, previamente, hayan recibido formación para oficio completa de 20 horas.
  - Por puesto de trabajo:
    - Personal directivo de empresas, 10 h.
    - Responsables de obra y técnicos de ejecución, 20h.
    - Mandos intermedios, 20 h.
    - Delegados de prevención, 70 h.
    - Administrativos, 20 h.
  - Por oficio. 20 horas (14 horas comunes + 6 horas específicas por oficio):
    - Albañilería.
    - Demolición y rehabilitación.
    - Encofrados.
    - Ferrallado.
    - Revestimientos de yeso.
    - Electricidad.
    - Fontanería.
    - Cantería.
    - Pintura.
    - Solados y alicatados.
    - Operadores de aparatos elevadores.
    - Operador de vehículos y maquinaria movimiento de tierras.
    - Operadores de equipos manuales.
    - Trabajos de aislamiento e impermeabilización.
    - Trabajos de montaje de estructuras tubulares.

- Operario de instalaciones temporales de obra y auxiliares: plantas de aglomerado, de hormigón, de machaqueo y clasificación de áridos.
- Estabilización de explanadas y extendido de firmes.
- Colocación de materiales de cubrición.
- Conservación y explotación de carreteras.
- Ejecución de túneles y sostenimiento de las excavaciones subterráneas y de los taludes.
- Cimentaciones especiales, sondeos y perforaciones.
- Trabajos de construcción y mantenimiento de vías férreas.
- Trabajos marítimos.
- Trabajos de redes de abastecimiento y saneamiento y pocería.
- Trabajos de montaje de prefabricados de hormigón en obra.
- Operario de taller de materiales: piedras industriales, tratamiento o transformación de materiales, canteros y similares.

### 3.8.3 Acreditación de la formación

Según lo establecido en la Ley 25/2009, las entidades públicas o privadas que pretendan desarrollar actividades formativas en materia de Prevención de Riesgos Laborales deberán acreditar su capacidad mediante una declaración responsable ante la autoridad laboral competente sobre el cumplimiento de los requisitos que se determinen reglamentariamente.

Para la acreditación de los trabajadores la Fundación Laboral de la Construcción expide la Tarjeta Profesional de la Construcción. Dicho documento constituye una forma de acreditar, entre otros datos, la formación específica recibida del sector por el trabajador en materia de prevención de riesgos laborales, así como la categoría profesional del trabajador y los periodos de ocupación en las distintas empresas en las que vaya ejerciendo su actividad.

### 3.9 Vigilancia de la salud

El Adjudicatario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo según la Ley 31/1995. Esta vigilancia solo podrá llevarse a cabo cuando el trabajador preste su consentimiento.

Las medidas de vigilancia y control de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo por personal sanitario con competencia técnica, formación y capacidad acreditada.

### 3.10 Coordinación de actividades empresariales

Con objeto de cumplir el RD 171/2004, en materia de coordinación de actividades empresariales, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, tanto el Promotor como el Adjudicatario y resto de las empresas concurrentes en el centro de trabajo, garantizarán el cumplimiento de los objetivos de aplicación, coherente y responsable, de los principios de la acción preventiva establecidos en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

La coordinación de actividades empresariales garantizará también el control de las interacciones de las diferentes actividades desarrolladas en el centro de trabajo, en particular cuando puedan generar riesgos calificados como graves o muy graves o cuando se desarrollen en el centro de trabajo actividades incompatibles entre sí por su incidencia en la seguridad y la salud de los trabajadores, así como la



adecuación entre los riesgos existentes en el centro de trabajo que puedan afectar a los trabajadores de las empresas concurrentes y las medidas aplicadas para su prevención.

### 3.11 Actividad preventiva

#### 3.11.1 Servicio de Prevención

El Adjudicatario llevará a cabo las actividades preventivas en cualquiera de las modalidades establecidas en el Real Decreto 39/1997 sobre el Reglamento de los Servicios de Prevención, mediante el establecimiento a su propia costa de unos servicios de prevención.

Los Servicios de Prevención deberán proporcionar el asesoramiento y apoyo en lo referente a:

- Diseño, implantación y aplicación del plan de prevención de riesgos laborales.
- Evaluación de factores de riesgo que puedan afectar a la Seguridad y Salud de los trabajadores.
- Planificación de la actividad preventiva y prioridades en la adopción de medidas preventivas y comprobación de su eficacia.
- Información y formación de trabajadores.
- Prestación de primeros auxilios y planes de emergencia.
- Vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

#### 3.11.2 Comité de Seguridad y Salud

Se constituirá el Comité de Seguridad y Salud, cuando el número de trabajadores sea superior a 50, conforme a lo dispuesto en el artículo 38 de la Ley 31/1995.

#### 3.11.3 Servicio médico

El adjudicatario dispondrá de un servicio médico propio o ajeno.

#### 3.11.4 Brigadas de Seguridad y Salud

Se dispondrá de al menos una Brigada de Seguridad y Salud (oficial y peón) para la instalación, mantenimiento y reparación de protecciones.

La Brigada de Seguridad y Salud llevará a su cargo también los trabajos de mantenimiento y limpieza de las instalaciones de higiene y bienestar.

#### 3.11.5 Vigilante de seguridad

El Adjudicatario designará al menos un vigilante de seguridad, cuyo cometido en relación con la obra serán la comprobación de que se cumplen las prescripciones en materia de seguridad y salud.

#### 3.11.6 Recurso preventivo

En función del Real Decreto 604/2006, que modifica el Real Decreto 1627/1997, es necesario incluir en el Plan de Seguridad que redacte la empresa constructora adjudicataria el nombramiento de los recursos preventivos que regula la Ley 54/2003.

El recurso preventivo será un trabajador del Adjudicatario (no subcontrata ni promotor) y estará encargado de vigilar las condiciones de seguridad de una o varias actividades en función de los riesgos que entrañen y de la simultaneidad de dichas actividades. Comprobará que antes de iniciarse la actividad se cumplen las especificaciones del Plan de Seguridad y que durante la ejecución no se modifican esas condiciones, ya que en caso de que eso ocurra deberá notificarlo.

De acuerdo con el artículo 32bis, de la Ley 54/2003 que modifica la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, deberán cumplirse los siguientes requisitos relativos a la presencia de los recursos preventivos.

1. La presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos, cualquiera que sea la modalidad de organización de dichos recursos, será necesaria en los siguientes casos:
    - a. Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.
    - b. Cuando se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales.
    - c. Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, si las circunstancias del caso así lo exigieran debido a las condiciones de trabajo detectadas.
  2. Se consideran recursos preventivos, a los que el empresario podrá asignar la presencia, los siguientes:
    - a. Uno o varios trabajadores designados de la empresa.
    - b. Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.
    - c. Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa.

Cuando la presencia sea realizada por diferentes recursos preventivos éstos deberán colaborar entre sí.
  3. Los recursos preventivos a que se refiere el apartado anterior deberán tener la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia.
  4. No obstante lo señalado en los apartados anteriores, el empresario podrá asignar la presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores de la empresa que, sin formar parte del servicio de prevención propio ni ser trabajadores designados, reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades o procesos a que se refiere el apartado 1 y cuenten con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel básico.
- En este supuesto, tales trabajadores deberán mantener la necesaria colaboración con los recursos preventivos del empresario.

### 3.12 Libro de incidencias

En cada centro de trabajo de las obras, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, existirá un libro de incidencias habilitado al efecto y facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.

El libro de incidencias deberá permanecer en todo momento, en la obra, en poder del Coordinador de Seguridad y Salud, o de la Dirección Facultativa, cuando no sea necesaria la designación de un coordinador.

Tendrán acceso a dicho Libro, en el sentido de poder consultarlo y realizar las adecuadas anotaciones en él, tanto la Dirección facultativa de las obras, como el Contratista, Subcontratista y los trabajadores autónomos. Así como, las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las

empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud de la Administración.

En el libro de incidencias se anotarán las observaciones y advertencias pertinentes relacionadas con el adecuado cumplimiento del Plan de Seguridad y Salud.

El Coordinador de Seguridad y Salud deberá comunicar las anotaciones al Contratista y a los representantes de los trabajadores.

En el caso de que la anotación se refiera a cualquier incumplimiento de las advertencias u observaciones previas o a la paralización de los trabajos, deberá ser comunicado a la Inspección de trabajo y Seguridad Laboral en el plazo de 24 h desde que se realizó la anotación.

### 3.13 Libro de subcontratación

En cumplimiento de la Ley 32/2006, en toda obra de construcción el adjudicatario, deberá disponer de un Libro de Subcontratación y llevar al día cumplimentación.

En dicho libro, que deberá permanecer en todo momento en la obra, se deberán reflejar, por orden cronológico desde el comienzo de los trabajos, todas y cada una de las subcontrataciones realizadas en una determinada obra con empresas subcontratistas y trabajadores autónomos, su nivel de subcontratación y empresa comitente, el objeto de su contrato, la identificación de la persona que ejerce las facultades de organización y dirección de cada subcontratista, y en su caso de los representantes legales de los trabajadores de la misma, las respectivas fechas de entrega de la parte del plan de seguridad y salud que afecte a cada empresa subcontratista y trabajador autónomo, así como las instrucciones elaboradas por el coordinador de seguridad y salud para marcar la dinámica y desarrollo del procedimiento de coordinación establecido, y las anotaciones efectuadas por la dirección facultativa sobre su aprobación de cada subcontratación excepcional.

Al Libro de Subcontratación tendrán acceso el promotor, la dirección facultativa, el coordinador de seguridad y salud, las empresas y trabajadores autónomos intervinientes en la obra, los técnicos de prevención, los delegados de prevención, la autoridad laboral y los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la ejecución de la obra.

Asimismo, cada empresa deberá disponer de la documentación o título que acredite la facultad de utilización de la maquinaria, y de cuanta documentación sea exigida por las disposiciones legales vigentes.

### 3.14 Paralización de los trabajos

Sin perjuicio de lo previsto en los apartados 2 y 3 del artículo 21 y en el artículo 44 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, cuando el Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o cualquier otra persona integrada en la Dirección de Facultativa, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al Adjudicatario de ello, dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, y quedando facultado para en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de los tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

En el supuesto previsto en el párrafo anterior, la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente, al Adjudicatario y, en su caso, a los subcontratistas o trabajadores autónomos afectados por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores.

### 3.15 Acciones a seguir en caso de accidente laboral

#### 3.15.1 Acciones a seguir

El Adjudicatario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materias de primeros auxilios, luchas contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento. El citado personal deberá poseer la formación necesaria, ser suficiente en número y disponer del material adecuado, en función de las circunstancias antes señaladas en cumplimiento de la Ley 31/1995.

Para la aplicación de las medidas adoptadas el Adjudicatario deberá prever la necesidad de contar con servicios externos a la empresa, en particular en materia de primeros auxilios, asistencia médica de urgencia, salvamento y lucha contra incendios, de forma que queda garantizada la rapidez y eficacia de las mismas.

El Adjudicatario queda obligado a recoger dentro de su Plan de Seguridad y Salud en el trabajo los siguientes principios de socorro:

1. El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.
2. En caso de caída desde altura o a distinto nivel y en el caso de accidente eléctrico, se supondrá siempre, que pueden existir lesiones graves, en consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales para la inmovilización del accidentado hasta la llegada de la ambulancia y de reanimación en el caso de accidente eléctrico.
3. En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia; se evitarán en lo posible la utilización de los transportes particulares, por lo que implican de riesgo e incomodidad para el accidentado.
4. El Adjudicatario comunicará, a través del Plan de Seguridad Salud en el trabajo, la infraestructura sanitaria propia mancomunada o contratada con la que cuenta para garantizar la atención correcta a los accidentados y su más cómoda y segura evacuación de esta obra.
5. El contratista comunicará, a través del Plan de Seguridad y Salud en el trabajo el nombre y dirección del centro asistencial más próximo previsto para la asistencia sanitaria de los accidentados según sea su organización.

#### 3.15.2 Comunicaciones inmediatas en caso de accidente laboral

El Adjudicatario incluirá, en su Plan de Seguridad y Salud, las obligaciones de comunicación de los accidentes o incidentes laborales en función de su tipología:

##### 3.15.2.1 Incidentes

- Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra con el fin de investigar los motivos y remediar las circunstancias que generan el riesgo y así evitar posibles accidentes futuros.

### 3.15.2.2 Accidentes de tipo leve

- Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- Al Director de Obra: de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Autoridad Laboral: en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.

### 3.15.2.3 Accidentes de tipo grave

- Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- Al Director de Obra: de forma inmediata, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Autoridad Laboral: en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.

### 3.15.2.4 Accidentes mortales

- Al Juzgado de guardia: para que pueda procederse al levantamiento del cadáver y a las investigaciones judiciales.
- Al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra: de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- Al Director de Obra: de forma inmediata, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Autoridad Laboral: en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.

## 3.16 Control de accesos a la obra

Se establecerá el sistema o procedimiento para controlar el acceso a obra, ya que es necesario conocer qué personas se encuentran en la misma ante un control rutinario o ante una posible situación de emergencia.

Asimismo, el procedimiento de control de accesos a obra debe servir para que terceras personas ajenas puedan acceder a la misma.

Dicho procedimiento comprenderá, principalmente, las siguientes actividades:

- Comprobar el correcto estado del vallado de cierre de obra y de la señalización de seguridad durante la jornada laboral y a la finalización de la misma
- El contratista establecerá el horario de trabajo y el responsable velará porque se cumpla
- Elaborar y mantener actualizado un listado diario del personal que acceda a la obra
- Evitar el acceso a toda persona ajena a la obra (sin autorización)
- Conocer los criterios establecidos en esta obra para la autorización de acceso a la misma
- Comprobar que todo el personal que trabaja tiene autorización de acceso
- Indicar a los suministradores el lugar donde tienen que acopiar o retirar el material, maquinaria o equipo de trabajo



PROYECTO DE UNA INSTALACION FOTOVOLTAICA  
EN EL DEPOSITO EL PINAR EN LA ETAP DE COLMENAR  
Anejo Nº 12. Estudio de Seguridad y Salud

- Otras de común acuerdo



## 4. EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

### 4.1 Condiciones generales

Los equipos de protección colectiva deberán cumplir las siguientes condiciones generales:

- En ningún caso, los equipos de protección colectiva que se propongan en el Plan de Seguridad y Salud podrán implicar una disminución de los niveles de protección contemplados en el estudio.
- Las protecciones colectivas estarán acopiadas en la obra con la suficiente antelación para su montaje, según lo previsto en el Plan de Ejecución de Obra. Todos los elementos serán nuevos a estrenar.
- Antes de su utilización se deberá comprobar si su calidad corresponde con lo exigido.
- Serán instaladas previamente al inicio de cualquier trabajo que requiera su montaje. Queda prohibido el inicio de un trabajo o actividad que requiera protección colectiva, hasta que esta esté montada por completo en el ámbito del riesgo que neutraliza o elimina.
- Ningún componente podrá sobrepasar el periodo de caducidad indicado por el fabricante.
- Será desmontada de inmediato, toda protección colectiva en uso en la que se aprecien deterioros con merma efectiva de su calidad real. Se sustituirá a continuación el componente deteriorado y se volverá a montar la protección colectiva una vez resuelto el problema. Entre tanto se realiza esta operación, se suspenderán los trabajos protegidos por el tramo deteriorado y se aislará eficazmente la zona para evitar accidentes. Estas operaciones quedarán protegidas mediante el uso de equipos de protección individual.
- Durante la realización de la obra, puede ser necesario variar el modo o la disposición de la instalación de la protección colectiva prevista en el Plan de Seguridad y Salud aprobado. Si esto ocurre, la nueva situación será definida en los planos de seguridad y salud, para concretar exactamente la nueva disposición o forma de montaje. Estos Planos deberán ser aprobados por el Coordinador en materia de seguridad y salud.
- Las protecciones colectivas proyectadas en este trabajo están destinadas a la protección de los riesgos de todos los trabajadores y visitantes de la obra; es decir: trabajadores de la empresa principal, los de las empresas subcontratistas, empresas colaboradoras, trabajadores autónomos y visitas de los técnicos de dirección de obra o de la Propiedad; visitas de las inspecciones de organismos oficiales o de invitados por diversas causas.
- El Adjudicatario, en virtud de la legislación vigente, está obligado al montaje, mantenimiento en buen estado y retirada de la protección colectiva.
- El montaje y uso correcto de la protección colectiva definida en este Estudio de Seguridad y Salud, es preferible al uso de equipos de protección individual para defenderse de idéntico riesgo. En consecuencia, no se admitirá el cambio de uso de protección colectiva por el uso de equipos de protección individual.
- Los elementos de protección colectiva no deberán constituir en sí mismos un riesgo para las personas ni para las máquinas y su instalación tampoco deberá implicar merma alguna en la resistencia o aptitud de las unidades de obra.



## 4.2 Condiciones específicas de cada elemento de protección colectiva

### 4.2.1 Aislamientos y tomas de tierra

#### 4.2.1.1 Tomas de tierra

Las tomas de tierra estarán constituidas por electrodos o picas de material anticorrosivo cuya masa metálica permanecerá enterrada en buen contacto con el terreno, para facilitar el paso a éste de las corrientes de defecto que puedan presentarse. Además, para reducir la resistividad del terreno, se utilizarán sales electrolíticas.

Para tomas de tierra, se ajustarán a lo especificado en las normas:

- UNE-EN 62271-102: *“Aparata de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna”*
- UNE-EN 61230 *“Trabajos en tensión. Equipos portátiles de puesta a tierra o de puesta a tierra y en cortocircuito”*.

#### 4.2.1.2 Interruptores diferenciales de 300 mA

Interruptor diferencial de 300 mA comercializado, para la red de fuerza; especialmente calibrado selectivo, ajustado para entrar en funcionamiento antes de que lo haga el del cuadro general eléctrico de la obra, con el que está en combinación junto con la red eléctrica general de toma de tierra de la obra.

Se ajustarán a lo especificado a la UNE-EN 61009: *“Interruptores automáticos para actuar por corriente diferencial residual, con dispositivo de protección contra sobrecorrientes incorporado, para usos domésticos y análogos (AD)”*.

#### 4.2.1.3 Interruptores diferenciales de 30 mA

Interruptor diferencial de 30 mA comercializado, para entrar en funcionamiento antes que lo haga el del cuadro general eléctrico de la obra, con el que está en combinación junto con la red eléctrica general de toma de tierra de la obra.

Se emplearán en los cuadros secundarios de conexión para iluminación eléctrica de la obra.

#### 4.2.1.4 Transformadores de energía eléctrica con salida a 24 voltios

Transformador de seguridad para la alimentación de instalaciones eléctricas provisionales de obra, con entrada a 230-400V, y salida en tensión de seguridad a 24 V., con potencia de 1000 VA .

Para la seguridad en la utilización racional de energía eléctrica, se prevé la utilización de transformadores de corriente con salida a 24 V, cuya misión es la protección del riesgo eléctrico en lugares húmedos.

Se emplearán en los cuadros secundarios de conexión para iluminación eléctrica de la obra.

### 4.2.2 Barandillas

Las barandillas de protección se situarán en las plataformas y pasarelas, así como desniveles, perímetros de forjados, huecos, bordes de vaciados, o de zanjas, etc., en los que exista un riesgo de caída de altura superior a 2 m. Dispondrán, como mínimo, de rodapié, de entre 15 y 30 cm de altura; una barra intermedia y de un listón superior, colocado éste a una altura mínima de 90 cm. Como norma general,

la distancia entre apoyos de las barandillas no será superior a 2 m estando perfectamente sujetos o anclados en su base.

Se ajustarán a lo especificado por el Real Decreto 1627/1997 y a lo establecido en la normativa:

- UNE-EN 13374+A1: *“Sistemas provisionales de protección de borde. Especificaciones del producto. Métodos de ensayo”*.
- UNE 85238: *“Barandillas. Métodos de ensayo”*.
- UNE 85237: *“Barandillas. Definiciones, terminología, condiciones generales de seguridad”*.

#### 4.2.3 Detector de corriente eléctrica

Detectores de corriente eléctrica para trabajos eléctricos o cercanos a servicios de distribución de energía para evitar el riesgo de contacto eléctrico.

Se ajustarán a lo especificado en las normas siguientes según la tipología de detector de corriente eléctrica:

- UNE-EN 61481-1: *“Trabajos en tensión. Comparadores de fase. Parte 1: Detectores de tipo capacitivo para su utilización con tensiones superiores a 1 kV en corriente alterna”*.
- UNE-EN 61243-1: *“Trabajos en tensión. Detectores de tensión. Parte 1: Detectores de tipo capacitivo para utilización con tensiones superiores a 1kV en corriente alterna”*.
- UNE-EN 641243-2/A2: *“Trabajos en tensión. Detectores de tensión. Parte 2: Detectores de tipo resistivo para utilización con tensiones entre 1 kV y 36 kV en corriente alterna”*.
- UNE-EN 61243-3: *“Trabajo en tensión. Detectores de tensión. Parte 3: Tipo bipolar para baja tensión”*.

#### 4.2.4 Detector de gases

Se emplearán detectores de gases en espacios confinados o en lugares donde sea previsible la baja concentración de oxígeno, gases inflamables o concentraciones nocivas de gases perjudiciales para la salud de los trabajadores.

Los detectores de gases cumplirán lo especificado en:

- UNE-EN 60079-29 *“Atmósferas explosivas Parte 29-1: Detectores de gas. Requisitos de funcionamiento para los detectores de gases inflamables”*.
- UNE-EN 45544: *“Atmósferas en lugares de trabajo. Material eléctrico utilizado para la detección directa y la medición directa de la concentración de gases y vapores tóxicos”*.

#### 4.2.5 Detectores de redes y servicios

Detector electrónico de redes y servicios para la detección y definición de la posición de los diversos conductos de servicios enterrados contra los riesgos por rotura de los mismos. Los componentes serán:

- Detector electrónico.
- Mochila de sustentación a los hombros.
- Juego de baterías eléctricas recargables.

Será obligatorio su uso siempre que existan sospechas de diversos conductos de servicios enterrados, el contratista adjudicatario de la obra contratará los servicios especializados en detección de redes.

#### 4.2.6 Dispositivos de parada de emergencia

Dentro del equipo eléctrico de las máquinas, a la vez que son precisos elementos para la puesta en marcha de las mismas, deben disponer de elementos que permitan su parada en un momento determinado.

Esta parada puede producirse en condiciones normales de funcionamiento una vez finalizado el trabajo o una maniobra y en condiciones anormales de funcionamiento cuando aparece una situación de peligro (emergencia) tanto para el operario como para la máquina.

Se cumplirá la norma UNE-EN 60204-1: *“Seguridad de las Máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales”*.

#### 4.2.7 Elementos de agarre, peldaños y accesos a maquinaria

La maquinaria deberá disponer de elementos de agarre y peldaños ergonómicos para poder facilitar el acceso a la maquinaria de manera segura y cómoda.

Estos medios de acceso se ajustarán a lo especificado en la norma UNE-EN ISO 14122: *“Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanentes a máquinas”*.

Los peldaños de acceso deben estar limpios de barro para evitar posibles caídas, quedando totalmente prohibido subir o bajar de la maquinaria en marcha.

#### 4.2.8 Elementos de balizamiento físico

Como elementos de balizamiento provisionales de obra se pueden contemplar: los conos de 50 o 75 cm de altura con bandas reflectantes fabricados en plástico de color naranja; las balizas luminosas intermitentes con batería o pilas sobre el vallado, la malla naranja (tipo “stopper”), las piquetas de balizamiento reflectantes, las cadenas plásticas de delimitación y la cinta plástica bicolor, así como las barreras de tipo New Jersey lastrables con agua.

Otros elementos de balizamiento que se deben considerar son: hitos de arista, balizas H-75, hitos de vértice, captafaros, jalones de nieve, paneles verticales y mangas de viento.

Cumplirán con el Real Decreto 485/1997, con la Norma 8.3-IC Señalización de obras y las prescripciones de las siguientes normas:

- UNE-EN 1463-1:2010: *“Materiales para señalización vial horizontal. Captafaros retrorreflectantes. Parte 1: Características iniciales de comportamiento”*
- UNE-EN 12352: *“Equipamiento de regulación del tráfico. Dispositivos luminosos de advertencia de peligro y balizamiento”*.
- UNE-EN 12899-2: *“Señales verticales fijas de circulación. Parte 2: Bolardos internamente iluminados”*.
- UNE-EN 13422+A1: *“Señalización vertical de carreteras. Dispositivos de advertencia portátiles deformables y delineadores. Señalización de tráfico portátil para carreteras. Conos y cilindros”*.
- UNE 135363: *“Señalización vertical. Balizamiento. Balizas cilíndricas permanentes en material polimérico. Características, medidas y métodos de ensayo”*.

#### 4.2.9 Elementos de limitación y protección

##### 4.2.9.1 Cerramientos provisionales

Se ajustarán a lo especificado por el Real Decreto 1627/1997.

Para el cerramiento provisional de las obras de manera perimetral se podrán emplear:

- Vallas provisionales de malla de acero electrosoldada de dimensiones 3,50 m de anchura y 2,00 m de altura, con postes de tubo de acero de 40 mm de diámetro , fijados al suelo con bloques de hormigón prefabricado , asegurando su estabilidad.
- Cerramientos provisionales de chapa de acero conformada, fijados con perfiles metálicos anclados al terreno mediante dados hormigón, con una altura aproximada de 2 m.
- Cerramientos realizados con malla de acero galvanizado de simple torsión fijada con postes cada 3 m de perfiles tubulares galvanizados de 48 mm de diámetro y 2 m de altura, anclados al terreno mediante dado de hormigón.
- Cerramientos provisionales de obra formados por placas de hormigón prefabricado con postes cada 3 m de viguetas de hormigón prefabricado de 2,5 m de altura recibidos con hormigón.

Para la delimitación provisional de espacios se podrán emplear vallas metálicas de contención de peatones normalizadas con dimensiones de 2,50 m de longitud y 1,10 m de altura. El color del vallado dependerá de las Ordenanzas Municipales.

Todos los elementos metálicos de las vallas estarán debidamente tratados en superficie para evitar la oxidación.

Además, para el desvío del tráfico, se podrán usar barreas tipo “New jersey” ensamblables de 100x80x40 cm o 100x60x40 cm de material plástico hueco con posibilidad de lastrarlas con agua, fabricadas en colores blancas y rojas.

En los cerramientos se establecerá, siempre de manera diferenciada, el acceso de vehículos y personal de obra, instalando dos tipos de puertas de acceso. Las medidas habituales para las puertas de acceso en vallado provisional de obra son de 1 m de ancho para acceso de peatones y 4 m para el acceso de vehículos y ambas puertas con 2 m de altura.

#### 4.2.9.2 Viseras de protección

Visera de protección contra caída de objetos con una anchura de 1,20 a 2,50 m en proyección formada por soportes metálicos de mordaza y techo de madera, con elementos complementarios para su estabilidad y desmontaje.

Se cumplirá lo especificado en la norma UNE-EN 12811-4: “*Equipamiento para trabajos temporales de obra. Parte 4: Viseras de protección para andamios. Requisitos de comportamiento y diseño del producto*”.

#### 4.2.9.3 Pasillo túnel

Pasillo-túnel de 1,50 m de anchura libre para protección de peatones formado por soportes de mordaza, cubierto horizontal y lateralmente mediante entablado de madera, con elementos complementarios para su estabilidad y desmontaje.

#### 4.2.9.4 Marquesinas de protección

Marquesina de protección formada por soportes de tubos y plataforma de madera con elementos complementarios para su estabilidad y desmontaje.

#### 4.2.9.5 Protección de andamiaje

Protección de andamiaje contra caída de escombros y polvo a la vía pública con toldo de lona plastificada, lona ignífuga o malla plastificada, con cuerdas de sujeción.

#### 4.2.10 Iluminación provisional

Los niveles de iluminación se ajustarán a lo especificado en el Convenio General del Sector de la Construcción vigente.

Los lugares de trabajo, los locales interiores y las vías de circulación en la obra deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural, complementada con luz artificial cuando no sea suficiente.

La iluminación cumplirá por lo general lo establecido en las norma UNE-EN 12464: “*Iluminación de lugares de trabajo*”. En su caso, se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoque y deberán estar colocados de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente para los trabajadores. El color utilizado para la iluminación artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.

La instalación de alumbrado que usualmente se emplea en el interior de la obra, una vez que se empiezan los cerramientos y en plantas sótanos, cumplirá:

- Un nivel mínimo de intensidad de iluminación comprendido entre 25 y 1000 Lux, dependiendo que sean zonas ocupadas o no ocupadas.
- Los puntos fijos de alumbrado se situarán en zona no accesible y superficies firmes.
- Las lámparas de incandescencia irán protegidas mediante pantallas de protección. Si se colocasen en zona accesible debe considerarse que el receptor sea de Clase I.
- Las líneas generales de fuerza y derivaciones a puntos de alimentación estarán protegidas mediante interruptores diferenciales de alta sensibilidad y automáticos magnetotérmicos calibrados para los distintos circuitos. (En general, los puntos de luz que están a la intemperie estarán protegidos contra chorro de agua y su correspondiente grado de protección IP 55).
- El alumbrado portátil estará alimentado mediante transformador de seguridad a la tensión de 24 voltios. No empleándose casquillos metálicos, y la lámpara estará protegida contra golpes y con grado de protección en torno a la cifra I.P.3 como mínimo.

Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial, deberán poseer una iluminación de seguridad.

#### 4.2.11 Pantallas de absorción acústica

Se ajustarán a lo especificado en la norma UNE-EN-1793: “*Dispositivos reductores de ruido de tráfico en carreteras. Método de ensayo para determinar el comportamiento acústico*”.

Se colocarán en las zonas de la obra donde sea necesario por alta generación de ruidos.

#### 4.2.12 Pantallas de protección de partículas

Pantallas, normalmente transparentes, que aislen la zona de trabajo donde se produce las proyecciones, evitando riesgos a personal ajeno a la tarea. Si son transparentes, deberán renovarse cuando dificulten la visibilidad.

#### 4.2.13 Pasarelas de acceso

Las pasarelas serán diseñadas para que sirvan de comunicación entre dos puntos separados por un obstáculo que deba salvarse en caso necesario. Se ajustarán a lo especificado por el Real Decreto 1627/1997.



Deberán ser resistentes a los pesos a soportar y estables a oscilaciones laterales. Se instalarán cuando en la zona donde estén instaladas exista riesgo de caída a distinto nivel o para salvar un obstáculo como una zanja abierta. Serán sensiblemente horizontales y en caso contrario, la inclinación tendrá un máximo sobre la horizontal de 30°. Para inclinaciones superiores se utilizarán escaleras de seguridad de tipo convencional a base de peldaños de huella y contra huella.

La anchura mínima de las pasarelas debe ser de 0,60 m. Las pasarelas que salven alturas de más de 2 m deben de disponer barandillas de 90 cm. de altura, barra intermedia y rodapié de protección. Por lo general se emplearán pasarelas de material metálico con superficie antideslizante y resistencia suficiente.

#### 4.2.14 Pórticos de limitación de gálibo

Se ajustará a lo especificado en el Real Decreto 1627/1997, en el Real Decreto 614/2001 y a la Nota Técnica de Prevención 72 *“Trabajos con elementos de altura en presencia de líneas eléctricas aéreas”*.

Se emplearán parejas de pórticos limitadores de altura con postes de madera u otro material resistente, unidos en su parte superior mediante una guirnalda de balizamiento reflectante de plástico, color rojo y blanco, o dos travesaños horizontales.

La altura libre de los pórticos será de 5 m y estarán separados la distancia de seguridad establecida en la legislación vigente, siendo su objetivo limitar los movimientos de las partes móviles de la maquinaria impidiendo el acceso de aquellos equipos cuya altura sea susceptible de generar accidentes por contacto directo con la línea eléctrica o por la generación de un arco eléctrico.

#### 4.2.15 Protecciones de huecos horizontales

##### 4.2.15.1 Palastro de acero

El palastro de acero de dimensiones 2,00 x 1,00 y espesores entre 8 y 20 mm, estará dotado de orificios para cuelgue y/o arrastre facilitando su manipulación. Se utilizará para protección de las zanjas abiertas cuando sea preciso mantener el tráfico rodado y peatonal sobre dicha zanja.

##### 4.2.15.2 Planchas de composite reforzado con fibra de vidrio

Para huecos o pequeñas zanjas en zona de tránsito peatonal de intensidades bajas, se podrán emplear planchas de composite reforzadas con fibra de vidrio de dimensiones aproximadas de 1200x800 mm y 1600x1200 mm, con resistencia suficiente.

##### 4.2.15.3 Protecciones de madera o metálicas

Los huecos horizontales se protegerán con tableros de madera, planchas metálicas o mallazo de acero de dimensiones varias con características tales que impidan la caída de objetos y personas. En caso de estar expuestos al paso de maquinaria, los elementos de protección deberán soportar 1,25 veces el paso del vehículo con su carga máxima.

#### 4.2.16 Redes de protección

Se ajustará a lo especificado en el Real Decreto 1627/1997, la Nota Técnica de Prevención 124 *“Redes de Seguridad”* y en las normas:

- UNE-EN 1263-2: *“Equipamiento para trabajos temporales de obra. Redes de seguridad. Parte 2: Requisitos de seguridad para los límites de instalación”*.
- UNE 81652: *“Redes de seguridad bajo forjado: Requisitos de seguridad y métodos de ensayo”*.

Se empleará normalmente redes de poliamida con la tipología adecuada en cada caso: verticales de fachada, con soporte tipo horca, tipo bandeja u horizontales.

La puesta en obra debe hacerse de manera práctica y fácil, siguiendo las indicaciones del fabricante, siempre antes de la realización de los trabajos propios de la obra. Es necesario dejar espacio de seguridad entre la red y el suelo, o entre la red y cualquier obstáculo, en razón de la elasticidad de la misma.

Los medios de fijación o soportes previstos para la puesta en obra de la red deberán cumplir la legislación vigente y tener las características adecuadas para el tipo de red que se utilice.

Se revisará el estado de las redes, soportes y accesorios después de un fuerte impacto o cambio de lugar. Se vigilará también la fecha de caducidad que es un año desde la fecha de fabricación.

#### 4.2.17 Regado de pistas

Las zonas de paso de vehículos y maquinaria se mantendrán con humedad suficiente, llegando si es preciso al riego de las mismas, para evitar el levantamiento de polvo pudiéndose emplear camiones cisterna para su riego.

#### 4.2.18 Señalización

La señalización de riesgos en el trabajo cumplirá con el contenido del Real Decreto 485, de 14 de abril de 1997, que desarrolla los preceptos específicos sobre señalización de riesgos en el trabajo según la Ley 31/1995 y su modificación por la Ley 54/2003.

Adicionalmente, se seguirán las prescripciones de dimensiones, colocación y posición establecidas en la Norma de Carreteras 8.3-IC, "*Señalización de Obras*" y las normas siguientes:

- UNE-EN ISO 7010: "*Símbolos gráficos. Colores y señales de seguridad. Señales de seguridad registradas*".
- UNE 135312: "*Señalización vertical. Anclajes para placas y lamas utilizadas en las señales, carteles y paneles direccionales metálicos. Características y métodos de ensayo*".
- UNE 135352: "*Señalización vertical y balizamiento. Control de calidad in situ de elementos en servicio. Características y métodos de ensayo*".
- UNE-EN 12899: "*Señales verticales fijas de circulación*".

##### 4.2.18.1 Requisitos generales de la señalización

Se establecerá un sistema de señalización de seguridad a efectos de llamar la atención de forma rápida e inteligible sobre objetos y situaciones susceptibles de provocar peligros determinados, así como para indicar el emplazamiento de dispositivos y equipos que tengan importancia desde el punto de vista de seguridad.

La fijación del sistema de señalización de la obra se realizará de modo que se mantenga en todo momento estable y deberá permanecer en tanto persista la situación que la motiva.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser, según los casos, limpiados, mantenidos y verificados regularmente, y reparados o sustituidos cuando sea necesario, de forma que conserven en todo momento sus cualidades intrínsecas y de funcionamiento.

Las señalizaciones que necesiten de una fuente energía dispondrán de alimentación de emergencia que garantice su funcionamiento en caso de interrupción de aquella, salvo que el riesgo desaparezca con el corte del suministro.



La puesta en práctica del sistema de señalización no eximirá, en ningún caso, de la adopción de los medios de protección indicados en el presente documento. Se deberá informar a todos los trabajadores, de manera que tengan conocimiento del sistema de señalización establecido.

Las señales se instalarán preferentemente a una altura y posición apropiadas en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, y en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a la zona de riesgo. Estarán conformadas por un material que resista lo mejor posible los golpes, las inclemencias meteorológicas y fotométricas, garantizando su visibilidad y compresión.

Generalmente, las señales provisionales de obra serán de acero galvanizado de 2 mm de espesor con un nivel de retrorreflectancia mínimo RA 2 y podrán ir sustentadas sobre:

- Poste de acero galvanizado de sección rectangular 80x40 mm y espesor de 2 mm, de distintas alturas, anclados al suelo mediante dado de hormigón.
- Poste de acero galvanizado de sección rectangular 80x40 mm y espesor de 2 mm, de 1,50 m de altura, apoyado en un pie de cruceta del mismo material que el poste.
- Trípode portátil de acero galvanizado con accesorios de fijación de señal.

Se aceptarán señales de PVC sujetas con bridas plásticas en el vallado de obra, con pictogramas serigrafiados de obligación, prohibición o advertencia, según normativa vigente. En ningún caso, la fijación de la señal plástica sobre el vallado supondrá inestabilidad para el vallado por la resistencia que pueda oponer al viento.

El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y fácilmente visible. Si la iluminación general es insuficiente, se podrá emplear iluminación adicional. A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización, no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí.

#### 4.2.18.2 Clasificación de la señalización

Dependiendo de su función y de la legislación vigente podrán ser de diferentes tamaños y colores. Los tipos de señales que se contemplan son:

- Señales acústicas y luminosas.
- Señales de advertencia.
- Señales de prohibición.
- Señales de obligación.
- Señalización de equipos de lucha contra incendios.
- Señales de salvamento y socorro.
- Señales de ordenación del tráfico de obra.
- Señal complementaria de riesgo permanente.
- Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas.

#### 4.2.18.3 Colores de Seguridad

Color señal	Color contraste	Significado	Indicaciones y Precisiones
Rojo	Blanco	Señal de Prohibición	Comportamientos Peligrosos
		Peligro-Alarma	Alto, Parada, Dispositivos de Desconexión de Emergencia. Evacuación
		Material y Equipos de Lucha contra Incendios	Identificación y Localización
Amarillo	Negro	Señal de Advertencia	Atención, Precaución, Verificación
Azul	Blanco	Señal de Obligación	Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar un equipo de protección individual.
Verde	Blanco	Señal de Salvamento	Puertas, salidas, pasajes, material, puestos de salvamento o de socorro, locales.
		Situaciones de Seguridad	Vuelta a la Normalidad

#### 4.2.18.4 Señales acústicas y luminosas

Se utilizarán las señales luminosas y/o acústicas según lo estipulado en el Real Decreto 485/1997. Además, las normas que han de cumplir serán:

- UNE-EN 12352: "Equipamiento de regulación del tráfico. Dispositivos luminosos de advertencia de peligro y balizamiento".
- UNE-EN 12899-2: "Señales verticales fijas de circulación. Parte 2: Bolardos internamente iluminados".

La luz emitida por las señales luminosas cumplirá:

- El contraste luminoso será apropiado respecto a su entorno, en función de las condiciones de uso previsto.
- La intensidad deberá asegurar su percepción, sin llegar a producir deslumbramiento.
- La superficie luminosa que emita una señal podrá ser de color uniforme, o llevar un pictograma sobre un fondo determinado.
- Si un dispositivo puede emitir una señal tanto continua como intermitente, utilizará esta última para indicar, con respecto a la continua, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida.
- Cuando se utilice una señal luminosa intermitente, la duración y frecuencia de los destellos deberán permitir una correcta identificación del mensaje, evitando que pueda ser percibida como continua o confundirse con otras señales luminosas.

La señalización acústica se utilizará cuando la señalización óptica no sea suficiente.

En el caso de la maquinaria, la que así lo requiera, deberá llevar señales acústicas y/o luminosas para indicar al resto de personal sus maniobras debiendo cumplir:

- Tener un nivel sonoro superior al nivel de ruido ambiental, de forma que sea claramente audible, sin llegar a ser excesivamente molesto.

- El tono de la señal acústica o, cuando se trate de señales intermitentes, la duración, el intervalo y agrupación de los impulsos, deberá permitir su correcta y clara identificación y su clara distinción, frente a otras señales acústicas o ruidos ambientales.
- No deberán utilizarse dos señales acústicas simultáneamente.

#### 4.2.18.5 Señales de advertencia

Las señales de advertencia tendrán forma triangular y sus pictogramas serán negros sobre fondo amarillo, debiendo cubrir este color amarillo, como mínimo el 50% de la superficie de la señal siendo los bordes son negros.

#### 4.2.18.6 Señales de prohibición

Las señales de prohibición tendrán forma redonda y sus pictogramas serán negros sobre fondo blanco, con bordes y bandas rojas. La banda será transversal descendente de izquierda a derecha, atravesando el pictograma a 45° respecto a la horizontal. El rojo deberá cubrir como mínimo el 35% de la superficie de la señal.

#### 4.2.18.7 Señales de obligación

Las señales de obligación tendrán forma redondeada y sus pictogramas serán blancos sobre fondo azul, debiendo cubrir el color azul, como mínimo el 50% de la superficie de la señal. Indican la obligatoriedad de utilizar protecciones adecuadas para evitar accidentes.

#### 4.2.18.8 Señales de equipos de lucha contra incendios

Las señales de equipos de lucha contra incendios tendrán forma rectangular o cuadrada y sus pictogramas serán blancos sobre fondo rojo, debiendo cubrir este color rojo como mínimo el 50% de la superficie de la señal.

Seguirán lo especificado en la norma UNE 23033-1: “Seguridad contra incendios. Señalización”.

#### 4.2.18.9 Señales salvamento y socorro

Las señales de salvamento y socorro tendrán forma rectangular o cuadrada y con un pictograma blanco sobre fondo verde. Este color cubrirá como mínimo el 50% de la superficie de la señal.

Seguirán lo especificado en la norma UNE 23034: “Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad. Vías de evacuación”.

#### 4.2.18.10 Señalización de ordenación del tráfico de obra

Las vías de circulación, en el recinto de la obra, por donde transcurran máquinas y vehículos deberán estar señalizadas de acuerdo con lo establecido por la vigente normativa sobre circulación en carretera. Serán señales de obra cuadradas, circulares, triangulares o rectangulares fabricadas en chapa de acero galvanizado, con fondo amarillo, borde rojo o negro y pictograma negro.

#### 4.2.18.11 Señal complementaria de riesgo permanente

La señal complementaria de riesgo permanente consistirá en una banda de líneas diagonales amarillas y negras, de la misma anchura, inclinadas un ángulo de 60° con la horizontal, para señalar zonas con riesgo permanente de caídas, choques, golpes, etc.

#### 4.2.18.12 Señalización de conducciones de gas y líneas eléctricas

La señalización de las conducciones de gas y de líneas eléctricas debe cumplir lo establecido en el Real Decreto 486/1997.

Las tuberías visibles que contengan o puedan contener productos a los que sea de aplicación la normativa sobre comercialización de sustancias o mezclas peligrosas deberán ser etiquetadas según lo dispuesto en la misma.

#### 4.2.19 Señalista

Se empleará el apoyo de un señalista para realizar maniobras complejas con la maquinaria y vehículos tales como carga y descarga de materiales, salidas y entradas a obra, etc. Las señales gestuales cumplirán lo estipulado en el Real Decreto 485/1997. Además, se deberán seguir las siguientes recomendaciones:

- El Señalista deberá ser fácilmente reconocido por el operador y llevará uno o varios elementos de identificación apropiados, tales como chaqueta, manguitos, brazal o casco y, cuando sea necesario, raquetas.
- El Señalista deberá poder seguir visualmente el desarrollo de las maniobras sin estar amenazado por ellas.
- Deberá dedicarse exclusivamente a dirigir las maniobras y a velar por la seguridad de los trabajadores situados en las proximidades.
- Cuando el operador no pueda ejecutar las órdenes recibidas por el señalista con las garantías de seguridad necesarias, deberá suspender la maniobra que está realizando, para solicitar nuevas instrucciones.

##### 4.2.19.1 Señales gestuales

Serán aquellos movimientos o disposición de los brazos o de las manos en forma codificada para guiar a las personas que realizan maniobras que constituyan un riesgo para los trabajadores. Cumplirán las siguientes características generales:

- Los gestos utilizados podrán variar o ser más detallados que los recogidos por el Real Decreto 485/1997, a condición de que su significado y comprensión sean, por lo menos equivalentes.
- Las señales gestuales deberán ser precisas, simples, amplias, fáciles de realizar y comprender y serán claramente distinguibles de cualquier otra señal gestual.
- La utilización de los dos brazos al mismo tiempo se hará de forma simétrica y para una sola señal gestual.

#### 4.2.20 Sistemas de protección contra incendios

Para lucha contra incendios en obra se instalarán extintores cerca de los puntos susceptibles de provocar un fuego o en zonas en donde se realicen trabajos que generen llamas o chispas, en cumplimiento del Real Decreto 1627/1997.

Estarán esmaltados en color rojo, llevarán soporte para su anclaje y serán revisados y retimbrados por empresa autorizada según el mantenimiento oportuno recomendando.

Se instalará en lugares de paso normal de personas, manteniendo el área libre de obstáculos. En los puntos donde su visibilidad quede obstaculizada, se implantará una señal que indique su localización.

Para ciertos trabajos será necesario tener disponibles mantas ignífugas para poder sofocar pequeños fuegos. Son láminas de material flexible ignífugo que cumple lo establecido en la norma UNE-EN 1869: “Mantas ignífugas”. Deberán ir correctamente envasadas, disponer de un folleto con las instrucciones de uso y mantenimiento y con fecha de caducidad menor de 20 años. Deben estar ubicadas en un lugar visible, cerca de los puntos que se estimen tengan mayor probabilidad de uso, de adecuada accesibilidad y señalizados.

#### 4.2.21 Tapón de plástico para armaduras tipo “seta”

Tapón protector tipo “seta” de PVC, de color rojo, para protección de extremos de armaduras de 12 a 32 mm de diámetro. Se colocarán en las esperas de la ferralla para evitar punzonamientos, hasta que se continúen los trabajos oportunos.

#### 4.2.22 Topes de desplazamiento de vehículos

Se podrán realizar con un par de tablones embreados, fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz. Se utilizarán en los trabajos de vertido o carga en zanjas y pozos para evitar desplazamientos de la maquinaria no deseados.

#### 4.2.23 Toldos de protección solar

Los toldos tendrán una sustentación resistente a las posibles ráfagas de viento y una altura suficiente para poder realizar las tareas sin dificultad. Se recomienda emplearlos para trabajos en periodo de verano, en los que la actividad se desarrolle en un mismo emplazamiento, evitando así la exposición continuada de los trabajadores a los rayos del sol.

Los toldos de protección solar se ajustarán a lo especificado en las normas:

- UNE-EN 13561/AC: “*Persianas exteriores y toldos. Requisitos de prestaciones incluida la seguridad*”.
- UNE-EN 14500: “*Toldos y persianas. Confort térmico y acústico. Métodos de ensayo y de cálculo*”.

#### 4.2.24 Ventilación o extracción

La ventilación es fundamental para asegurar la inocuidad de la atmósfera interior, tanto previa a la realización de los trabajos caso de encontrarse el ambiente contaminado o irrespirable, como durante ejecución de los trabajos por requerir una renovación continuada del ambiente interior.

Generalmente la ventilación natural es insuficiente y es preciso recurrir a ventilación forzada. El caudal de aire a aportar y la forma de efectuar tal aporte con la consiguiente renovación total de la atmósfera interior está en función de las características del espacio, del tipo de contaminante y del nivel de contaminación existente, lo que habrá de ser determinado en cada caso estableciendo el procedimiento de ventilación adecuado.

Cuando se trate de extraer gases de mayor densidad que la del aire será recomendable introducir el tubo de extracción hasta el fondo del recinto posibilite tanto que la boca de entrada a éste sea la entrada natural del aire.

Cuando se trate de sustancias de densidad similar o inferior a la del aire será recomendable insuflar aire al fondo del recinto facilitando la salida de aire por la parte superior.



PROYECTO DE UNA INSTALACION FOTOVOLTAICA  
EN EL DEPOSITO EL PINAR EN LA ETAP DE COLMENAR  
Anejo Nº 12. Estudio de Seguridad y Salud

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los definidos en el presente Proyecto. El conducto será estanco y el nivel de ventilación será el adecuado en función del nivel de contaminación del ambiente de trabajo.

Seguirán lo especificado en la norma UNE-EN 12237: “*Ventilación de edificios. Conductos. Resistencia y fugas de conductos circulares de chapa metálica*”.



## 5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

### 5.1 Condiciones generales

La utilización de equipos de protección colectiva tendrá siempre preferencia frente a la utilización de equipos de protección individual. Todo equipo de protección individual se ajustará a las normas de control vigente en el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual, y sus posteriores modificaciones, así como lo establecido en el Real Decreto 773/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

En cumplimiento del Real Decreto 1407/1992, los equipos deben haber sido sometidos al procedimiento de evaluación de la conformidad que les corresponda según su tipología. De esta manera, se clasifican en tres categorías en función del nivel de riesgo del que protegen en Categorías I, II y III.

Los equipos de protección individual cumplirán las siguientes condiciones generales:

- Tendrán marcado "CE" y manual de instrucciones para su uso y conservación.
- Los equipos de protección individual que cumplan con la indicación expresada en el punto anterior tienen autorizado su uso durante su período de vigencia.
- Se comprobará la fecha de caducidad de los equipos de protección y en caso de que se sobrepase dicha fecha, se sustituirán por unos nuevos.
- Los equipos de protección individual en uso que estén rotos serán reemplazados de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual.
- Todos aquellos elementos de protección personal, incluso ropa y calzado de trabajo, que sean entregados al trabajador serán de uso exclusivo del mismo en tanto éste se encuentre asignado al tajo o trabajo para el cual se le haya dotado de dichos elementos. El trabajador cuidará y mantendrá el equipo y será responsable de su estado; no intercambiará con otros ningún elemento o equipo de seguridad y en caso de ser trasladado a otro trabajo en el que no se requiera el equipo que tiene asignado (excepto ropa y calzado de trabajo), devolverá a la empresa los elementos recibidos, en perfecto estado de conservación.
- Aquellas prendas o elementos de protección personal que hayan sido utilizados por un trabajador y devueltos por éste antes de finalizar la vida útil del material, serán retirados e inutilizados, salvo que fuesen a ser asignados a otro trabajador, en cuyo caso se revisarán y desinfectarán previamente, de forma que sólo podrán entregarse de nuevo, para su uso durante el resto de su vida útil, si las condiciones del equipo o prenda son óptimas.



## 5.2 Condiciones específicas de cada equipo de protección individual

### *Protecciones de la cabeza*

#### 5.2.1 Casco de seguridad

##### 5.2.1.1 Normativa

Los cascos de seguridad cumplirán las normas:

- UNE-EN 13087: “Cascos de protección”.
- UNE-EN 397+A1: “Cascos de protección para la industria”.

##### 5.2.1.2 Especificación técnica

Casco de seguridad para protección contra golpes en la cabeza, con atalaje provisto de 6 puntos de anclaje con cintas textiles de amortiguación y contra el sudor de la frente frontal, ajustable a la nuca de tal forma que se impida la caída accidental del casco.

##### 5.2.1.3 Obligación de su utilización

Durante toda la realización de la obra y en todos los lugares, con excepción de instalaciones provisionales para los trabajadores; oficinas y en el interior de cabinas de maquinaria y siempre que no existan riesgos para la cabeza.

##### 5.2.1.4 Ámbito de obligación de su utilización

Desde el momento de entrar en la obra, durante toda la estancia en ella, dentro de los lugares con riesgos para la cabeza.

#### 5.2.2 Cascos de seguridad dieléctrico

##### 5.2.2.1 Normativa

Los cascos de seguridad cumplirán la norma UNE-EN 50365: “Cascos eléctricamente aislantes para la utilización en instalaciones de baja tensión”.

##### 5.2.2.2 Especificación técnica

Casco de seguridad contra golpes en la cabeza y aislante de la electricidad, con atalaje provisto de 6 puntos de anclaje con cintas textiles de amortiguación y contra el sudor de la frente frontal, ajustable a la nuca de tal forma que se impida la caída accidental del casco.

Como Equipo de protección individual frente al choque eléctrico se pueden establecer los siguientes voltajes para el uso del casco aislante de la electricidad:

Clase 0	$V_{ca} < 1000 \text{ V}$
	$V_{cc} < 1500 \text{ V}$

##### 5.2.2.3 Obligación de su utilización

Durante toda la realización de la obra y en todos los lugares con riesgos eléctricos, con excepción de instalaciones provisionales para los trabajadores; oficinas y en el interior de cabinas de maquinaria y siempre que no existan riesgos para la cabeza.

#### 5.2.2.4 *Ámbito de obligación de su utilización*

En los lugares de la obra donde existan riesgos para la cabeza y, a su vez, haya peligros de contacto eléctrico.

#### **Protecciones auditivas**

### 5.2.3 Protecciones auditivas tipo orejeras

#### 5.2.3.1 *Normativa*

Las orejeras cumplirán las siguientes normas:

- UNE-EN 352-1: “Protectores auditivos. Requisitos generales. Parte 1: Orejeras”.
- UNE-EN 352-3: “Protectores auditivos. Requisitos generales. Parte 3: Orejeras acopladas a cascos de protección”.
- UNE-EN 352-5: “Protectores auditivos. Requisitos generales. Parte 5: Orejeras con reducción activa del ruido”.

#### 5.2.3.2 *Especificación técnica*

Amortiguador de ruido formados por dos casquetes que cubren los pabellones auditivos que se adaptan a la cabeza, produciendo un sellado acústico mediante unas almohadillas flexibles rellenas de espuma o líquido viscoso. Las superficies internas de los casquetes están rellenas de material absorbente del sonido. Los casquetes estarán unidos mediante una banda de plástico o metal (arnés) que ejerce presión a ambos lados de la cabeza, o serán acoplables a cascos de protección.

#### 5.2.3.3 *Obligación de su utilización*

En la realización o trabajando en presencia de un ruido cuya presión sea igual o superior a 80 dB medidos con sonómetro en la escala ‘A’.

#### 5.2.3.4 *Ámbito de obligación de su utilización*

En aquellos lugares de la obra para proteger del punto productor del ruido. Brindan protección adecuada en la mayoría de las situaciones donde existe presencia de fuerte ruido no permitiendo oír la voz humana.

### 5.2.4 Par de tapones antirruído desechables

#### 5.2.4.1 *Normativa*

Los tapones cumplirán la norma: UNE-EN 352-2: “Protectores auditivos. Requisitos generales. Parte 2: Tapones”.

#### 5.2.4.2 *Especificación técnica*

Par de tapones antirruído de un solo uso, fabricados en cloruro de polivinilo o silicona moldeable.

#### 5.2.4.3 *Obligación de su utilización*

En la realización o trabajando en presencia de un ruido cuya presión sea igual o superior a 25 dB medidos con sonómetro en la escala ‘A’.

#### 5.2.4.4 Ámbito de obligación de su utilización

En puestos de trabajo donde exista riesgo de exposición a ruido, humedad o calor. Brindan protección adecuada en la mayoría de las situaciones donde existe presencia de un ruido molesto permitiendo oír la voz humana.

#### **Protecciones faciales y oculares**

#### 5.2.5 Gafas de protección

##### 5.2.5.1 Normativa

Los ensayos de las gafas de seguridad contra las proyecciones y los impactos cumplirán las siguientes normas:

- UNE-EN 166: "Protección individual de los ojos. Especificaciones".
- UNE-EN 167: "Protección individual de los ojos. Métodos de ensayo ópticos".
- UNE-EN 168: "Protección individual de los ojos. Métodos de ensayo no ópticos".
- UNE-EN 169: "Protección individual de los ojos. Filtros para soldadura y técnicas relacionadas. Especificaciones del coeficiente de transmisión (transmitancia) y uso recomendado".
- UNE-EN 170: "Protección individual de los ojos. Filtros para el ultravioleta".
- UNE-EN 171: "Protección individual de los ojos. Filtros para el infrarrojo".
- UNE-EN 172: "Protección individual del ojo. Filtros de protección solar para uso laboral".

##### 5.2.5.2 Especificación técnica

Se escogerá para cada tipo de trabajo, las gafas que correspondan para garantizar la máxima seguridad de los trabajadores:

- Gafas antipolvo: adaptables con hermeticidad al rostro con montura flexible, con sistema de sujeción formado por bandas elásticas, lentes panorámicas y antiempañables.
- Gafas de soldadura oxiacetilénica y oxicorte de cabeza: adaptable a la cabeza mediante sistema de carraca, con montura integral con frontal abatible, antiinflamable, resistente a la perforación y penetración por objeto candente.
- Gafas de protección: montura de vinilo con pantalla exterior de policarbonato, pantalla interior antichoque y cámara de aire entre las dos pantallas. Diseñada para trabajos con riesgo de impactos en los ojos.

##### 5.2.5.3 Obligación de su utilización

En la realización de todos los trabajos con riesgos de proyección de partículas.

##### 5.2.5.4 Ámbito de obligación de su utilización

En cualquier punto de la obra en el que se trabaje produciendo o arrancando partículas.

#### 5.2.6 Pantallas faciales

##### 5.2.6.1 Normativa

Las pantallas faciales deberán cumplir la norma:

- UNE-EN 166: "Protección individual de los ojos. Especificaciones".

- UNE EN 1731: *“Protectores oculares y faciales de malla”*.

#### 5.2.6.2 Especificación técnica

- Pantalla de seguridad para la protección facial con visor de plástico para la protección de los ojos y de la cara frente a la proyección de partículas. Asegurada por una lámina de material plástico (acetato, metacrilato, policarbonato, etc.) transparente y con distinto espesor en función de los riesgos que trate de evitar. La dimensión vertical es variable según sea el modelo y la zona de la cara que quiera protegerse.
- Pantallas faciales de malla con el cuerpo de la pantalla fabricado en malla con reborde rígido, podrá disponer de un espacio libre para acoplar los elementos a través de los cuales se permitirá la visión de la tarea, o ser en su totalidad de malla, adaptable a la cabeza mediante sistema de carraca
- Pantalla facial con tejido armonizado o reflectante (material textil de algodón o sintético) aislante del calor, con la cara anterior recubierta por una capa de un material que refleja la radiación calorífica, y con un espacio libre para acoplar los elementos a través de los cuales se permitirá la visión de la tarea.

#### 5.2.6.3 Obligación de su utilización

En la realización de todos los trabajos con riesgos de proyección o arranque de partículas.

En la realización de todos los trabajos forestales o de jardinería con riesgos de proyección o arranque de partículas que se desarrollen en la obra se emplearán pantallas faciales de malla.

#### 5.2.6.4 Ámbito de obligación de su utilización

En cualquier punto de la obra en el que se trabaje produciendo o arrancando partículas.

En trabajos forestales o de jardinería se emplearán pantallas faciales de malla donde se produzcan proyección de partículas.

### 5.2.7 Pantallas para soldadura

#### 5.2.7.1 Normativa

Las pantallas para soldadura deberán cumplir las siguientes normas:

- UNE-EN 169: *“Protección individual de los ojos. Filtros para soldadura y técnicas relacionadas”*.
- UNE-EN 379+A1: *“Protección individual del ojo. Filtros automáticos para soldadura”*.
- UNE-EN 175: *“Protección individual. Equipos para la protección de los ojos y la cara durante la soldadura y técnicas afines”*.

#### 5.2.7.2 Especificación técnica

- Pantalla de soldadura eléctrica de mano resistente a la perforación y penetración de objeto candente, ininflamable.
- Pantalla de soldadura eléctrica de cabeza, mirilla abatible, adaptable o no al casco, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, ininflamable.
- Pantalla de soldadura oxiacetilénica abatible, resistente a la perforación y penetración de objeto candente, ininflamable, ventanal abatible adaptable a la cabeza y compatible con el uso de casco o adaptable a la cabeza mediante sistema de carraca.

### 5.2.7.3 Obligación de su utilización

En procesos de soldadura y técnicas relacionadas.

### 5.2.7.4 Ámbito de obligación de su utilización

En tajo de la obra en el que se esté realizando trabajos de soldadura.

### **Protecciones de las vías respiratorias**

## 5.2.8 Equipos respiratorios aislantes

### 5.2.8.1 Normativa

Los equipos respiratorios aislantes cumplirán las siguientes normas en función de su tipología:

Equipos aislantes de aire fresco:

- UNE-EN 138: *“Equipos de protección respiratoria. Equipos de protección respiratoria con manguera de aire fresco provistos de mascarara, mascarilla o conjunto boquilla. Requisitos, ensayos, marcado”*.
- UNE-EN 269: *“Equipos de protección respiratoria. Equipos de protección respiratoria con manguera de aire fresco asistidos con capuz. Requisitos, ensayos, marcado”*.

Equipos aislantes de aire comprimido:

- UNE-EN 12021: *“Equipos de protección respiratoria. Aire comprimido para equipos de protección respiratoria aislantes”*
- UNE-EN 14593-1: *“Equipos de protección respiratoria. Equipos respiratorios de línea de aire comprimido con válvula a demanda. Parte 1: Equipos con máscara completa. Requisitos, ensayos, marcado”*.
- EN 14593-2: *“Equipos de protección respiratoria. Equipos respiratorios de línea de aire comprimido con válvula a demanda. Parte 2: Equipos con media máscara de presión positiva. Requisitos, ensayos, marcado”*.
- UNE-EN 14594: *“Equipos de protección respiratoria. Equipos respiratorios con línea de aire comprimido de flujo continuo. Requisitos, ensayos, marcado”*.

Equipos aislantes autónomos:

- UNE-EN 137: *“Equipos de protección respiratoria. Equipos de respiración autónomos de circuito abierto de aire comprimido con máscara completa. Requisitos, ensayos, marcado”*.
- UNE-EN 145/A1: *“Equipos de protección respiratoria. Equipos de protección respiratoria autónomos de circuito cerrado de oxígeno comprimido o de oxígeno-nitrógeno comprimido. Requisitos, ensayos, marcado”*.
- UNE-EN 14435: *“Equipos de protección respiratoria. Equipos de respiración autónomos de circuito abierto, de aire comprimido, provistos de media máscara para ser usados sólo con presión positiva. Requisitos, ensayos, marcado”*.

### 5.2.8.2 Especificación técnica

Equipos autónomos de respiración en circuito cerrado o abierto con una autonomía máxima de una hora, tres cuartos de hora o media hora; de calidad adecuada a sus prestaciones, valorado en función del número óptimo de utilizaciones.

#### 5.2.8.3 Obligación de su utilización

En cualquier trabajo en el que haya baja concentración de oxígeno o contaminantes en el aire que puedan ser nocivos al producirse su inhalación.

#### 5.2.8.4 Ámbito de la obligación de su utilización

Recintos confinados y lugares donde existan gases perjudiciales o bajas concentraciones de oxígeno.

### 5.2.9 Equipos respiratorios filtrantes

#### 5.2.9.1 Normativa

Los equipos respiratorios filtrantes cumplirán las siguientes normas:

- UNE-EN 136/AC: *“Equipos de protección respiratoria. Máscaras completas. Requisitos, ensayos, marcado”*.
- UNE-EN 148-1: *“Equipos de protección respiratoria. Roscas para adaptadores faciales. Parte 1: Conector de rosca estándar”*.
- UNE-EN 149+A1: *“Dispositivos de protección respiratoria. Medias máscaras filtrantes de protección contra partículas. Requisitos, ensayos, marcado”*.
- UNE-EN 405+A1: *“Equipos de protección respiratoria. Medias máscaras filtrantes con válvulas para la protección contra gases o contra gases y partículas. Requisitos, ensayos, marcado”*.
- UNE-EN 1827: *“Equipos de protección respiratoria. Mascarillas sin válvulas de inhalación y con filtros desmontables contra los gases, contra los gases y partículas o contra las partículas únicamente. Requisitos, ensayos, marcado”*.
- UNE-EN 12941/A2: *“Equipos de protección respiratoria. Equipos filtrantes de ventilación asistida incorporados a un casco o capuz. Requisitos, ensayos, marcado”*.
- UNE-EN 12942/A2: *“Equipos de protección respiratoria. Equipos filtrantes de ventilación asistida provistos de máscaras o mascarillas. Requisitos, ensayos, marcado”*.
- UNE-EN 14387+A1: *“Equipos de protección respiratoria. Filtros contra gases y filtros combinados. Requisitos, ensayos, marcado”*.

#### 5.2.9.2 Especificación técnica

Mascarilla autofiltrante de celulosa desechables dotada de bandas elásticas de sujeción a la cabeza para trabajos con polvo y humos.

Mascarilla respiratoria con una válvula de exhalación, fabricada en material inerte y atóxico, con filtros para partículas y aerosoles, o contra gases y vapores.

Semimáscara con uno o dos filtros intercambiables para partículas y aerosoles, o contra gases y vapores.

Máscara completa de un filtro intercambiable para partículas y aerosoles, o contra gases y vapores, que cubre ojos, nariz, boca y barbilla, ajustada herméticamente.

#### 5.2.9.3 Obligación de su utilización

En cualquier trabajo de con producción de partículas, aerosoles, gases o vapores que puedan ser nocivo al producirse su inhalación, seleccionando el tipo de máscara o de filtro según corresponda.



#### 5.2.9.4 Ámbito de obligación de su utilización

Tajos donde se produzcan partículas, aerosoles, gases o vapores nocivos.

#### 5.2.10 Equipos respiratorios para soldadura

##### 5.2.10.1 Normativa

El equipo cumplirá con lo especificado en la norma UNE-EN 12941/A2: *“Equipos de protección respiratoria. Equipos filtrantes de ventilación asistida incorporados a un casco o capuz. Requisitos, ensayos, marcado”*.

##### 5.2.10.2 Especificación técnica

Mascarilla respiratoria con una o dos válvulas, fabricada en material inalérgico y atóxico, con filtros intercambiables para humo de soldadura y polvo.

Equipo respiratorio compuesto por un dispositivo de suministro de aire unido a un casco o pantalla protectora de la superficie facial que integra un visor específico para observar las operaciones de soldadura, manteniendo ojos, rostro y vías respiratorias fuera de posibles peligros por radiaciones, partículas y otros agentes contaminantes.

##### 5.2.10.3 Obligación de su utilización

En procesos de soldadura y técnicas relacionadas con baja concentración de oxígeno o gases nocivos.

##### 5.2.10.4 Ámbito de obligación de su utilización

En tajo de la obra en el que se esté realizando trabajos de soldadura.

#### 5.2.11 Filtros de partículas, de gases y combinados

##### 5.2.11.1 Normativa

Los filtros para máscaras de protección de las vías respiratorias lo especificado en las normas:

- UNE-EN 143: *“Equipos de protección respiratoria. Filtros contra partículas. Requisitos, ensayos, marcado”*.
- UNE-EN 14387+A1: *“Equipos de protección respiratoria. Filtros contra gases y filtros combinados. Requisitos, ensayos, marcado”*.

##### 5.2.11.2 Especificación técnica

Las máscaras que protegen de gases, vapores y sus combinaciones para contaminantes en forma de partícula, pueden tener filtros intercambiables.

Filtros contra partículas y aerosoles: material filtrante constituido por un entramado de fibras plásticas el cual retiene al contaminante. Son los filtros tipo P y se clasifican, en función de su eficacia filtrante, en tres clases:

- P-1: Filtros de baja eficacia.
- P-2: Filtros de media eficacia.
- P-3: Filtros de alta eficacia.



Filtros contra gases y vapores: material filtrante es carbón activo al que se le somete a distinto tratamiento en función del contaminante a retener. Tenemos los siguientes tipos de filtros según su capacidad:

- Clase 1: Filtros de baja capacidad.
- Clase 2: Filtros de media capacidad.
- Clase 3: Filtros de alta capacidad.

#### 5.2.11.3 Obligación de su utilización

Trabajos en atmósferas que contengan sustancias peligrosas.

#### 5.2.11.4 Ámbito de obligación de su utilización

Se emplearán siempre para los trabajos en atmósferas que contienen sustancias peligrosas, seleccionando el filtro adecuado para cada tipo de riesgo (polvo, humos metálicos, gases, vapores, etc.) siguiendo las recomendaciones del fabricante.

### 5.2.12 Detectores de gases portátiles

#### 5.2.12.1 Normativa

Los equipos cumplirán con lo especificado en la norma UNE-EN 60079-29: "Atmósferas explosivas. Detectores de gases".

#### 5.2.12.2 Especificación técnica

Los detectores de gases portátiles, por norma general, deberán poder medir gases explosivos, O<sub>2</sub>, CO o SO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S o NO<sub>2</sub>, dependiendo de las necesidades. La finalidad es detectar ausencia de oxígeno, la presencia de gases tóxicos y/o de gases explosivos estando calibrados según unos niveles estándares para garantizar una atmósfera segura para el trabajador. Dichos detectores deberán ser capaces de medir 4 tipos de gases diferentes de manera simultánea y, en caso de no cumplirse los parámetros, emitir una alarma luminosa y sonora indicando el riesgo de atmósfera peligrosa.

#### 5.2.12.3 Obligación de su utilización

En espacios confinados, recintos con poca ventilación y con posibilidad de que exista una baja concentración de oxígeno o de presencia de gases tóxicos y/o explosivos. Es obligatorio que el personal que pueda estar expuesto a estos riesgos tenga los equipos de detección necesarios.

#### 5.2.12.4 Ámbito de obligación de su utilización

En aquellos lugares de trabajo que en condiciones normales la atmósfera no es peligrosa, pero existe una alta probabilidad de formación de vapores o gases tóxicos, así como ausencia de oxígeno o atmósferas explosivas.

En recintos confinados como: digestores, gasómetros, depósitos de fangos, bombeos, cubas, depósitos cerrados, alcantarillados, colectores, cámaras subterráneas, etc.

### **Protecciones de manos y brazos**

#### 5.2.13 Guantes de protección contra agresiones mecánicas

##### 5.2.13.1 Normativa

Los guantes de protección contra agresiones mecánicas cumplirán las normas:

- UNE-EN 420+A1: *"Guantes de protección. Requisitos generales y métodos de ensayo"*.
- UNE-EN 388+A1: *"Guantes de protección contra riesgo mecánico"*.

##### 5.2.13.2 Especificación técnica

Par de guantes de protección para manipular materiales abrasivos fabricados en nitrilo de alta resistencia con refuerzo en dedos pulgares.

Par de guantes fabricados en cuero flor en la parte anterior de palma y dedos de la mano, dorso de loneta de algodón, ajustables a la muñeca de las manos mediante bandas extensibles ocultas.

Par de guantes de protección para manipular objetos cortantes y puntiagudos, resistentes al corte y a la abrasión, fabricados en látex reforzado.

##### 5.2.13.3 Obligación de su utilización

En todos los trabajos de manejo de herramientas manuales como picos, palas; y manejo de sogas o cuerdas y trabajos similares.

##### 5.2.13.4 Ámbito de obligación de su utilización

En todo el recinto de la obra.

#### 5.2.14 Guantes de protección contra agresiones químicas

##### 5.2.14.1 Normativa

Los guantes fabricados en goma o material plástico sintético cumplirán las normas:

- UNE-EN ISO 374-1: *"Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos. Parte 1: Terminología y requisitos de prestaciones para riesgos químicos"*.
- UNE-EN ISO 374-1:2016/A1:2018: *"Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos. Parte 1: Terminología y requisitos de prestaciones para riesgos químicos. Modificación 1"*.
- UNE-EN 374-2: *"Guantes de protección contra productos químicos y los microorganismos. Parte 2: Determinación de la resistencia a penetración"*.
- UNE-EN 16523-1:2015+A1:2018: *"Determinación de la resistencia de los materiales a la permeabilidad de los productos químicos. Parte 1: Permeabilidad por un producto químico líquido en condiciones de contacto continuo"*.
- UNE-EN ISO 374-4: *"Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos. Parte 4: Determinación de la resistencia a la degradación por productos químicos"*.
- UNE-EN 420+A1: *"Guantes de protección. Requisitos generales y métodos de ensayo"*.

#### 5.2.14.2 Especificación técnica

Par de guantes de protección de goma fina reforzados para trabajos con materiales húmedos, albañilería, pocería, hormigonado, etc.

Par de guantes de protección contra aceites y grasas fabricados en neopreno.

#### 5.2.14.3 Obligación de su utilización

Tareas en las que se manipulen productos químicos o materiales pulverulentos o pastas hidráulicas.

#### 5.2.14.4 Ámbito de obligación de su utilización

En todo el recinto de la obra.

### 5.2.15 Guantes de protección contra el frío

#### 5.2.15.1 Normativa

Los guantes de protección contra el frío cumplirán la norma UNE-EN 511: “*Guantes de protección contra el frío*”.

#### 5.2.15.2 Especificación técnica

Par de guantes de protección contra el frío fabricados en serraje.

#### 5.2.15.3 Obligación de su utilización

Trabajos generales al aire libre cuando las circunstancias no requieran otra tipología de guante específica y sean necesarios por las condiciones climáticas.

#### 5.2.15.4 Ámbito de obligación de su utilización

En todo el recinto de la obra.

### 5.2.16 Guantes de protección contra el calor

#### 5.2.16.1 Normativa

Los guantes de protección contra el calor cumplirán la norma:

- UNE EN 407: “*Guantes de protección contra riesgos térmicos (calor y/o fuego)*”.
- UNE-EN 420+A1: “*Guantes de protección. Requisitos generales y métodos de ensayo*”.

#### 5.2.16.2 Especificación técnica

- Par de guantes de protección contra riesgos derivados de una exposición al calor y/o llamas (quemaduras) en una o más de las siguientes formas: fuego, calor de contacto, calor convectivo, calor radiante, pequeñas salpicaduras o grandes cantidades de metal fundido.
- Para niveles de prestación de calor de contacto, calor convectivo, calor radiante y pequeñas salpicaduras de metal fundido, el producto debe alcanzar, al menos, el nivel 3 en el ensayo de comportamiento a la llama. En caso contrario, el nivel máximo de prestación contra calor de contacto, calor convectivo, calor radiante y pequeñas salpicaduras se debe registrar como nivel 2.

#### 5.2.16.3 Obligación de su utilización

Trabajos en los que se trabaje con piezas o elementos a altas temperaturas con riesgo de quemaduras.

#### 5.2.16.4 Ámbito de obligación de su utilización

En todo el recinto de la obra.

### 5.2.17 Guantes para soldadores

#### 5.2.17.1 Normativa

Los guantes de protección para soldadores serán fabricados preferentemente en cuero flor y loneta, cumplirán la norma:

- UNE-EN 420+A1: "Guantes de protección. Requisitos generales y métodos de ensayo".
- UNE-EN 12477/A1: "Guantes de protección para soldadores".

#### 5.2.17.2 Especificación técnica

- Par de guantes de protección en trabajo de soldadura fabricados en serraje con manga de 12 ó 18 cm.
- Par de guantes totalmente fabricados en cuero flor, dedos, palma y dorso, ajustables a la muñeca de las manos mediante tiras textil elásticas.
- Manguitos de soldadura para trabajos de soldadura fabricados en serraje.

#### 5.2.17.3 Obligación de su utilización

Trabajos de soldadura en general.

#### 5.2.17.4 Ámbito de obligación de su utilización

Tajos de la obra en los que se realiza trabajos de soldadura.

### 5.2.18 Guantes dieléctricos

#### 5.2.18.1 Normativa

Los guantes aislantes y cumplirán las normas:

- UNE-EN 16350: "Guantes de protección. Propiedades electrostáticas".
- UNE-EN 60903: "Trabajos en tensión. Guantes de material aislante".
- UNE-EN 61482-1: "Trabajos en tensión. Ropa de protección contra los peligros de arco eléctrico".

#### 5.2.18.2 Especificación técnica

- Par de guantes de protección eléctrica hasta 7.500 V de tensión, de clase 1, fabricados con material dieléctrico.
- Par de guantes de protección eléctrica de hasta 17.000 V de tensión, de clase 2, fabricados con material de alto poder dieléctrico.

Según el voltaje con el que se trabaje se emplearán las siguientes clases de guantes aislantes de la electricidad:

Clase	V <sub>ca</sub> (kV)	V <sub>cc</sub> (kV)
00	< 0,5	< 0,75
0	< 1	< 1,5
1	< 7,5	< 11,25
2	< 17	< 25,5
3	< 26,5	< 39,75
4	< 36	< 54

#### 5.2.18.3 Obligación de su utilización

En todos los trabajos en los que se deba actuar o manipular circuitos eléctricos con una tensión no superior a 500 voltios.

#### 5.2.18.4 Ámbito de obligación de su utilización

En toda la obra durante las maniobras e instalación general eléctrica provisional de obra o definitiva, cableado, cuadros y conexiones en tensión siempre que esta no pueda ser evitada. El trabajador debe estar protegido frente al choque y al arco eléctrico.

#### **Protecciones de pies y piernas**

#### 5.2.19 Calzado de protección

##### 5.2.19.1 Normativa

El calzado cumplirá las siguientes normas:

- UNE-EN ISO 20344: "Equipo de protección individual. Métodos de ensayo para calzado".
- UNE-EN ISO 20345: "Equipo de protección individual. Calzado de seguridad".
- UNE-EN ISO 20346: "Equipo de protección personal. Calzado de protección".
- UNE-EN ISO 20347: "Equipo de protección personal. Calzado de trabajo".

##### 5.2.19.2 Especificación técnica

- Par de botas de trabajo de cuero fabricadas en cuero, suela antideslizante, sin garantía de resistencia al impacto ni compresión en la parte delantera del pie.
- Par de botas de protección de cuero fabricadas en cuero, plantilla de texón, suela antideslizante resistente a hidrocarburos y aceites, puntera resistente al impacto hasta 100 J y compresión hasta 10 kN.
- Par de zapatos de seguridad de cuero para trabajos con riesgo mecánico, fabricados en cuero, con acolchado trasero, suela antideslizante, punteras resistentes al impacto hasta 200 J y compresión hasta 15 kN.
- Par de polainas para soldadura para trabajos de soldadura fabricadas en cuero con sistema de sujeción por debajo del calzado.

Todo el calzado será lo suficientemente flexibles para no causar molestias a los usuarios, y serán fáciles de calzar.

#### 5.2.19.3 Obligación de su utilización

Se emplearán en la realización de cualquier trabajo en función del riesgo existente: pisadas sobre objetos punzantes o cortantes, ambientes húmedos o encharcados.

#### 5.2.19.4 Ámbito de obligación de su utilización

En toda la obra.

### 5.2.20 Calzado dieléctrico

#### 5.2.20.1 Normativa

El calzado aislante de la electricidad cumplirá la siguiente norma UNE-EN 50321: “Calzado aislante de la electricidad para trabajos en instalaciones de baja tensión”.

#### 5.2.20.2 Especificación técnica

- Par de botas de seguridad dieléctricas para protección eléctrica de hasta 5000 V fabricadas con material dieléctrico, suela antideslizante, puntera resistente al impacto hasta 200 J y compresión hasta 15kN.
- Par de botas de seguridad dieléctricas de protección eléctrica de media tensión fabricadas con material dieléctrico, suela antideslizante, puntera resistente al impacto hasta 200 J y compresión hasta 15kN.

Según el voltaje con el que se trabaje se emplearán las siguientes clases de calzado aislantes de la electricidad:

Clase 00	$V_{ca} < 500 \text{ V}$	Código de color beige
	$V_{cc} < 750 \text{ V}$	
Clase 0	$V_{ca} < 1000 \text{ V}$	Código de color rojo
	$V_{cc} < 1500 \text{ V}$	

Todo el calzado será lo suficientemente flexibles para no causar molestias a los usuarios, y serán fáciles de calzar.

#### 5.2.20.3 Obligación de su utilización

Se emplearán en la realización de cualquier trabajo con la existencia del riesgo de contacto eléctrico. Su clase eléctrica dependerá de la tensión nominal.

#### 5.2.20.4 Ámbito de obligación de su utilización

Toda la superficie de la obra donde haya riesgo de contacto eléctrico.

### 5.2.21 Botas impermeables

#### 5.2.21.1 Normativa

El calzado impermeable cumplirá la siguiente norma UNE-EN ISO 20347: “Equipo de protección personal. Calzado de trabajo”.

#### 5.2.21.2 Especificación técnica

- Par de botas altas de trabajo resistentes al agua y barro, fabricadas en caucho u otro polímero, forrada con lona de algodón, suela antideslizante, sin garantía de resistencia al impacto ni compresión en la parte delantera del pie.
- Par de botas altas de protección resistentes al agua para trabajos en agua, barro y hormigón, fabricadas en caucho u otro polímero, forrada con lona de algodón, suela antideslizante, punteras resistentes al impacto hasta 100 J y compresión hasta 10kN.
- Para botas altas de seguridad resistentes al agua para trabajos en agua, barro y hormigón, fabricadas en caucho u otro polímero, forrada con lona de algodón, suela antideslizante, punteras resistentes al impacto hasta 200 J y compresión hasta 15kN.

Todo el calzado será lo suficientemente flexibles para no causar molestias a los usuarios, y serán fáciles de calzar.

#### 5.2.21.3 Obligación de su utilización

Todos aquellos trabajadores que deban caminar o estar sobre suelos embarrados, mojados o inundados. También se utilizarán por idénticas circunstancias, en días lluviosos.

#### 5.2.21.4 Ámbito de obligación de su utilización

En toda la extensión de la obra especialmente con suelo mojado, en las fases de movimiento de tierras cimentación, fabricación y ejecución de pastas hidráulicas: morteros y hormigones.

### 5.2.22 Polainas

#### 5.2.22.1 Normativa

Las polainas cumplirán las siguientes normas:

- UNE-EN ISO 11393-5: "Ropa de protección para usuarios de sierras de cadena accionadas a mano. Parte 5: Métodos de ensayo y requisitos de funcionamiento para polainas protectoras".
- UNE-EN 12568: "Protectores de pies y piernas. Requisitos y métodos de ensayo para topes y plantas resistentes a la perforación".
- UNE-EN ISO 13688: "Ropa de protección. Requisitos generales".
- UNE-EN ISO 11611: "Ropa de protección utilizada durante el soldeo y procesos afines".

#### 5.2.22.2 Especificación técnica

Par de polainas para trabajos de soldadura fabricadas en cuero con sistema de sujeción por debajo del calzado.

#### 5.2.22.3 Obligación de su utilización

En trabajos de soldadura.

En aquellos trabajos en los que se manipulen líquidos y pastas hidráulicas.

#### 5.2.22.4 Ámbito de obligación de su utilización

En toda la obra.



## 5.2.23 Rodilleras

### 5.2.23.1 Normativa

Las rodilleras cumplirán lo establecido en las normas:

- UNE-EN ISO 13688: *"Ropa de protección. Requisitos generales"*.
- UNE-EN 14404+A1: *"Equipos de protección individual. Rodilleras para trabajos en posición arrodillada"*.

### 5.2.23.2 Especificación técnica

Par de rodilleras de protección, ajustable mediante elástico, fabricadas en poliuretano u otro material resistente con parte frontal reforzada. Podrán ir sobre los pantalones o directamente sobre las rodillas.

### 5.2.23.3 Obligación de su utilización

Para trabajo en posición arrodillada o en los que deban apoyarse las rodillas de manera continuada.

### 5.2.23.4 Ámbito de obligación de su utilización

En toda la obra.

### **Protecciones de tronco y abdomen**

## 5.2.24 Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra agresiones mecánicas

### 5.2.24.1 Normativa

El mandil y manguitos de seguridad fabricado en cuero cumplirán las normas:

- UNE-EN ISO 11611: *"Ropa de protección utilizada durante el soldeo y procesos afines"*.
- UNE-EN ISO 13688: *"Ropa de protección. Requisitos generales"*.
- UNE-EN ISO 13998: *"Ropas de protección. Mandiles, pantalones y chalecos protectores contra los cortes y pinchazos producidos por cuchillos manuales"*.

### 5.2.24.2 Especificación técnica

Mandil para trabajos de soldadura fabricado en cuero con sujeción a cuello y cintura a través de correa.

Mandil delantal de cuero, para cubrición desde el pecho hasta media ante pierna, fabricado en serraje: dotado de una cinta de cuero para cuelgue a cuello y cintas de cuero de ajuste a la cintura.

### 5.2.24.3 Obligación de su utilización

En la realización de los trabajos de: soldadura y manejo de máquinas radiales (rozadoras, sierras).

### 5.2.24.4 Ámbito de obligación de su utilización

Trabajos en los que se produzcan o exista el riesgo de producción de partículas o chispas proyectadas y en todos aquellos similares.

## 5.2.25 Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra agresiones químicas

### 5.2.25.1 Normativa

Los mandiles y manguitos impermeables cumplirán las normas:

- UNE-EN 13034+A1: *“Ropa de protección limitada contra salpicaduras de productos químicos líquidos (Tipo 6)”*.
- UNE-EN 14325: *“Ropa de protección contra productos químicos. Métodos de ensayo y clasificación de las prestaciones de los materiales, costuras uniones y ensamblajes de la ropa de protección contra productos químicos”*.

### 5.2.25.2 Especificación técnica

Mandil impermeable de PVC para cubrición desde el pecho hasta media ante pierna fabricado en una sola pieza; reforzado en todo su perímetro con una banda textil sintética: dotado de una cinta de algodón para cuelgue al cuello y cintas de algodón para ajuste a la cintura.

### 5.2.25.3 Obligación de su utilización

En aquellas labores que supongan salpicaduras de agua, pastas diversas, hormigones, etc.

### 5.2.25.4 Ámbito de obligación de su utilización

En todo el ámbito de la obra, en aquellos trabajos descritos en el punto anterior o asimilables a ellos por analogía.

### 5.2.25.5 Obligación de su utilización

En lugares de la obra donde se puedan producir agresiones químicas.

## 5.2.26 Cinturones portaherramientas

### 5.2.26.1 Especificación técnica

Unidad de cinturón portaherramientas formado por faja con hebilla de cierre, dotada de bolsa de cuero y aros tipo canana con pasador de inmovilización, para colgar hasta 4 herramientas.

### 5.2.26.2 Ámbito de obligación de su utilización

En la realización de cualquier trabajo fuera de talleres que requieran un mínimo de herramientas y elementos auxiliares.

### 5.2.26.3 Obligación de su utilización

En toda la obra.

## 5.2.27 Fajas y cinturones de protección lumbar

### 5.2.27.1 Normativa

Las fajas y cinturones antivibratorios cumplirán la norma UNE-EN ISO 13688: *“Ropa de protección. Requisitos generales”*.

#### 5.2.27.2 Especificación técnica

Faja de protección lumbar elástica contra las vibraciones para la protección de la cintura y de las vértebras lumbares fabricada en diversas tallas, para protección contra movimientos vibratorios u oscilatorios, confeccionada con material elástico sintético y ligero; ajustable mediante cierres “velcro” o hebilla.

Cinturón de protección contra sobreesfuerzos, para la protección de la zona lumbar del cuerpo fabricada en cuero y material sintético ligero, ajustable en la parte delantera mediante hebillas.

#### 5.2.27.3 Ámbito de obligación de su utilización

Trabajos de conducción en, maquinaria de movimientos de tierra, picado con el martillo compresor y otras herramientas manuales o eléctricas que produzcan vibraciones.

#### 5.2.27.4 Obligación de su utilización

Para todos los trabajos de carga, transporte y descarga manual de objetos pesados y todo personal que pueda tener riesgo de sobreesfuerzos, así como en la realización de trabajos con máquinas o herramientas que transmitan al cuerpo vibraciones.

### **Protección total del cuerpo**

#### 5.2.28 Cremas protectoras

##### 5.2.28.1 Especificación técnica

Crema con factor de protección solar capaz de absorber o reflejar las radiaciones solares, protegiendo la piel de los efectos dañinos de las mismas.

##### 5.2.28.2 Obligación de su utilización

En trabajos expuesto al sol cuando las radiaciones ultravioletas puedan producir daños cutáneos.

##### 5.2.28.3 Ámbito de obligación de su utilización

En toda la obra donde se produzca una alta exposición a la radiación solar.

#### 5.2.29 Ropa de protección

##### 5.2.29.1 Normativa

El mono o buzo de trabajo cumplirá las siguientes normas:

- UNE-EN ISO 13688: “Ropa de protección. Requisitos generales”.
- UNE-EN 1149: “Ropas de protección. Propiedades electrostáticas”.
- UNE-EN 50286: “Ropa aislante para trabajos en instalaciones de baja tensión”.
- UNE-EN 60895: “Trabajos en tensión. Ropa conductora para trabajos en tensión hasta 800 kV de tensión nominal en corriente alterna y  $\pm 600$  kV en corriente continua”.

##### 5.2.29.2 Especificación técnica

Mono o buzo de trabajo, fabricado en diversos cortes y confección en una sola pieza, con cierre de doble cremallera frontal, con un tramo corto en la zona de la pelvis hasta cintura, dotado de seis bolsillos; dos a la altura del pecho, dos delanteros y dos traseros, en zona posterior de pantalón; cada uno de ellos

cerrados por una cremallera. Estará dotado de una banda elástica lumbar de ajuste en la parte dorsal al nivel de la cintura. Fabricados en algodón 100%.

Para la ropa aislante de protección de la electricidad se establecen los siguientes intervalos de voltaje:

Clase 00	$V_{ca} < 500 \text{ V}$
	$V_{cc} < 750 \text{ V}$

#### 5.2.29.3 Obligación de su utilización

En su trabajo a todos los trabajadores de la obra.

#### 5.2.29.4 Ámbito de obligación de su utilización

En toda la obra.

### 5.2.30 Ropa de protección contra el frío

#### 5.2.30.1 Normativa

La ropa de protección contra el frío cumplirá lo establecido en las normas:

- UNE-EN 342: “*Ropas de protección. Conjuntos y prendas de protección contra el frío*”.
- UNE-EN 14058: “*Ropa de protección. Prendas para la protección contra ambientes fríos*”.
- UNE-EN ISO 13688: “*Ropa de protección. Requisitos generales*”.

#### 5.2.30.2 Especificación técnica

Chaqueta de protección contra el frío fabricada en tejidos con buenas características para el aislamiento térmico, con cierres y costuras ideadas para tal fin.

#### 5.2.30.3 Obligación de su utilización

En aquellos trabajos realizados en lugares con bajas temperaturas.

#### 5.2.30.4 Ámbito de obligación de su utilización

En toda la obra cuando nos encontremos en:

- Ambiente caracterizado por una posible combinación de humedad y viento con una temperatura del aire por debajo de 5 °C.
- Ambiente caracterizado por una posible combinación de humedad y viento a una temperatura de 5 °C o mayor.

### 5.2.31 Ropa de protección contra la lluvia

#### 5.2.31.1 Normativa

La ropa de protección contra la lluvia cumplirá lo establecido en la norma UNE-EN 343: “*Ropas de protección. Protección contra la lluvia*”.

#### 5.2.31.2 Especificación técnica

Traje completo impermeable, fabricado en “material plástico formado por chaqueta con capucha y pantalón. La chaqueta estará dotada de bolsillos laterales delanteros y con cierre por abotonadura

simple y/o cremallera. El pantalón se sujetará por ajuste a la cintura mediante cinta de algodón embutida en el mismo.

Chaqueta impermeable tres cuartos fabricada en material plástico con bolsillos laterales delanteros, capucha y cierre por abotonadura simple y/o cremallera. Obligación de su utilización

En aquellos trabajos sujetos a salpicaduras o realizados en lugares con goteos o bajo tiempo lluvioso leve.

#### 5.2.31.3 *Ámbito de obligación de su utilización*

En toda la obra.

### 5.2.32 Ropa de señalización de alta visibilidad

#### 5.2.32.1 *Normativa*

La ropa de señalización de alta visibilidad cumplirá la norma UNE-EN ISO 20471: *“Ropa de alta visibilidad. Métodos de ensayo y requisitos”*.

#### 5.2.32.2 *Especificación técnica*

- Chaleco de obra reflectante para ser visto en lugares con escasa iluminación. . Fabricado en tejidos sintéticos transpirables reflectantes o catadióptricos con colores: amarillo o anaranjado, ajustable a la cintura mediante unas cintas “Velcro”.
- Pantalón reflectante para ser visto en lugares con escasa iluminación, ajustable a la cintura mediante banda elástica embutida, con bolsillos laterales.
- Chaqueta reflectante para ser visto en lugares de escasa iluminación, con bolsillos laterales delanteros y cierre con abotonadura simple y/o cremallera, existente en varias tallas.

#### 5.2.32.3 *Obligación de su utilización*

En trabajos en los que exista baja iluminación o en los lugares de la obra donde sea necesario la correcta visualización de los trabajadores por maquinista y conductores de vehículos.

#### 5.2.32.4 *Ámbito de obligación de su utilización*

En toda la obra cuando sea necesario realizar un trabajo con escasa iluminación en el que, por falta de visión clara, existan riesgos de atropello por máquinas o vehículos.

### 5.2.33 Ropa de soldador

#### 5.2.33.1 *Normativa*

La ropa para trabajos de soldadura cumplirá las normas:

- UNE-EN ISO 11611: *“Ropa de protección utilizada durante el soldeo y procesos afines”*.
- UNE-EN ISO 13688: *“Ropa de protección. Requisitos generales”*.

#### 5.2.33.2 *Especificación técnica*

Traje completo de soldador compuesto de chaqueta y pantalón para trabajos de soldadura destinado a proteger al usuario contra salpicaduras (pequeñas gotas de metal fundido), contacto de corta duración

con una llama, calor radiante procedente del arco, y minimizar la posibilidad de choque eléctrico breve por contacto accidental.

#### 5.2.33.3 *Obligación de su utilización*

En los lugares en los que se realicen trabajos de soldadura por parte del personal encargado de realizar las tareas.

#### 5.2.33.4 *Ámbito de obligación de su utilización*

En toda la obra.

### 5.2.34 Equipos de ayuda a la flotabilidad

#### 5.2.34.1 *Normativa*

Los equipos de ayuda a la flotabilidad cumplirán las normas:

- UNE-EN 14144: "Aros salvavidas. Requisitos, ensayos".
- UNE-EN ISO 12402-10: "Equipos de flotación individuales. Parte 10: Selección y aplicación de los equipos de flotación y de otros equipos relacionados".
- UNE-EN ISO 12402-2: "Equipos de flotación individuales. Parte 2: Chalecos salvavidas, nivel de rendimiento 275. Requisitos de seguridad".
- UNE-EN ISO 12402-2: "Equipos de flotación individuales. Parte 2: Chalecos salvavidas, nivel de rendimiento 275. Requisitos de seguridad".
- UNE-EN ISO 12402-3: "Equipos de flotación individuales. Parte 3: Chalecos salvavidas, nivel de rendimiento 150. Requisitos de seguridad".
- UNE-EN ISO 12402-7: "Equipos de flotación individuales. Parte 7: Materiales y componentes. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo".

#### 5.2.34.2 *Especificación técnica*

Chaleco salvavidas no inflable fabricado con material flotante, con bandas reflectantes, cintas de sujeción y ajustables.

Aro salvavidas circular de alta flotabilidad, construido de corcho o fibra plástica, empleado para ayudar a flotar una persona en el agua, y que llevan un cabo de agarre en toda su circunferencia. Deben ser incombustibles, resistentes, duraderos, de peso adecuado y fáciles de dirigir al tirarlos.

#### 5.2.34.3 *Obligación de su utilización*

En obras de instalaciones donde pueda existir riesgos de ahogamiento.

#### 5.2.34.4 *Ámbito de obligación de su utilización*

En toda la obra.

### ***Protecciones contra caídas***

### 5.2.35 Arnesees

#### 5.2.35.1 *Normativa*

Los arneses cumplirán lo establecido en las siguientes normas:



- UNE-EN 353: *“Equipos de protección individual contra caídas de altura”*.
- UNE-EN 354: *“Equipos de protección individual contra caídas. Equipos de amarre”*.
- UNE-EN 355: *“Equipos de protección individual contra caídas de altura. Absorbedores de energía”*.
- UNE-EN 358: *“Equipo de protección individual para sujeción en posición de trabajo y prevención de caídas de altura. Cinturones para sujeción y retención y componente de amarre de sujeción”*.
- UNE-EN 361: *“Equipos de protección individual contra caídas de altura. Arnesees anticaídas”*.
- UNE-EN 362: *“Equipos de protección individual contra caídas de altura. Conectores”*.
- UNE-EN 363: *“Equipos de protección individual contra caídas de altura. Sistemas anticaídas”*.
- UNE-EN 364/AC: *“Equipos de protección individual contra caída de alturas. Métodos de ensayo”*.
- UNE-EN 12841: *“Equipos de protección individual contra caídas. Sistemas de acceso mediante cuerda. Dispositivos de regulación de cuerda”*.
- UNE-EN 1891: *“Equipos de protección individual para la prevención de caídas desde una altura. Cuerdas trenzadas con funda, semiestáticas”*.

#### 5.2.35.2 Especificación técnica

Los arneses anticaídas podrán ser de diferentes tipologías atendiendo al tipo de trabajo a desempeñar y al nivel de riesgo de caída en altura que pueda darse. En función de los puntos de amarre de cada arnés podemos encontrar:

- 1 punto de amarre: arnés anticaídas básico con un punto de amarre y elementos accesorios de acero inoxidable.
- 2 puntos de amarre: arnés anticaídas con dos puntos de amarre y elementos accesorios de acero inoxidable.
- 2 puntos de amarre y cinturón: arnés anticaídas de arnés anticaídas con cinturón de amarre lateral de doble regulación y elementos accesorios de acero inoxidable.

Los arneses anticaídas irán enganchados mediante un subsistema de conexión a los dispositivos de anclaje situados en la estructura soporte. Estará formado por un dispositivo de parada y los conectores adecuados situados en cada extremo del subsistema.

Como dispositivo de parada se puede emplear:

- Dispositivos anticaídas deslizantes o retráctiles.
- Absorbedor de energía.

El absorbedor de energía generalmente estará conformado por una cinta elástica, mosquetón y elementos accesorios.

Existe una gran variedad de conectores de los que cabe mencionar los siguientes:

- Cinta eslinga de amarre, de longitud regulable, con dos lazadas en sus extremos., fabricada en poliamida.
- Cuerda de amarre fabricada en fibra, con mosquetón y gancho en sus extremos.
- Cable metálico de amarre fabricado en acero, con guarda cabos es sus extremos.

#### 5.2.35.3 Obligación de su utilización

En los trabajos con riesgos de caída en altura.



#### 5.2.35.4 *Ámbito de obligación de su utilización*

En toda la obra donde exista riesgo de caída en altura.

#### 5.2.36 Anclajes

##### 5.2.36.1 *Normativa*

Los anclajes para protección de caídas en altura cumplirán lo establecido en las normas:

- UNE-EN 795: *“Equipos de protección individual contra caídas. Dispositivos de anclaje”*.
- UNE-EN 364/AC: *“Equipos de protección individual contra caída de alturas. Métodos de ensayo”*.

##### 5.2.36.2 *Especificación técnica*

Dispositivo de anclaje es un conjunto de elementos o serie de elementos o componentes que incorporan uno o varios puntos de anclaje. La norma recoge seis clases, A1, A2, B, C, D y E.

Punto de anclaje es un elemento al que puede estar sujeto un equipo de protección individual contra caídas.

Anclaje estructural es un elemento o conjunto de elementos fijados a una estructura de forma permanente al que es posible sujetar un dispositivo de anclaje o un equipo de protección individual contra caídas, tales como anclajes mecánicos o químicos, tornillería, remaches, etc.

##### 5.2.36.3 *Obligación de su utilización*

En trabajos en los que exista riesgo de caída en altura.

##### 5.2.36.4 *Ámbito de obligación de su utilización*

En toda la obra donde exista riesgo de caída en altura.

#### 5.2.37 Dispositivos anticaídas deslizantes

##### 5.2.37.1 *Normativa*

Los dispositivos anticaídas cumplirán las normas:

- UNE-EN 354: *“Equipos de protección individual contra caídas. Equipos de amarre”*.
- UNE-EN 353-1: *“Equipos de protección individual contra caídas de altura. Parte 1: Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje rígida”*.
- UNE-EN 353-2: *“Equipos de protección individual contra caídas de altura. Parte 2: Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje flexible”*.
- UNE-EN 360: *“Equipos de protección individual contra caídas de altura. Dispositivos anticaídas retráctiles”*.
- UNE-EN 362: *“Equipos de protección individual contra caídas de altura. Conectores”*.

##### 5.2.37.2 *Especificación técnica*

Dispositivos anticaídas deslizantes son elementos que disponen de una función de bloqueo automático y de un mecanismo de guía. Se puede desplazar a lo largo de su línea de anclaje, acompañando al usuario sin requerir su intervención manual, durante los cambios de posición hacia arriba o hacia abajo y se

bloquea automáticamente sobre la línea de anclaje cuando se produce una caída dando lugar a la correspondiente disipación de energía.

Esta disipación se produce por la acción conjunta del dispositivo anticaídas deslizante y la línea de anclaje, o bien, mediante ciertos elementos incorporados en la línea de anclaje o en el elemento de amarre. Los dispositivos anticaídas deslizantes pueden estar dotados de un mecanismo para su apertura que además cumple la condición de que sólo puede abrirse o cerrarse mediante dos acciones manuales consecutivas y voluntarias.

#### 5.2.37.3 *Obligación de su utilización*

En trabajos en los que exista alto riesgo de caída en altura y sea preceptivo el uso de este u otro tipo equivalente de dispositivos.

#### 5.2.37.4 *Ámbito de obligación de su utilización*

En toda la obra.

### 5.2.38 Dispositivos anticaídas retráctiles

#### 5.2.38.1 *Normativa*

Los dispositivos anticaídas retráctiles cumplirán las normas:

- UNE-EN 360: *“Equipos de protección individual contra caídas de altura. Dispositivos anticaídas retráctiles”*.
- UNE-EN 353-2: *“Equipos de protección individual contra caídas de altura. Parte 2: Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje flexibles”*.
- UNE-EN 354: *“Equipos de protección individual contra caídas. Equipos de amarre”*

#### 5.2.38.2 *Especificación técnica*

Los dispositivos anticaídas retráctiles disponen de una función de bloqueo automático y de un mecanismo automático de tensión y retroceso del elemento de amarre de forma que se consigue un elemento de amarre retráctil. El propio dispositivo puede integrar un medio de disipación de energía o bien incorporar un elemento de absorción de energía en el elemento de amarre retráctil. Está constituido por un tambor sobre el que se enrolla y desenrolla un elemento de amarre y está provisto de un mecanismo capaz de mantener tenso dicho elemento.

Estos dispositivos permiten al usuario efectuar desplazamientos laterales, siempre que el ángulo de alejamiento, medido respecto de la vertical que pasa por el punto de anclaje del dispositivo, no supere el valor máximo de diseño para el cual está asegurado el correcto funcionamiento de sus mecanismos.

#### 5.2.38.3 *Obligación de su utilización*

En trabajos en los que exista alto riesgo de caída en altura y sea preceptivo el uso de este u otro tipo equivalente de dispositivos.

#### 5.2.38.4 *Ámbito de obligación de su utilización*

En toda la obra.

## 5.2.39 Líneas de vida

### 5.2.39.1 Normativa

Los dispositivos de anclaje equipados con líneas de anclaje flexibles horizontales fijas deben cumplir la norma:

- UNE-EN 364/AC: “Equipos de protección individual contra caída de alturas. Métodos de ensayo”.
- UNE-EN 795: “Protección contra caídas de altura. Dispositivos de anclaje. Requisitos y ensayos”.

La conexión a utilizar puede ser un dispositivo anticaída deslizante sobre línea de anclaje flexible (UNE-EN 353-2), un dispositivo anticaída retráctil (UNE-EN 360) o un absorbedor de energía con elemento de amarre incorporado (UNE-EN 355).

### 5.2.39.2 Especificación técnica

Los sistemas anticaídas para ascensos y descensos verticales estarán compuestos por un elemento metálico deslizante con bloqueo instantáneo en caso de caída y cuerda de amarre a arnés de 10 mm de diámetro y de longitud adecuada con mosquetón.

La cuerda guía para dispositivo anticaída podrá ser fabricada en nylon de 16 mm de diámetro, montada sobre punto de anclaje ya existentes.

Dispositivos de anclaje estarán provisto de una línea de anclaje flexible en la que se pueden incorporar lo largo de la línea equipos de protección individual anticaídas.

Los equipos deben ser compatibles para permitir que un usuario equipado con un arnés y demás equipos de protección, pueda desplazarse a lo largo del recorrido del dispositivo de anclaje estando siempre conectado.

### 5.2.39.3 Obligación de su utilización

En los lugares en los que se realicen trabajos con riesgos de caída en altura.

### 5.2.39.4 Ámbito de obligación de su utilización

En toda la obra.

## 5.3 Control de entrega de equipos

El Adjudicatario dispondrá de un modelo del “Parte de entrega de equipos de protección individual” que tenga por costumbre utilizar en sus obras. Si no lo posee deberá componerlo y presentarlo a la aprobación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

Contendrá como mínimo los siguientes datos:

- Número del parte.
- Identificación del Contratista.
- Empresa afectada por el control, sea contratista, subcontratista o un trabajador autónomo.
- Nombre del trabajador que recibe los equipos de protección individual.
- Oficio o empleo que desempeña.
- Categoría profesional.
- Listado de los equipos de protección individual que recibe el trabajador.
- Firma del trabajador que recibe el equipo de protección individual.



PROYECTO DE UNA INSTALACION FOTOVOLTAICA  
EN EL DEPOSITO EL PINAR EN LA ETAP DE COLMENAR  
Anejo Nº 12. Estudio de Seguridad y Salud

- Firma y sello de la empresa.
- Estos partes estarán confeccionados por duplicado. Los originales quedarán archivados en poder del Adjudicatario, y la copia se entregará al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

## 6. MAQUINARIA, MEDIOS AUXILIARES Y EQUIPOS

### 6.1 Condiciones generales

Toda la maquinaria y equipos deberán cumplir con las exigencias del Real Decreto 1644/2008, y sus correspondientes modificaciones, por las que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

Los equipos de trabajo y máquinas que no sean considerados lugares de trabajo tendrán que cumplir:

- Utilización: Real Decreto 1215/1997 "*Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo*".
- Lo contenido en su reglamentación específica (normalmente reglamentación industrial).

Todas las máquinas, equipos y medios auxiliares, a utilizar en la obra, tendrán incorporados sus propios dispositivos de seguridad exigibles por aplicación de la legislación vigente. Se prohíbe expresamente la introducción en el recinto de la obra de máquinas, equipos y medios auxiliares que no cumplan la normativa legal vigente.

Se prohíbe el montaje de las máquinas, equipos y medios auxiliares, de forma parcial; es decir, omitiendo el uso de alguno o varios de los componentes con los que se comercializan para su función.

Se adoptarán las medidas necesarias, incluido el mantenimiento adecuado, para que los equipos que se utilicen se sigan manteniendo en un nivel tal que cumplan lo dispuesto en la legislación vigente.

El uso, montaje y conservación de los medios auxiliares, máquinas y equipos, se hará siguiendo estrictamente las condiciones de montaje y utilización segura, contenidas en el manual de instrucciones editado por su fabricante.

Los trabajadores dispondrán de la formación adecuada, en relación con la utilización segura de los equipos, máquinas o medios auxiliares. Siempre se les facilitará la información necesaria para garantizar el correcto uso de aquellos equipos o máquinas cuya utilización pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores.

### 6.2 Requisitos generales de seguridad para la maquinaria

Se establecen a continuación los requisitos generales comunes a toda la maquinaria para reducir y prevenir los posibles riesgos consecuencia de su utilización y mantenimiento:

- Se presentará la relación de maquinaria adscrita a la obra indicando marca y modelo con su correspondiente ficha técnica, de forma previa al inicio de cada actividad.
- Será necesario la autorización por máquina adscrita a la obra.
- Antes de su entrada en obra, se exigirá la I.T.V. correspondiente de los vehículos y máquinas que corresponda. Al resto se le exigirá una revisión hecha por taller autorizado, certificando el correcto estado de seguridad de la máquina.
- La máquina antes de empezar cualquier trabajo deberá ser examinada completamente.
- En cuanto a sus revisiones y normas de seguridad para los trabajos de mantenimiento, se establecerá lo dispuesto en el libro de instrucciones del fabricante.
- Las revisiones deberán realizarse tantas veces como sean indicadas por el fabricante y fundamentalmente cuando haya habido un fallo en el material, en la máquina, en las instalaciones o los dispositivos de seguridad habiendo producido o no un accidente.
- Todos estos exámenes los realizará el encargado o personal competente designado por el mismo.

- Se obligará a toda la maquinaria y herramientas a cumplir con su normativa específica vigente y a poseer el marcado CE, cuando así sea preceptivo.
- Deberá vigilarse la correcta aplicación y uso de las medidas de prevención y equipos de protección, ya sean colectivos o individuales, que sean de aplicación durante la aplicación de la maquinaria.

### 6.3 Normas de actuación preventiva para los maquinistas

#### 6.3.1 Normas generales

- Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada.
- Asegurar la máxima visibilidad limpiando los retrovisores, parabrisas y espejos.
- Cuando alguien esté guiando al maquinista, éste no le perderá nunca del contacto visual.
- Limpiarse el calzado antes de utilizar la escalera de acceso a la cabina.
- En ningún caso se utilizará maquinaria que no sea diseñada específicamente para tal fin como medio de transporte.
- Encender los faros para ver y ser visto.
- Estar únicamente atento al trabajo.
- Mantener limpios los accesos, asideros y escaleras.
- No arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de los elementos móviles.
- No guardar combustible ni trapos grasientos sobre la maquinaria porque puede incendiarse.
- No ingerir bebidas alcohólicas antes y durante el trabajo.
- No liberar los frenos de la máquina en posición de parada, si antes no se ha instalado los tacos de inmovilización en las ruedas.
- No permitir que personas no autorizadas accedan a la máquina.
- No realizar carreras, ni bromas a los demás conductores.
- No saltar nunca directamente al suelo, si no es por peligro inminente.
- No subir utilizando las llantas, cubiertas, cadenas o guardabarros.
- No tomar medicamentos sin prescripción facultativa, especialmente tranquilizantes.
- No trabajar con la máquina en situación de avería o semiavería. Hay que repararlo primero antes de reiniciar el trabajo.
- No tratar de realizar "ajustes" con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento, puede sufrir lesiones.
- Para subir o bajar de la máquina, utilizar los peldaños y asideros dispuestos para tal función.
- Se comunicará por escrito al maquinista la normativa preventiva antes de los inicios de los trabajos.
- Suba y baje de la maquinaria de forma frontal, asiéndose con ambas manos.
- Verificar que la cabina esté limpia, sin restos de aceite, grasa o barro y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos.
- Vigilar la presión de los neumáticos y trabajar con el inflado a la presión recomendada por el fabricante de la máquina.



### 6.3.2 Operación de izado

- Nunca se deben levantar cargas si las cadenas o cables están enredados.
- No se debe nunca arrastrar o hacer esfuerzos laterales. El gancho y los cables deben estar siempre verticalmente sobre la carga.
- En ningún caso se debe izar una carga moviendo el puente al mismo tiempo, a menos que esté a más de 2 m del suelo y en una zona libre de obstáculos.
- Es necesario probar los frenos por medio de cortos levantamientos, colocando los controles en posición de desconectado.
- Si se manejan metales calientes o cargas pesadas fuera de lo corriente, los frenos deben ser probados antes del transporte. Para ello, se levanta la carga, se desconectan los controles, observando si los frenos sostienen la carga.
- Los cilindros de oxígeno y acetileno o generadores de gas estén vacíos o llenos, sólo podrán ser levantados si están colocados en un embalaje o dispositivo especial para su transporte. En ningún caso se usará el electroimán.
- No se deben llevar cargas suspendidas sobre personas o máquinas.

### 6.3.3 Transporte de cargas

- Se deben evitar las arrancadas o detenciones bruscas.
- Solamente se obedecerán las señales del estrobador o de otra persona autorizada.
- Si tiene alguna duda no debe realizar la operación.
- La carga debe llevarse, en lo posible, sin pasar sobre el personal o sobre las máquinas.
- Antes de iniciar un movimiento de traslación, el maquinista deberá asegurarse de que no existen personas que puedan ser lesionadas.
- Prestar atención a que la carga, ganchos o cadenas, vayan a una altura suficiente para librar todos los obstáculos.
- No debe permitir que nadie viaje en el gancho o la carga.
- Mucha atención para evitar choques con otras grúas en su recorrido y contra los topes de los raíles.
- Si se transportan cargas largas, se deben vigilar los extremos y cuidar de no golpear a personas, escaleras, máquinas, etc.
- Es muy peligroso tratar de enderezar una carga golpeándola contra un muro, pilar, objeto u otra carga.
- Las cadenas o los cables no deben arrastrarse por el suelo o por encima de máquinas o materiales.

### 6.3.4 Operación de descenso

- Las cargas nunca se deben dejar suspendidas, especialmente, si se trabaja con electroimán. La carga siempre debe ser dejada en tierra antes de abandonar la cabina.
- Las cargas no deben ser balanceadas para lanzarlas a lugares donde no pueda llegar el gancho.
- Al colocar una carga en una plataforma o carro, hay que asegurarse de que ambos extremos estén en el mismo nivel antes de colocarla en la plataforma, pues si la carga se apoya solamente en un extremo, la hará moverse.



- El gancho nunca se bajará más allá del punto en que quedan menos de dos vueltas completas de cable en el tambor.

#### 6.4 Autorización de uso de maquinaria y herramientas

Para evitar en lo posible situaciones de riesgo en el uso de maquinaria y/o herramientas por falta de experiencia, formación e impericia, se implanta en esta obra la obligación real de estar autorizado a utilizar una máquina o una determinada máquina herramienta.

El documento de autorización deberá contener al menos, la siguiente información:

- Nombre de la persona autorizada.
- Dispone capacitación para el uso de las máquinas que se autoriza.
  - Relación de máquinas que puede usar.
- Firmas de la persona autorizada y del Adjudicatario o responsable delegado.
- Fecha.
- Sello del Adjudicatario.

Estos documentos se firmarán por triplicado. El original quedará archivado en la oficina de la obra. La copia, se entregará firmada y sellada en original al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra; la tercera copia, se entregará firmada y sellada en original al interesado.

#### 6.5 Requisitos generales de seguridad para los medios auxiliares

##### 6.5.1 Andamios

Están formados por piezas metálicas que forman una estructura estable, arriostrada, con plataformas de trabajo a distintos niveles. Todos los andamios deben tener una certificación, disponer de barandilla, listón medio y rodapié; y escalera entre pisos, y ser montados según las instrucciones del fabricante.

Los andamios cumplirán las normas:

- UNE-EN 12810-1: *"Andamios de fachada de componentes prefabricados. Parte 1: Especificaciones de los productos"*.
- UNE-EN 12810-2: *"Andamios de fachada de componentes prefabricados. Parte 2: Métodos particulares de diseño estructural"*.
- UNE-EN 12811-1: *"Equipamiento para trabajos temporales de obra. Parte 1: Andamios. Requisitos de comportamiento y diseño general"*.

Además, cumplirán lo especificado en el Real Decreto 2177/2004.

##### 6.5.2 Cables, cadenas, cuerdas y eslingas

###### 6.5.2.1 Eslingas y cables

La elección de las eslingas se hará en función de las cargas que se transporten. Las eslingas nuevas cumplirán las normas:

- UNE-EN 13414-1+A2: *"Eslingas de cables de acero. Seguridad. Parte 1: Eslingas para aplicaciones generales de elevación"*.
- UNE-EN 1492-1+A1: *"Eslingas textiles. Seguridad. Parte 1: Eslingas de cintas tejidas planas fabricadas con fibras químicas para uso general"*.
- UNE-EN 12385-1+A1: *"Cables de acero. Seguridad. Parte 1: Requisitos generales"*.

La carga de trabajo deberá estar marcada en la propia eslinga. Deberá considerarse que la resistencia de la eslinga varía en función del ángulo que forman los ramales entre sí, aumentando el esfuerzo según crece el ángulo formado por estos con la vertical.

No deben utilizarse con un ángulo superior a 90°. Si el ángulo de los ramales sobrepasa los 90° deben utilizarse eslingas más largas o pórticos adecuados.

Las soldaduras o zonas unidas nunca se colocarán sobre el gancho del equipo elevador ni sobre las aristas.

No deben cruzarse los cables de dos eslingas distintas sobre otro gancho de sujeción.

Se tienen que evitar los contactos de las eslingas con los filos vivos de las piezas que se transportan.

Para su mantenimiento y uso habrá que seguir las instrucciones dadas por el fabricante. Deberán ser inspeccionadas periódicamente, sustituyendo las defectuosas.

Su almacenamiento se hará de forma que: no estén en contacto directo con el suelo; suspendidas de soportes de madera con perfil redondeado; separadas de cualquier producto corrosivo.

#### 6.5.2.2 Cuerdas auxiliares, guía segura de cargas suspendidas

Cuerda auxiliar tipo O para la guía segura de cargas suspendidas a gancho de grúa, con una resistencia a la tracción suficiente, protegida en sus extremos por fundas contra los deshilachamientos.

Se ajustarán a lo especificado en las normas:

- UNE-EN 1891: *"Equipos de protección individual para la prevención de caídas desde una altura. Cuerdas trenzadas con funda, semiestáticas"*.
- UNE-EN 12841: *"Equipos de protección individual contra caídas. Sistemas de acceso mediante cuerda. Dispositivos de regulación de cuerda"*.

#### 6.5.3 Escaleras

Las escaleras manuales son un medio de acceso a los pisos de trabajo, que permite a las personas ascender y descender de frente sirviendo para comunicar entre sí los diferentes niveles de una obra y deben tener una zona de apoyo estable y de fácil acceso.

Según el tipo de escalera deberán cumplir la parte correspondiente de la norma UNE-EN 131: *"Escaleras"*.

Las escaleras fijas constan de planos horizontales sucesivos llamados peldaños que están formados por huellas y contrahuellas y de rellanos. La inclinación será de entre 20° y 45°, la contrahuella medirá entre 13 y 20 cm y la huella entre 23 y 32 cm, para accesos normales.

#### 6.5.4 Puntales

Los puntales deberán cumplir las normas:

- UNE-EN 16031: *"Puntales telescópicos regulables de aluminio. Especificaciones de producto, diseño y evaluación mediante cálculo y ensayos"*.
- UNE-EN 1065: *"Puntales telescópicos regulables de acero. Especificaciones del producto, diseño y evaluación por cálculo y ensayos"*.



6.6 Normas de aplicación

Será de aplicación la legislación y normas relativas a las diferentes tipologías de máquinas, equipos y medios auxiliares establecidas en el capítulo 2 del presente Pliego.

## 7. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Las instalaciones de higiene y bienestar, comedores, vestuarios y aseos o servicios higiénicos deberán cumplir las condiciones que se establecen en el Real Decreto 1627/1997 Anexo IV y el Real Decreto 486/1997 así como lo expuesto en el Convenio General del Sector de la Construcción vigente.

### 7.1 Condiciones de los puestos de trabajo

#### 7.1.1 Espacio de trabajo

Las dimensiones del puesto de trabajo deberán calcularse de tal manera que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

Las siguientes condiciones serán de aplicación a la totalidad de la obra, incluidos los puestos de trabajo en las obras en el interior y en el exterior de los locales.

#### 7.1.2 Estabilidad y solidez

Deberá procurarse, de modo apropiado y seguro, la estabilidad de los materiales y equipos y, en general, de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores.

El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan una resistencia suficiente sólo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de manera segura.

Los locales deberán poseer la estructura y la estabilidad apropiadas a su tipo de utilización.

#### 7.1.3 Vías y salidas de emergencia

Se señalizará y se mantendrá actualizada en cada fase de la obra los recorridos y las salidas de evacuación.

Se establecerán accesos independientes para personas y vehículos, manteniendo su limpieza y permeabilidad en el transcurso de toda la obra.

En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como del número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

Las vías y salidas específicas de emergencia deberán señalizarse conforme al Real Decreto 485/1997. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

Las vías y salidas de emergencia, así como las vías de circulación y las puertas que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas por ningún objeto, de modo que puedan utilizarse sin trabas en cualquier momento.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

#### 7.1.4 Vías de circulación y zonas peligrosas

Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escalas fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con toda seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.

Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad.

Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto. Se señalizarán claramente las vías y se procederá regularmente a su control y mantenimiento.

Las vías de circulación destinadas a los vehículos deberán estar situadas a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, corredores y escaleras.

Si en la obra hubiera zonas de acceso limitado, dichas zonas deberán estar equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en ellas. Se deberán tomar todas las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores que estén autorizados a penetrar en las zonas de peligro. Estas zonas deberán estar señalizadas de modo claramente visible.

#### 7.1.5 Ventilación

Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, éstos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente.

En caso de que se utilice una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud. Siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores, deberá haber un sistema de control que indique cualquier avería.

Cuando se utilicen instalaciones de aire acondicionado o de ventilación mecánica, éstas deberán funcionar de tal manera que los trabajadores no estén expuestos a corrientes de aire molestas. Deberá eliminarse con rapidez todo depósito de cualquier tipo de suciedad que pudiera entrañar un riesgo inmediato para la salud de los trabajadores por contaminación del aire que respiran.

#### 7.1.6 Exposición a riesgos particulares

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros o factores externos nocivos (por ejemplo, gases, vapores, polvo).

En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberán adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.

En ningún caso podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo. Deberá, al menos, quedar bajo vigilancia permanente desde el exterior y deberán tomarse todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

### 7.1.7 Temperatura

La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

La temperatura de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberá corresponder al uso específico de dichos locales. Como norma general deberán estar dotados de equipos de calefacción o aire acondicionado según corresponda a las condiciones meteorológicas existentes.

Las ventanas, los vanos de iluminación cenitales y los tabiques acristalados deberán permitir evitar una insolación excesiva, teniendo en cuenta el tipo de trabajo y uso del local.

### 7.1.8 Iluminación

La iluminación de cada zona o parte de un lugar de trabajo deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella, teniendo en cuenta:

- Los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad.
- Las exigencias visuales de las tareas desarrolladas.

Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural. En su caso, se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoque. El color utilizado para la iluminación artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.

Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo serán los establecidos en la siguiente tabla:

ZONA O PARTE DEL LUGAR DE TRABAJO	NIVEL MÍNIMO DE ILUMINACIÓN (Lux)
1º Bajas exigencias visuales	100
2º Exigencias visuales moderadas	200
3º Exigencias visuales altas	500
4º Exigencias visuales muy altas	1000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

Las instalaciones de iluminación de los locales, de los puestos de trabajo y de las vías de circulación deberán estar colocadas de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente para los trabajadores.

Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.



### 7.1.9 Puertas y portones

Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida salirse de los raíles y caerse. Las puertas y portones que se abran hacia arriba deberán ir provistos de un sistema de seguridad que les impida volver a bajarse.

Las puertas y portones situados en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizados de manera adecuada. En las proximidades inmediatas de los portones destinados sobre todo a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de los peatones, salvo en caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento. Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgo de accidente para los trabajadores.

La posición, el número, los materiales de fabricación y las dimensiones de las puertas y portones se determinarán según el carácter y el uso de los locales.

Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista.

Las puertas y los portones que se cierren solos deberán ser transparentes o tener paneles transparentes.

Las superficies transparentes o translúcidas de las puertas o portones que no sean de materiales seguros deberán protegerse contra la rotura cuando ésta pueda suponer un peligro para los trabajadores.

### 7.1.10 Puertas de emergencia

Las puertas de emergencia deberán abrirse hacia el exterior y no deberán estar cerradas, de tal forma que cualquier persona que necesite utilizarlas en caso de emergencia pueda abrirlas fácil e inmediatamente.

Estarán prohibidas como puertas de emergencia las puertas correderas y las puertas giratorias.

### 7.1.11 Muelles y rampas de carga

Los muelles y rampas de carga deberán ser adecuados a las dimensiones de las cargas transportadas y tener al menos una salida y las rampas de carga deberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

## 7.2 Servicios higiénicos y locales de descanso

### 7.2.1 Condiciones generales

- Los vestuarios estarán provistos de asientos y armarios o taquillas individuales con llave, que tendrán la capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Los armarios o taquillas para la ropa de trabajo y para la de calle estarán separados cuando ello sea necesario por el estado de contaminación, suciedad o humedad de la ropa de trabajo.
- Las dimensiones de los vestuarios, de los locales de aseo, así como las respectivas dotaciones de asientos, espejos, sistemas de secado, armarios o taquillas, colgadores, lavabos, duchas e inodoros, deberán permitir la utilización de estos equipos e instalaciones sin dificultades o molestias, teniendo en cuenta en cada caso el número de trabajadores que vayan a utilizarlos simultáneamente.
- Los vestuarios, locales de aseos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos. Si los locales de aseo y los vestuarios están separados, la comunicación entre ambos deberá ser fácil.



- Los retretes dispondrán de descarga automática de agua y papel higiénico. En los retretes que hayan de ser utilizados por mujeres se instalarán recipientes especiales y cerrados. Las cabinas estarán provistas de una puerta con cierre interior y de una percha.
- Los locales, instalaciones y equipos serán de fácil acceso, adecuados a su uso y de características constructivas que faciliten su limpieza.

### 7.2.2 Dimensionamiento de las instalaciones

Conforme al Convenio General del Sector de la Construcción se establece como dimensiones y elementos mínimos necesarios para las instalaciones los siguientes:

- Lavabos: 1 por cada 10 trabajadores.
- Espejos: 1 por cada 10 trabajadores.
- Duchas: 1 por cada 10 trabajadores.
- Calentadores de agua: 1 por cada 60 trabajadores. Las características del mismo dependerán del caudal necesario para duchas y lavabos.
- Las dimensiones de los locales de descanso y su dotación de mesas y asientos con respaldos serán suficientes para el número de trabajadores que deban utilizarlos simultáneamente.
- Los lugares de trabajo de más de 50 trabajadores deberán disponer de un local destinado a los primeros auxilios y otras posibles atenciones sanitarias. También deberán disponer del mismo los lugares de trabajo de más de 25 trabajadores para los que así lo determine la autoridad laboral, teniendo en cuenta la peligrosidad de la actividad desarrollada y las posibles dificultades de acceso al centro de asistencia médica más próximo.

### 7.2.3 Material y locales de primeros auxilios

Todos los materiales, recursos y locales de primeros auxilios deberán ser adecuados, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores, a los riesgos a que estén expuestos y a las facilidades de acceso al centro de asistencia médica más próximo.

Las instalaciones y materiales de primeros auxilios deberán cumplir las siguientes recomendaciones:

- Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.
- Los lugares de trabajo dispondrán de material para primeros auxilios en caso de accidente.
- El material de primeros auxilios deberá adaptarse a las atribuciones profesionales del personal habilitado para su prestación.
- La situación o distribución del material en el lugar de trabajo y las facilidades para acceder al mismo y para, en su caso, desplazarlo al lugar del accidente, deberán garantizar que la prestación de los primeros auxilios pueda realizarse con la rapidez que requiera el tipo de daño previsible.
- El material de primeros auxilios se revisará periódicamente y se irá reponiendo tan pronto como caduque o sea utilizado.
- Los locales de primeros auxilios dispondrán, como mínimo, de un botiquín, una camilla y una fuente de agua para consumo humano. Estarán próximos a los puestos de trabajo y serán de fácil acceso para las camillas.
- El material y locales de primeros auxilios deberán estar claramente señalizados.

#### 7.2.4 Requisitos de las instalaciones provisionales

Las instalaciones provisionales de obra estarán constituidas por módulos prefabricados.

Los módulos prefabricados dispondrán de estructura de perfiles laminados en frío, cerramiento y cubierta de panel tipo sándwich en chapa prelacada por ambas caras, con aislamiento de poliestireno expandido o espuma de poliuretano, carpintería de aluminio anodizado con acristalamiento y rejas de seguridad, y puerta de entrada de chapa. El suelo de aglomerado revestido con PVC tendrá soporte de perfilera, tablero fenólico y pavimento comprendiendo distribución interior, instalaciones y aparatos sanitarios.

Se instalarán sobre soleras de hormigón con placa de asiento, que garantizarán su estabilidad y buena nivelación y se procederá a la conexión de instalaciones.

Los módulos se acondicionarán con el mobiliario y dotaciones necesarias para su habilitación como:

- Oficinas: Mesas, sillas, papelera y estanterías.
- Comedor: Mesas, asientos, microondas, fregadero, grifería y contenedores de residuos.
- Vestuario: Taquillas individuales con llave, contenedores de residuos, asientos y espejos.
- Aseos: aparatos sanitarios, perchas, jaboneras, portarrollos, dispensadores de toallas, espejos y contenedores de residuos.
- Primeros auxilios: camilla, fija y transportable, botiquín, estanterías, mesas, asientos, perchas, fregadero, grifería y contenedores de residuos.

La distribución interior se realizará conforme al tipo de módulo correspondiente y todos llevarán la electricidad e iluminación necesaria.

Los módulos estarán dotados de instalación de fontanería para agua caliente y fría y desagües, con las oportunas griferías, sumideros, desagües, aparatos sanitarios y duchas e instalación eléctrica.

El Plan de Seguridad analizará minuciosamente este apartado que por estar íntimamente ligado al plan de obra, supone un punto importante desde el aspecto de la seguridad.

#### 7.2.5 Acometidas a casetas

El suministro de energía eléctrica para la zona de instalación de las casetas de obra (oficina, vestuarios, aseos, etc.) se realizará desde la red general en las condiciones que la compañía suministradora establezca.

Se podrán disponer depósitos de agua potable fabricados en polietileno de alta densidad con capacidad para 1000 litros, resistentes a rayos ultravioletas, con parte exterior reforzada con estructura metálica de acero y transportables. Siendo esta, una medida provisional y/o complementaria.

El vertido de aguas residuales de los servicios higiénicos provisionales se realizará directamente a la red general de saneamiento, a una fosa séptica o se emplearán baños químicos.

En caso de instalar baños químicos, tendrán dimensiones aproximada de 1,13x1,12x2,24 m y 91 kg de peso, y estarán compuesto por urinario, inodoro y depósito para aguas residuales.

## 8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

### 8.1 Normativa

La aparamenta eléctrica se ajustará a lo especificado en las normas siguientes:

- UNE-EN 60529/A2: “Grados de protección proporcionados por las envolventes (código IP)”.
- UNE-EN 61008: “Interruptores automáticos para actuar por corriente diferencial residual, sin dispositivo de protección contra sobrecorrientes, para usos domésticos y análogos (AD)”.
- UNE-EN 61009: “Interruptores automáticos para actuar por corriente diferencial residual, con dispositivo de protección contra sobrecorrientes incorporado, para usos domésticos y análogos (AD)”.
- UNE-EN 61439: “Conjuntos de aparamenta de baja tensión”.
- UNE-EN 61230 “Trabajos en tensión. Equipos portátiles de puesta a tierra o de puesta a tierra y en cortocircuito”.
- UNE-EN 62271-102: “Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna”.
- UNE 201008 IN: “Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Requisitos constructivos de los conjuntos para obras (CO)”.
- UNE-HD 60364-7-704: “Instalaciones eléctricas de baja Tensión. Parte 7-704: Requisitos para instalaciones o emplazamientos Especiales. Instalaciones en obras y demoliciones”.

### 8.2 Condiciones generales

La instalación eléctrica deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica, de manera que no entrañe peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

- Antes de la puesta en servicio de las instalaciones, el instalador autorizado deberá presentar ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, al objeto de su inscripción en el correspondiente registro, el Certificado de Instalación con su correspondiente anexo de información al usuario, al que se acompañará, según el caso, el Proyecto o la Memoria Técnica de Diseño, así como el certificado de Dirección de Obra firmado por el correspondiente Técnico titulado competente, y el certificado de inspección inicial con calificación de resultado favorable, del Organismo de Control, si procede. Todo ello según se especifica en la ITC-BT 04 e ITC-BT 05.
- Los cuadros eléctricos, envolventes, aparamenta, tomas de corriente y demás elementos de la instalación provisional de obra que estén a la intemperie, deberán tener, como mínimo, un grado de protección IP45, según UNE-EN 60529/A2. Así mismo, deberán cumplir las condiciones de seguridad contempladas en el REBT 842/2002 y, concretamente, la ITC-BT 33, Instalaciones con fines especiales. “Instalaciones provisionales y temporales de obras”.
- Se entiende a la intemperie aquello que se encuentre situado directamente a cielo abierto, lo situado bajo tejadillos, lo situado dentro de la estructura de la edificación sin haber cerrado en su totalidad los paramentos horizontales o lo situado bajo cualquier protección que no garantice por sí misma un grado de protección IP45 o superior.
- El resto de los equipos tendrán los grados de protección adecuados, según las influencias externas determinadas por las condiciones de instalación.

### 8.3 Cualificación para trabajos eléctricos

Solo debe trabajar directamente con instalaciones eléctricas personal debidamente formado y autorizado para ello.

La formación/capacitación mínima que deben poseer los trabajadores, en función del trabajo que desarrollen, se observa en la tabla siguiente:

CLASE DE TRABAJO	OPERACIÓN	BAJA TENSIÓN	ALTA TENSIÓN
TRABAJO SIN TENSIÓN	Supresión y reposición de la tensión	A	C
	Ejecución de trabajos sin tensión	T	T
TRABAJO EN TENSIÓN	Realización	C	C + AE (Con vigilancia de un Jefe de trabajo)
	Reponer fusibles	A	C (a distancia)
MANIOBRAS, MEDICIONES, ENSAYOS Y VERIFICACIONES	Mediciones, ensayos y verificaciones	A	C o C auxiliado por A
	Maniobras locales	A	A
TRABAJO EN PROXIMIDAD	Preparación	A	C
	Realización	T	A o T vigilado por A
TRABAJO EN EMPLAZAMIENTOS CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN	Sin ATEX presente	Como mínimo A	Como mínimo A
	Con ATEX presente	C + P	C + P

Siendo:

T = Cualquier trabajador

A = Autorizado

C = Cualificado

C + AE = Cualificado y Autorizado por escrito

C + P = Cualificado y siguiendo un procedimiento

- Los trabajos con riesgos eléctricos en AT no podrán ser realizados por trabajadores de una empresa de trabajo temporal (Real Decreto 216/1999)

### 8.4 Trabajos en tensión

- Los trabajos en tensión, ya sea en alta o en baja tensión, deberán ser realizados por trabajadores cualificados siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requieran, ensayados sin tensión.

- Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.
- El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no puede contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo.
- Entre los equipos y materiales citados se encuentran:
  - a) Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
  - b) Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
  - c) Las pértigas aislantes.
  - d) Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
  - e) Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).
- En el caso de los trabajos en alta tensión, se recomienda que cada equipo de trabajo y de protección individual tenga una ficha técnica donde se indique lo siguiente:
  - a) Su campo de aplicación (método de trabajo en tensión).
  - b) Sus límites de utilización (tensiones máximas, etc.).
  - c) Los requisitos de mantenimiento y conservación.
  - d) Los ensayos o controles requeridos y su periodicidad.
- Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas. Los trabajadores no llevarán objetos conductores, tales como pulseras, relojes, cadenas o cierres de cremallera metálicos que puedan contactar accidentalmente con elementos en tensión.
- 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.
- Para la realización de trabajos al aire libre deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento. Los trabajos se prohibirán o suspenderán en caso de tormenta, lluvia o vientos fuertes, nevadas, o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas. Los trabajos en instalaciones interiores directamente conectadas a líneas aéreas eléctricas deberán interrumpirse en caso de tormenta.
- El trabajo se efectuará bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo, que será el trabajador cualificado que asume la responsabilidad directa del mismo. Si la amplitud de la zona de trabajo no le permitiera una vigilancia adecuada, deberá requerir la ayuda de otro trabajador cualificado.
- El jefe de trabajo se comunicará con el responsable, de la instalación donde se realiza el trabajo, a fin de adecuar las condiciones de la instalación a las exigencias del trabajo.
- Los trabajadores cualificados deberán ser autorizados por escrito por el empresario para realizar el tipo de trabajo que vaya a desarrollarse, de acuerdo al procedimiento establecido, el



cual deberá definirse por escrito e incluir la secuencia de las operaciones a realizar, indicando, en cada caso:

- a) Las medidas de seguridad que deben adoptarse.
  - b) El material y medios de protección a utilizar y, si es preciso, las instrucciones para su uso y para la verificación de su buen estado.
  - c) Las circunstancias que pudieran exigir la interrupción del trabajo.
- La autorización de trabajo en alta tensión, tendrá que renovarse, tras una nueva comprobación de la capacidad del trabajador para seguir correctamente el procedimiento de trabajo establecido, cuando éste cambie significativamente, o cuando el trabajador haya dejado de realizar el tipo de trabajo en cuestión durante un período de tiempo superior a un año.
  - La autorización deberá retirarse cuando se observe que el trabajador incumple las normas de seguridad, o cuando la vigilancia de la salud ponga de manifiesto que el estado o la situación transitoria del trabajador no se adecuan a las exigencias psicofísicas requeridas por el tipo de trabajo a desarrollar.

#### 8.4.1 Métodos de Trabajo

Existen tres métodos de trabajo en tensión para garantizar la seguridad de los trabajadores que lo realizan:

##### 1. Método de trabajo a potencial

Empleado principalmente en instalaciones y líneas de transporte de alta tensión. Cuando el trabajador se acerca al elemento en tensión se debe asegurar que la suma de las distancias entre los elementos no supere la distancia de peligro (para garantizar esto en la práctica puede ser necesario según el caso, añadir un factor de seguridad).

Este método requiere que el trabajador manipule directamente los conductores o elementos en tensión, para lo cual es necesario que se pongan al mismo potencial del elemento de la instalación donde trabaja.

##### 2. Método de trabajo a distancia

Utilizado principalmente en instalaciones de alta tensión en la gama media de tensiones. En el trabajo en tensión a distancia se debe garantizar que la distancia de aproximación sea siempre mayor que la distancia de peligro.

En este método, el trabajador permanece al potencial de tierra, bien sea en el suelo, bien en los apoyos de una línea aérea, bien en cualquier otra estructura o plataforma.

##### 3. Método de trabajo en contacto

Empleando equipos de protección individual adecuados, utilizado principalmente en baja tensión, aunque también se emplea en la gama baja de alta tensión. Cuando el trabajador está en contacto con el elemento en tensión se debe asegurar que la distancia a tierra (o elementos conectados a ella) sea al menor a la distancia de peligro (para garantizar esto en la práctica puede ser necesario, según el caso, añadir un factor de seguridad).

Este método, que requiere la utilización de guantes aislantes en las manos, se emplea principalmente en baja tensión.

## 8.5 Trabajos sin tensión

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar el “trabajo sin tensión”, y la reposición de la tensión, al finalizarlo, las realizarán trabajadores autorizados que, en el caso de instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados.

### 8.5.1 Supresión de la tensión

Una vez identificados la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, y salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se seguirá el proceso que se describe a continuación, que se desarrolla secuencialmente en cinco etapas:

#### 1. Desconectar.

La parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo debe aislarse de todas las fuentes de alimentación. El aislamiento estará constituido por una distancia en aire, o la interposición de un aislante, suficientes para garantizar eléctricamente dicho aislamiento.

Los condensadores u otros elementos de la instalación que mantengan tensión después de la desconexión deberán descargarse mediante dispositivos adecuados.

#### 2. Prevenir cualquier posible realimentación.

Los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier posible reconexión, preferentemente por bloqueo del mecanismo de maniobra, y deberá colocarse, cuando sea necesario, una señalización para prohibir la maniobra. En ausencia de bloqueo mecánico, se adoptarán medidas de protección equivalentes. Cuando se utilicen dispositivos telemandados deberá impedirse la maniobra errónea de los mismos desde el telemando.

Cuando sea necesaria una fuente de energía auxiliar para maniobrar un dispositivo de corte, ésta deberá desactivarse o deberá actuarse en los elementos de la instalación de forma que la separación entre el dispositivo y la fuente quede asegurada.

#### 3. Verificar la ausencia de tensión.

La ausencia de tensión deberá verificarse en todos los elementos activos de la instalación eléctrica en, o lo más cerca posible, de la zona de trabajo. En el caso de alta tensión, el correcto funcionamiento de los dispositivos de verificación de ausencia de tensión deberá comprobarse antes y después de dicha verificación.

Para verificar la ausencia de tensión en cables o conductores aislados que puedan confundirse con otros existentes en la zona de trabajo, se utilizarán dispositivos que actúen directamente en los conductores (pincha-cables o similares), o se emplearán otros métodos, siguiéndose un procedimiento que asegure, en cualquier caso, la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico.

Los dispositivos telemandados utilizados para verificar que una instalación está sin tensión serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando deberá estar claramente indicada.

#### 4. Poner a tierra y en cortocircuito las partes de la instalación donde se vaya a trabajar.

- a) En las instalaciones de alta tensión.
- b) En las instalaciones de baja tensión que, por inducción, o por otras razones, puedan ponerse accidentalmente en tensión.

Los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito deben conectarse en primer lugar a la toma de tierra y a continuación a los elementos a poner a tierra, y deben ser visibles desde la zona de



trabajo. Si esto último no fuera posible, las conexiones de puesta a tierra deben colocarse tan cerca de la zona de trabajo como se pueda.

Si en el curso del trabajo los conductores deben cortarse o conectarse y existe el peligro de que aparezcan diferencias de potencial en la instalación, deberán tomarse medidas de protección, tales como efectuar puentes o puestas a tierra en la zona de trabajo, antes de proceder al corte o conexión de estos conductores.

Los conductores utilizados para efectuar la puesta a tierra, el cortocircuito y, en su caso, el puente, deberán ser adecuados y tener la sección suficiente para la corriente de cortocircuito de la instalación en la que se colocan.

Se tomarán precauciones para asegurar que las puestas a tierra permanezcan correctamente conectadas durante el tiempo en que se realiza el trabajo. Cuando tengan que desconectarse para realizar mediciones o ensayos, se adoptarán medidas preventivas apropiadas adicionales.

Los dispositivos telemandados utilizados para la puesta a tierra y en cortocircuito de una instalación serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando estará claramente indicada.

5. Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Hasta que no se hayan completado las cinco etapas no podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión y se considerará en tensión la parte de la instalación afectada. Sin embargo, para establecer la señalización de seguridad indicada en la quinta etapa podrá considerarse que la instalación está sin tensión si se han completado las cuatro etapas anteriores y no pueden invadirse zonas de peligro de elementos próximos en tensión.

El resumen de lo anterior se refleja en la siguiente tabla:

	BAJA TENSIÓN U < 1000 V	ALTA TENSIÓN U > 1000 V
1º Abrir todas las fuentes de tensión	OBLIGATORIO	OBLIGATORIO
2º Enclavamiento o bloqueo si es posible, de los aparatos de corte	OBLIGATORIO SI ES POSIBLE	OBLIGATORIO SI ES POSIBLE
3º Reconocimiento de la ausencia de tensión	OBLIGATORIO	OBLIGATORIO
4º Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles	RECOMENDABLE	OBLIGATORIO
5º Delimitar la zona de trabajo mediante señalización o pantallas aislantes	RECOMENDABLE	OBLIGATORIO

5 reglas de oro para trabajar en instalaciones eléctricas  
(Art. 62 y 67 de O.G.S.H.T.)

### 8.5.2 Reposición de la tensión

La reposición de la tensión sólo comenzará, una vez finalizado el trabajo, después de que se hayan retirado todos los trabajadores que no resulten indispensables y que se hayan recogido de la zona de trabajo las herramientas y equipos utilizados.

El proceso de reposición de la tensión comprenderá:

1. La retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.
2. La retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito.
3. El desbloqueo y/o retirada de la señalización de los dispositivos de corte.
4. El cierre de los circuitos para reponer la tensión.

Desde el momento en que se suprima una de las medidas inicialmente adoptadas para realizar el trabajo sin tensión en condiciones de seguridad, se considerará en tensión la parte de la instalación afectada.

Es preciso garantizar que, la totalidad de los trabajadores, han sido informados de que se va a efectuar la reposición de la tensión y la comprobación de que todos y cada uno de ellos han tomado las medidas previstas en la planificación del trabajo para que las operaciones de reposición de la tensión se realicen con garantías de seguridad. Esto incluye la comprobación de haber recogido todos los equipos, materiales y herramientas que no vayan a ser utilizados en las sucesivas etapas de reposición de la tensión.

En el transcurso de las citadas operaciones debe prestarse especial atención a los siguientes aspectos:

- La previa notificación a todos los trabajadores involucrados de que va a comenzar la reposición de la tensión.
- La comprobación de que todos los trabajadores han abandonado la zona, salvo los que deban actuar en la reposición de la tensión.
- Asegurarse de que han sido retiradas la totalidad de las puestas a tierra y en cortocircuito.
- Informar en su caso, al responsable de la instalación de que se va a realizar la conexión.
- Accionar los aparatos de maniobra correspondientes.

### 8.6 Mantenimiento y reparación

- El personal de mantenimiento de la instalación será electricista, en posesión de carné profesional correspondiente.
- Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente, y en especial, en el momento en el que se detecte un fallo, momento en el que se la declarará "fuera de servicio" mediante desconexión eléctrica y el cuelgue del rótulo correspondiente en el cuadro.
- La maquinaria eléctrica, será revisada por personal especialista en cada tipo de máquina.
- Antes de la utilización de los equipos se deben limpiar cuidadosamente, para eliminar de la superficie cualquier rastro de polvo o humedad.
- Se prohíbe las revisiones o reparaciones bajo corriente. Antes de iniciar una reparación se desconectará la máquina de la red eléctrica, instalando en el lugar de conexión un letrero visible, en el que se lea: "No conectar, hombres trabajando en la red".
- La ampliación o modificación de líneas, cuadros y asimilables sólo la efectuará personal cualificado.

- No se permite la utilización de fusibles rudimentarios (trozos de cableado, hilos, etc.). Hay que utilizar “piezas fusibles normalizadas” adecuadas a cada caso.
- Comprobar periódicamente el buen estado de los disyuntores diferenciales, durante la jornada, accionando el botón de test.
- La revisión y el mantenimiento de todos los dispositivos y equipos, siempre, se harán de acuerdo a las instrucciones del fabricante.
- Los materiales y herramientas aislantes, en el lugar de trabajo, deben ser colocados sobre soportes o lonas impermeables, a salvo del polvo y la humedad.

## 8.7 Tomas de tierra

### 8.7.1 Condiciones generales

Las tomas de tierra se ejecutarán de acuerdo con la instrucción técnica complementaria MIE-RAT 13 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. También cumplirá con lo prescrito en el capítulo 11 de la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-18 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión aprobado por Real Decreto 842/2002.

La puesta a tierra de masas del centro se dejará preparada para poder unirla en su día, si se estima conveniente, con la red general de tierras del conjunto de la instalación.

La puesta a tierra de protección se diseñará de acuerdo con la ET3504 a fin de garantizar mejor la seguridad de las personas e instalaciones en caso de defecto en alta tensión. El diseño de las tierras se deberá ajustar escrupulosamente a lo establecido en las correspondientes fichas técnicas de Canal de Isabel II. Además, las tomas de tierra deberán cumplir las siguientes condiciones generales:

- El transformador de la obra será dotado de una toma de tierra ajustada a los Reglamentos vigentes y a las normas propias de la compañía eléctrica suministradora en la zona.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
- La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.
- El hilo de toma de tierra siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

### 8.7.2 Instalación

Se instalarán tomas de tierra independientes en los siguientes casos:

- Carriles para estancia o desplazamiento de máquinas (grúas, locomotoras, blondín).
- La toma de tierra de las máquinas-herramienta que no estén dotadas de doble aislamiento, se efectuará mediante hilo neutro en combinación con el cuadro de distribución correspondiente y el cuadro general de obra.
- Las tomas de tierra calculadas estarán situadas en el terreno de tal forma, que su funcionamiento y eficacia sea el requerido por la instalación.
- La conductividad del terreno se aumentará vertiendo agua en el lugar de hincado de la pica (placa o conductor) de forma periódica.

- El punto de conexión de la pica (placa o conductor), estará protegido en el interior de una arqueta practicable.
- Las tomas de tierra de cuadros eléctricos generales distintos, serán independientes eléctricamente.

## 8.8 Cuadros eléctricos

- Llevarán una placa que incluirá, como mínimo, el marcado “CE” de tipo, nombre del fabricante del conjunto o marca comercial, Fecha de fabricación, Nº de identificación, Tensión asignada, Intensidad, Frecuencia, Grado de protección IP, Peso (en caso de superar los 30 kg).
- Se adjuntarán los Certificados de pruebas conforme a la norma UNE-EN 61439-1 (Verificación de diseño y Verificación individual), así como Declaración CE de conformidad.
- Complementariamente a la norma UNE-EN 61439, deben tenerse en consideración el Informe Técnico UNE 201008 IN: “*Requisitos constructivos de los conjuntos para obras*” y la Norma UNE-HD 60364-7-704: “*Instalaciones eléctricas de baja Tensión. Requisitos para instalaciones o emplazamientos Especiales. Instalaciones en obras y demoliciones*”.
- La calibración de tomas de corriente, protecciones magnetotérmicas y diferenciales, así como la sección de los conductores a emplear, vendrán determinados por la potencia de los receptores, bien individuales o de forma colectiva. Los interruptores de la instalación, en general, serán tipo Intemperie.
- Serán tipo intemperie, con la envolvente con protección IP45 o superior, con puerta, cerradura y llave, según norma UNE-EN 60529/A2.
- La paramenta interior debe estar protegida mediante una puerta con llave, impidiendo el acceso a las protecciones de personal no autorizado.
- Solamente pueden ser accesibles sin necesidad de utilizar una llave u otra herramienta las tomas de corriente, las manecillas y los pulsadores de mando.
- Los cuadros secundarios de distribución, que se pueden repetir en distintos puntos de la obra, cumplirán con todo lo expuesto para el cuadro general. En los CO secundarios no es necesario el dispositivo de paro de emergencia, al estar protegido por el CO principal.
- Las tomas de corriente serán del tipo industrial y adecuadas para el uso intemperie, con grado de protección IP45 o superior. Estarán protegidas mediante dispositivos diferenciales de 30 mA de sensibilidad y por interruptores automáticos magnetotérmicos omni-polares, Serán del tipo 16A/230V/2P+T, 16A/400V/3P+T, 32A/400V/3P+N+T y 63A/400V/3P+N+T. Colores normalizados Azul 230 V, Rojo 400 V y Violeta 24 V.
- Dispondrá de un dispositivo de corte general para parada de emergencia, mediante pulsador tipo “Cabeza de seta”, Ø 40 mm, de color rojo, y llevará como fondo un círculo de color amarillo, fácilmente accesible desde el exterior. El rearme de este pulsador será siempre manual.
- Pese a ser de tipo para la intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces como protección adicional.
- Cada cuadro eléctrico irá provisto de su toma de tierra y de una señal normalizada de advertencia de riesgo eléctrico.
- Dispondrán de soporte para su fijación en paramentos verticales, o bien reposar en superficie horizontal mediante soporte apropiado (pies, estructura articulada, etc.) o apoyados sobre una pequeña cimentación que garantice su integridad. Estos distintos soportes o fijaciones deben ser exteriores a la envolvente, pero estar firmemente unidos a ella. Deben determinarse en función de las características de fabricación (peso, entorno, etc.) y de servicio del CO.

## 8.9 Protección de los circuitos

- Los interruptores automáticos se instalarán en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución y de alimentación a todas las máquinas, aparatos y máquinas herramienta de funcionamiento eléctrico.
- Los circuitos generales estarán también protegidos con interruptores.
- La instalación de alumbrado general, para las instalaciones provisionales de obra, de primeros auxilios y demás casetas, estará protegida por interruptores automáticos magnetotérmicos.
- Toda la maquinaria eléctrica estará protegida por un interruptor diferencial.
- Todas las líneas estarán protegidas por un interruptor diferencial.

## 8.10 Cables

- Los cables a emplear en acometidas e instalaciones exteriores serán de tensión asignada mínima de 450/750 V., con cubierta de policloropreno o similar, aptos para servicios móviles, del tipo H07RN-F o equivalente. Los que se empleen en instalaciones interiores serán de tensión asignada mínima 300/500 V y aptos para servicios móviles, con nomenclatura del tipo H05-F, o similar.
- El grado de protección para los conductores será de IP45, como mínimo.
- Las mangueras eléctricas en general estarán protegidas mecánicamente cuando discurren por el suelo y, a ser posible, su instalación será preferentemente aérea.
- Los conductores de protección tienen como misión unir eléctricamente las masas metálicas de las distintas máquinas empleadas en la obra para asegurar la protección contra contactos eléctricos indirectos por corrientes de derivación. Las secciones mínimas de estos conductores de protección serán las reflejadas en la tabla siguiente:

Sección transversal del conductor de fase S (mm)	Sección transversal mínima del conductor de protección correspondiente S (mm)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S \leq 400$	S/2
$400 < S \leq 800$	200
$S > 800$	S/4

- La sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar, en función del cálculo realizado para la maquinaria e iluminación prevista.
- Se evitará realizar empalmes en las mangueras eléctricas. En caso de ser indispensable, los empalmes entre mangueras siempre estarán elevados. Se prohíbe mantenerlos en el suelo.
- Los empalmes provisionales entre mangueras se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.
- Las mangueras de "alargadera", por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.
- Se revisará periódicamente el estado de la instalación y el aislamiento de cada aparato y, con frecuencia, el estado físico de las cubiertas de todos los conductores, sus conexiones y empalmes.



- Todos los cables deberán quedar sin tensión al dar por finalizado el trabajo.

### 8.11 Instalaciones de alumbrado

- La instalación de alumbrado en el interior de la obra, deberá conseguir un nivel mínimo de intensidad de iluminación comprendido entre 20 y 100 Lux, dependiendo que sean zonas ocupadas o no ocupadas.
- La iluminación general será mediante proyectores, ubicados sobre soportes apropiados en superficies firmes.
- Las lámparas de incandescencia irán protegidas mediante pantallas de protección. Si se colocasen en zona accesible debe considerarse que el receptor sea de Clase I.
- Las líneas generales de fuerza y derivaciones a puntos de alimentación estarán protegidas mediante interruptores diferenciales de alta sensibilidad y automáticos magnetotérmicos calibrados para los distintos circuitos.
- En general, los puntos de luz que están a la intemperie estarán protegidos contra chorro de agua y su correspondiente grado de protección IP45.
- El alumbrado portátil estará alimentado mediante transformador de seguridad a la tensión de 24 voltios. No empleándose casquillos metálicos, y la lámpara estará protegida contra golpes y con grado de protección en torno a la cifra IP3 como mínimo.
- Los portalámparas deben de ser de material aislante, de tal manera que no puedan transmitir corriente por contactos con otros elementos de la obra, y estarán aislados de los contactos que pudieran producirles en el montaje y desmontaje de las lámparas.
- La iluminación de los tajos será siempre la adecuada para realizar los trabajos con seguridad.
- Las zonas de paso de la obra estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.
- El color utilizado para la iluminación artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.

## 9. PREVENCIÓN DE INCENDIOS

### 9.1 Conceptos generales

Entre los dispositivos de extinción de incendios se pueden citar: extintores, hidrantes de incendios, bocas de incendio equipadas (BIE's), columnas secas, rociadores, etc., todos ellos previamente homologados.

Tanto los dispositivos mencionados, como los detectores de incendios y sistemas de alarma, deberán cumplir los requisitos establecidos en el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios .

Las características y el número de dispositivos, detectores y sistemas de alarma, tanto en el interior como en el exterior de los locales, serán conformes a lo establecido, por una parte, en el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales y, por otra, en el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (Documento Básico SI, Seguridad en caso de incendio).

La verificación y el mantenimiento de estos dispositivos, se efectuará de acuerdo con el citado Real Decreto 513/2017, en el que se establecen las condiciones que deben cumplir los instaladores y mantenedores de las instalaciones de protección contra incendios, las características de estas instalaciones, los requisitos para su montaje, puesta en servicio y mantenimiento, así como los programas de mantenimiento mínimos a realizar.

Los dispositivos no automáticos serán fácilmente localizables en las zonas donde estén ubicados. Dado que el accionamiento de los mismos es manual, se garantizará una vía de acceso a éstos libre de obstáculos.

La señalización de los dispositivos se ajustará a lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en el trabajo.

### 9.2 Clasificación de los fuegos en función del tipo de combustible

Según el tipo de combustible presente en los incendios los fuegos se clasifican, de acuerdo con la Norma UNE-EN 2+A1 "*Clases de fuego*", en:

- Fuego de Clase A: son fuegos de combustibles sólidos, y generalmente de naturaleza orgánica donde la combustión se realiza normalmente con formación de brasas (madera, tejidos, etc.).
- Fuego de Clase B: son fuegos de combustibles líquidos o sólidos licuables (gasolina, grasas, termoplásticos, alquitranes y parafinas, etc.).
- Fuego de Clase C: son fuegos de gases, combustibles que, en condiciones normales de presión y temperatura, se encuentran en estado gaseoso (gas natural, metano, propano, butano, acetileno, gas ciudad, etc.).
- Fuego de Clase D: son fuegos de metales, generalmente metales alcalinos o alcalinotérreos, aunque también se producen en los metales de transición (Sodio, Potasio, Magnesio, Titanio, Zirconio, etc.).
- Fuego de Clase F: son fuegos que tienen por combustible aceites y grasas, tanto vegetales como animales, y que se encuentran principalmente en cocinas industriales de restaurantes o domésticas.

Se hace mención también de aquellos fuegos que se producen y/o desarrollan en presencia de tensión eléctrica, materiales o elementos empleados en la producción, transporte o consumo de energía eléctrica.



Estos fuegos han sido considerados en algunas ocasiones como una clase específica de fuego, eran los denominados “Fuego de Clase E”.

En la actualidad se considera que estos fuegos no son en realidad ninguna clase específica de fuego, dado que la electricidad no arde, arden los componentes bajo tensión, así pues, en este grupo quedaría incluido cualquier combustible que arde en presencia de tensión.

En estos casos, nunca usaremos agua (riesgo de electrocución o de provocar cortocircuitos). Ante estos fuegos se utilizará, siempre, Anhídrido Carbónico (CO<sub>2</sub>).

### 9.3 Agentes Extintores

Aunque existen distintos tipos de agentes extintores, a continuación se mencionan los de uso más común, así como su comportamiento ante el tipo de fuego:

CLASE DE FUEGO		AGENTE EXTINTOR					
TIPO	COMBUSTIBLE	AGUA A CHORRO	AGUA PULVERIZADA	POLVO SECO NORMAL BC	POLVO SECO POLIVANTE ABC	POLVO ESPECIAL	ANHIDRIDO CARBÓNICO (CO <sub>2</sub> )
A	SOLIDOS EN GENERAL	XX	XXX	---	XX	---	X
B	LIQUIDOS INFLAMABLES (Gasolina, Alcoholes, Alquitrán, etc.)	---	X	XXX	XX	---	X
C	GASES	---	---	XX	XX	---	---
	(Butano, Propano, Gas Natural, etc.)						
D	METALES	---	---	---	---	X	---
	(Sodio, Magnesio, Productos radioactivos)						
E	FUEGOS CON PRESENCIA DE ELECTRICIDAD	---	---	XX	X(1)	---	XXX
F	ACEITES/GRASAS VEGETALES O ANIMALES	Agente extintor específico					

Siendo:

XXX MUY ADECUADO      XX ADECUADO      X ACEPTABLE      --- NO ACEPTABLE

(1) Sólo utilizable hasta una tensión de 1000 voltios

En cada caso se empleará el agente extintor recomendable.

### 9.4 Servicio de mantenimiento

El mantenimiento y reparación de extintores, será realizado por empresas mantenedoras debidamente habilitadas.



PROYECTO DE UNA INSTALACION FOTOVOLTAICA  
EN EL DEPOSITO EL PINAR EN LA ETAP DE COLMENAR  
Anejo Nº 12. Estudio de Seguridad y Salud

Diariamente se comprobará la accesibilidad, buen estado aparente de conservación, seguros, precintos, inscripciones, manguera, etc.

## 10. MEDICIÓN Y ABONO

En cumplimiento de la Ley 31 de 1995, de Prevención de riesgos laborales, en su artículo 17, y del Real Decreto 1627 de 1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción; se medirán y abonarán los elementos que sean necesarios para la ejecución de los trabajos del presente proyecto de forma que garanticen la seguridad y salud de los trabajadores.

La medición de la protección colectiva puesta en obra, una vez haya sido validada por el Coordinador de Seguridad y Salud, será realizada por la Dirección de obra, aplicando los criterios de medición común para las unidades realmente colocadas o instaladas.

La estimación del número de equipos de protección individual utilizados para las diversas unidades de obra recogidas en el presente documento que así lo requieran, se ha realizado en base a la previsión de los trabajadores intervinientes en la obra y sus especialidades. La medición de dichos equipos de protección individual se realizará en función del número de trabajadores que finalmente intervengan en la ejecución de la obra con el objeto de garantizar las correctas condiciones de seguridad y salud.

Los equipos de protección y las medidas preventivas se abonarán, en función de su medición, acorde al precio que figure en el presupuesto del presente Estudio de Seguridad y Salud.

En caso de ser precisa la aplicación de precios nuevos, serán de consideración en primera instancia, los que figuren en el cuadro de precios vigente de Canal de Isabel II. Si fuese necesario se recurrirá a la fijación de precios nuevos con base en precios contrastados de mercado.

### 10.1 Materiales, equipos y unidades no incluidos en el presente Pliego

Los materiales y unidades cuyas condiciones no estén especificadas en este Pliego de Condiciones Particulares cumplirán las prescripciones de los Pliegos, Instrucciones o Normas aprobadas con carácter oficial, en los casos en que dichos documentos sean aplicables.

La dirección de obra podrá rechazar dichos materiales si no reúnen, a su juicio, las condiciones exigibles para conseguir debidamente el objeto que motivará su empleo y sin que el Contratista tenga derecho, en tal caso, a reclamación alguna.

Madrid, Junio de 2021

EL AUTOR DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



Fdo.: Jose Manuel Clamagrand García  
Ingeniero de Minas

EL AUTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Jose Manuel Clamagrand García  
Ingeniero de Minas

Vº Bº RESPONSABLE DE PROYECTOS



Fdo.: Javier Urquiza López

Firmas manuscritas ocultas por protección de datos



## **ANEJO Nº 12.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **3. PLANOS**





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Anejo Nº 12. Estudio de Seguridad y Salud

ÍNDICE

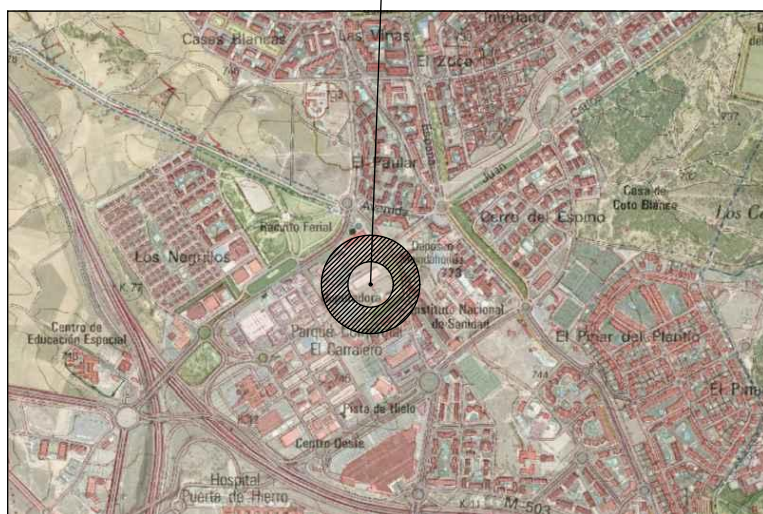
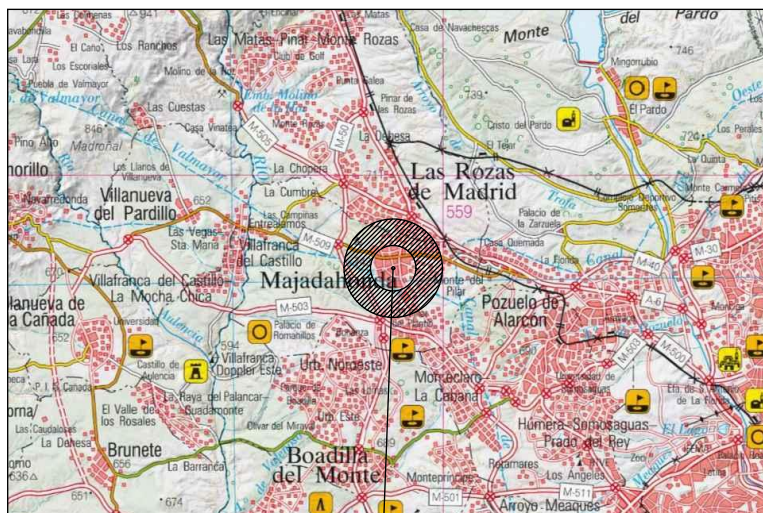
- 1. Plano Situación
- 2. Plano Implantación Sys
- 3. Fichas Sys





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Anejo Nº 12. Estudio de Seguridad y Salud

1-PLANO SITUACIÓN

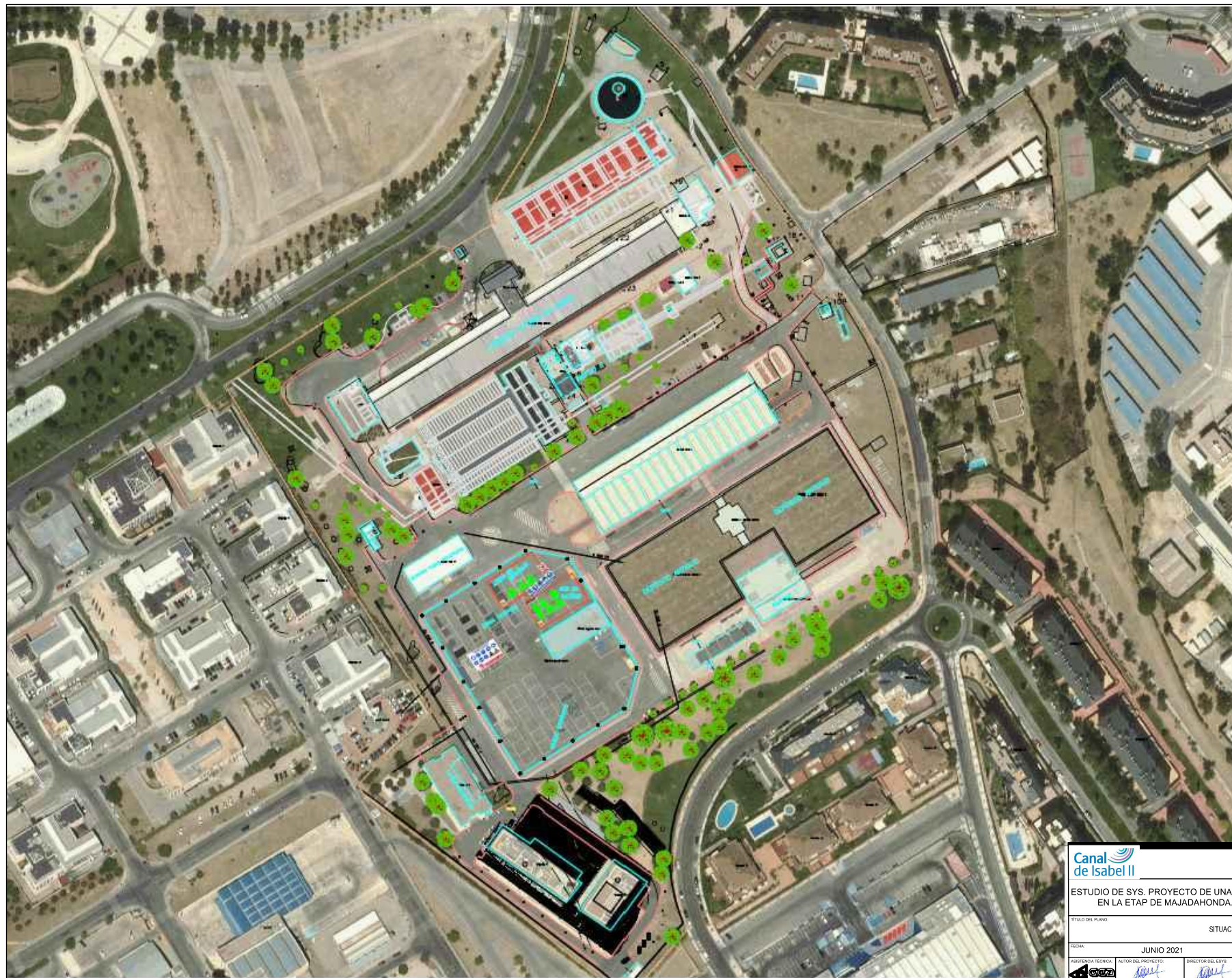




PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Anejo Nº 12. Estudio de Seguridad y Salud

## 2. PLANO IMPLANTACIÓN





ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA  
EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)

TÍTULO DEL PLANO			
SITUACIÓN CASETAS			
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	SE
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	DIRECTOR DEL EBY:	Vº Pº RESPONSABLE DEL PROYECTO:
JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JUAN CARLOS LÓPEZ
Nº DE PLANO			HOJA 2 DE 3





ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA  
EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)

TÍTULO DEL PLANO: RUTA AL HOSPITAL MÁS CERCANO: PUERTA DE HIERRO

FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	SE	Nº DE PLANO:	MJDPA411
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	DIRECTOR DEL EBYB:	VºPº RESPONSABLE DE PROYECTOS:		
					
JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA		JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA		JUAN CARLOS LOPEZ	



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Anejo Nº 12. Estudio de Seguridad y Salud

3. FICHAS

# ÍNDICE GENERAL DE PLANOS

## 0.- PLANO ÍNDICE

1 hoja

## 1.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

## 2.- PLANTA GENERAL

- 2.1.- TRAZADO
- 2.2.- SERVICIOS AFECTADOS
- 2.3.- VALLADO
- 2.4.- VÍAS DE ACCESO, TRÁNSITO Y EVACUACIÓN
- 2.5.- ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS
- 2.6.- INSTALACIONES AUXILIARES Y ACOPIOS
- 2.7.- RUTAS DE EVACUACIÓN, EMERGENCIAS Y CENTROS SANITARIOS

## 3.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN

- 3.1. - SEÑALIZACIÓN DE ORDENACIÓN DEL TRÁFICO 2 hojas
- 3.2. - SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD 2 hojas
- 3.3. - PÓRTICO DE BALIZAMIENTO 1 hoja
- 3.4. - CERRAMIENTOS 2 hojas
- 3.5. - PROTECCIÓN CONTRA CAÍDA DE OBJETOS 1 hoja
- 3.6. - PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS 8 hojas
- 3.7. - LÍNEAS DE VIDA 2 hoja
- 3.8. - EQUIPO DE LAVADO DE EMERGENCIA 1 hoja
- 3.9. - PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 1 hoja
- 3.10.- PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA 3 hojas
- 3.11.- PLANTAS DE UBICACIÓN EN OBRA DE SEÑALIZACIÓN
- 3.12.- PLANTAS DE UBICACIÓN EN OBRA DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

Total por grupo: 23 hojas

## 4.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- 4.1.- PROTECCIÓN DE LA CABEZA 1 hoja
- 4.2.- PROTECCIONES AUDITIVAS 1 hoja
- 4.3.- PROTECCIONES FACIALES Y OCULARES 1 hoja
- 4.4.- PROTECCIÓN DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS 1 hoja
- 4.5.- PROTECCIÓN DE LAS MANOS 1 hoja
- 4.6.- PROTECCIÓN DE PIES Y PIERNAS 1 hoja
- 4.7.- PROTECCIÓN DEL CUERPO 1 hoja
- 4.8.- PROTECCIONES PARA TRABAJOS EN ALTURA 1 hoja
- 4.9.- PROTECCIONES PARA EL SOLDADOR 1 hoja

Total por grupo: 9 hojas

NOTA : EL PROYECTISTA COMPLETARÁ, MODIFICARÁ Y AÑADIRÁ LOS PLANOS QUE CONSIDERE NECESARIOS EN CONVENIENCIA CON LA OBRA PROYECTADA.

## 5.- MEDIOS AUXILIARES

- 5.1. - ANDAMIOS 2 hojas
- 5.2. - PLATAFORMAS DE DESCARGA 1 hoja
- 5.3. - PLATAFORMAS MÓVILES 1 hoja
- 5.4. - BAJANTE DE ESCOMBROS Y CONTENEDOR 1 hoja
- 5.5. - ESLINGAS Y ESTROBOS 2 hojas
- 5.6. - ESCALERA DE MANO 1 hoja
- 5.7. - CARRETILLA DE MANO, CUBILOTE DE HORMIGONADO Y TRANSPALETA HIDRÁULICA 1 hoja
- 5.8. - CARRO PORTABOTELLAS DE GASES LICUADOS 1 hoja
- 5.9. - TRÍPODE DE DESCENSO 1 hoja
- 5.10.- PUNTALES 1 hoja
- 5.11.- SISTEMA DE ILUMINACIÓN PROVISIONAL 1 hoja

Total por grupo: 13 hojas

## 6.- PROTECCIONES ESPECÍFICAS

- 6.1. - EXCAVACIONES Y ZANJAS 3 hojas
- 6.2. - DESCARGA Y ACOPIO DE TUBOS 1 hoja
- 6.3. - HORMIGONADOS 1 hoja
- 6.4. - PRECAUCIÓN EN TRABAJOS DE SOLDADURA 1 hoja
- 6.5. - TRABAJOS DE OXICORTE 1 hoja
- 6.6. - TRABAJOS CON RIESGO ELÉCTRICO 3 hojas
- 6.7. - DISTANCIAS A LÍNEAS ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN. LEBT 1 hoja
- 6.8. - DISTANCIAS A LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN. LEAT 1 hoja
- 6.9. - TRABAJOS EN ESPACIOS CONFINADOS 1 hoja
- 6.10.- MOVIMIENTO MANUAL DE CARGAS 1 hoja
- 6.11.- CÓDIGO DE SEÑALES DE MANIOBRA 1 hoja
- 6.12.- REVISIÓN Y USO CORRECTO DE HERRAMIENTAS 1 hoja
- 6.13.- PRIMEROS AUXILIOS BÁSICOS EN OBRA 1 hoja

Total por grupo: 17 hojas

## 7.- INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Total por grupo: 1 hoja

				
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO: PLANO ÍNDICE				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VISIÓ RESPONSABLE DE PROYECTOS:	Nº DE PLANO:
	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JUAN M. ESCOBAR LÓPEZ	0
				HOJA 1 DE 1.



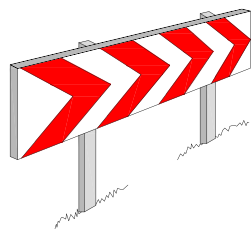
ELEMENTOS DE BALIZAMIENTO		
CLAVE	SEÑAL	DENOMINACIÓN
TB-1		PANEL DIRECCIONAL ALTO
TB-2		PANEL DIRECCIONAL ESTRECHO
TB-3		PANEL DOBLE DIRECCIONAL ALTO
TB-4		PANEL DOBLE DIRECCIONAL ESTRECHO
TB-5		PANEL DE ZONA EXCLUIDA AL TRÁFICO
TB-6		CONO
TB-7		PANEL VERTICAL
TB-8		PANEL VERTICAL ALTO

ELEMENTOS LUMINOSOS		
CLAVE	SEÑAL	DENOMINACIÓN
TL-7		LINEA DE LUCES AMARILLAS FIJAS
TL-8		CASCADA LUMINOSA (MÓVIL)
TL-10		LUZ AMARILLA FIJA
TL-11		LUZ ROJA FIJA
TL-12		SEMÁFORO

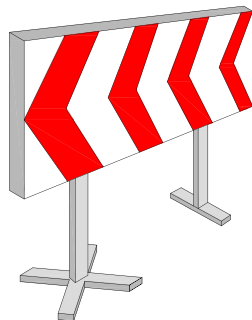
SEÑALIZACIÓN DE ORDENACIÓN DEL TRÁFICO Y PRIORIDAD		
CLAVE	SEÑAL	DENOMINACIÓN
TR-205		LIMITACIÓN DE ALTURA
TR-301		VELOCIDAD MÁXIMA
TR-302		GIRO A LA DERECHA PROHIBIDO
TR-303		GIRO A LA IZQUIERDA PROHIBIDO
TR-305		ADELANTAMIENTO PROHIBIDO
TR-306		ADELANTAMIENTO PROHIBIDO A CAMIONES
TR-5		PRIORIDAD AL SENTIDO CONTRARIO
TR-400a		SENTIDO OBLIGATORIO
TR-400b		SENTIDO OBLIGATORIO
TR-401a		PASO OBLIGATORIO
TR-401b		PASO OBLIGATORIO
TR-500		FIN DE PROHIBICIONES

SEÑALES MANUALES		
CLAVE	SEÑAL	DENOMINACIÓN
TM-1		DISCO AZUL DE PASO PERMITIDO
TM-2		DISCO DE STOP O PASO PROHIBIDO

SEÑALES DE PELIGRO		
CLAVE	SEÑAL	DENOMINACIÓN
TP-15a		RESALTO
TB-15b		BADÉN
TP-17		ESTRECHAMIENTO DE CALZADA
TP-17a		ESTRECHAMIENTO DE CALZADA DERECHA
TP-17b		ESTRECHAMIENTO DE CALZADA IZQUIERDA
TP-18		OBRAS
TP-19		CONGESTIÓN
TP-20		SEMÁFORO
TP-50		OTROS PELIGROS
TS-55		REDUCCIÓN DE CARRIL POR LA IZQUIERDA (2 EN 1)
TS-52		REDUCCIÓN DE CARRIL POR LA IZQUIERDA (3 EN 2)
TP-8		PASO A NIVEL SIN BARRERAS
R-2		DETENCIÓN OBLIGATORIA



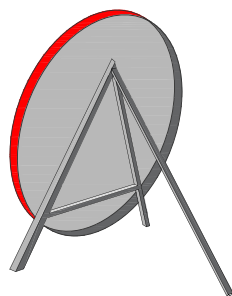
PANELES DIRECCIONALES ANCLADOS



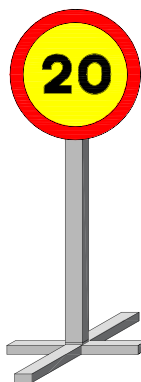
PANELES DIRECCIONALES PROVISIONALES DE OBRAS



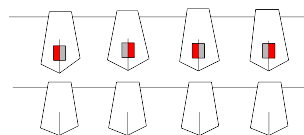
SEÑAL CON ANCLAJE DE HORMIGÓN



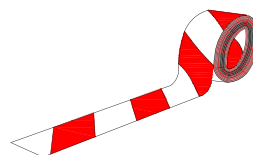
TRÍPODE DE ACERO GALVANIZADO



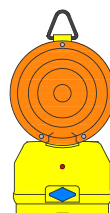
PIE CRUCETA PARA SEÑALES PROVISIONALES



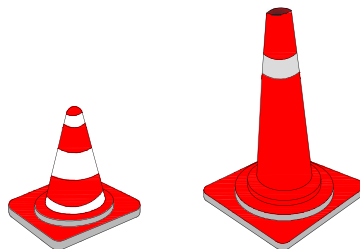
GUIRNALDA DE BALIZAMIENTO



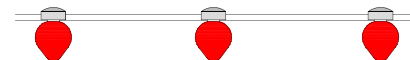
CINTA BALIZAMIENTO PLÁSTICO



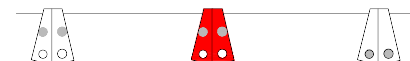
LÁMPARA FUA INTERMITENTE CON BATERÍA O PILAS



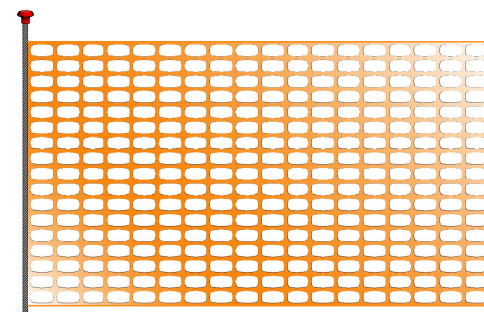
CONOS DE GOMA DE 50 Y 70 cm



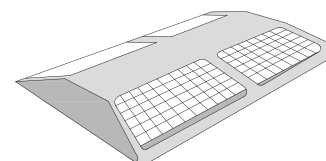
PORTALÁMPARAS DE PLÁSTICO



GUIRNALDA DE BALIZAMIENTO NORMAL Y REFLEXIVO



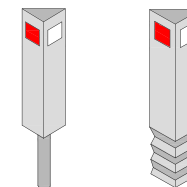
MALLA DE POLIETILENO TIPO STOPPER



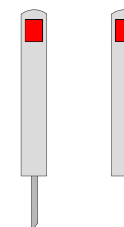
CAPTAFAROS HORIZONTAL (OJO DE GATO)



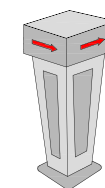
CLAVOS DE DESACELERACIÓN



HITOS CAPTAFAROS PARA SEÑALIZACIÓN LATERAL DE AUTOPISTAS EN POLIETILENO



HITOS DE P.V.C.



HITOS LUMINOSOS

<b>ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)</b>				
<b>TÍTULO DEL PLANO: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN SEÑALIZACIÓN DE ORDENACIÓN DEL TRÁFICO</b>				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VISOR RESPONSABLE DE PROYECTOS:	
	JOSE M. CLAMORRANO GARCIA	JOSE M. CLAMORRANO GARCIA	JAVIER TORRESA LÓPEZ	
				Nº DE PLANO: 3.1
				HOJA 2 DE 2

## SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO



## SEÑALES DE EQUIPOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS



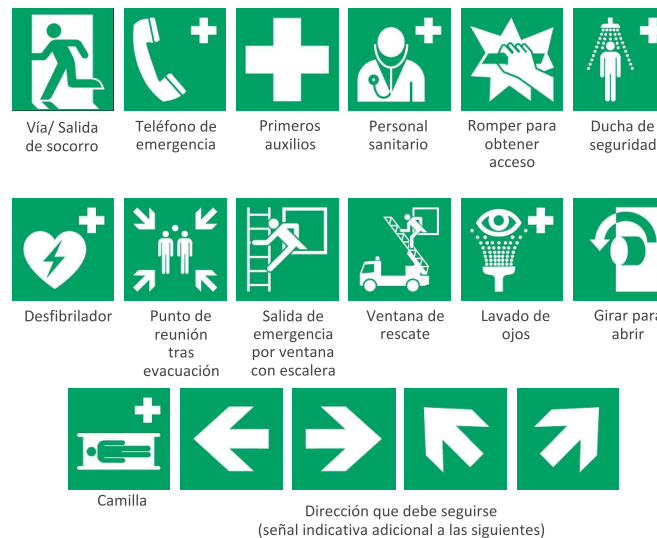
## SEÑALES DE OBLIGACIÓN



## SEÑALES DE PROHIBICIÓN

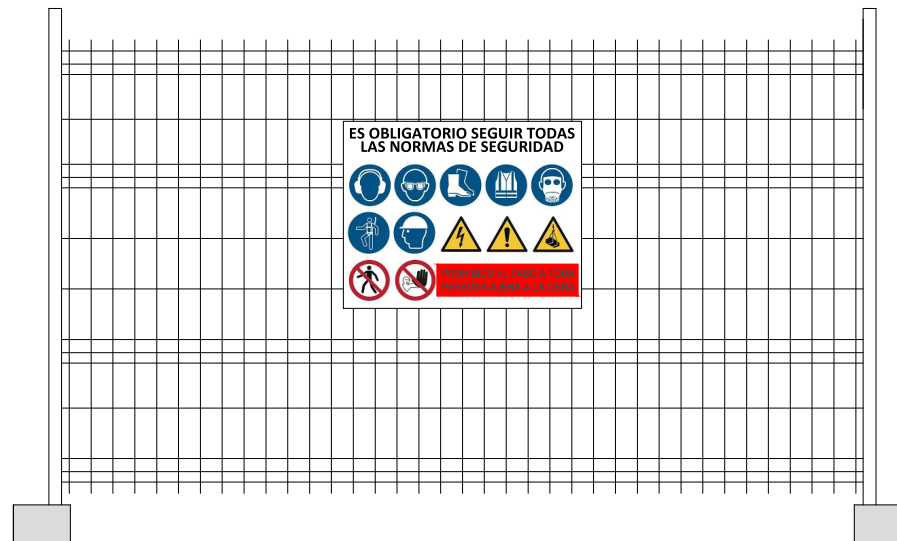


## SEÑALES DE EVACUACIÓN, SALVAMENTO Y SOCORRO

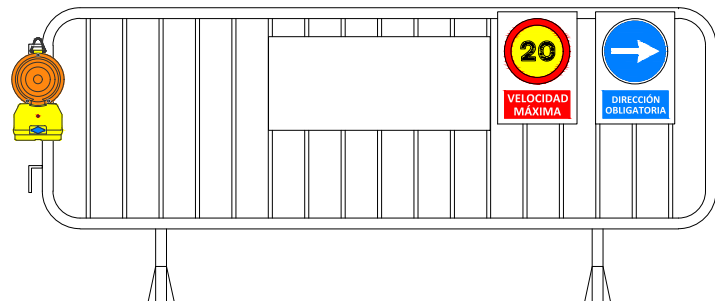


<b>Canal de Isabel II</b> ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)					
TÍTULO DEL PLANO: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD					
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:	Nº DE PLANO
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VERIFICADOR DEL PROYECTO:	VERIFICADOR DEL PROYECTO:	3.2
	JOSE M. CLAMAGUANO GARCIA	JOSE M. CLAMAGUANO GARCIA	JOSE M. CLAMAGUANO GARCIA	JOSE M. CLAMAGUANO GARCIA	HOJA 1 de 2

VALLA METÁLICA ELECTROSOLDABLE



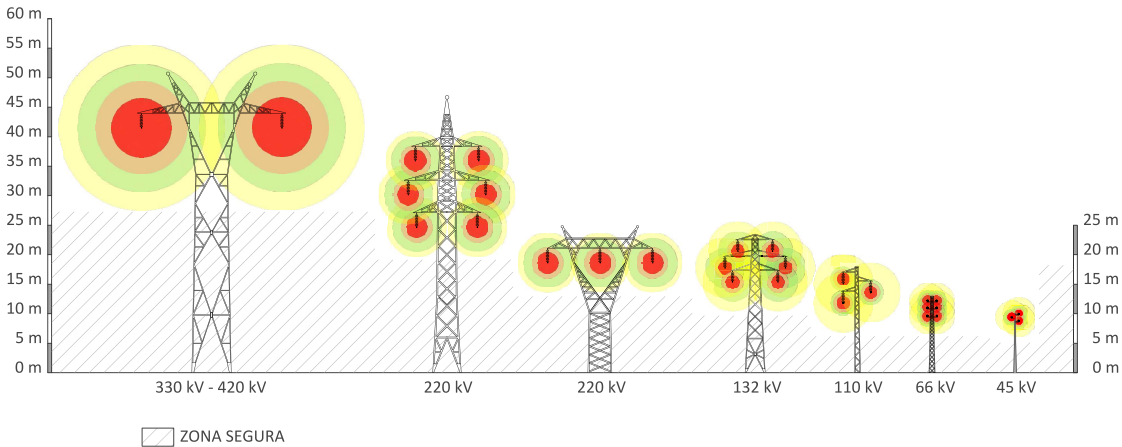
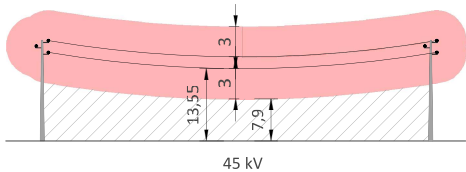
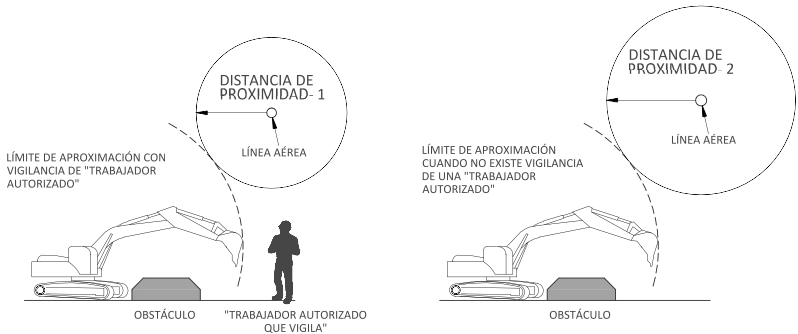
VALLA MÓVIL DE PROTECCIÓN Y PROHIBICIÓN DE PASO



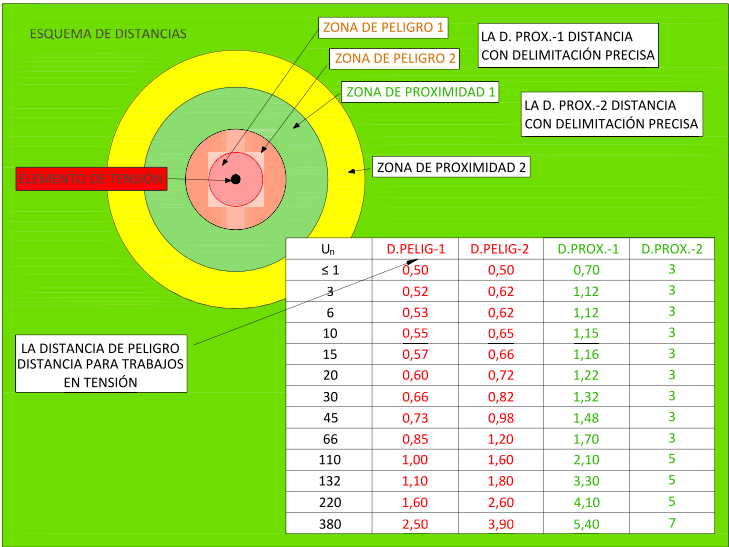
NOTA: SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO SEGÚN LAS CIRCUNSTANCIAS EN CUMPLIMIENTO DEL I.C.-8.3

				
<b>ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)</b>				
<b>TÍTULO DEL PLANO:</b> EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VERIF. RESPONSABLE DE PROYECTO:	Nº DE PLANO:
				3.2
HOJA 2 DE 2				

PÓRTICO DE BALIZAMIENTO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS



DISTANCIAS LÍMITE DE LAS ZONAS DE TRABAJO



Un = Tensión nominal de la instalación (kV).

DISTANCIA DE PELIGRO -1 = DISTANCIA HASTA EL LÍMITE EXTERIOR DE LA ZONA DE PELIGRO CUANDO EXISTA RIESGO DE SOBRETENSIÓN POR RAYO (m).

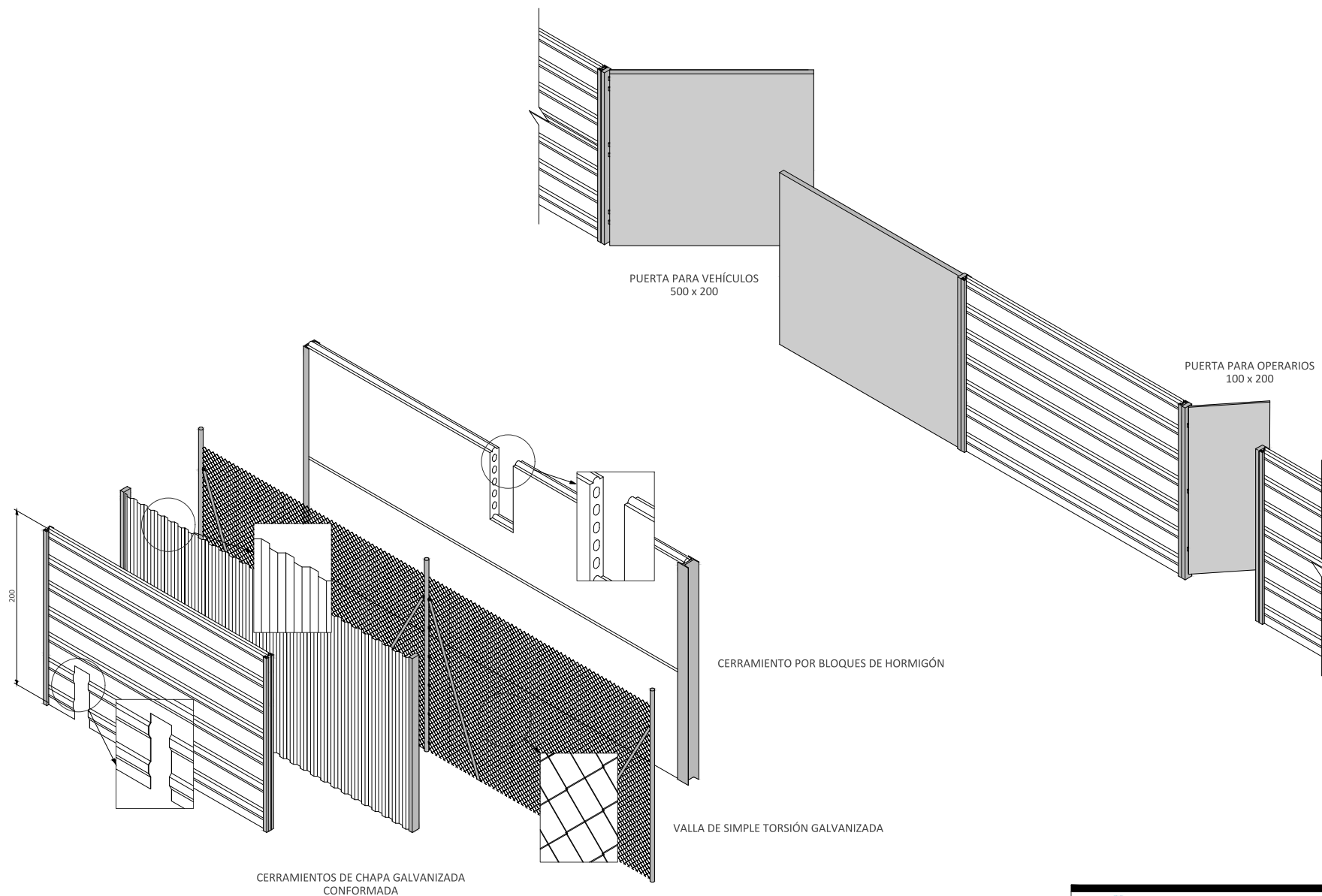
DISTANCIA DE PELIGRO -2 = DISTANCIA HASTA EL LÍMITE EXTERIOR DE LA ZONA DE PELIGRO CUANDO NO EXISTA EL RIESGO DE SOBRETENSIÓN POR RAYO (m).

DISTANCIA DE PROXIMIDAD -1 = DISTANCIA HASTA EL LÍMITE EXTERIOR DE LA ZONA DE PROXIMIDAD CUANDO RESULTE POSIBLE DELIMITAR CON PRECISIÓN LA ZONA DE TRABAJO Y CONTROLAR QUE ÉSTA NO SE SOBREPASA DURANTE LA REALIZACIÓN DEL MISMO (m).

DISTANCIA DE PROXIMIDAD -2 = DISTANCIA HASTA EL LÍMITE EXTERIOR DE LA ZONA DE PROXIMIDAD CUANDO NO RESULTE POSIBLE DELIMITAR CON PRECISIÓN LA ZONA DE TRABAJO Y CONTROLAR QUE ÉSTA NO SE SOBREPASA DURANTE LA REALIZACIÓN DEL MISMO (m).

NOTA: LAS DISTANCIAS PARA VALORES DE TENSIÓN INTERMEDIOS SE CALCULARÁN POR INTERPOLACIÓN LINEAL.

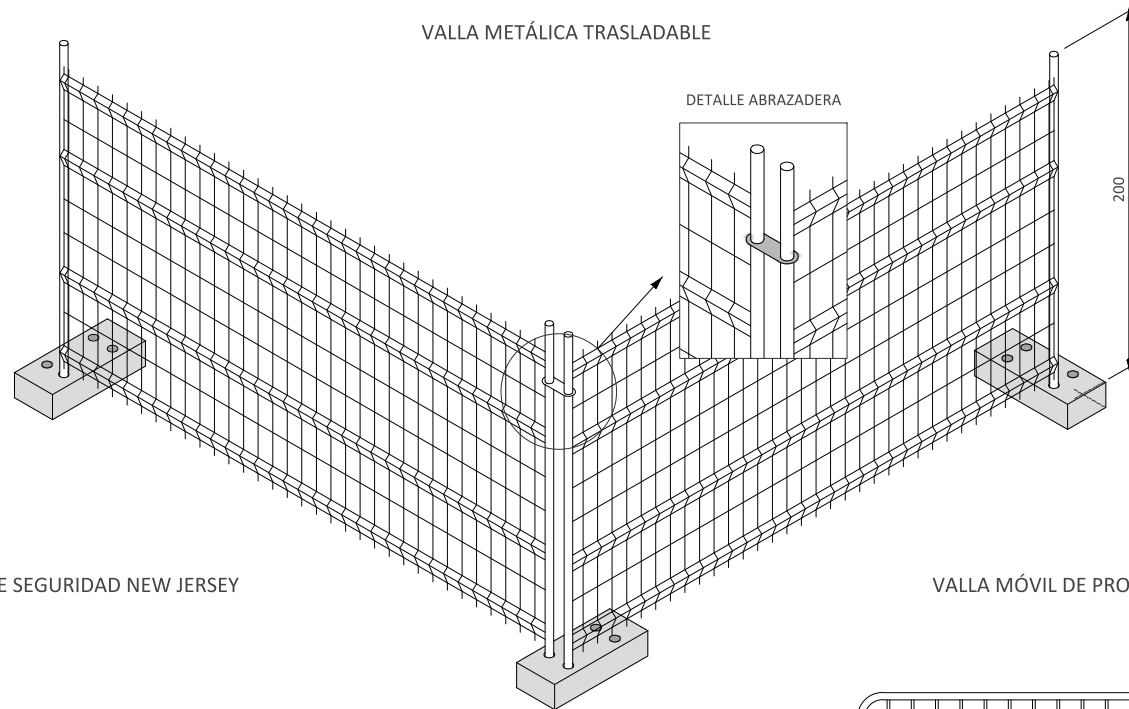




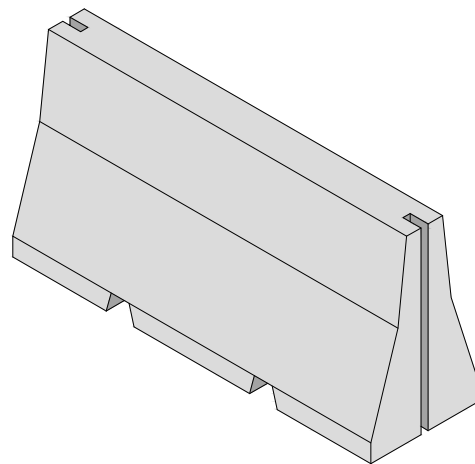
				
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN CERRAMIENTOS				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	OTRAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VERIF. RESPONSABLE DE PROYECTOS:	Nº DE PLANO:
	JOSE M. CLAMORAND GARCIA	JOSE M. CLAMORAND GARCIA	JUAN CARLOS LÓPEZ	3.4
HOJA 3 DE 2.				

## VALLADO MÓVIL

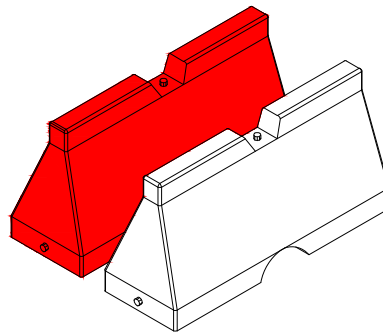
### VALLA METÁLICA TRASLADABLE



### BARRERAS DE SEGURIDAD NEW JERSEY

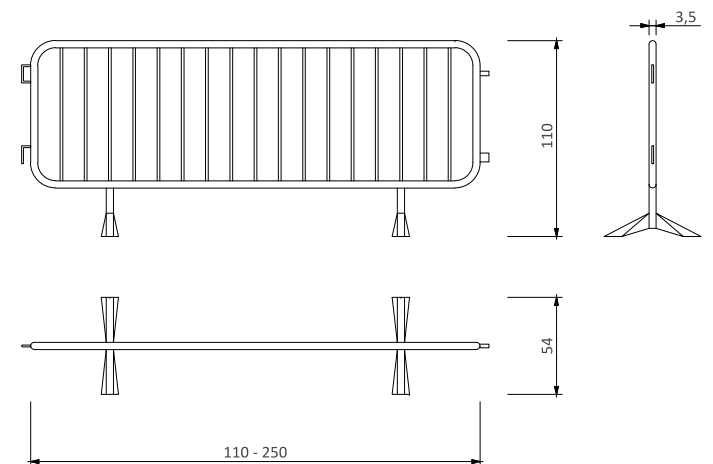


BARRERAS DE SEGURIDAD NEW JERSEY DE HORMIGÓN



BARRERAS DE SEGURIDAD NEW JERSEY DE PLÁSTICO RELLENABLES DE AGUA

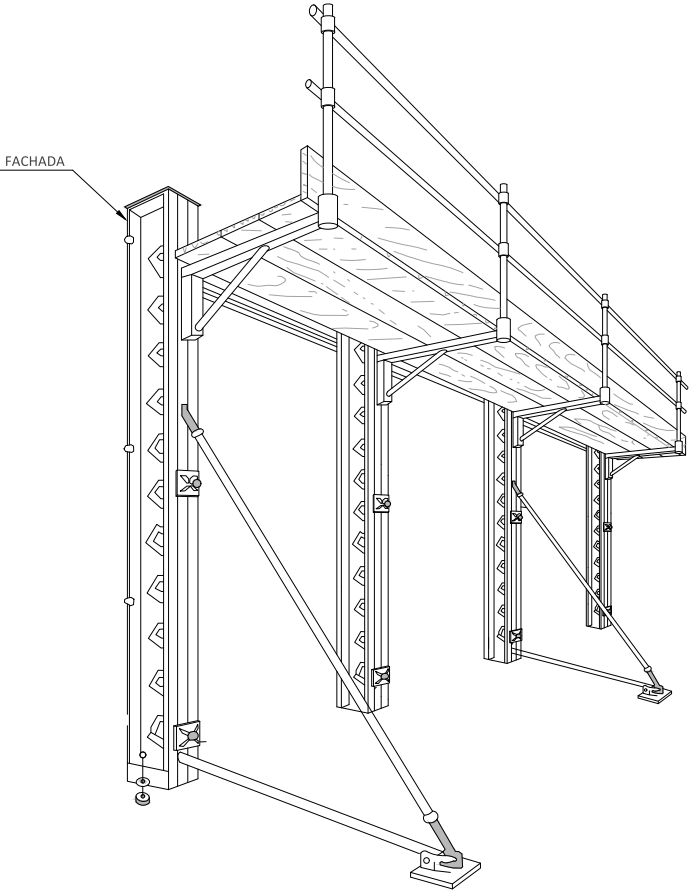
### VALLA MÓVIL DE PROTECCIÓN Y PROHIBICIÓN DE PASO



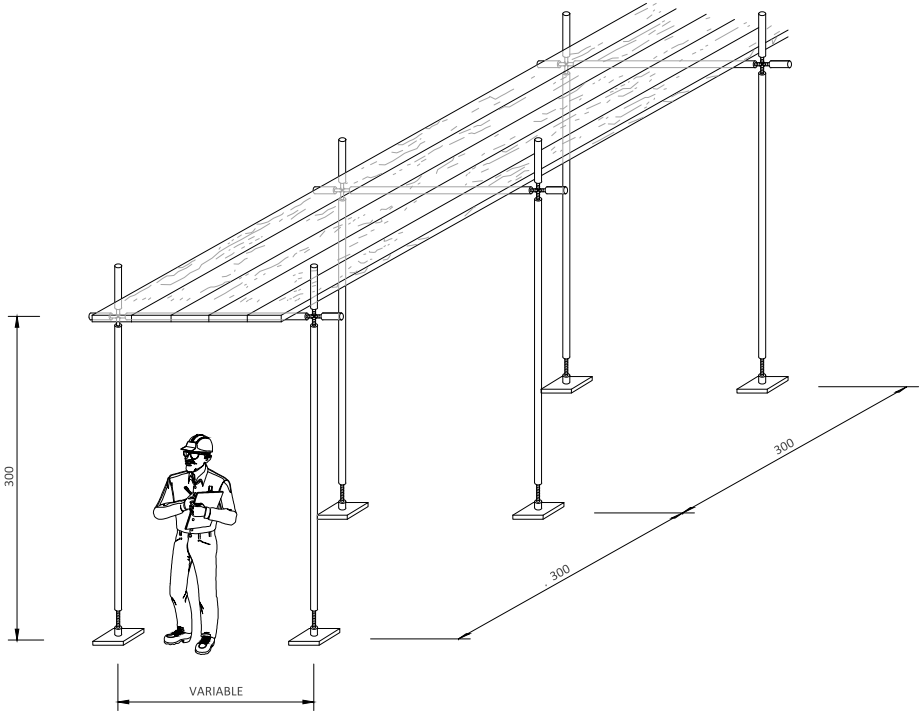
				
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN CERRAMIENTOS				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COPIAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VERIF. RESPONSABLE DE PROYECTO:	Nº DE PLANO:
	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JUANJO GARCIA LOPEZ	3.4
				HOJA 2 DE 2.



VISERA DE PROTECCIÓN PARA FACHADAS



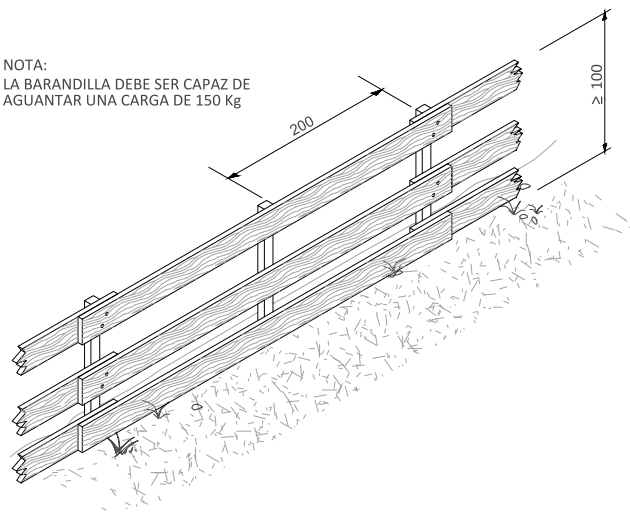
PASO PROTEGIDO POR MARQUESINA  
PROTECCIÓN FACHADAS



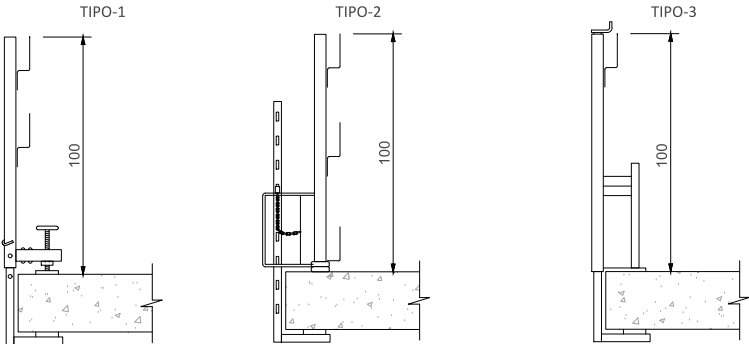
				
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN PROTECCIÓN CONTRA CAÍDA DE OBJETOS				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	OTRAS: cm
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VERIF. RESPONSABLE DE PROYECTOS:	Nº DE PLANO:
	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	3.5
HOJA 1 DE 1				

BARANDILLA DE PROTECCIÓN DE MADERA

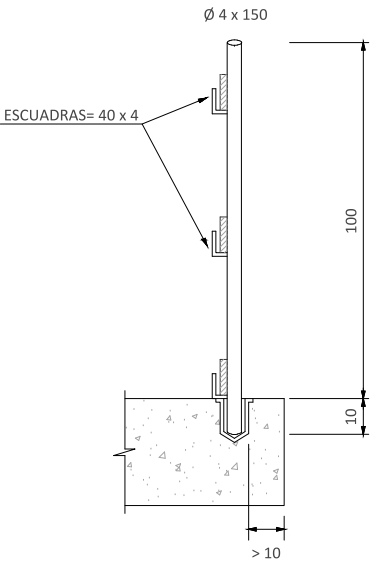
NOTA:  
LA BARANDILLA DEBE SER CAPAZ DE  
AGUANTAR UNA CARGA DE 150 Kg



BARANDILLA CON SOPORTE TIPO "SARGENTO"

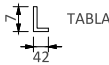
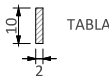


BARANDILLA DE PROTECCIÓN EMBEBIDA EN  
FORJADO, ESTRUCTURA Ó CUBIERTA

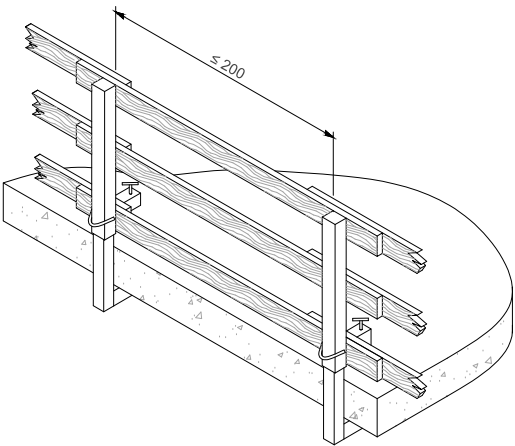
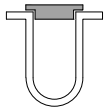


LA MENOR POSIBLE HOLGURA ENTRE CARTUCHO Y TUBO  
(1 mm RECOMENDABLE)

EN CUALQUIER CASO DETRÁS DE LA ARMADURA  
LONGITUDINAL DEL ZUNCHO



TAPÓN REMOVIBLE



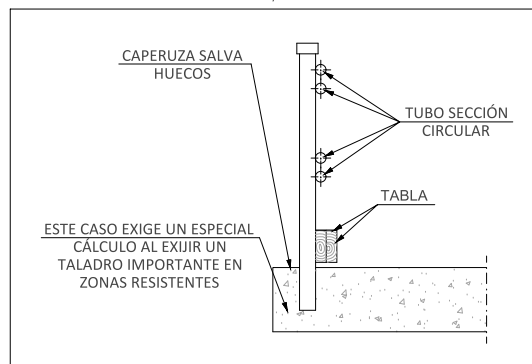
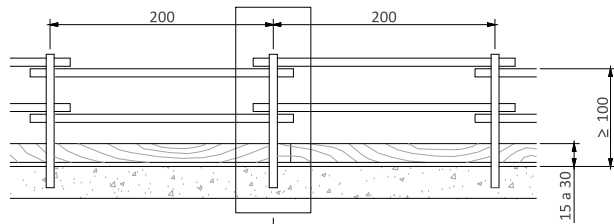
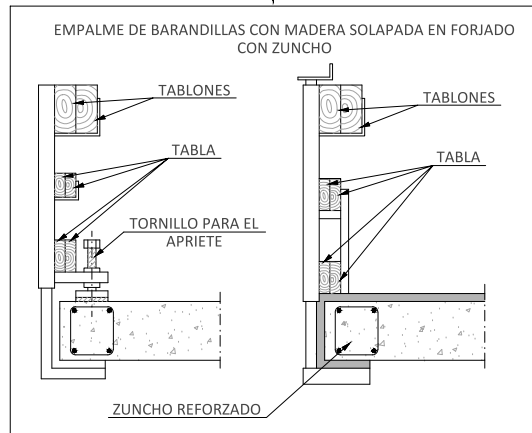
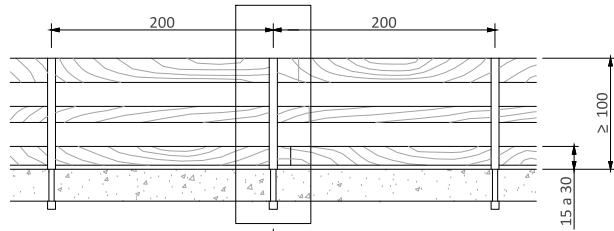
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN  
LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)

TÍTULO DEL PLANO:

EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN  
PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS

FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:	cm	Nº DE PLANO
ASISTENCIA TÉCNICA:		AUTOR DEL PROYECTO:		AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:		VISI RESPONSABLE DE PROYECTOS:
			JOSÉ M. CLAMAGRAND GARCÍA		JOSÉ M. CLAMAGRAND GARCÍA	JOSE M. CLAMAGRAND GARCÍA
						3.6
						HOJA 3 DE 8

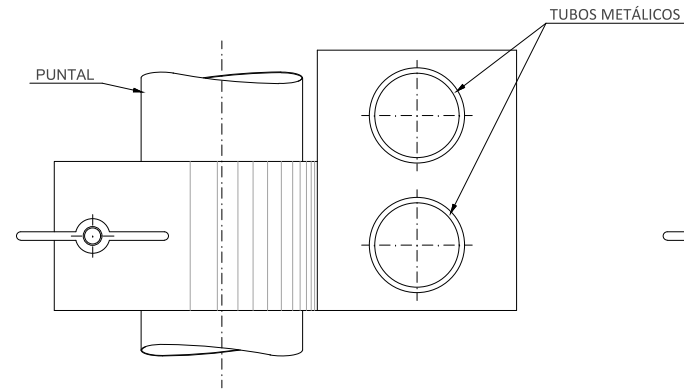
## BARANDILLAS



## BRIDAS PARA FORMAR BARANDILLAS

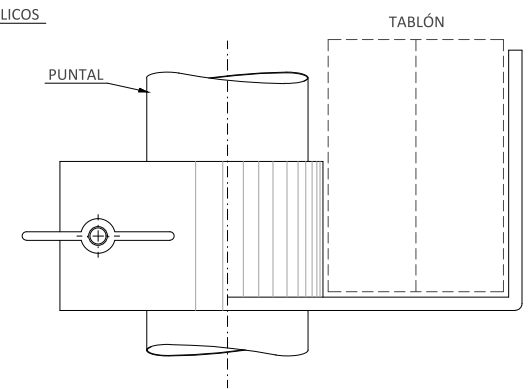
### ALZADOS

BRIDA PARA FORMAR BARANDILLAS  
TUBULARES CON TUBO METÁLICO

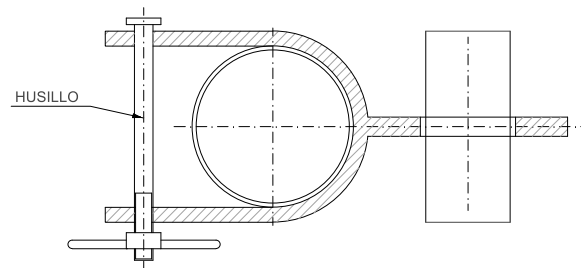


### ALZADOS

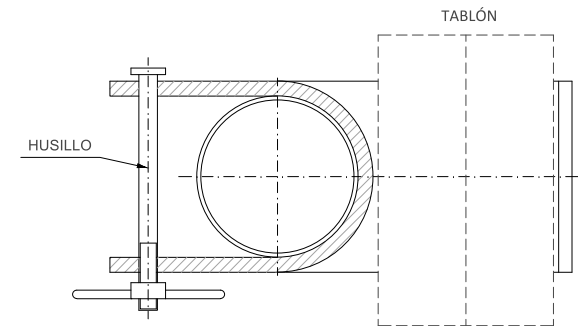
BRIDA PARA FORMAR BARANDILLAS  
TUBULARES CON TABLÓN DE MADERA



### SECCIÓN

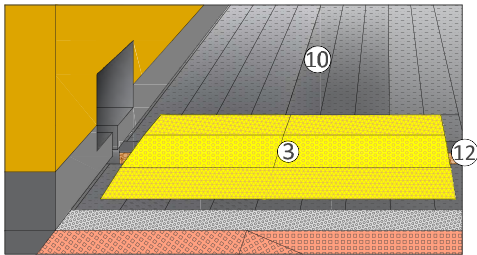
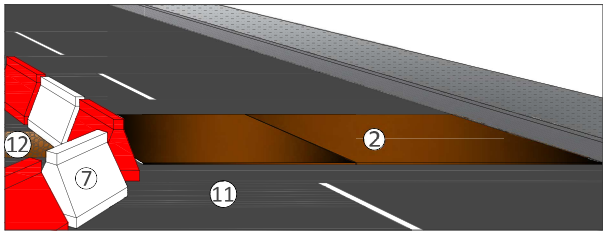
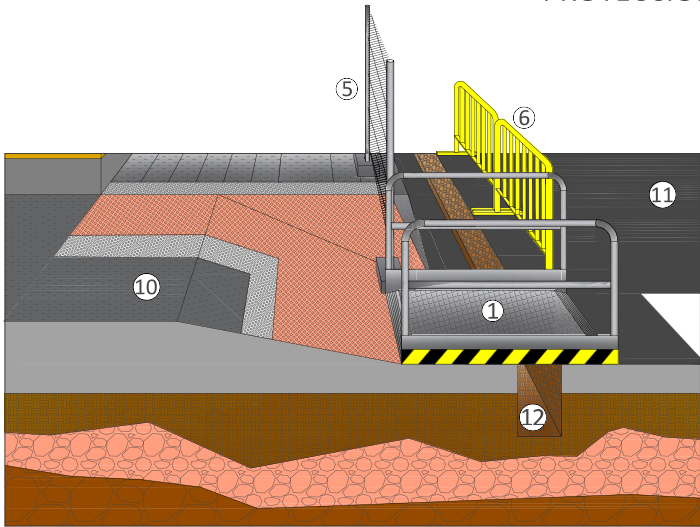


### SECCIÓN



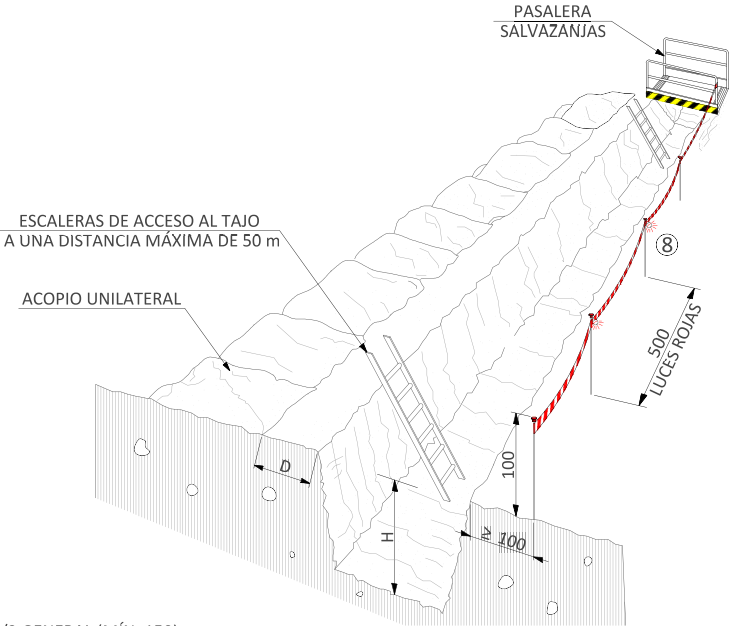
				
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COPIAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VERIF. RESPONSABLE DE PROYECTO:	Nº DE PLANO:
	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JUAN CARLOS LÓPEZ	3.6
HOJA 2 DE 8.				

PROTECCIONES EN ZANJAS, HUECOS Y APERTURAS

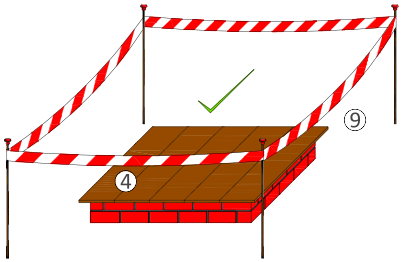
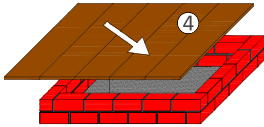


- 1- PASARELA METÁLICA SALVAZANJAS PARA PEATONES CON BARANDILLA
- 2- PLANCHA DE ACERO SALVAZANJAS PARA VEHÍCULOS
- 3- PLANCHA PLÁSTICA PARA PASO DE PEATONES
- 4- TABLONES DE MADERA
- 5- VALLA DE MALLA DE ACERO ELECTROSOLDADA CON PIE DE HORMIGÓN ZANJA
- 6- VALLA DE CONTENCIÓN DE PEATONES
- 7- BARRERA PLÁSTICA TIPO NEW JERSEY
- 8- BALIZA LUMINOSA INTERMITENTE
- 9- CINTA DE BALIZAMIENTO DE PLÁSTICO
- 10-ACERA
- 11-CALZADA
- 12-ZANJA

NOTA: LA SEÑALIZACIÓN DEBERÁ CUMPLIR LO ESPECIFICADO EN LA NORMA 8.3. IC ( SEÑALIZACIÓN DE OBRA ).  
EL TIPO DE PROTECCIONES PERIMETRALES Y BALIZAMIENTO SE SELECCIONARÁ EN FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CADA OBRA.

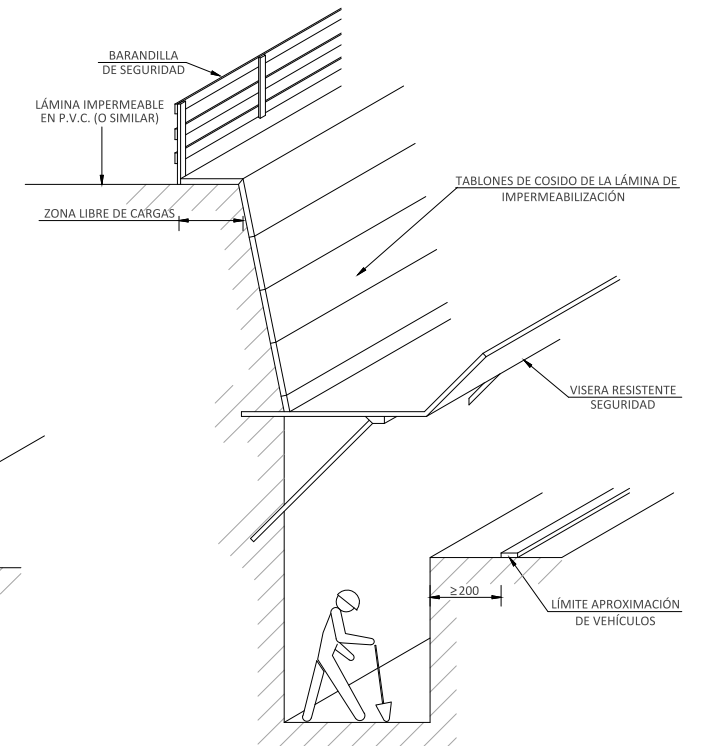
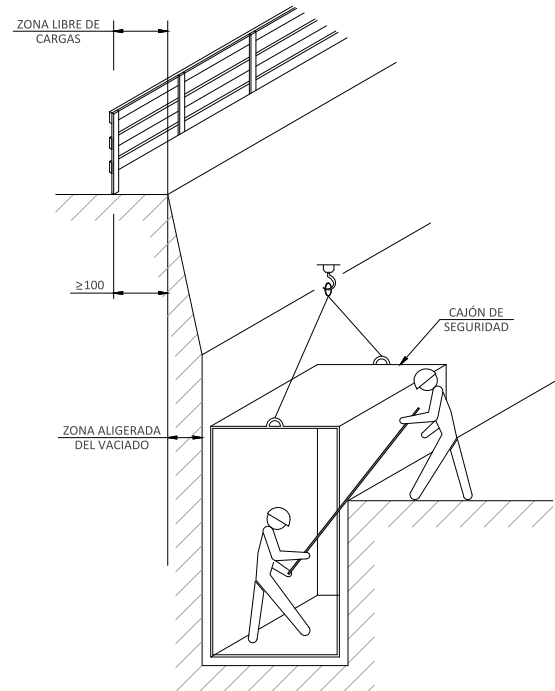
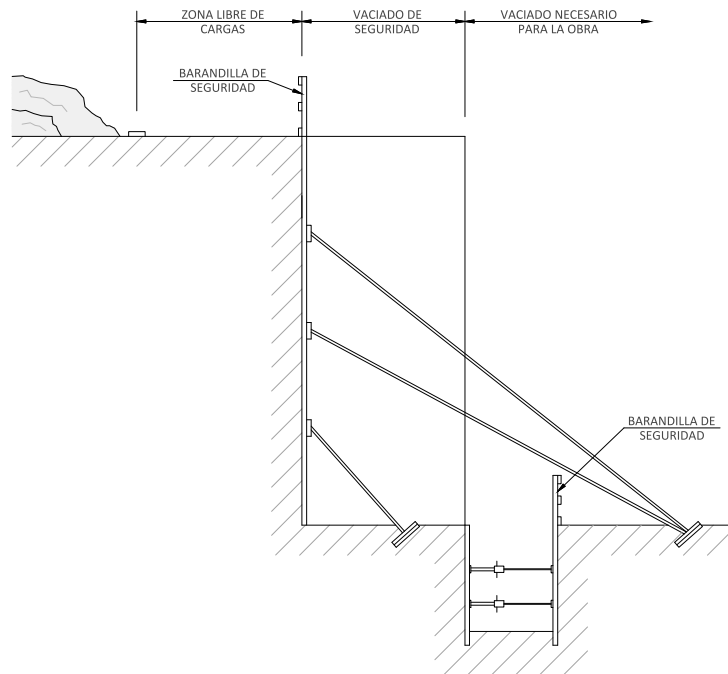


$D \geq H/2$  GENERAL (MÍN. 150)  
 $D \geq H$  (TERRENOS ARENOSOS)



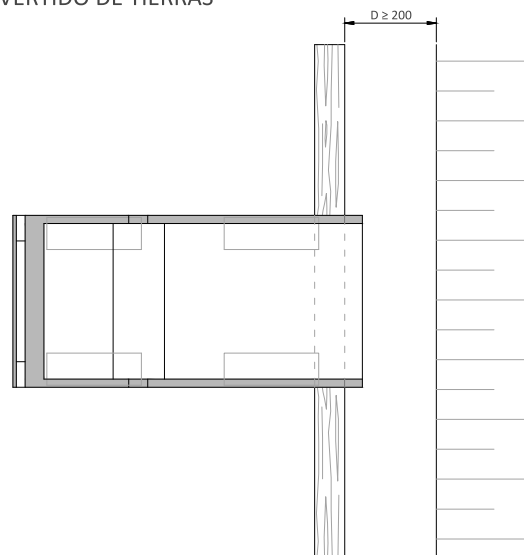
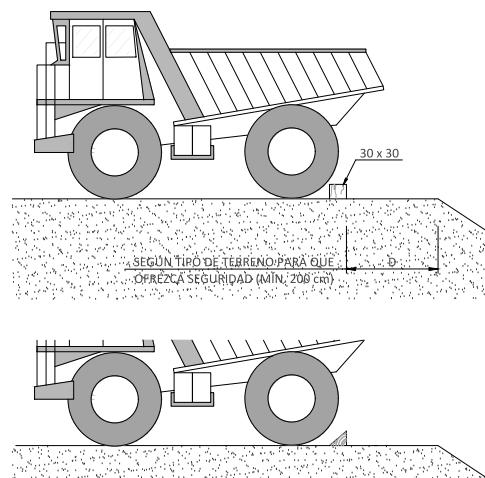
				
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS: cm
ASISTENCIA TÉCNICA:		AUTOR DEL PROYECTO:	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	VERIF. RESPONSABLE DE PROYECTO:
			JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JAVIER ORTEGA LÓPEZ
				Nº DE PLANO: 3.6
				HOJA 3 DE 8

## PROTECCIÓN EN VACIADOS Y ZANJAS

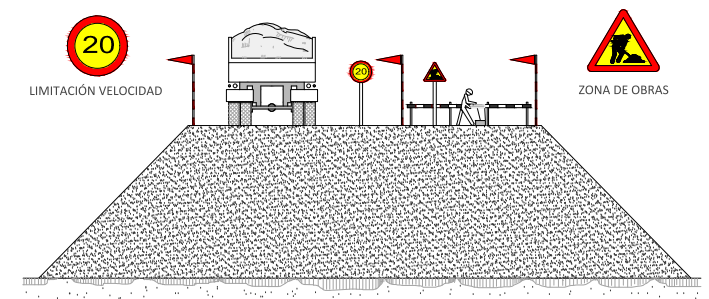


NOTA: ESQUEMAS ORIENTATIVOS SUJETOS A INDICACIONES DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO

## TOPE DE RETROCESO DE VEHÍCULOS EN VERTIDO DE TIERRAS



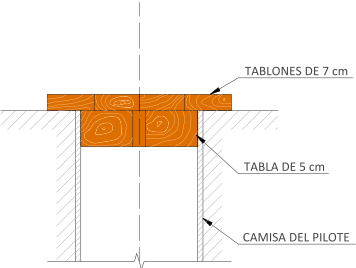
## EJECUCIÓN DE TERRAPLENES Y DE AFIRMADOS



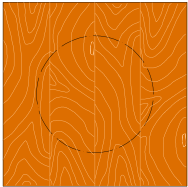
										
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)										
TÍTULO DEL PLANO: EQUIPO DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS										
FECHA:	JUNIO 2021		ESCALA:	S/E		COTAS:	cm	Nº DE PLANO:	3.6	
ASISTENCIA TÉCNICA:			AUTOR DEL PROYECTO:			AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:			VISIÓ RESPONSABLE DE PROYECTO:	
JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA			JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA			JAVIER RODRIGUEZ LOPEZ			HOJA 3 DE 8	

PROTECCIÓN DE HUECOS EN MADERA, ACERO Y COMPOSITE

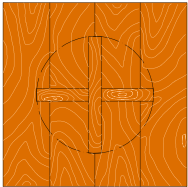
SECCIÓN POZO SIN ARMAR



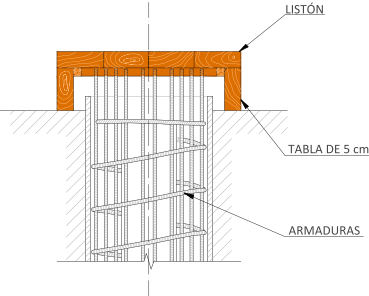
CARA SUPERIOR



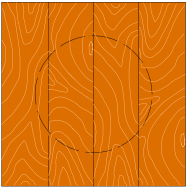
CARA INFERIOR



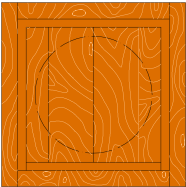
SECCIÓN POZO ARMADO



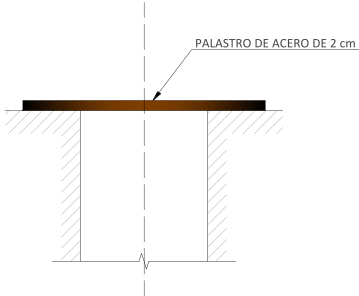
CARA SUPERIOR



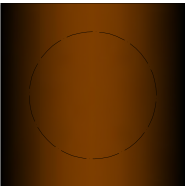
CARA INFERIOR



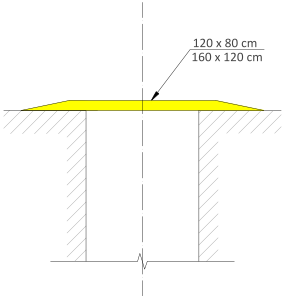
EN HUECOS Y ABERTURAS



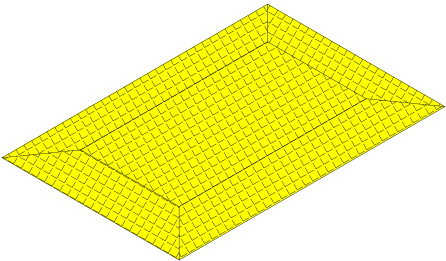
CARA SUPERIOR E INFERIOR



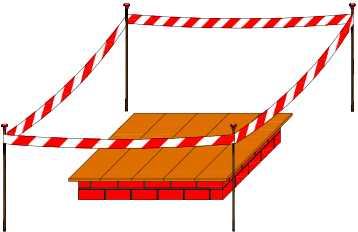
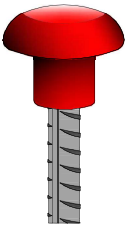
SALVAZANJAS PARA PEATONES



PLANCHA PLÁSTICA



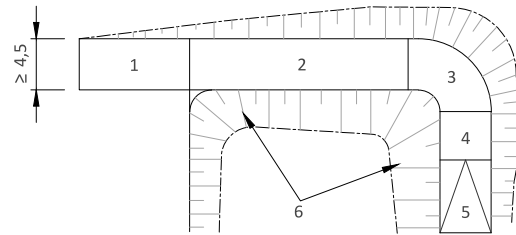
DETALLE PROTECCIÓN ARMADURA " TIPO SETA "



ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO: PROTECCIONES COLECTIVAS PROTECCION CONTRA CAÍDAS. PROTECCIÓN DE HUECOS HORIZONTALES				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS: cm
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VISIÓ RESPONSABLE DE PROYECTOS:	
	JOSE M. CLAMORAND GARCIA	JOSE M. CLAMORAND GARCIA	JAVIER TORRESA LÓPEZ	
Nº DE PLANO				3.6
HOJA 3 DE 8				

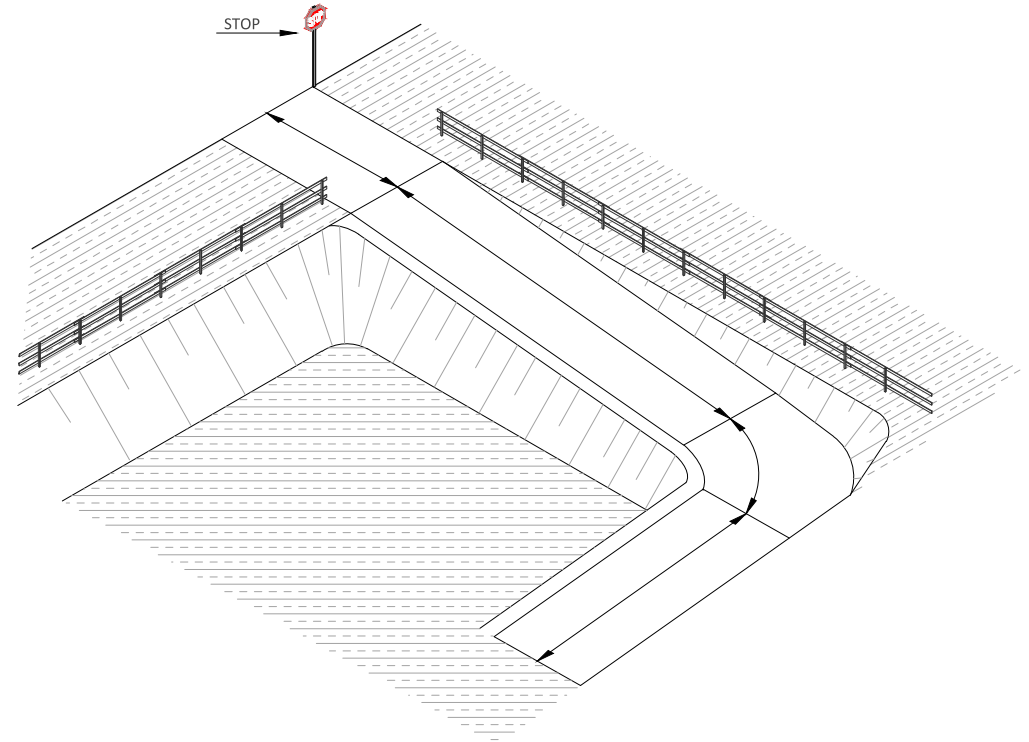
## ACCESOS A OBRA

### RECOMENDACIONES DE DIMENSIONES PARA RAMPAS DE ACCESO A OBRA

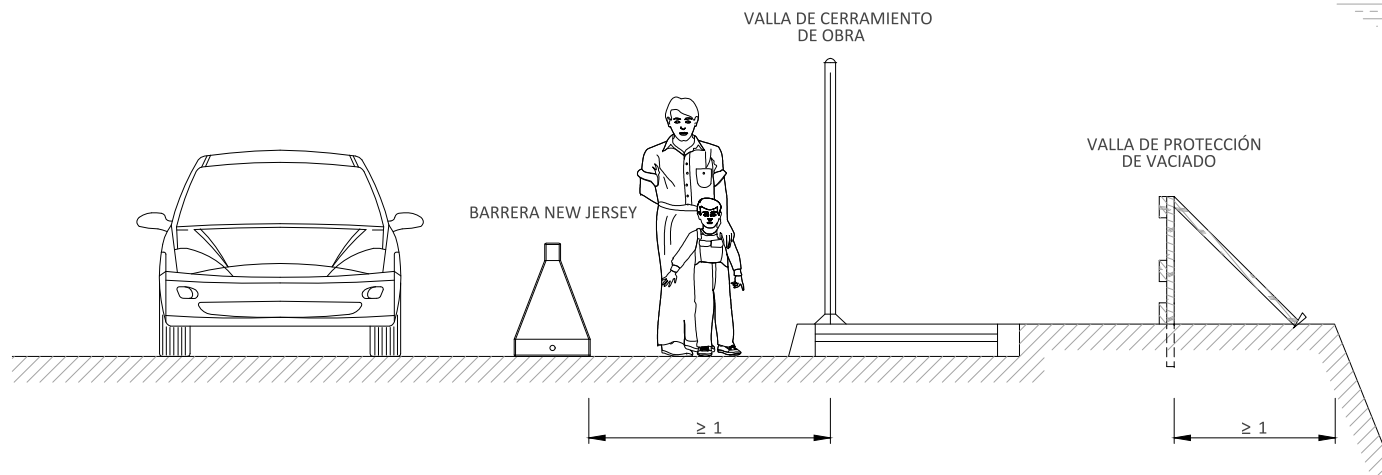


- 1: ZONA HORIZONTAL
- 2:  $\leq 12$  % PENDIENTE EN TRAMOS RECTOS
- 3:  $\leq 8$  % PENDIENTE EN TRAMOS CURVOS
- 4:  $\leq 12$  % PENDIENTE EN TRAMOS RECTOS
- 5:  $\geq 6$  m INICIACIÓN DE SUBIDA
- 6: TALUDES

PLANTA



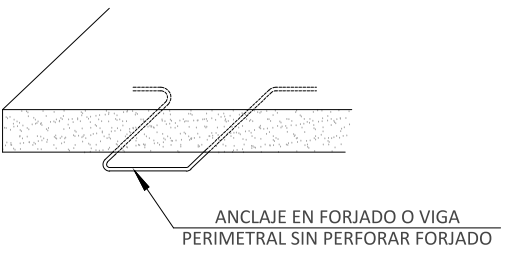
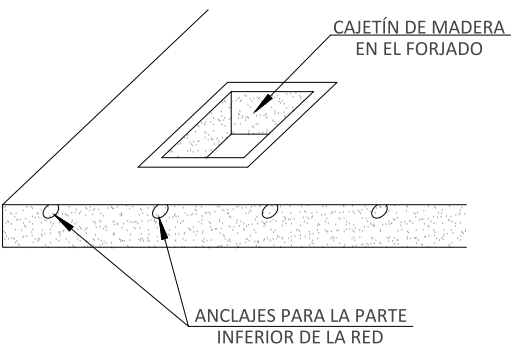
### COLOCACIÓN DE VALLAS



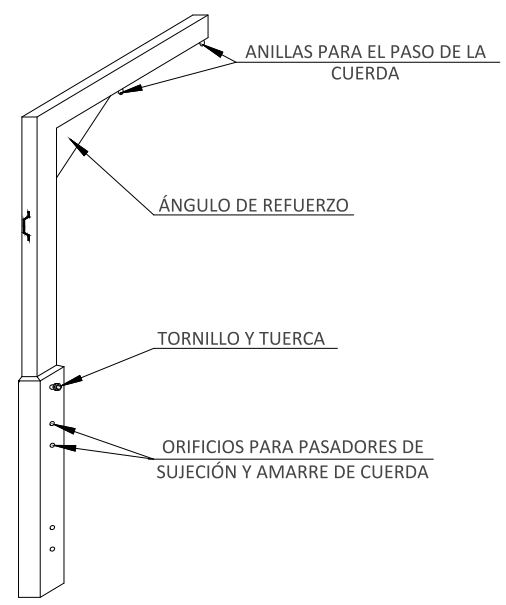
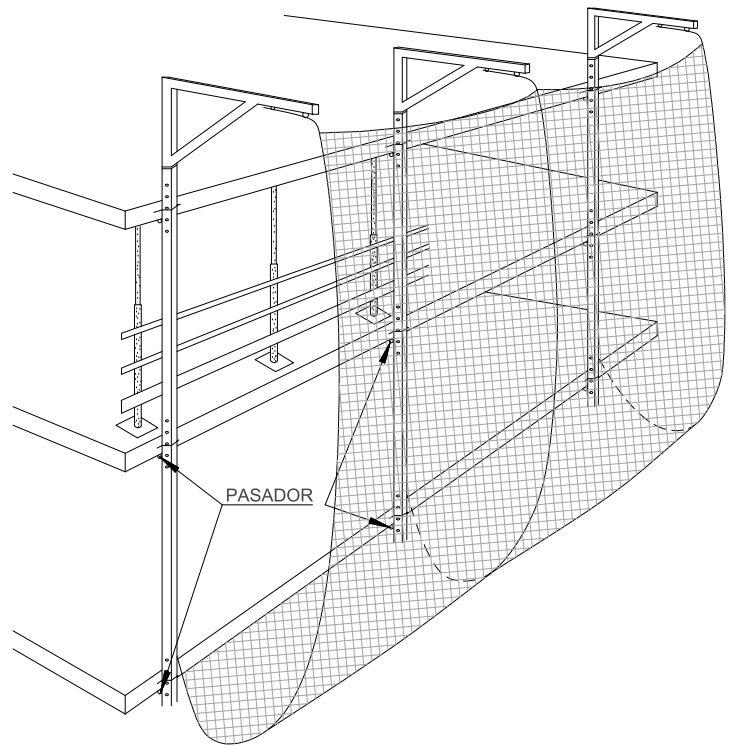
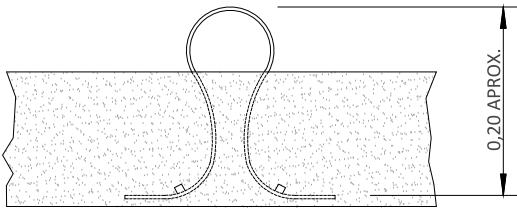
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO: PROTECCIONES COLECTIVAS PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS. VALLADOS EN ACCESOS				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS: m
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VISIÓ RESPONSABLE DE PROYECTO:	Nº DE PLANO: 3.6
	JOSE M. CLAMANDRANO GARCIA	JOSE M. CLAMANDRANO GARCIA	JOSE M. CLAMANDRANO GARCIA	HOJA 6 DE 8



SUJECCIÓN DE RED TIPO HORCA

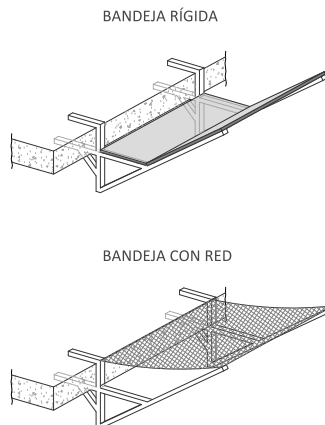
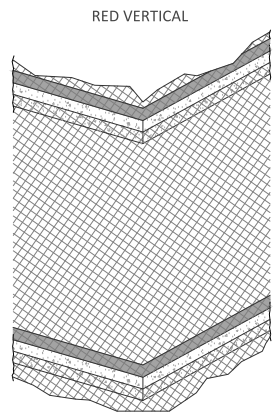
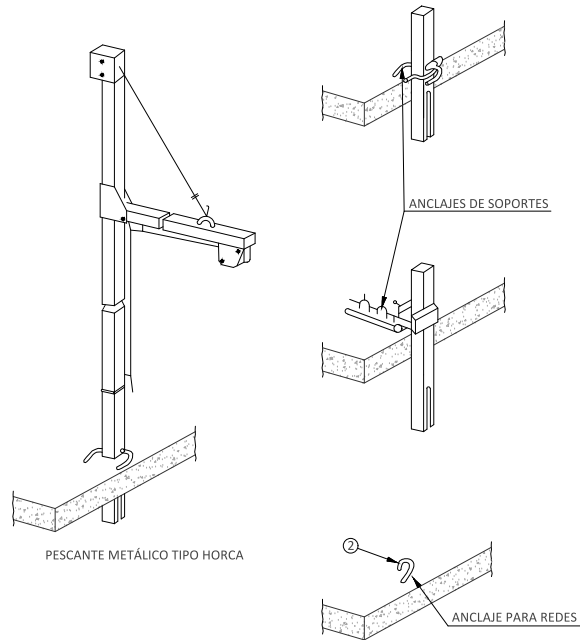


DETALLE DE ANCLAJE DE RED

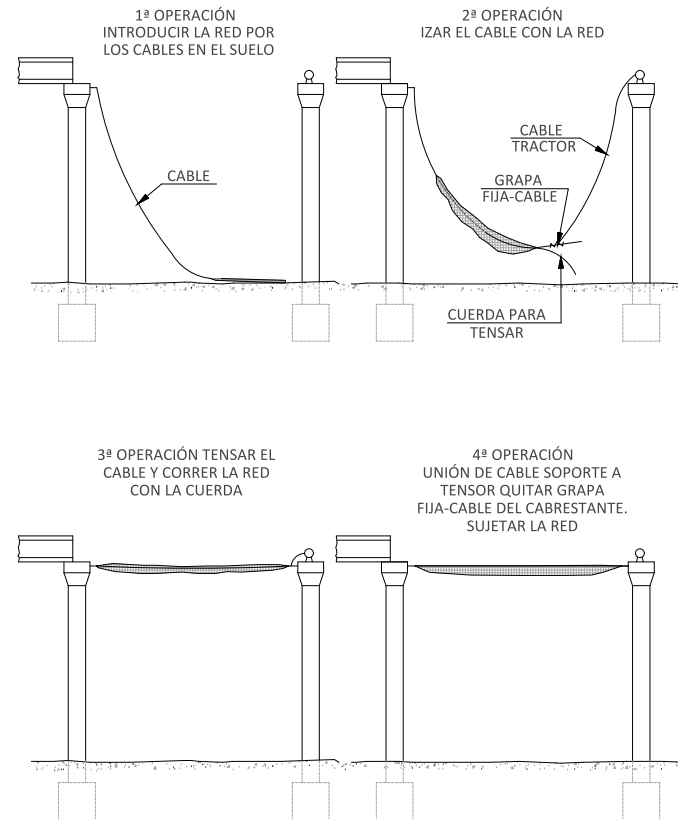


				
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO: PROTECCIONES COLECTIVAS PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS. RED TIPO HORCA				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VISOR RESPONSABLE DE PROYECTOS:	
	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	
HOJA 2 DE 8				3.6

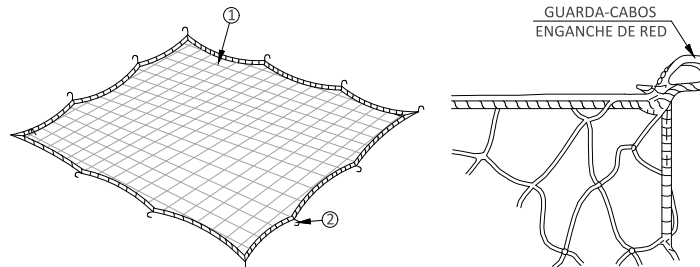
## ANCLAJES A FORJADOS PARA RED DE PROTECCIÓN



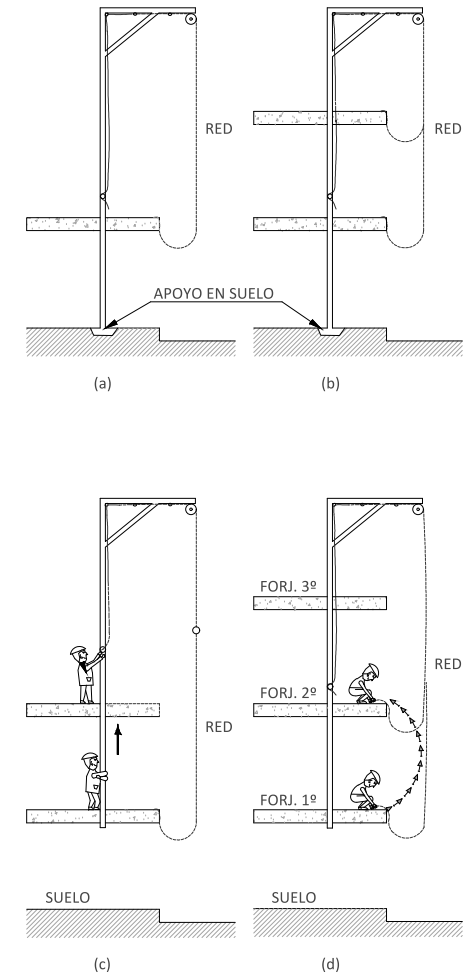
## PROTECCIÓN CON RED DE VANOS HORIZONTALES SECUENCIA DE MONTAJE



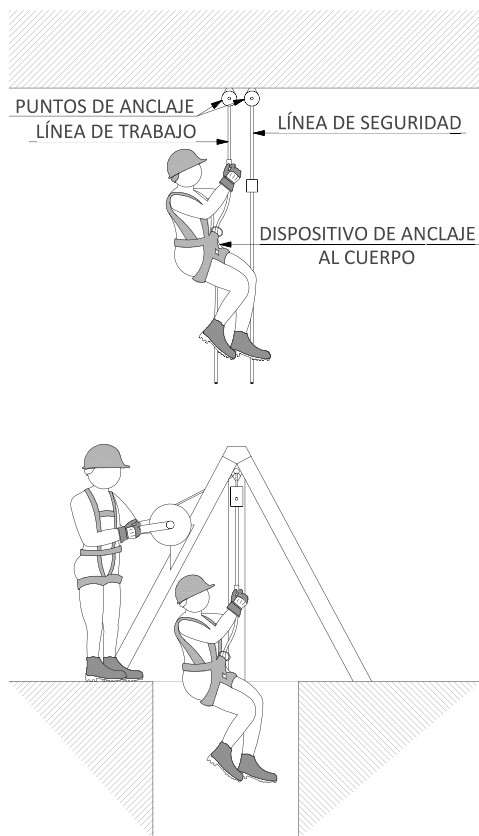
- ① RED DE POLAMIDA DE HILO DE 4 mm DE DIÁMETRO
- ② GANCHOS INCORPORADOS AL FORJADO AL ECHAR EL HORMIGÓN



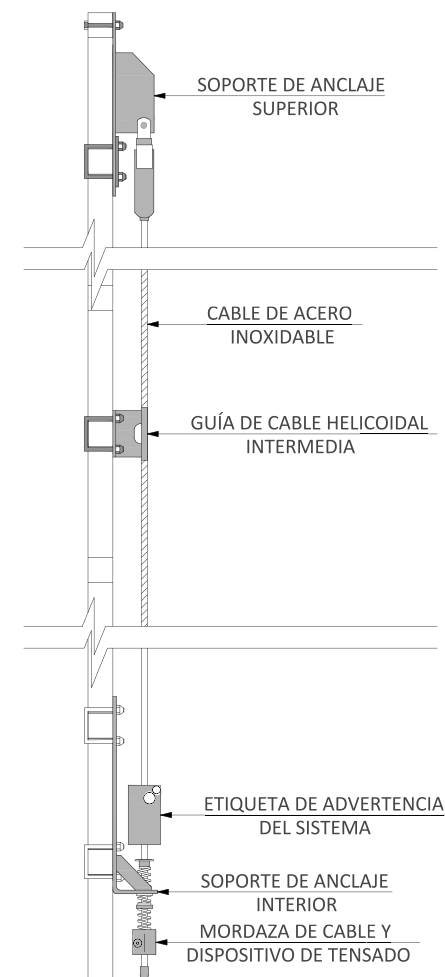
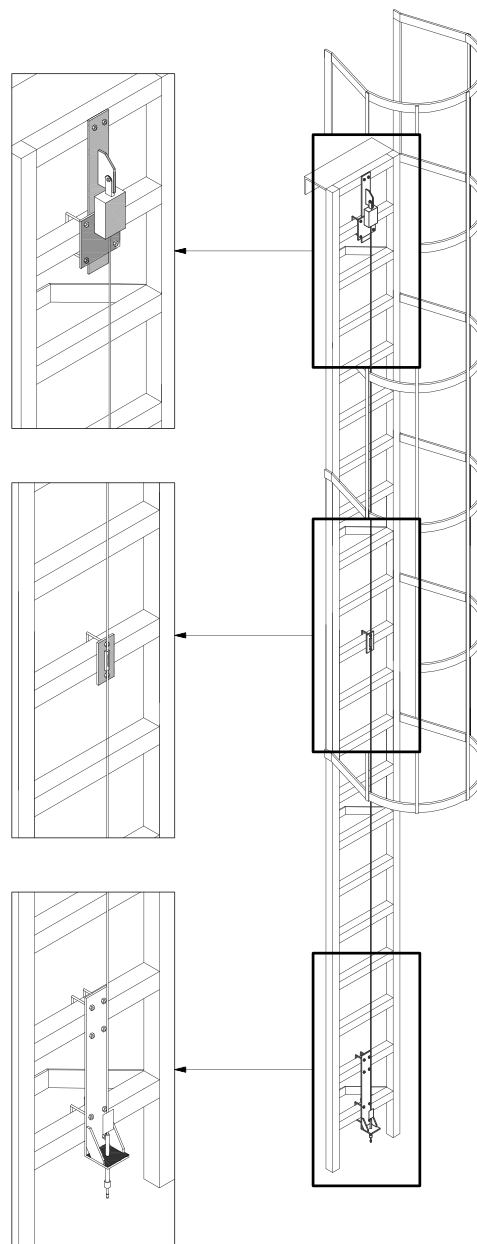
## ASCENSO DE LA RED (TIPO HORCA)



<b>ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)</b>				
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS. RED PROTECCIÓN</b>				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COPIAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VERIF. RESPONSABLE DE PROYECTO:	Nº DE PLANO:
	JOSE M. CLAMAGUANO GARCIA	JOSE M. CLAMAGUANO GARCIA	JUAN CARLOS LÓPEZ	3.6
HOJA 8 DE 8				



## LÍNEA DE VIDA VERTICAL EN ESCALERAS CON PROTECCIÓN PERIMETRAL



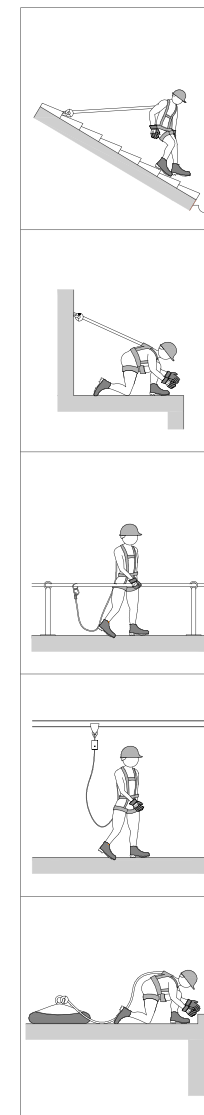
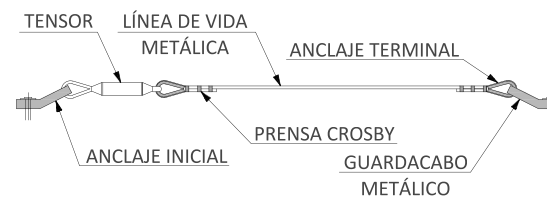
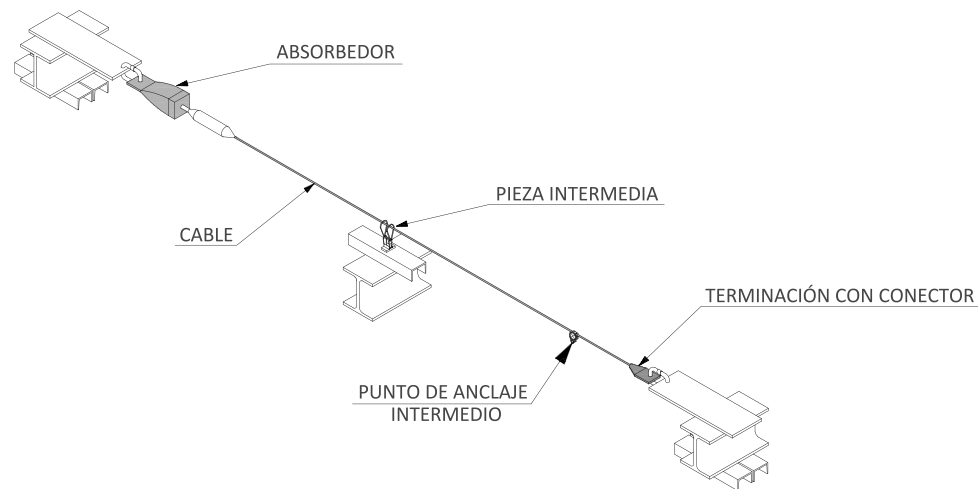
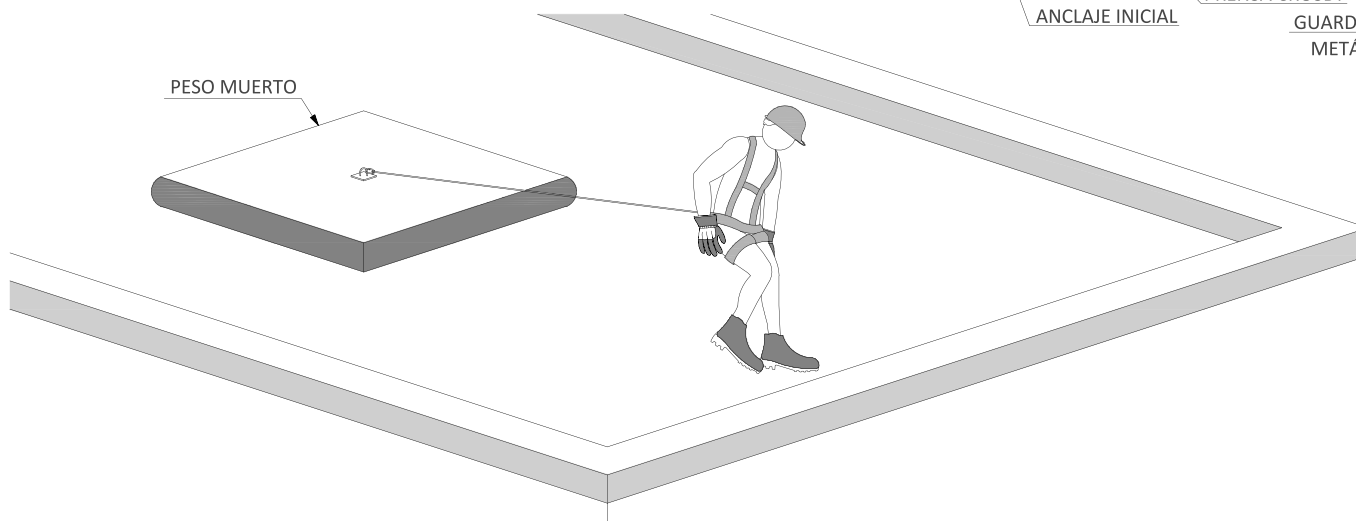
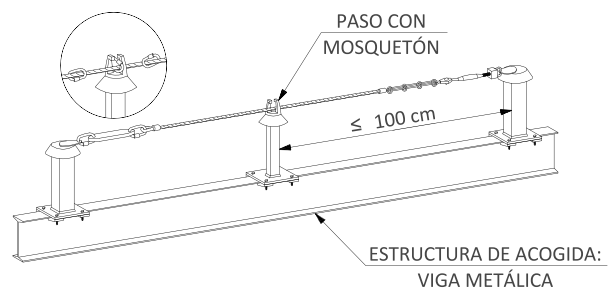
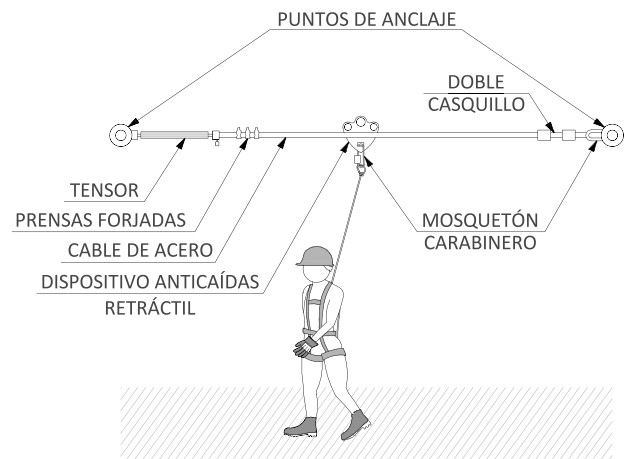
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)

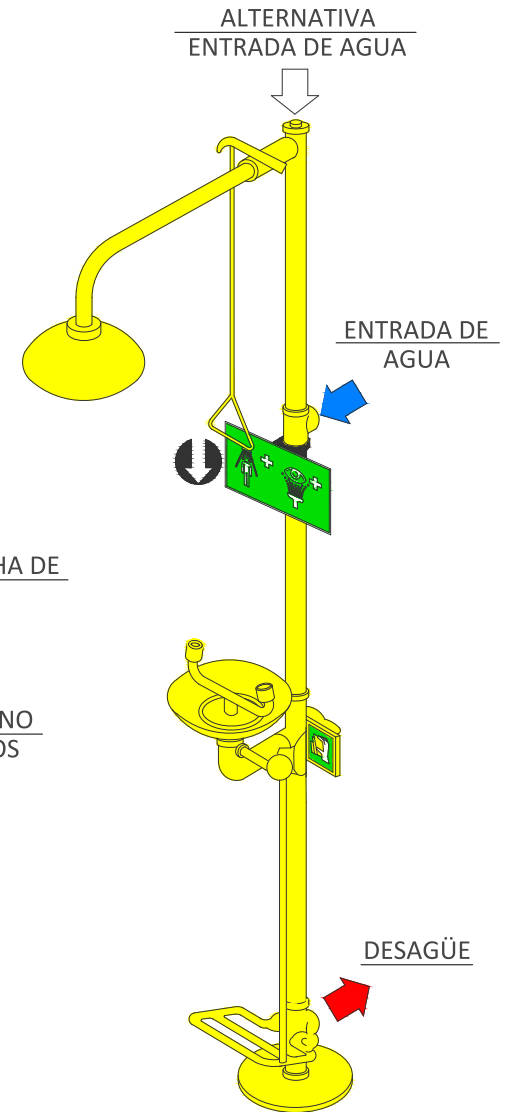
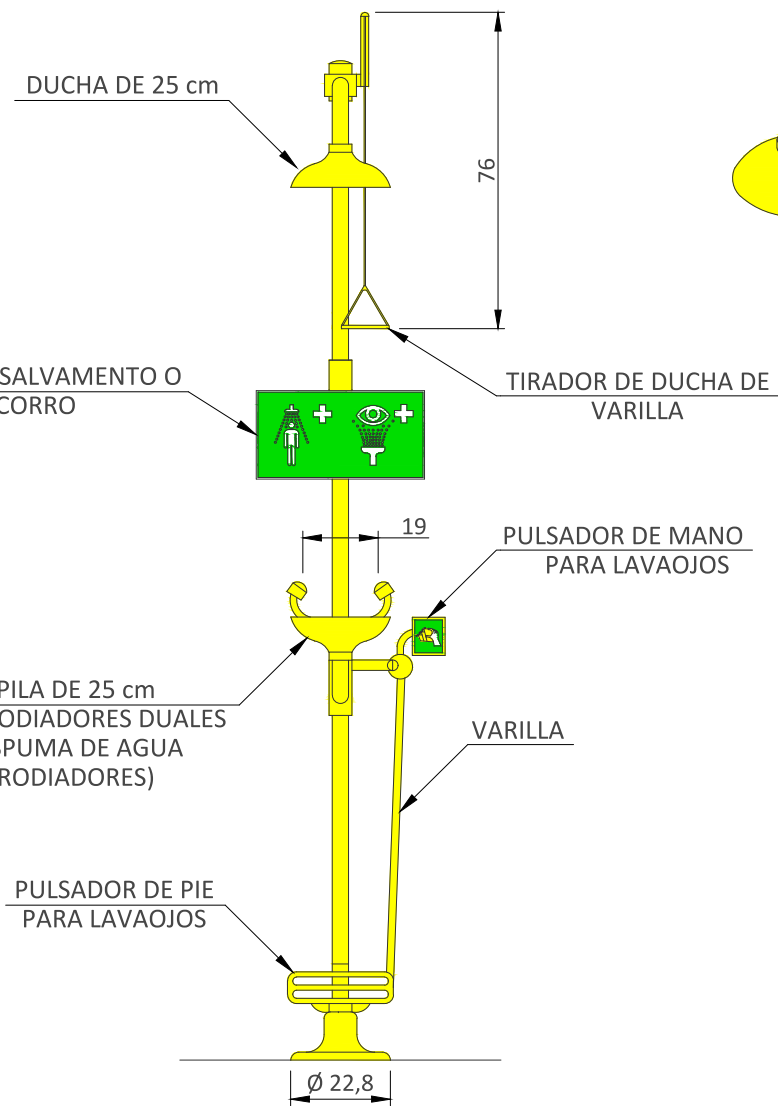
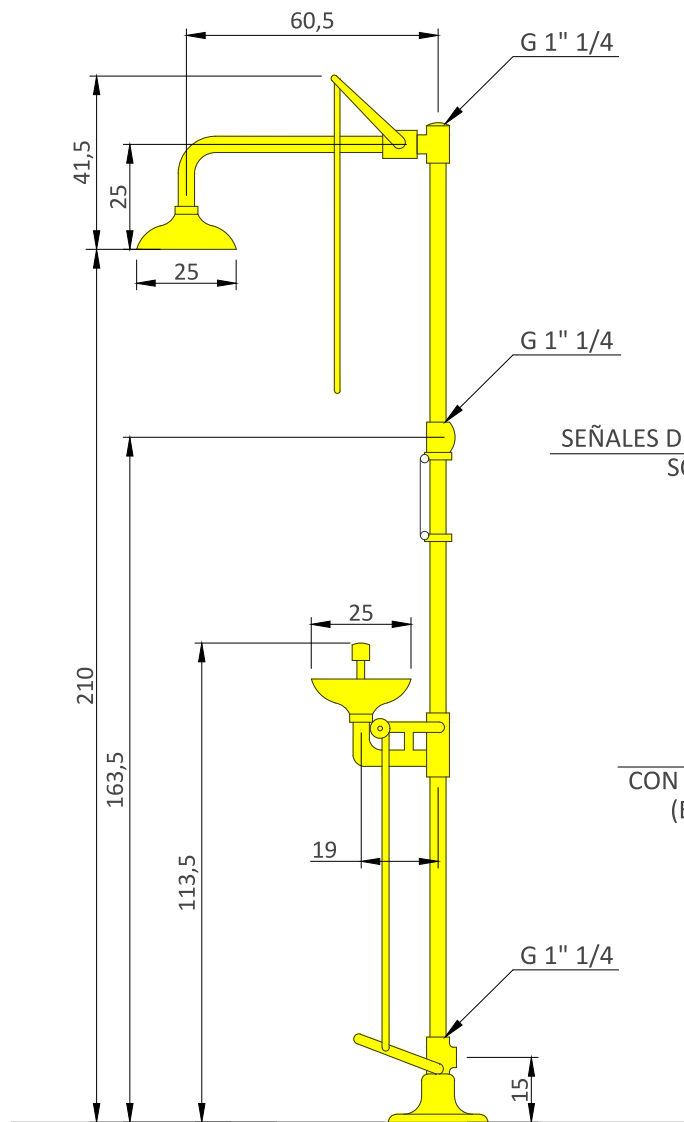
DETALLE DEL PLANO:

EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN  
LÍNEAS DE VIDA VERTICALES

FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:	Nº DE PLANO
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VERIF. RESPONSABLE DE PROYECTO:		
	JOSE M. CLAMAGUANO GARCIA	JOSE M. CLAMAGUANO GARCIA	JAVIER ORTEGA LOPEZ		3.7

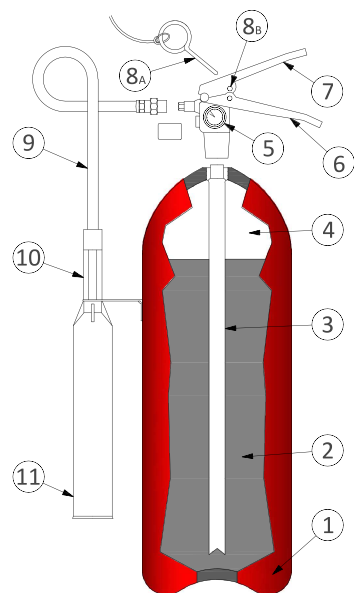
HOJA 1 DE 2





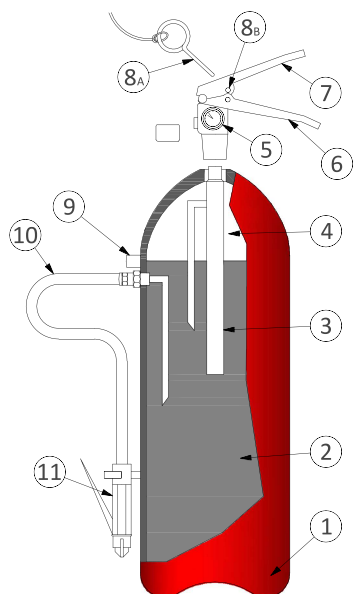
				
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN EQUIPOS DE LAVADO DE EMERGENCIA				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	ESTAD:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VERIF. RESPONSABLE DE PROYECTOS:	Nº DE PLANO:
	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	JAVIER RODRIGUEZ LÓPEZ	3.8
HOJA 3 DE 3				

## EXTINTOR DE INCENDIOS DE PRESIÓN PERMANENTE



1. CUERPO DEL EXTINTOR
2. AGENTE EXTINTOR
3. TUBO SONDA DE SALIDA
4. AGENTE IMPULSOR
5. MANÓMETRO
6. MANETA FIJA
7. MANETA PALANCA DE ACCIONAMEINTO
8. A- PASADOR DE SEGURIDAD  
B- OJAL
9. MANGUERA
10. MANGO
11. DIFUSOR

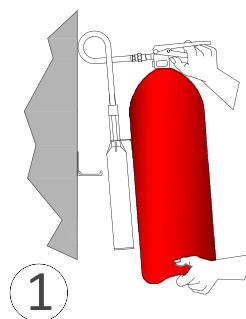
## EXTINTOR DE INCENDIOS DE PRESIÓN NO PERMANENTE CON BOTELLÍN INTERIOR



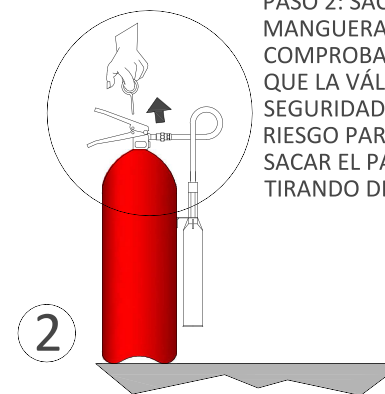
1. CUERPO DEL EXTINTOR
2. AGENTE EXTINTOR
3. BOTELLÍN DE AGENTE IMPULSOR
4. CÁMARA DE GASES
5. MANÓMETRO
6. MANETA FIJA
7. MANETA PALANCA DE ACCIONAMEINTO
8. A- PASADOR DE SEGURIDAD  
B- OJAL
9. VÁLVULA DE SEGURIDAD
10. MANGUERA
11. MANGO CON DIFUSOR Y PALANCA DE ACCIONAMIENTO

## REGLAS GENERALES DE USO DE UN EXTINTOR DE INCENDIOS PORTÁTIL

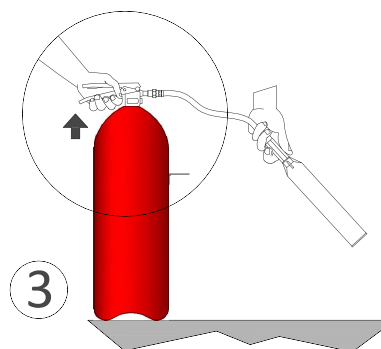
PASO 1: DESCOLGAR EL EXTINTOR SUJETÁNDOLO POR LA MANETA O ASA FIJA Y DEJÁNDOLO SOBRE EL SUELO EN POSICIÓN VERTICAL.



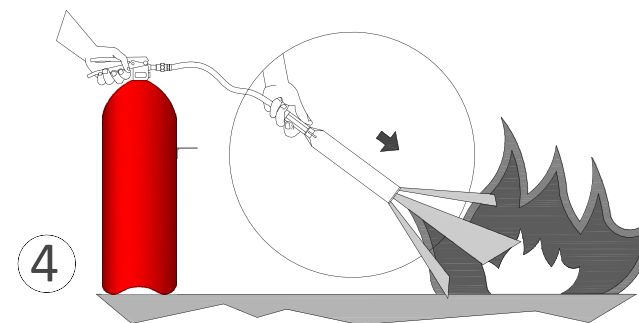
PASO 2: SACAR LA BOQUILLA DE LA MANGUERA DEL EXTINTOR Y COMPROBAR, EN CASO QUE EXISTA, QUE LA VÁLVULA O DISCO DE SEGURIDAD ESTÁ EN POSICIÓN SIN RIESGO PARA EL USUARIO. SACAR EL PASADOR DE SEGURIDAD TIRANDO DE SU ANILLA.



PASO 3: PRESIONAR LA PALANCA DE LA CABEZA DEL EXTINTOR Y EN CASO DE QUE EXISTA APRETAR LA PALANCA DE LA BOQUILLA REALIZANDO UNA PEQUEÑA DESCARGA DE COMPROBACIÓN



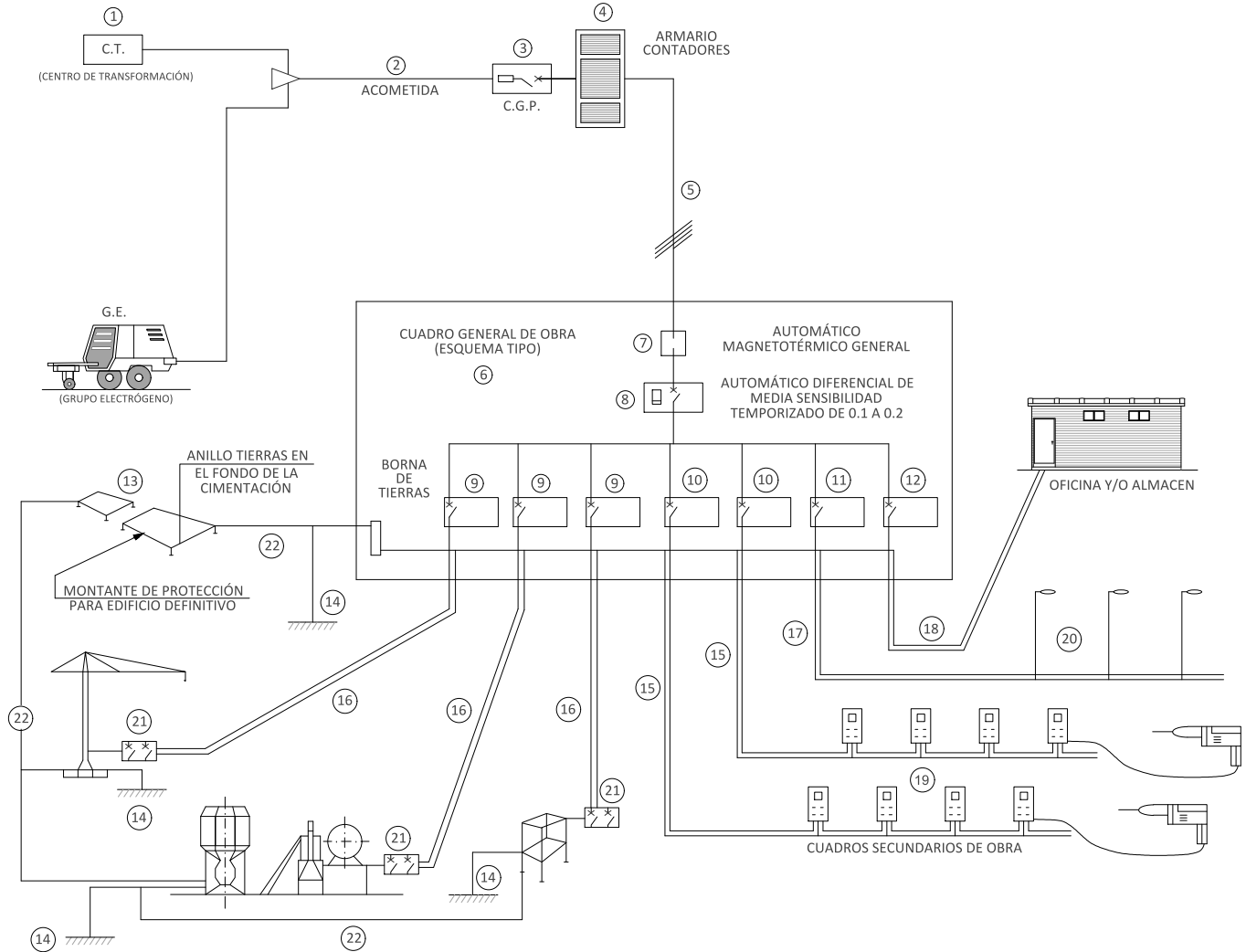
PASO 4: DIRIGIR EL CHORRO A LA BASE DE LAS LLAMAS CON MOVIMIENTO DE BARRIDO. EN CASO DE INCENDIOS DE LÍQUIDOS PROYECTAR SUPERFICIALMENTE EL AGENTE EXTINTOR EFECTUANDO UN BARRIDO EVITANDO QUE LA PROPIA PRESIÓN DE IMPULSIÓN PROVOQUE DERRAME DEL LÍQUIDO INCENDIADO. APROXIMARSE LENTAMENTE AL FUEGO HASTA UN MÁXIMO DE UNA METRO.



ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS. MEDIDAS DE EXTINCIÓN				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VPM RESPONSABLE DE PROYECTO:	Nº DE PLANO:
	JOSE M. CLAMAGNANO GARCIA	JOSE M. CLAMAGNANO GARCIA	JAVIER CRIVELLA LÓPEZ	3.9
HOJA 1 DE 1				

INSTALACIÓN PROVISIONAL DE OBRA

ESQUEMA BÁSICO



LEYENDA

- 1 - PUNTO DE ENTREGA DE LA ENERGÍA (HIDROELÉCTRICA).
- 2 - ACOMETIDA.
- 3 - C.G.P. (CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN).
- 4 - ARMARIO DE CONTADORES.
- 5 - DERIVACIÓN INDIVIDUAL.
- 6 - ARMARIO-CUADRO GENERAL DE OBRA.
- 7 - AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO GENERAL.
- 8 - INTERRUPTOR: DIFERENCIAL GENERAL (RETARDADO).
- 9 - AUTOMÁTICOS MAGNETOTÉRMICOS PARA GRANDES RECEPTORES.
- 10 - AUTOMÁTICOS MAGNETOTÉRMICOS PARA LÍNEAS DE CUADROS SECUNDARIOS.
- 11 - AUT. MAGNETOTÉRMICO Y DIFERENCIAL PARA ALUMBRADO OBRA.
- 12 - AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO LÍNEA A OFICINA OBRA.
- 13 - RED GENERAL DE TIERRAS ENTERRADA BAJO CIMENTACIONES.
- 14 - TOMAS DE TIERRA INDIVIDUALES (PICAS O PLACAS).
- 15 - DERIVACIONES INDIVIDUALES A GRANDES RECEPTORES.
- 16 - DERIVACIONES INDIV. Y DISTRIBUCIÓN CUADROS SECUNDARIOS.
- 17 - DERIVACIÓN INDIV. Y DISTRIBUCIÓN ALUMBRADO OBRA.
- 18 - DERIVACIÓN INDIVIDUAL PARA CASETA OFICINA OBRA.
- 19 - CUADROS SECUNDARIOS DE DISTRIBUCIÓN.
- 20 - LUMINARIAS ALUMBRADO NOCTURNO OBRA.
- 21 - CUADRO PROTECCIÓN CON INT. DIFERENCIAL Y MAGNETOTÉRMICO.
- 22 - RED SECUNDARIA DE TIERRAS.

EN CASO DE ACCIDENTE ELÉCTRICO  
"CORTAR CORRIENTE"

TENER LOS EXTINTORES A PUNTO



ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)

TÍTULO DEL PLANO: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN  
PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA. ESQUEMA BÁSICO

FECHA:	ESCALA:	COTAS:	Nº DE PLANO:
JUNIO 2021	S/E		3.10
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VISI RESPONSABLE DE PROYECTO:
JOSE M. CLAMORRANO GARCIA	JOSE M. CLAMORRANO GARCIA	JOSE M. CLAMORRANO GARCIA	JOSE M. CLAMORRANO GARCIA



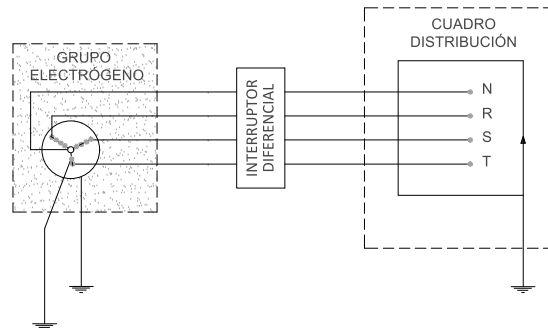
## ESQUEMA TÍPICO DEL CUADRO DE OBRA

INTENSIDAD POR TOMA DE FUERZA TRIFÁSICA: 32 A  
INTENSIDAD POR TOMA DE FUERZA MONOFÁSICA: 16 A

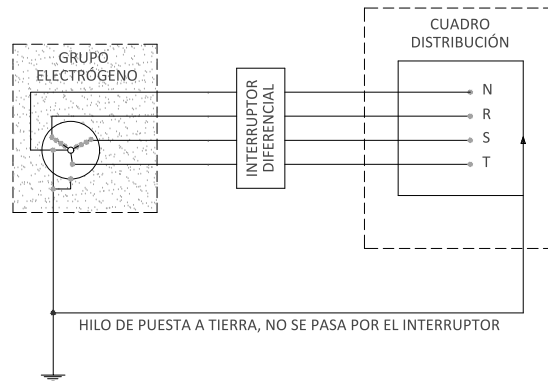
### GRUPOS ELECTRÓGENOS

ESQUEMA DE UNA INSTALACIÓN CONECTADA A UN GRUPO ELECTRÓGENO EN ESTRELLA

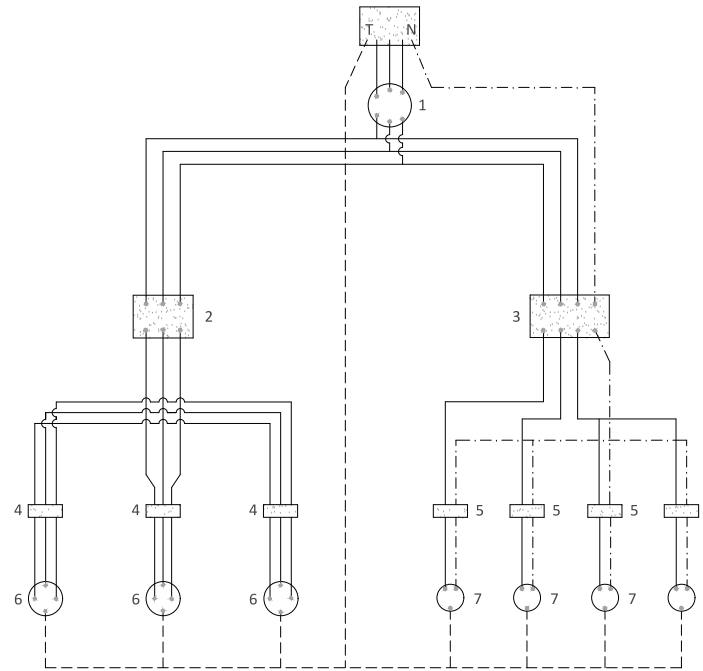
#### A) ESQUEMA TT



#### B) ESQUEMA TN



- LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS TENDRÁN EL NEUTRO ACCESIBLE Y CON POSIBILIDAD DE SER DISTRIBUIDO.
- EL NEUTRO ESTARÁ CONEXIONADO A TIERRA, ANTES DEL DIFERENCIAL.



NOTA: SECCIONES DE ALIMENTACIÓN SEGÚN CÁLCULOS REALIZADOS

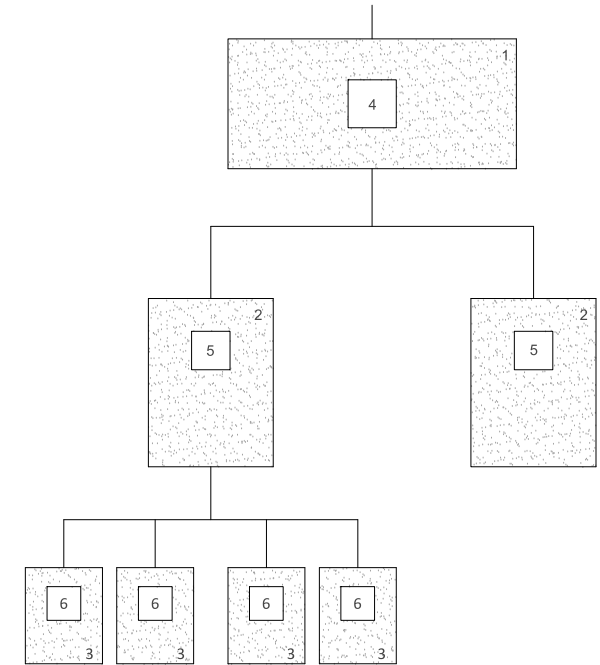
#### LEYENDA

- CABLEADO FASES
- - - - CABLEADO NEUTRO
- - - - CABLEADO TIERRA

#### LEYENDA

- 1.- INTERRUPTOR MANUAL 4 x 63 A
  - 2.- DIFERENCIAL 4 x 63 A 300 mA
  - 3.- DIFERENCIAL 4 x 25 A 30 mA
  - 4.- AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO 3 x 25 A
  - 5.- AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO 3 x 15 A
  - 6.- BASES TIPO CETACT III+I= 32 A
  - 7.- BASES TIPO CETACT II+I= 16 A
- CUADRO ELÉCTRICO PROVISIONAL DE OBRA  
CON ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN Y SOPORTE  
CABLEADO CON CABLE 0,6/1 KV

### DIFERENCIALES EN CASCADA



- 1.- CUADRO DE ENTRADA
- 2.- CUADROS DE DISTRIBUCIÓN
- 3.- CUADROS DE TAJO
- 4.- DIFERENCIAL DE 500 O 1000 mA CON RETARDO DE 0.5
- 5.- DIFERENCIAL DE 300 O 500 mA CON RETARDO DE 0.2
- 6.- DIFERENCIAL DE 30 O 300 mA SIN RETARDO

SENSIBILIDAD DE LOS DIFERENCIALES ADECUADA A LA RESISTENCIA MÁX. DE PUESTA A TIERRA PARA UNA TENSIÓN DE CONTACTO MÁXIMA DE 24 V

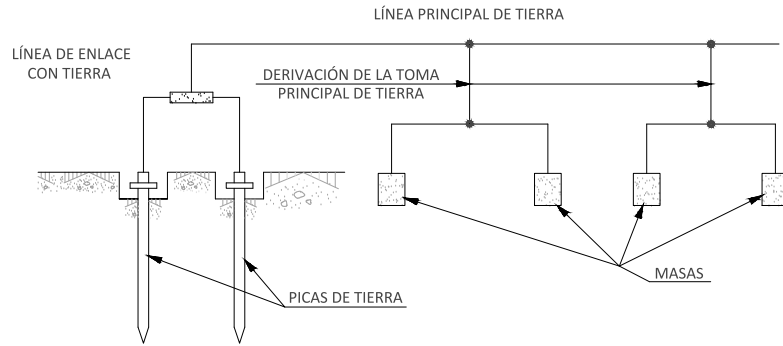
#### NOTA:

ESTE SISTEMA DE INSTALACIÓN SE EMPLEA PARA EVITAR EL DISPARO SIMULTANEO DE VARIOS DIFERENCIALES AL PRODUCIRSE UN DEFECTO.

ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO: EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA. GRUPOS Y CUADROS				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VERIF. RESPONSABLE DE PROYECTO:	Nº DE PLANO:
	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	3.10
HOJA 2 DE 3				

# PROTECCIONES ELÉCTRICAS (NORMAS GENERALES)

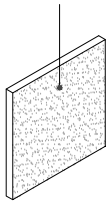
ESQUEMA DE UN CIRCUITO DE PUESTA A TIERRA



ELECTRODOS

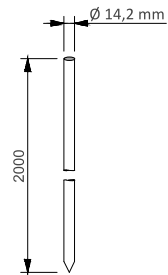
PLACAS DE COBRE

DIMENSIONES MÍNIMAS DE LA PLACA DE COBRE  
RECTANGULAR 1 X 0,5 m  
CUADRADO 1 X 1 m  
ESPESOR  $\geq 2$  mm

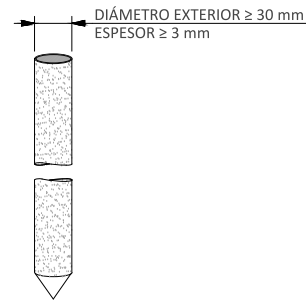


PICAS COBRE

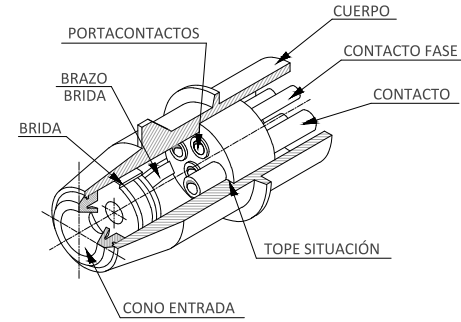
MACIZAS



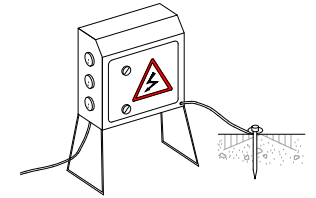
TUBULARES



PROLONGADOR TOMA-CORRIENTE  
(CLAVIJA)

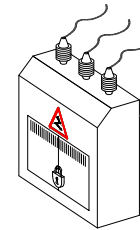


CUADRO ELÉCTRICO  
PROVISIONAL DE OBRA

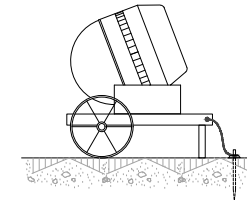


NOTA: CERRADOS BAJO LLAVE Y DOTADOS DE TOMA DE TIERRA

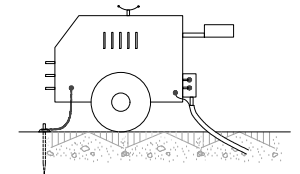
CUADRO GENERAL FIJO



EN MAQUINARIA ELÉCTRICA



EN GRUPO ELECTRÓGENO

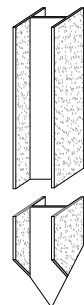


NOTA: IMPRESCINDIBLE INSTALAR LA TOMA DE TIERRA, CABLE DE MASA Y SE EVITARÁN ZONAS HÚMEDAS

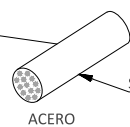
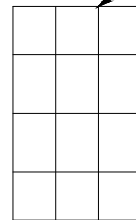
CABLE ENTERRADO

PERFILES

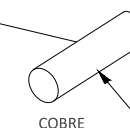
SECCIÓN  $\geq 350$  mm<sup>2</sup>  
ESPESOR  $\geq 5$  mm



UNIÓN



SECCIÓN  $\geq 50$  mm<sup>2</sup>



SECCIÓN  $\geq 35$  mm<sup>2</sup>

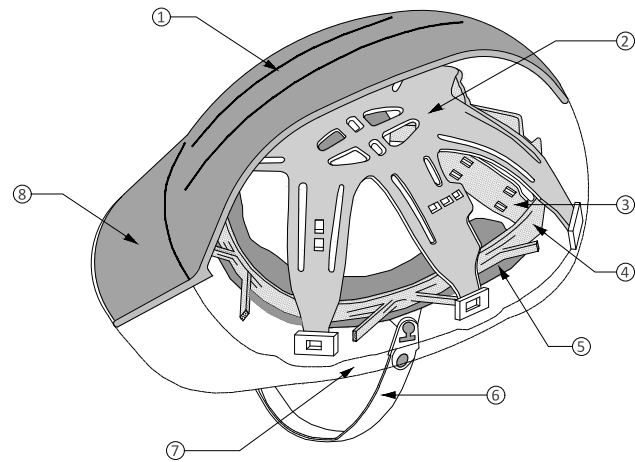
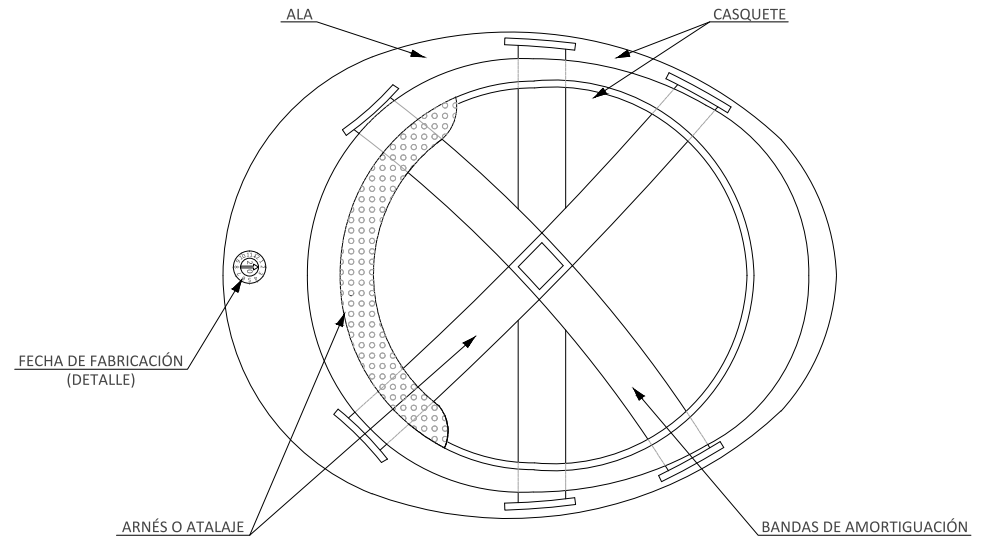
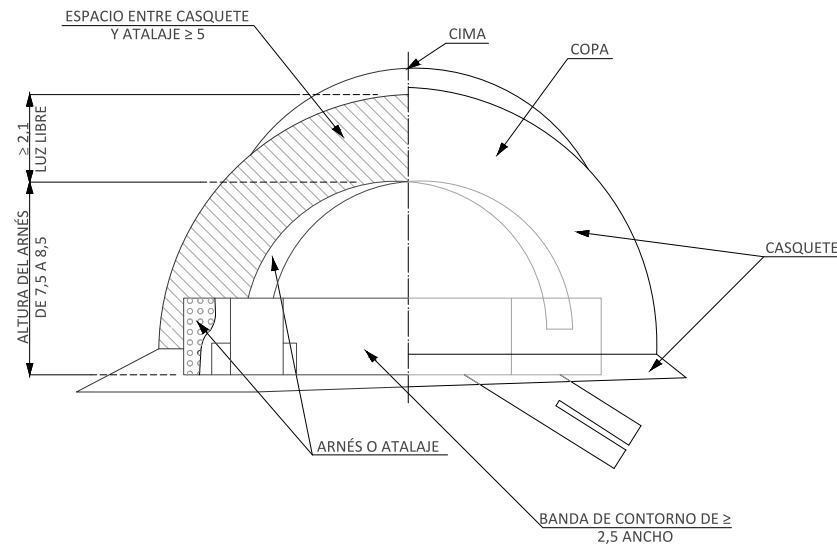
PUESTAS A TIERRA  
TABLA 1

ELECTRODO	RESISTENCIA DE TIERRA EN $\Omega$
PLACA ENTERRADA	$R = 0,8 \cdot \frac{P}{p}$
PLACA VERTICAL	$\Omega = \frac{P}{L}$
CONDUCTOR ENTERRADO HORIZONTALMENTE	$\Omega = \frac{20}{L}$
<p>p. RESISTIVIDAD DEL TERRENO (<math>\Omega \cdot m</math>) P. PERÍMETRO DE LA PLACA (m) L. LONGITUD DE LA PICA O DEL CONDUCTOR (m)</p>	

LA RESISTENCIA DE TIERRA DEBE SER DE TAL VALOR QUE LA CORRIENTE DE FUGA NO PUEDA DAR LUGAR A TENSIONES DE CONTACTO SUPERIORES A:  
- 24 V PARA LOCALES CONDUCTORES  
- 50 V PARA LOCALES AISLANTES

ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO				
EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA Y SEÑALIZACIÓN PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA. PROTECCIONES				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VISIÓ RESPONSABLE DE PROYECTOS:	Nº DE PLANO:
	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	3.10
				HOJA 3 DE 3

## CASCO DE PROTECCIÓN



- ARNÉS
- 1- CASQUETE
  - 2- COFIA
  - 3- BANDA NUCA
  - 4- BANDA CABEZA
  - 5- BANDA CONFORT
  - 6- BARBOQUEJO
  - 7- ALA
  - 8- VISERA

### FECHA DE FABRICACIÓN

LA ENUMERACIÓN PERIMETRAL PERTENECE AL MES Y EL NÚMERO CENTRAL AL AÑO. CADUCA A LOS 5 AÑOS



FABRICADO EN FEBRERO 2020

### CASCO DIELECTRICO

CLASE 0	$V_{CA} < 1000 \text{ V}$
	$V_{CC} < 1500 \text{ V}$



ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)

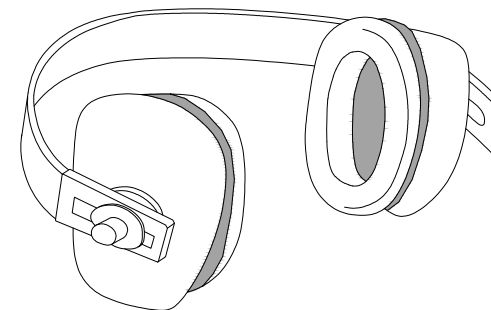
TÍTULO DEL PLANO:

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL  
PROTECCIÓN DE LA CABEZA

FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	UNIDADES:	cm	Nº DE PLANO:	4.1
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VERIF. RESPONSABLE DE PROYECTOS:				
	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JAVIER RODRIGUEZ LÓPEZ				

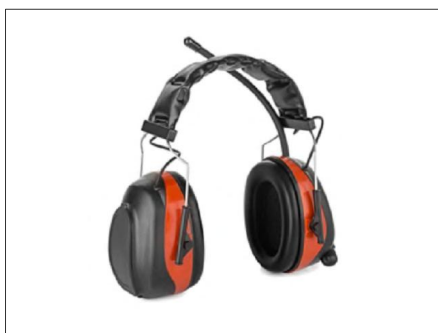


CLASE "A" ARNÉS EN LA CABEZA



CLASE "B" ARNÉS EN LA NUCA

## IMÁGENES DE REFERENCIA



PROTECCIONES ESTÁNDAR



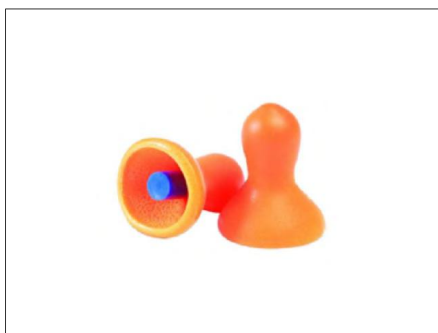
PROTECCIONES ACOPLABLES A CASCO



PROTECCIONES CON REDUCCIÓN ACTIVA



TAPONES DESECHABLES





TAPONES REUTILIZABLES



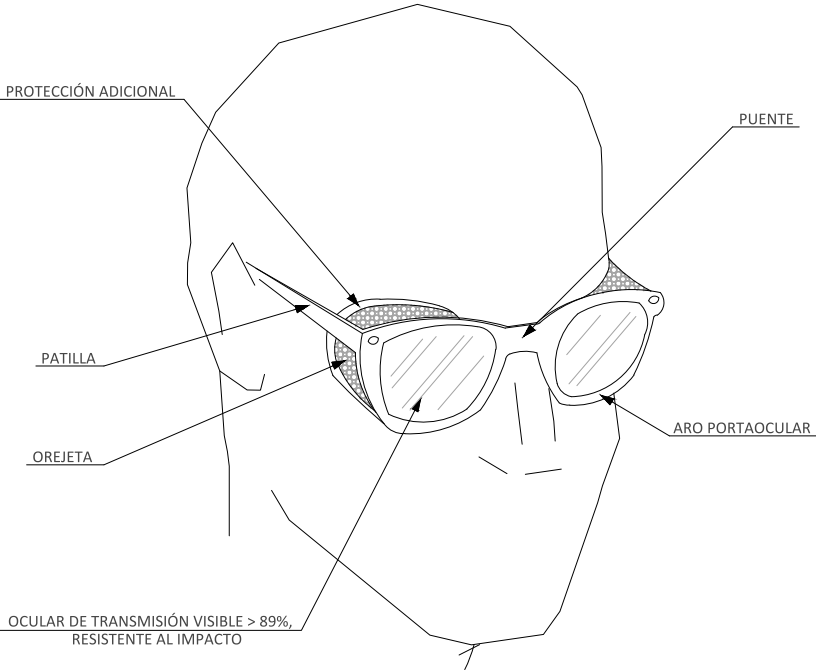
TAPONES REUTILIZABLES CON CORDÓN



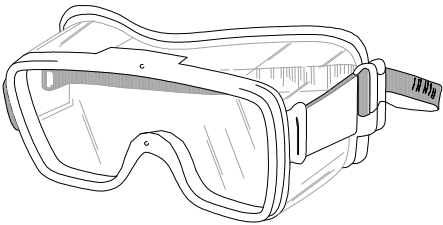
TAPONES REUTILIZABLES CON ARNÉS

				
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO: EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL PROTECCIONES AUDITIVAS				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VISOR RESPONSABLE DE PROYECTOS:	
	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	
				Nº DE PLANO 4.2
				HOJA 3 DE 3

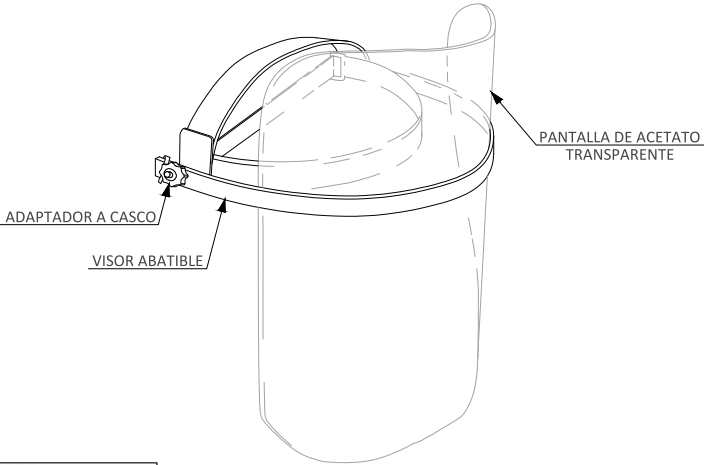
GAFAS DE MONTURA UNIVERSAL



GAFAS DE MONTURA INTEGRAL



PANTALLA FACIAL



IMÁGENES DE REFERENCIA



GAFA DE MONTURA UNIVERSAL



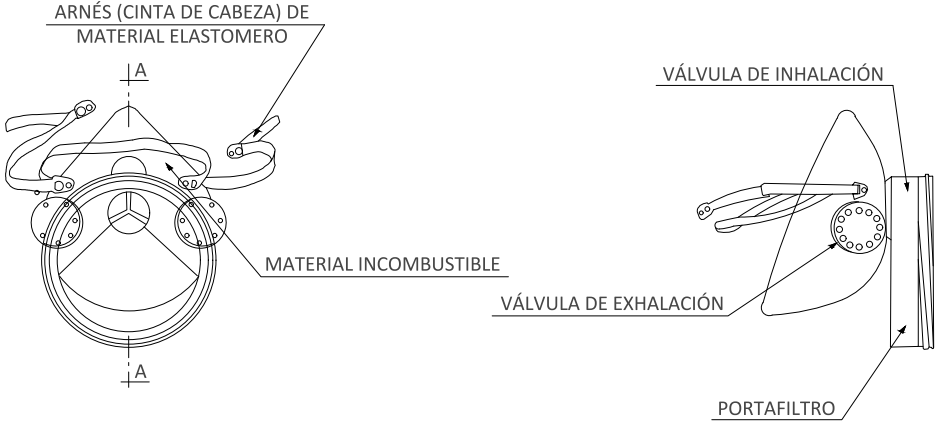
GAFA DE MONTURA INTEGRAL



PANTALLA FACIAL

ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO: EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL PROTECCIONES FACIALES Y OCULARES				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	ESTADOS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VISOR RESPONSABLE DE PROYECTOS:	
	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	
				Nº DE PLANO 4.3
				HOJA 3 DE 3

MASCARILLA ANTIPOLVO



EQUIPO DE RESPIRACIÓN AUTÓNOMO



IMÁGENES DE REFERENCIA



MÁSCARA DE FILTRANTE UNA VÁLVULA



MÁSCARA FILTRANTE UNA VÁLVULA



MÁSCARA FILTRANTE DOS VÁLVULAS



MASCARILLA FILTRANTE DOS VÁLVULA



FILTRO DE PARTÍCULAS, GASES O COMBINADO PARA MÁSCARA O MASCARILLA

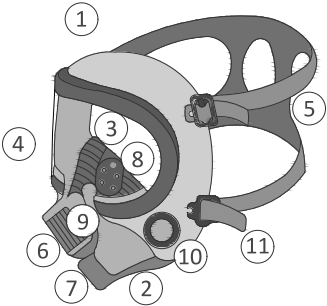


MASCARILLA AUTOFILTRANTE CON VÁLVULA



EQUIPO RESPIRATORIO AISLANTE AUTÓNOMO

MÁSCARA



- 1. CUERPO DE LA MÁSCARA
- 2. BORDE DE ESTANQUEIDAD
- 3. VISOR
- 4. MASCARILLA INTERIOR
- 5. ARNÉS DE CABEZA
- 6. PIEZA DE CONEXIÓN
- 7. VÁLVULA DE DE EXHALACIÓN
- 8. VÁLVULA DE AIREACIÓN DEL VISOR
- 9. VÁLVULA DE INHALACIÓN
- 10. MEMBRANA FÓNICA
- 11. CINTA DE TRANSPORTE





GUANTES PARA RIESGO TÉRMICO CALOR



GUANTES PARA AGRESIONES MECÁNICAS



GUANTES CONTRA AGRESIONES QUÍMICAS



GUANTES PARA FUEGO



GUANTES PARA FRÍO

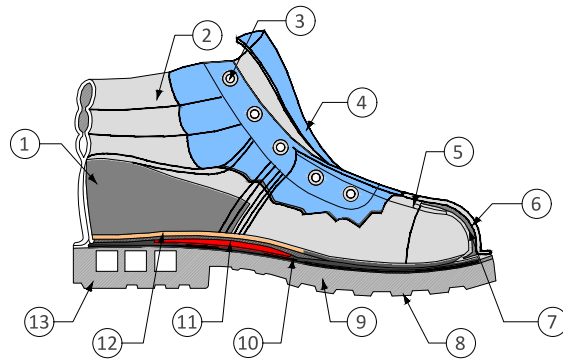


GUANTES DIELECTRICOS

				
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO: EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL PROTECCIÓN DE LAS MANOS				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VSRP RESPONSABLE DE PROYECTOS:	
	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	
				Nº DE PLANO 4.5 HOJA 3 DE 3

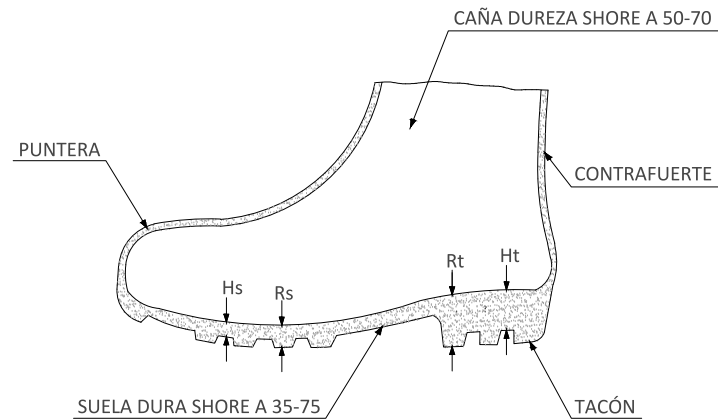


## CALZADO DE PROTECCIÓN



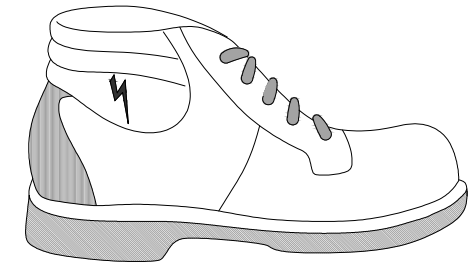
- 1 - CONTRAFUERTE
- 2 - PROTECCIÓN TOBILLO
- 3 - OJETES
- 4 - LENGÜETA
- 5 - CAÑA
- 6 - EMPEINE
- 7 - TOPE DE SEGURIDAD O DE PROTECCIÓN
- 8 - RESALTE
- 9 - SUELA
- 10 - PLANTILLA RESISTENTE A LA PERFORACIÓN
- 11 - CAMBRIÓN
- 12 - PALMILLA
- 13 - TACÓN

## BOTA IMPERMEABLE AL AGUA Y A LA HUMEDAD



- Hs- HENDIDURA DE LA SUELA = 5 mm
- Rs- RESALTE DE LA SUELA = 9 mm
- Ht- HENDIDURA DEL TACÓN = 20 mm
- Rt- RESALTE DEL TACÓN = 25 mm

## BOTA DIELÉCTRICA



PUNTERA DE PLÁSTICO  
TRABAJOS PARA B.T Y MANIOBRAS EN B.T.

## IMÁGENES DE REFERENCIA



BOTA DE SEGURIDAD DIELÉCTRICA AISLANTE



BOTA DE SEGURIDAD



BOTA DE GOMA DE SEGURIDAD



RODILLERA



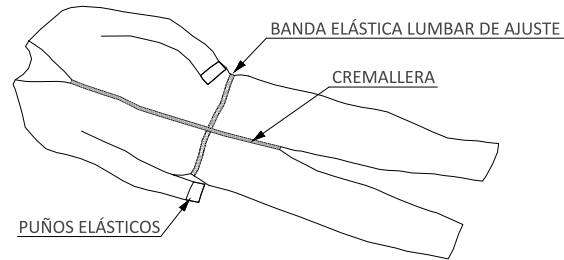
POLAINAS

<b>Canal de Isabel II</b>				
<b>ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)</b>				
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL PROTECCIÓN DE PIES Y PIERNAS</b>				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COSTAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VERIF. RESPONSABLE DE PROYECTO:	
	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA		
				Nº DE PLANO <b>4.6</b>
				HOJA 3 DE 3

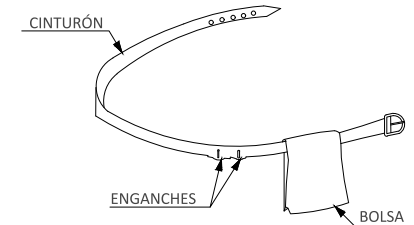
## TRAJE IMPERMEABLE



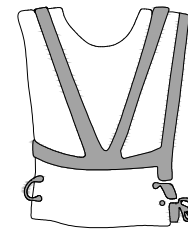
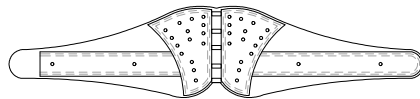
## MONO DE TRABAJO



## CINTURÓN PORTAHERRAMIENTAS



## CINTURÓN ANTIVIBRATORIO



## CHALECOS DE ALTA VISIBILIDAD

- ① PERMITE TENER LAS MANOS LIBRES, MÁS SEGURIDAD AL MOVERSE
- ② EVITA CAIDAS DE HERRAMIENTAS
- ③ NO EXIME DEL CINTURÓN DE SEGURIDAD CUANDO ESTE ES NECESARIO

## IMÁGENES DE REFERENCIA



MONO O BUZO DE TRABAJO



MONO O BUZO IMPERMEABLE



MONO O BUZO PARA TRABAJOS BT



CINTURÓN PORTAHERRAMIENTAS



ARO SALVAVIDAS HOMOLOGADO



CHALECO SALVAVIDAS HOMOLOGADO



MONO O BUZO DE ALTA VISIBILIDAD



CHALECO DE ALTA VISIBILIDAD



CHAQUETA IMPERMEABLE



PROTECCIONES IMPERMEABLES



FAJA DE PROTECCIÓN LUMBAR

				
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO: EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL PROTECCIÓN DEL CUERPO				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VERIF. RESPONSABLE DE PROYECTOS:	Nº DE PLANO:
	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	4.7
HOJA 1 DE 1				

DISPOSITIVO DE ANCLAJE  
( ESTRUCTURA SOPORTE )

### SUBSISTEMA DE CONEXIÓN

DISPOSITIVOS  
ANTICAÍDAS

ABSORBEDOR  
DE ENERGÍA

ARNÉS ANTICAÍDA

### CONECTORES



CABLE DE ACERO PARA  
AMARRE



ESLINGA DE POLIAMIDA  
PARA AMARRE



CUERDA DE FIBRA PARA  
AMARRE

### SISTEMAS ANTICAÍDAS



ANTICAÍDAS DESLIZANTE



DISPOSITIVO RETRÁCTIL

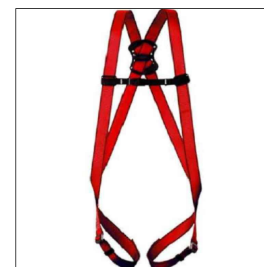


MOSQUETONES



ABSORBEDOR DE ENERGÍA

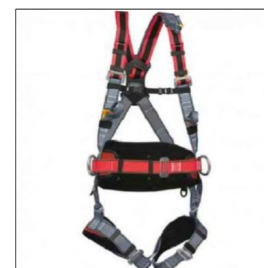
### TIPOS DE ARNÉS DE SEGURIDAD



1 PUNTO DE AMARRE  
DORSAL

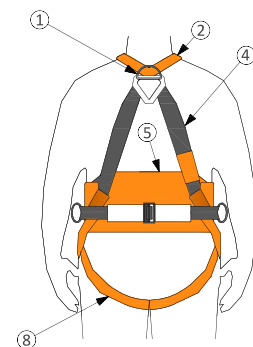
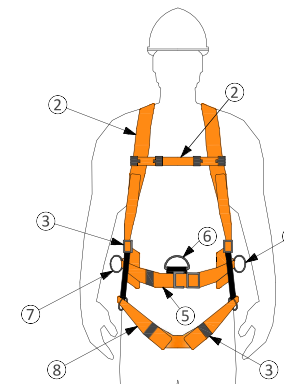


2 PUNTO DE AMARRE  
DORSAL EXTERNAL



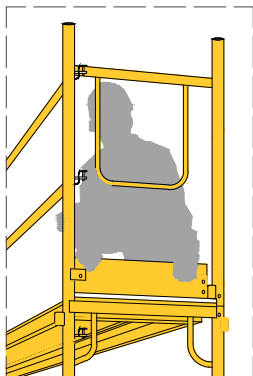
3 PUNTO DE AMARRE  
DORSAL + CINTURÓN

### TIPO DORSAL + CINTURÓN

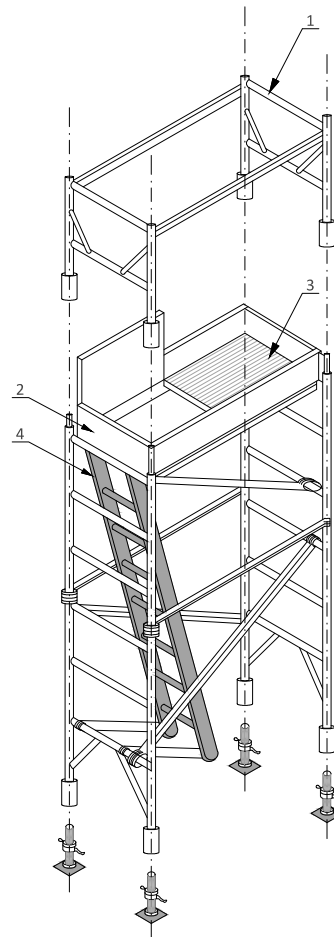
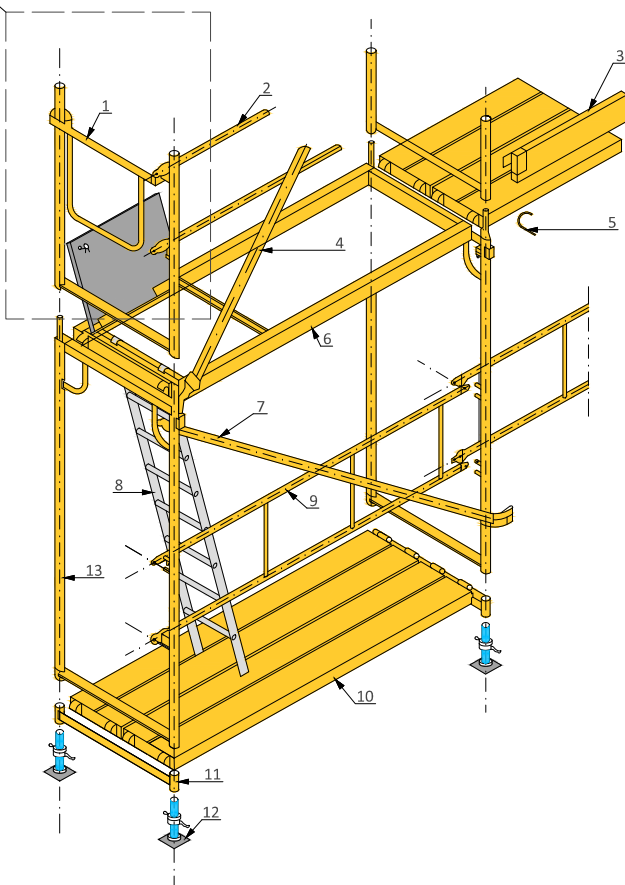


- 1 - PUNTO DE ANCLAJE DORSAL
- 2 - CINTAS ELÁSTICAS
- 3 - HEBILLA DE REGULACIÓN
- 4 - ACOLCHADO EXTRA EN ESPALDA
- 5 - CINTURÓN DE POSICIONAMIENTO
- 6 - ANCLAJE DE CINTURÓN
- 7 - ANILLAS PARA ACCESORIOS
- 8 - ACOLCHADO EXTRA EN PERNERA

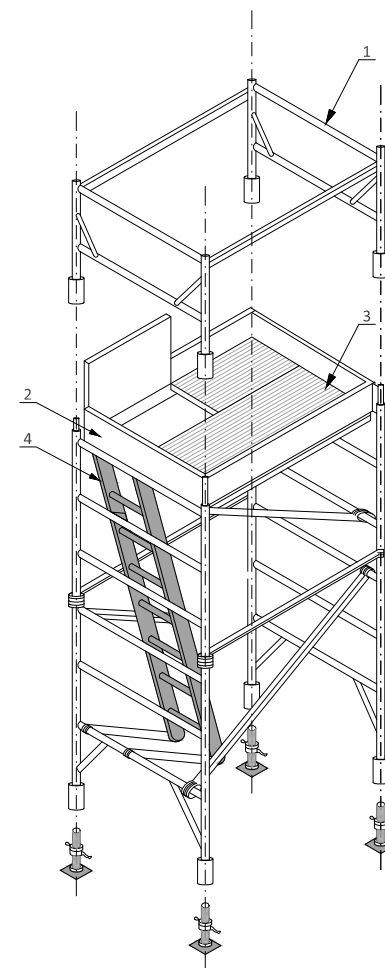
<b>Canal de Isabel II</b>				
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO: EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL PROTECCIONES PARA TRABAJOS EN ALTURA				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	ESTAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VISI RESPONSABLE DE PROYECTOS:	
	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	JAVIER TORRESA LÓPEZ	
				Nº DE PLANO 4.8
				HOJA 1 DE 1



- 1- BARANDILLA ESQUINAL
- 2- LARGUERO
- 3- RODAPIÉ
- 4- DIAGONAL DE PUNTO FIJO
- 5- PASADOR
- 6- PLATAFORMA CON TRAMPILLA
- 7- DIAGONAL CON ABRAZADERA
- 8- ESCALERA DE ALUMINIO
- 9- BARANDILLA
- 10- PLATAFORMA METÁLICA
- 11- SOPORTE DE INICIACIÓN
- 12- PLACA CON HUSILLO
- 13- MARCO



- 1- BARANDILLA
- 2- RODAPIÉ
- 3- PLATAFORMA
- 4- ESCALERA



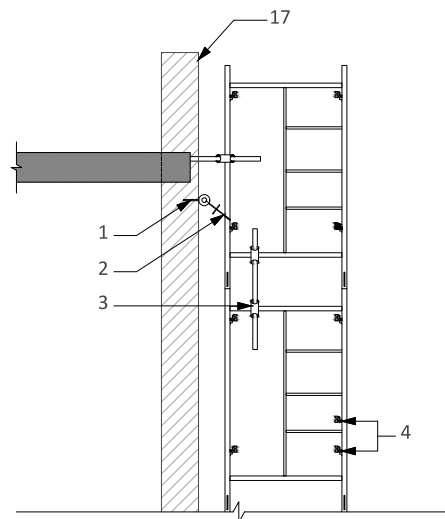
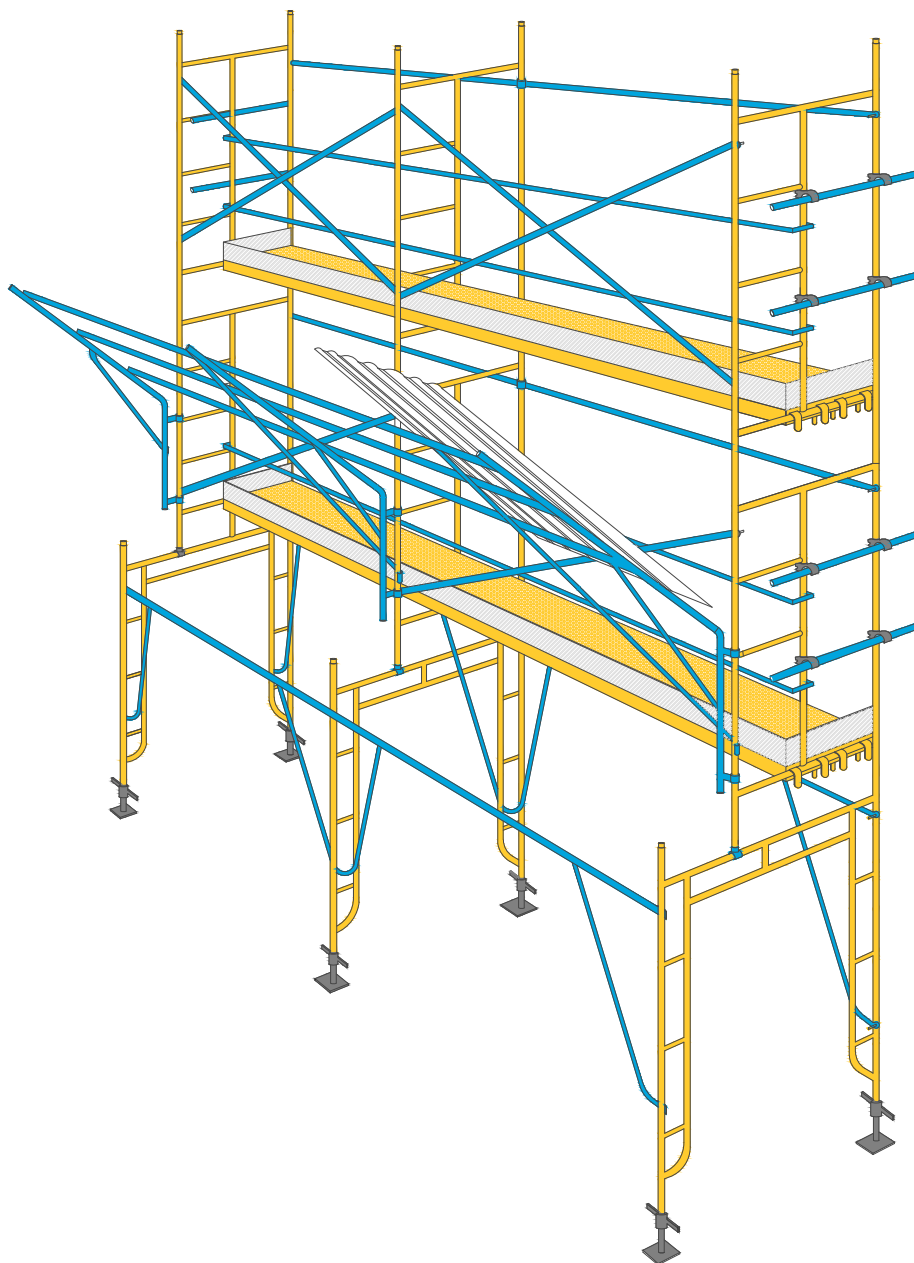
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)

TÍTULO DEL PLANO:

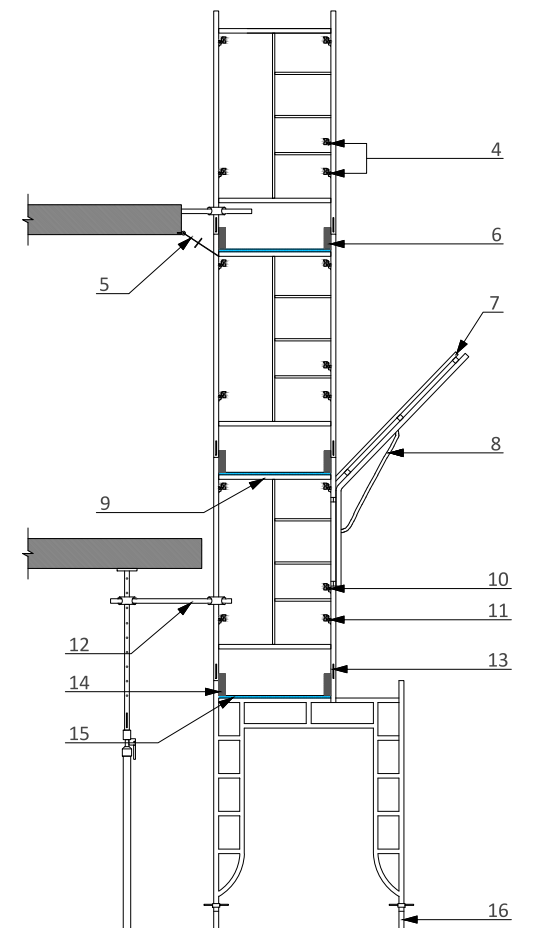
MEDIOS AUXILIARES  
ANDAMIOS Y PLATAFORMAS DE TRABAJO

FECHA:	ESCALA:	ESTADOS:	Nº DE PLANO
JUNIO 2021	S/E		5.1
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VISIÓ RESPONSABLE DE PROYECTOS:
			
	JOSÉ M. CLAMAGRAND GARCÍA	JOSÉ M. CLAMAGRAND GARCÍA	JOSÉ M. CLAMAGRAND GARCÍA

HOJA 3 DE 2



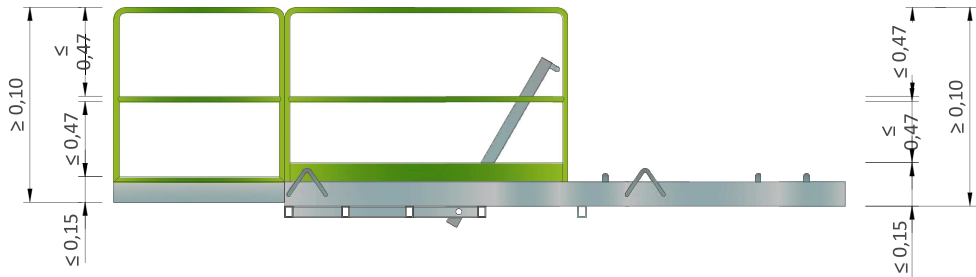
- 1- TORNILLO DE FIJACIÓN
- 2- LATIGUILLO DE ALAMBRE
- 3- ARRIOSTRAMIENTO DE LA CORONA DEL ANDAMIO  
SIN POSIBILIDAD DE AMARRE A LA FACHADA
- 4- BARANDILLA DE SEGURIDAD
- 5- AMARRE DE TOPE Y LATIGUILLO
- 6- RODAPIÉ
- 7- CHAPA GALVANIZADA
- 8- SOPORTE DE VISERA
- 9- PLATAFORMA DE ANDAMIO
- 10- BARANDILLA INTERMEDIA
- 12- AMARRE PUNTUAL
- 13- PASADOR DE SEGURIDAD
- 14- RODAPIÉ DE 15 cm
- 15- PLATAFORMA DE ANDAMIO EN CHAPA PERFORADA  
ANTI-DESGLIZANTE
- 16- HUSILLO DE NIVELACIÓN
- 17- FACHADA



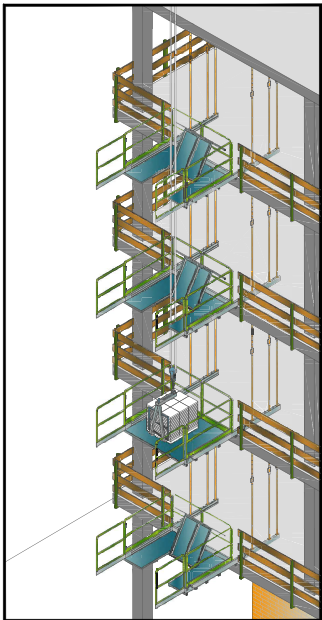
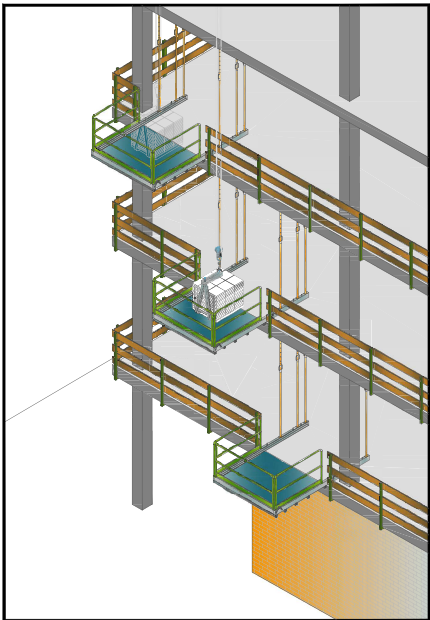
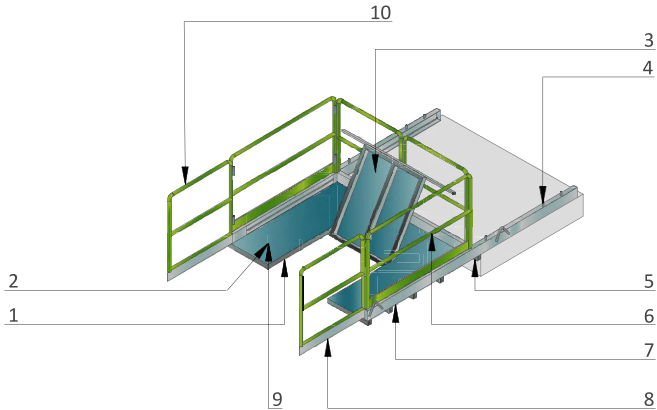
<b>Canal de Isabel II</b>				
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO: MEDIOS AUXILIARES ANDAMIOS				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VERIFICADOR DE PROYECTOS:	Nº DE PLANO:
				5.1 HOJA 2 DE 2
JOSÉ M. CLAMAGRAND GARCÍA				



DIMENSIONES EN mm PARA LA PROTECCIÓN LATERAL VERTICAL CON UNA BARANDILLA INTERMEDIA,

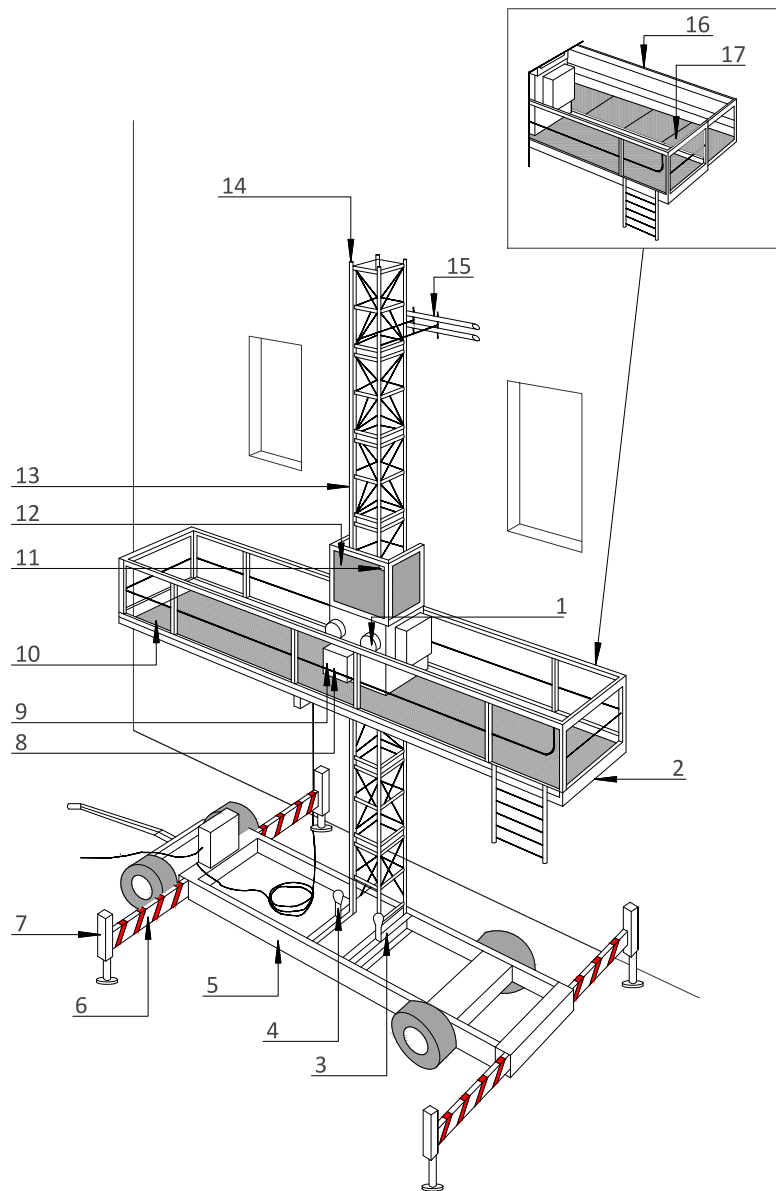


EJEMPLOS DE ELEMENTOS TÍPICOS EN UNA PLATAFORMA DE CARGA Y DESCARGA PARA OBRAS DE CONSTRUCCIÓN



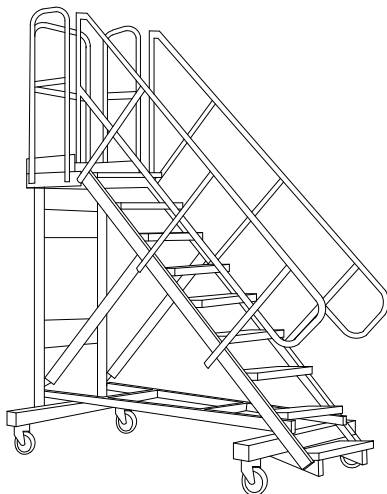
- LEYENDA
- 1 LARGUERO INFERIOR
  - 2 SUPERFICIE DE CARGA Y DESCARGA
  - 3 TRAMPILLA
  - 4 SISTEMA DE FIJACIÓN
  - 5 DISPOSITIVO DE POSICIONAMIENTO
  - 6 PROTECCIÓN LATERAL
  - 7 LARGUERO SUPERIOR
  - 8 PROTECCIÓN PERIMETRAL EXTERIOR
  - 9 TRAVESAÑOS INFERIORES
  - 10 PROTECCIÓN PERIMETRAL INTERIOR

PLATAFORMA DE TRABAJO DESPLAZABLE SOBRE MÁSTIL

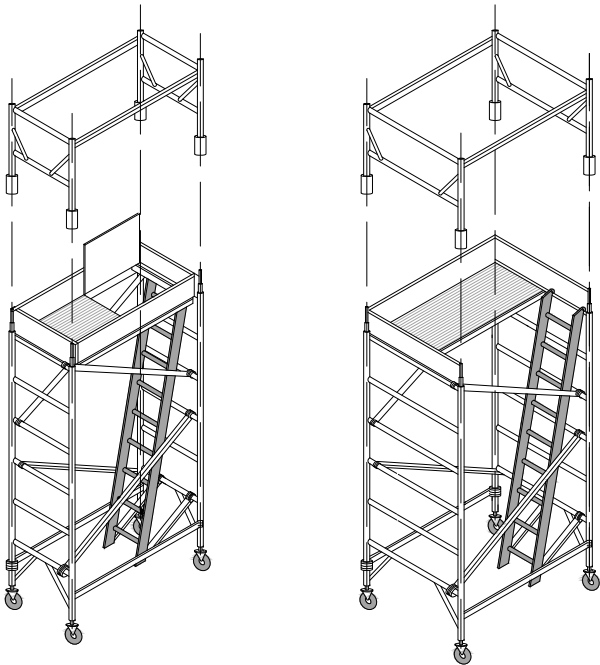


- 1 FRENO AUTOMÁTICO
- 2 PLATAFORMA PRINCIPAL
- 3 CHASIS FIJO
- 4 TOPE DEL AMORTIGUADOR
- 5 CHASIS MÓVIL
- 6 VIGA ESTABILIZADORA
- 7 ESTABILIZADORES
- 8 ENGRANAJE DE SEGURIDAD
- 9 DETECTOR DE EMBALAMIENTO
- 10 SUPERFICIE DE PLATAFORMA
- 11 TABLA DE CARGAS
- 12 CONTRARODILLO
- 13 ELEMENTO MÁSTIL
- 14 MÁSTIL
- 15 ANCLAJE MÁSTIL
- 16 BARANDILLA DESMONTABLE
- 17 EXTENSIONES DE PLATAFORMAS

ESCALERA MÓVIL PARA OBRA



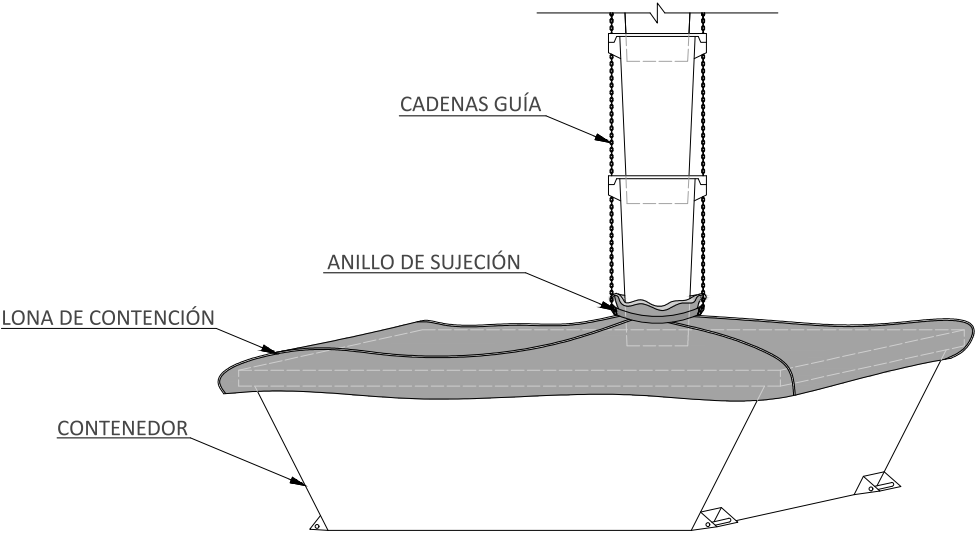
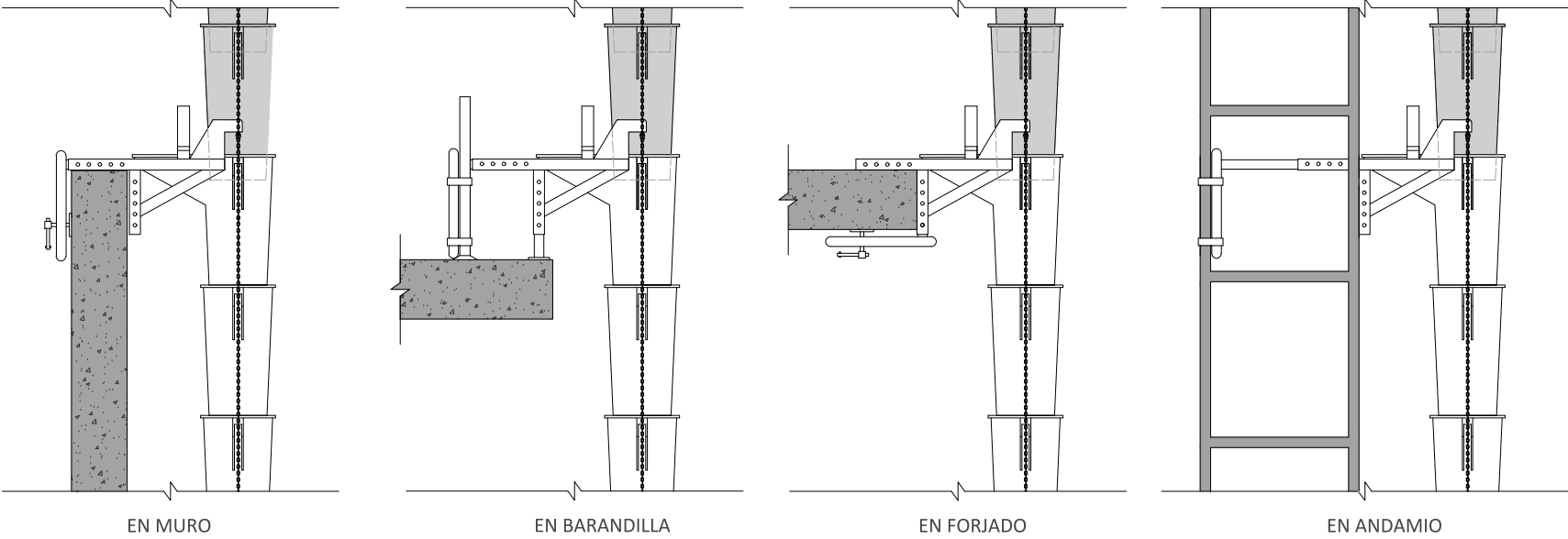
TORRETA PARA HORMIGONADO DE PILARES



				
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO: MEDIOS AUXILIARES PLATAFORMAS MÓVILES				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	ESTAD:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VISIÓ RESPONSABLE DE PROYECTOS:	Nº DE PLANO:
	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	5.3
HOJA 3 DE 3				

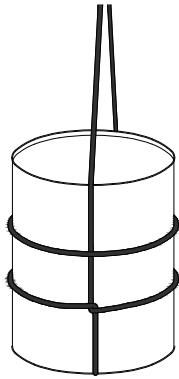


TIPOS DE AGARRE



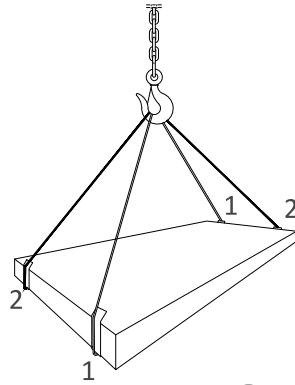
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO: PROTECCIONES COLECTIVAS BAJANTE DE ESCOMBROS Y CONTENEDOR				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VERIF. RESPONSABLE DE PROYECTO:	Nº DE PLANO:
	JOSE M. CLAMAGUANO GARCIA	JOSE M. CLAMAGUANO GARCIA	JUANJO GARCIA LOPEZ	5.4

## AMARRE DE BIDONES

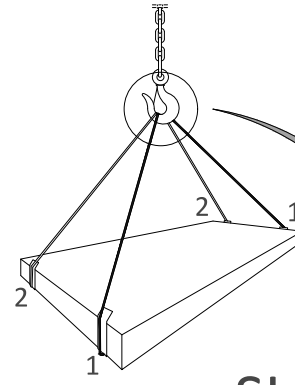


## CARGA CON DOS ESLINGAS SIN FIN

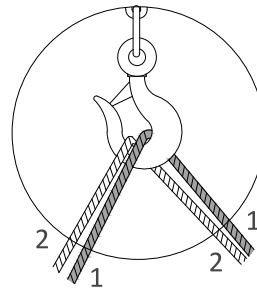
CARGAS HORIZONTALES  
(PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA  
PARA UNA CORRECTA SUJECIÓN)



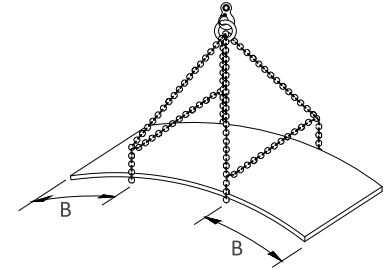
NO



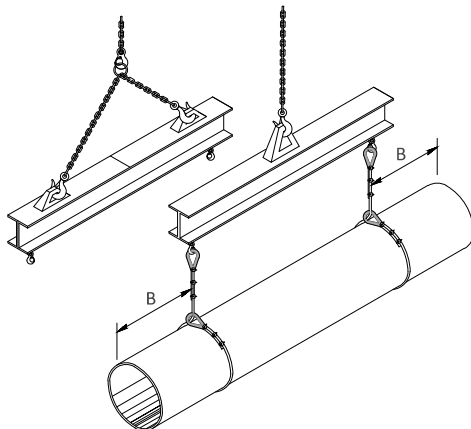
SI



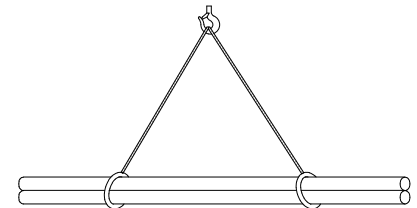
## TRASLADO DE PLANCHAS



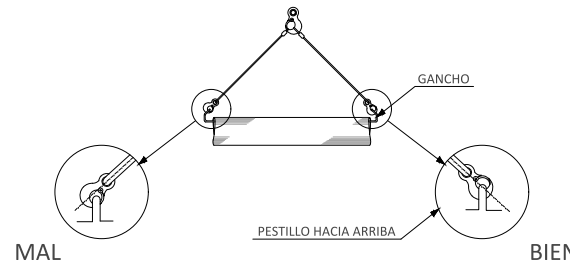
## TRASLADO DE TUBOS CON BALANCÍN



## TRASLADO DE CARGA LARGA (DOS ESLINGAS)



## TRASLADO DE TUBOS CON GANCHOS

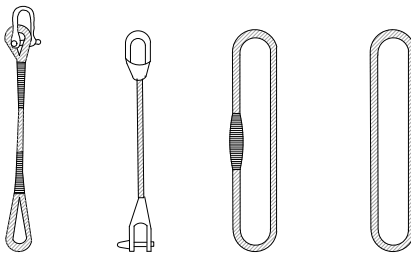
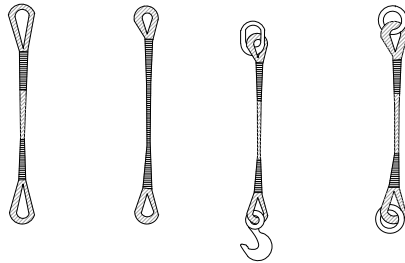


MAL

BIEN

			
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)			
TÍTULO DEL PLANO: MEDIOS AUXILIARES ESLINGAS Y ESTROBOS. DETALLES			
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VISI RESPONSABLE DE PROYECTOS:
	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA
			Nº DE PLANO: 5.5
			HOJA 1 DE 2

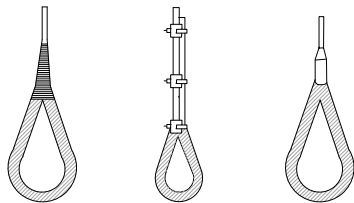
## TIPOS DE ESTROBOS



ESLINGAS



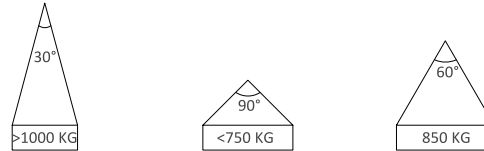
GAZAS



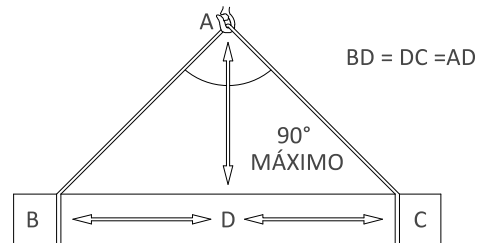
## MANEJO DE MATERIALES

LA MISMA ESLINGA

ÁNGULO 30°...≥... 1000kg  
ÁNGULO 60°..... 850kg  
ÁNGULO 90°...≤... 750kg



RELACIÓN ENTRE EL ÁNGULO DE LA ESLINGA Y SU CAPACIDAD DE CARGA

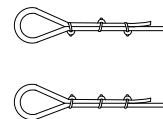


LA CARGA DEBE IR BIEN CENTRADA Y LA ESLINGA NO DEBE TRABAJAR CON ÁNGULOS SUPERIORES A 90°

DIÁMETRO DEL CABLE	NÚMERO DE PELOS	DISTANCIA ENTRE PELOS
Hasta 12 mm	3	6 DIÁMETRO
12 mm a 20 mm	4	6 DIÁMETRO
20 mm a 25 mm	5	6 DIÁMETRO
25 mm a 35 mm	6	6 DIÁMETRO



MÉTODO CORRECTO



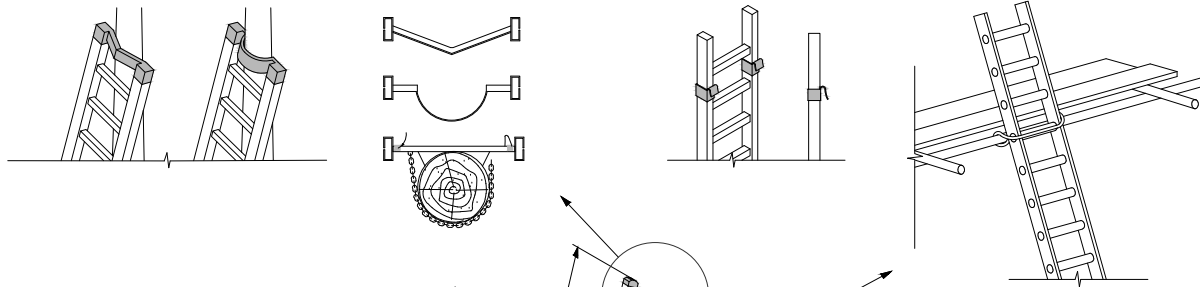
MÉTODOS INCORRECTOS

## COLOCACIÓN DE GRAPAS EN LAS GAZAS (MÉTODO DE INSTALACIÓN DE LAS GRAPAS)

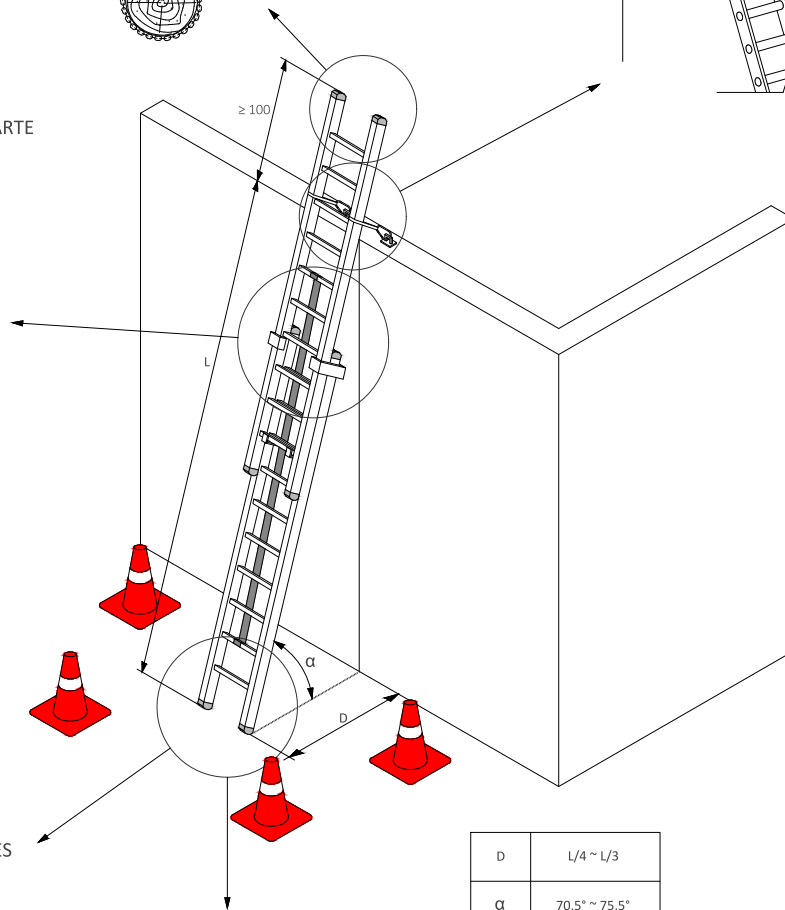
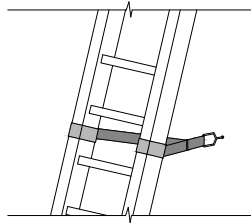
PRIMERA OPERACIÓN	<p>APLICACIÓN DE LA PRIMERA GRAPA : SE DEJARÁ UNA LONGITUD DE CABLE ADECUADA PARA PODER APLICAR LAS GRAPAS EN NÚMERO Y ESPACIAMIENTO DADOS POR LA TABLA. SE COLOCA LA PRIMERA A UNA DISTANCIA DEL EXTREMO DEL CABLE IGUAL A LA ANCHURA DE LA BASE DE LA GRAPA. LA CONCAVIDAD DEL PERNO EN FORMA DE "U" APRIETA EL EXTREMO LIBRE DEL CABLE. APRETAR LA TUERCA CON EL PAR RECOMENDADO.</p>
SEGUNDA OPERACIÓN	<p>APLICACIÓN DE LA SEGUNDA GRAPA : SE COLOCARÁ TAN PRÓXIMA A LA GAZA COMO SEA POSIBLE. LA CONCAVIDAD DEL PERNO EN FORMA DE "U", APRIETA EL EXTREMO LIBRE DEL CABLE. NO APRETAR LAS TUERCAS A FONDO.</p>
TERCERA OPERACIÓN	<p>APLICACIÓN DE LAS DEMÁS GRAPAS : SE COLOCARÁN DISTANCIÁNDOLAS A PARTES IGUALES ENTRE LAS DOS PRIMERAS (A DISTANCIA NO MAYOR QUE LA ANCHURA DE LA BASE DE LA GRAPA). SE GIRAN LAS TUERCAS Y SE TENSA EL CABLE. APRETAR A FONDO Y DE FORMA REGULAR TODAS LAS GRAPAS</p>

ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO: MEDIOS AUXILIARES ESLINGAS Y ESTROBOS. DETALLES				
FECHA: JUNIO 2021	ESCALA: S/E	ESTAD: V/S	Nº DE PLANO: 5.5	
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO: JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS: JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	VISI RESPONSABLE DE PROYECTOS:	HOJA 2 DE 2

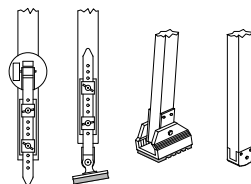
### POSIBLES SUJECCIONES EN LA PARTE SUPERIOR



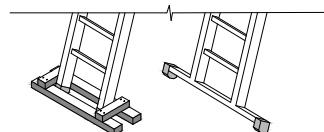
### POSIBLES SUJECCIONES EN LA PARTE INTERMEDIA



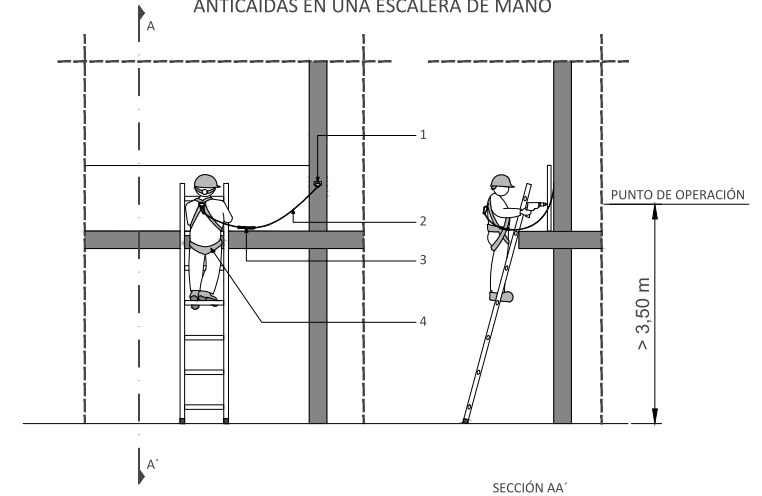
### MECANISMOS ANTIDESLIZANTES



### POSIBLES APOYOS DE LA ESCALERA



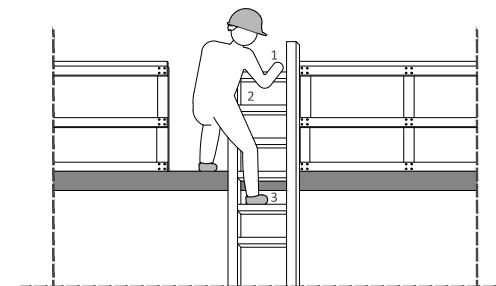
### EJEMPLO DE UTILIZACIÓN SISTEMA ANTICAÍDAS EN UNA ESCALERA DE MANO



#### LEYENDA

- 1 PUNTO DE ANCLAJE
- 2 ELEMENTO DE AMARRE
- 3 ABSORBEDOR DE ENERGÍA
- 4 ARNÉS ANTICAÍDAS

### ASCENSO Y DESCENSO POR UNA ESCALERA DE MANO, MANTENIENDO TRES PUNTOS DE CONTACTO



#### LEYENDA

- 1 PUNTO DE ANCLAJE
- 2 ELEMENTO DE AMARRE
- 3 ABSORBEDOR DE ENERGÍA

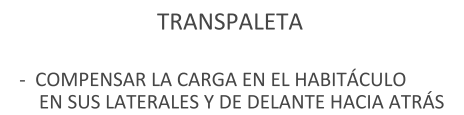
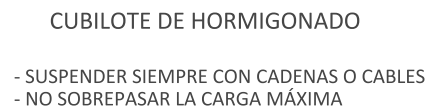
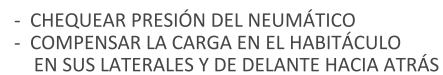


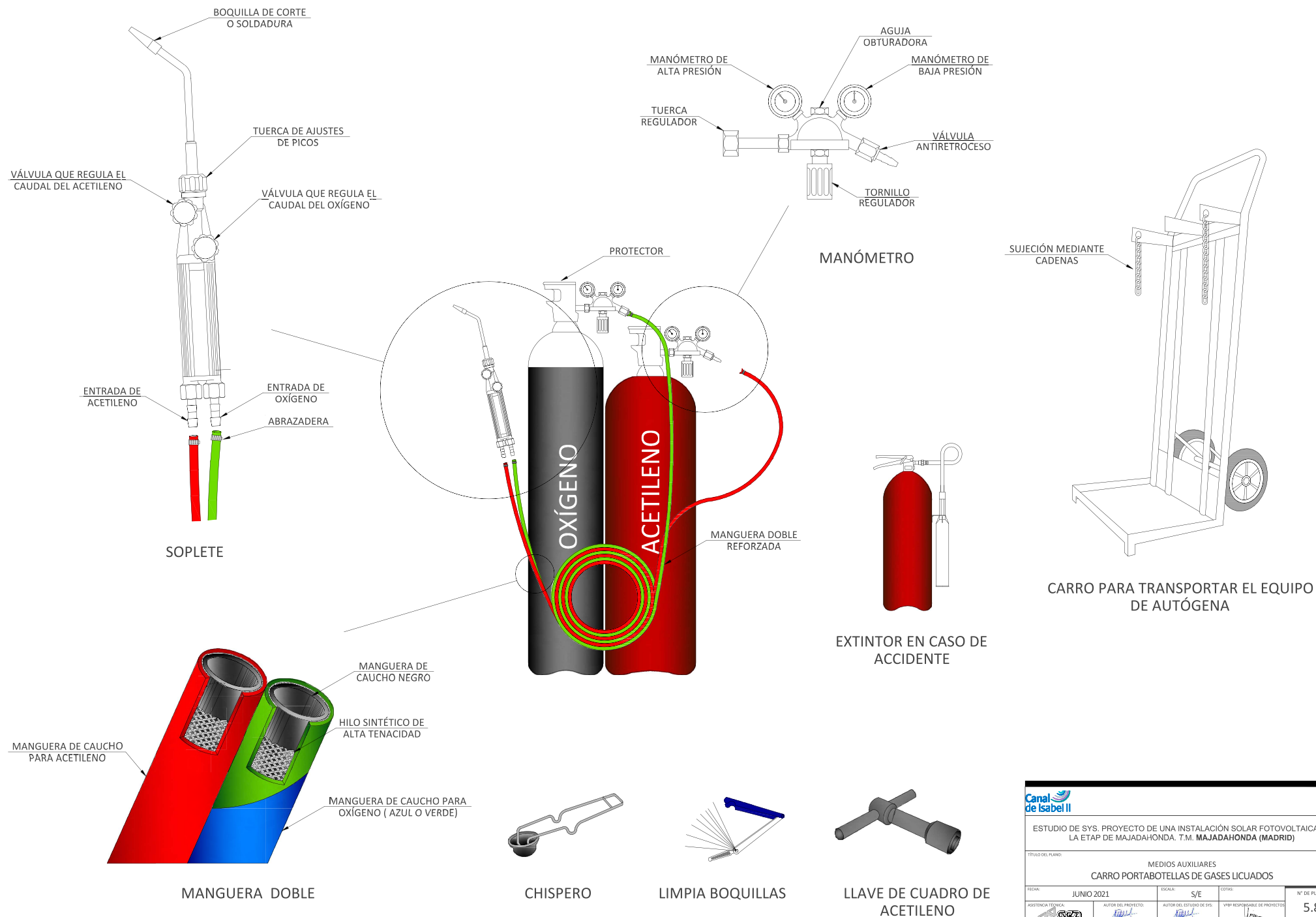
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)

DETALLE DEL PLANO:

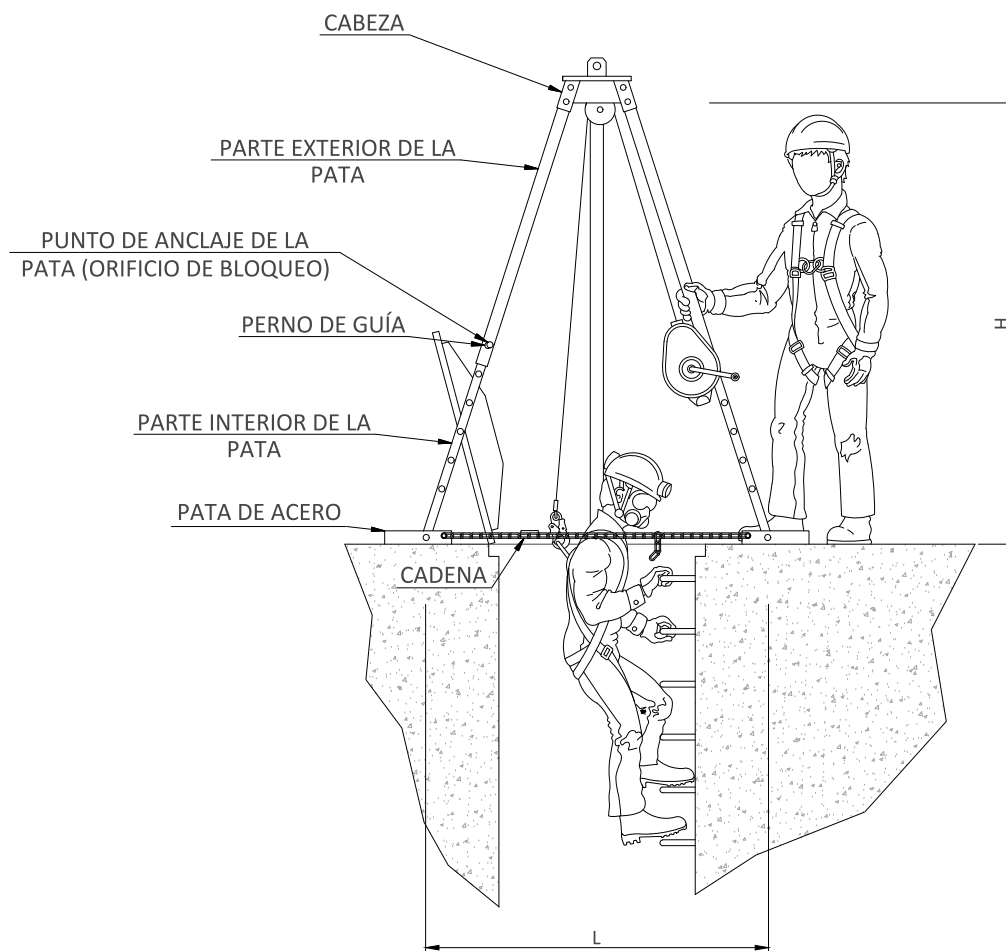
MEDIOS AUXILIARES  
ESCALERA DE MANO. DETALLES

FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:	cm	Nº DE PLANO
ASISTENCIA TÉCNICA:		AUTOR DEL PROYECTO:		AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:		5.6
		JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA		JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA		HOJA 1 DE 1
				VERIF. RESPONSABLE DE PROYECTO:		
				JUAN CARLOS LÓPEZ		





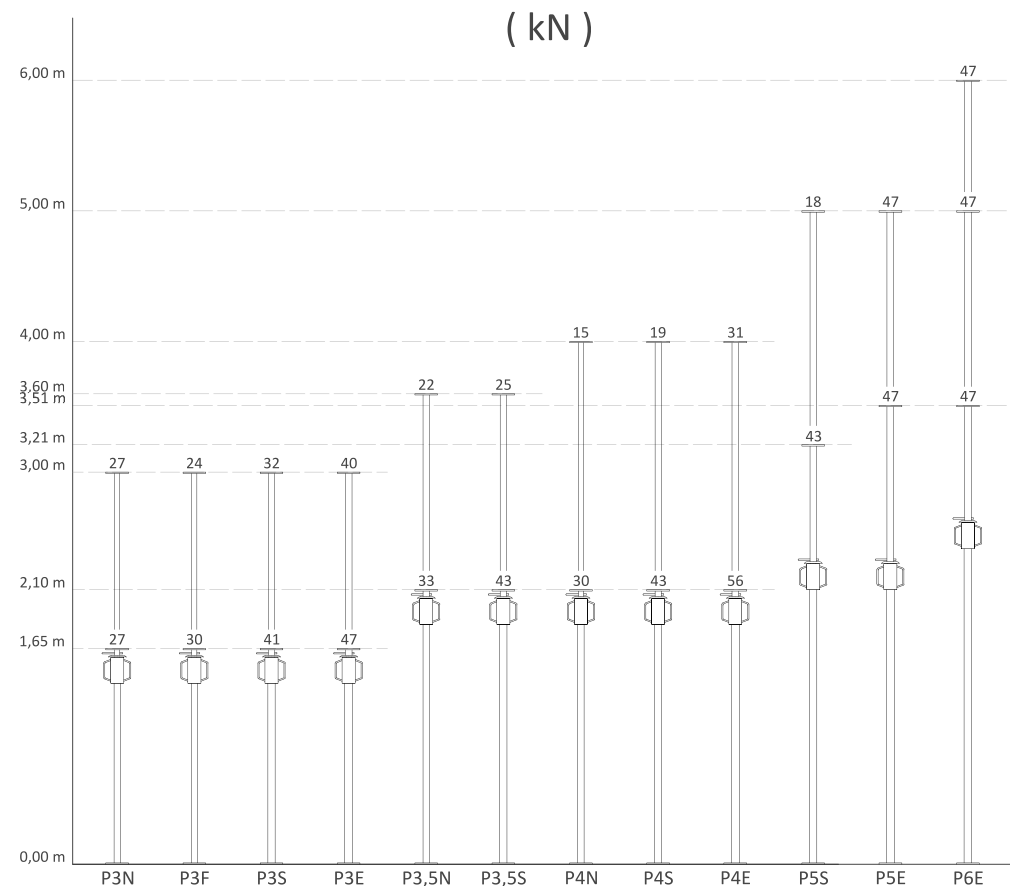
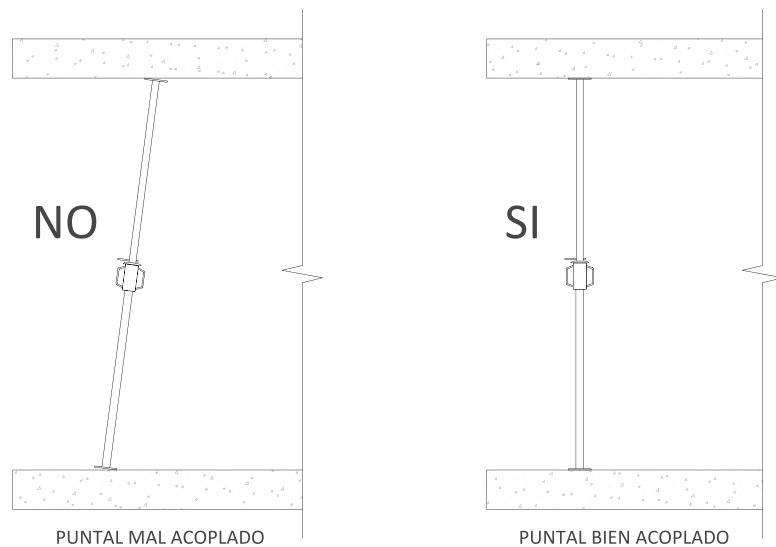
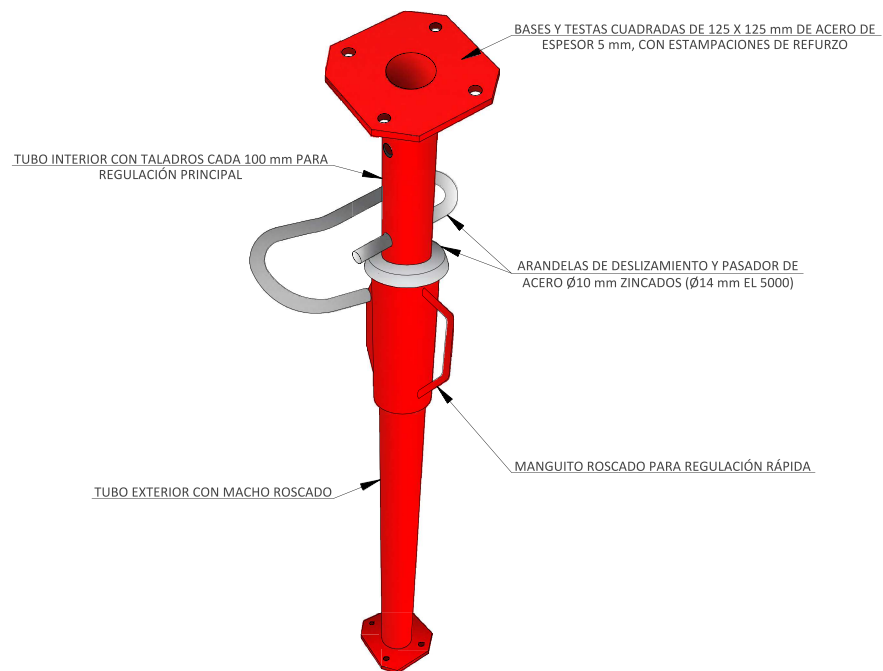
<b>Canal de Isabel II</b>				
<b>ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)</b>				
<b>TÍTULO DEL PLANO: MEDIOS AUXILIARES CARRO PORTABOTELLAS DE GASES LICUADOS</b>				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VISOR RESPONSABLE DE PROYECTOS:	
	JOSE M. CLAMORRANO GARCIA	JOSE M. CLAMORRANO GARCIA	JAVIER ORTEGA LÓPEZ	
				Nº DE PLANO: 5.8
				HOJA 1 DE 1



H = ALTURA DE TRABAJO  
L = ANCHURA DE PATAS

				
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO: MEDIOS AUXILIARES TRÍPODE DE DESCENSO				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VISIÓ RESPONSABLE DE PROYECTOS:	Nº DE PLANO:
	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JAVIER ESCOBAR LÓPEZ	5.9
HOJA 1 DE 1				





<b>Canal de Isabel II</b>				
<b>ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)</b>				
TÍTULO DEL PLANO: MEDIOS AUXILIARES PUNTALES				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VISIÓ RESPONSABLE DE PROYECTOS:	
				
HOJA 1 DE 1				5.10



PORTÁTIL LUMINOSO DE MANO



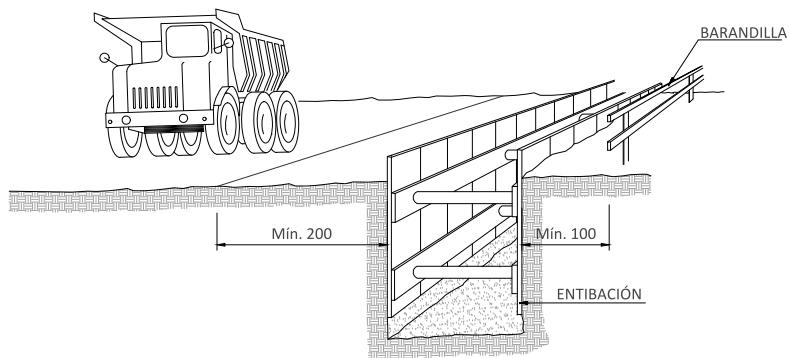
TORRE DE ILUMINACIÓN



FOCO PORTÁTIL CON SOPORTE

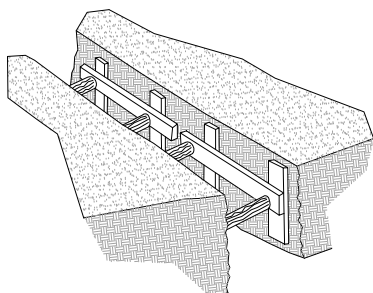


				
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO: MEDIOS AUXILIARES SISTEMA DE ILUMINACIÓN PROVISIONAL				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VISOR RESPONSABLE DE PROYECTOS:	
	 JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	 JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	 JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	
				N° DE PLANO 5.11 HOJA 3 DE 3



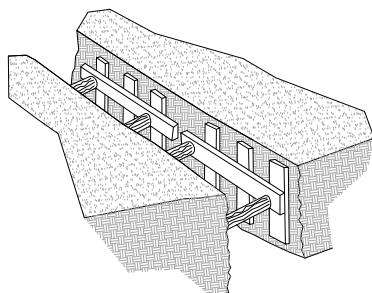
#### ENTIBACIÓN LIGERA

- SE COLOCA EL MATERIAL DE CONTENCIÓN DE FORMA REPARTIDA Y CUBRIENDO MENOS DEL 50 % DE LA SUPERFICIE.
- PUEDE UTILIZARSE EN TERRENOS ESTABLES Y CON PROFUNDIDAD DE HASTA 2,00 m, SIN SOLICITACIONES.



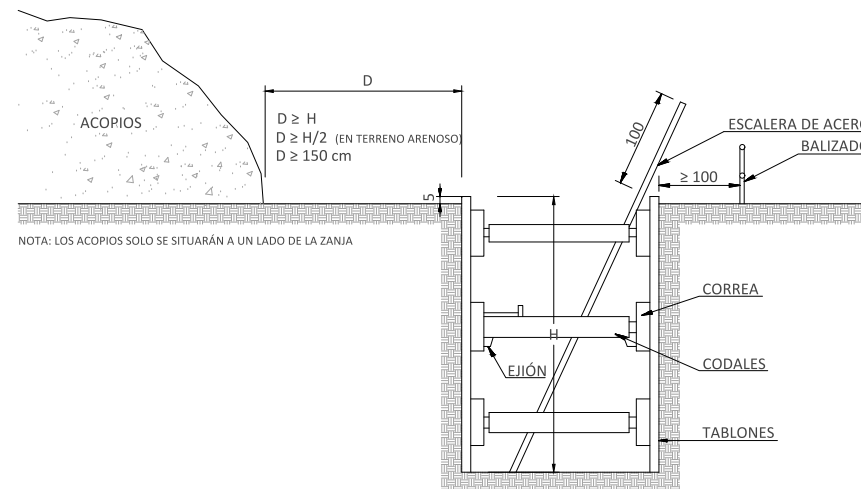
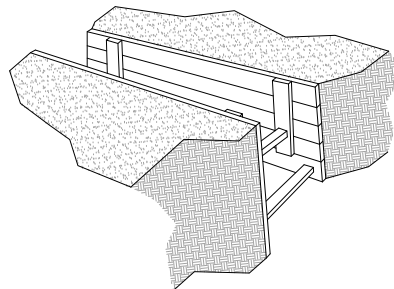
#### ENTIBACIÓN SEMICUAJADA

- SE EFECTUARA COMO MÍNIMO EN TERRENOS SIN SOLICITACIÓN Y HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 2,50 m, O CON PROFUNDIDADES INFERIORES SI HAY SOLICITACIÓN.



#### ENTIBACIÓN CUAJADA

- SE INSTALA PARA CUBRIR TODA LA SUPERFICIE DE LAS PAREDES EXCAVADAS, POR LO QUE ES ADECUADA PARA CASI LA TOTALIDAD DE LAS SITUACIONES Y OFRECE EL MAYOR PORCENTAJE DE GARANTÍAS.








NOTA: LOS ACOPIOS SOLO SE SITUARÁN A UN LADO DE LA ZANJA

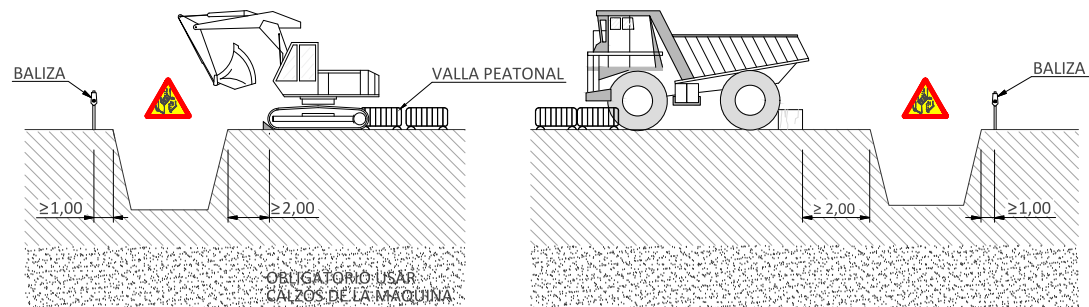
#### ENTIBACIONES GENERALES EN FUNCIÓN DEL SUELO Y LA PROFUNDIDAD

TIPO DE TERRENO	SOLICITACIÓN	TIPO DE CORTE	PROFUNDIDAD P DEL CORTE EN cm			
			< 130	130-200	200-250	> 250
COHERENTE	SIN SOLICITACIÓN	ZANJA POZO	—	LIGERA	SEMICUAJADA	CUAJADA
	SOLICITACIÓN DE VIAL	ZANJA POZO	LIGERA	SEMICUAJADA	CUAJADA	
	SOLICITACIÓN DE CIMENTACIÓN	CUALQUIERA	CUAJADA			
SUELTO	CUALQUIERA	CUALQUIERA	CUAJADA			

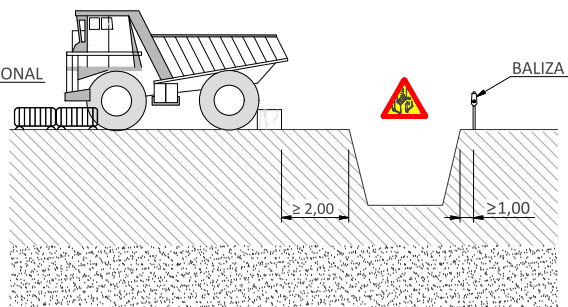
NOTA: ENTIBACIONES CONFORMES A ESTUDIO GEOTÉCNICO

					
<b>ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)</b>					
<small>TÍTULO DEL PLANO:</small>					
<b>PROTECCIONES ESPECÍFICAS EXCAVACIONES Y ZANJAS</b>					
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:	cm
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VERIF. RESPONSABLE DE PROYECTO:	Nº DE PLANO:	
				<b>6.1</b>	
				<small>HOJA 3 DE 3</small>	

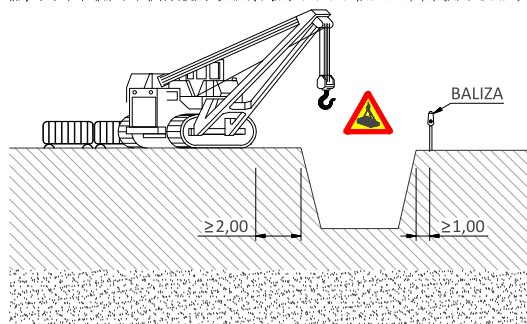
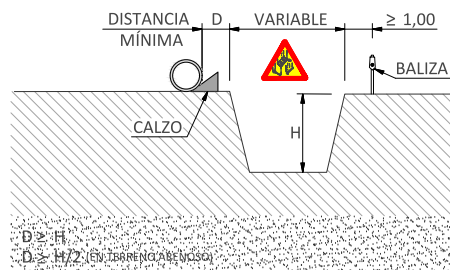
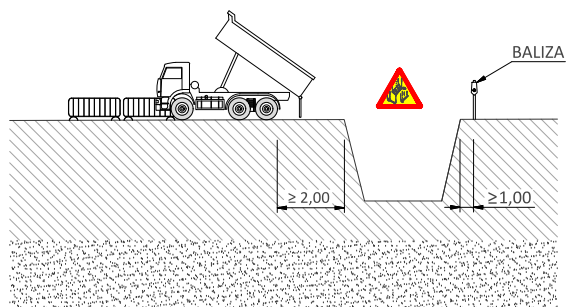
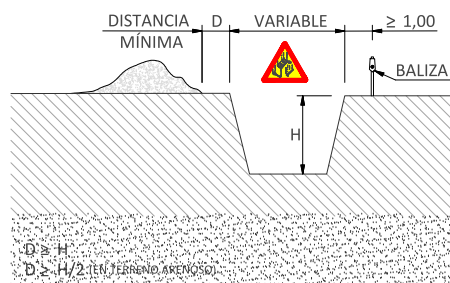
## EXCAVACIÓN



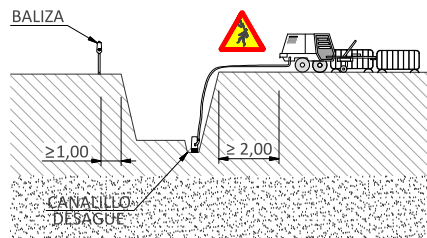
## CARGA Y DESCARGA



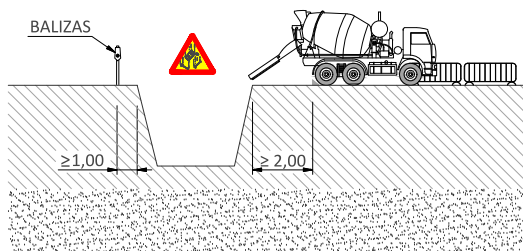
## ACOPIOS



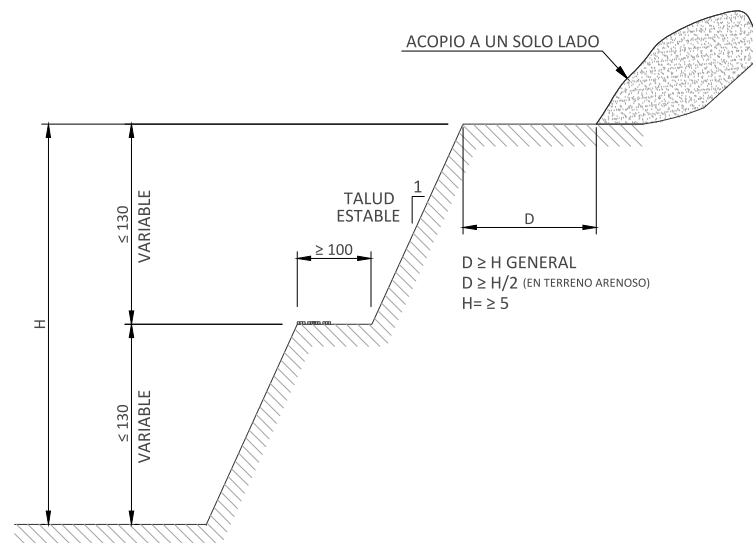
## AGOTAMIENTOS



## ELEMENTOS VIBRATORIOS



## NORMAS EXCAVACIONES. DISPOSICIÓN DE BERMAS EN TALUDES. SIN ENTIBACIÓN



## NOTA:

SE ENTIBARÁN LOS TALUDES QUE SEAN NECESARIOS, CONSIDERANDO LA EXISTENCIA DE AGUA Y LA NATURALEZA DEL TERRENO SIGUIENDO LAS INDICACIONES DEL ANEJO GEOTÉCNICO.

POR LOS POSIBLES DESPRENDIMIENTOS DE TIERRAS, SE EXTREMARÁN LAS PRECAUCIONES A LA RETIRADA DE LAS ENTIBACIONES.



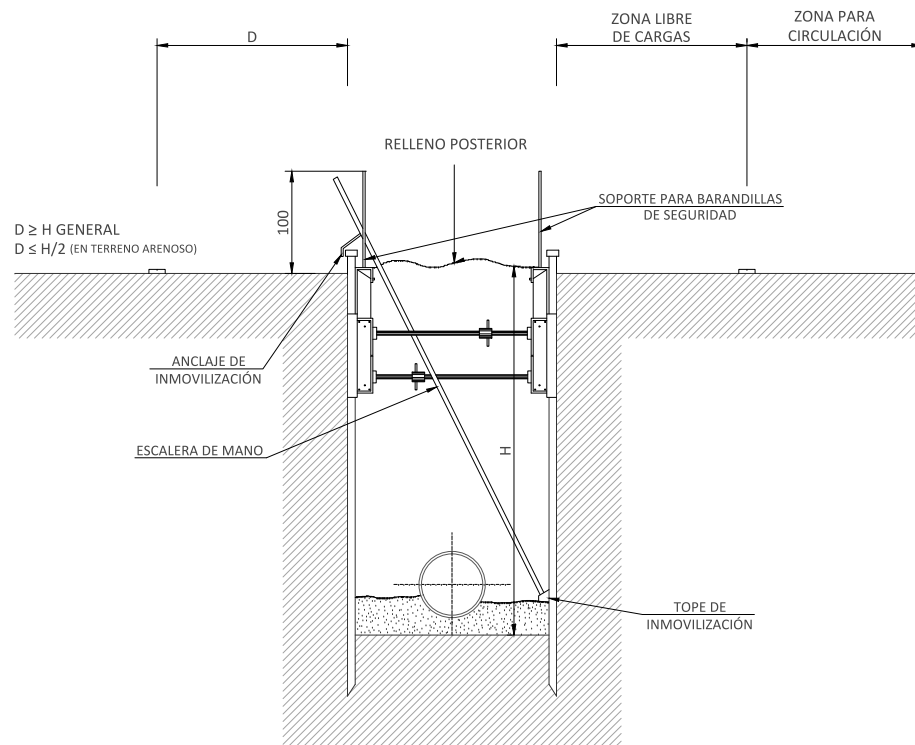
# ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)

TÍTULO DEL PLANO:

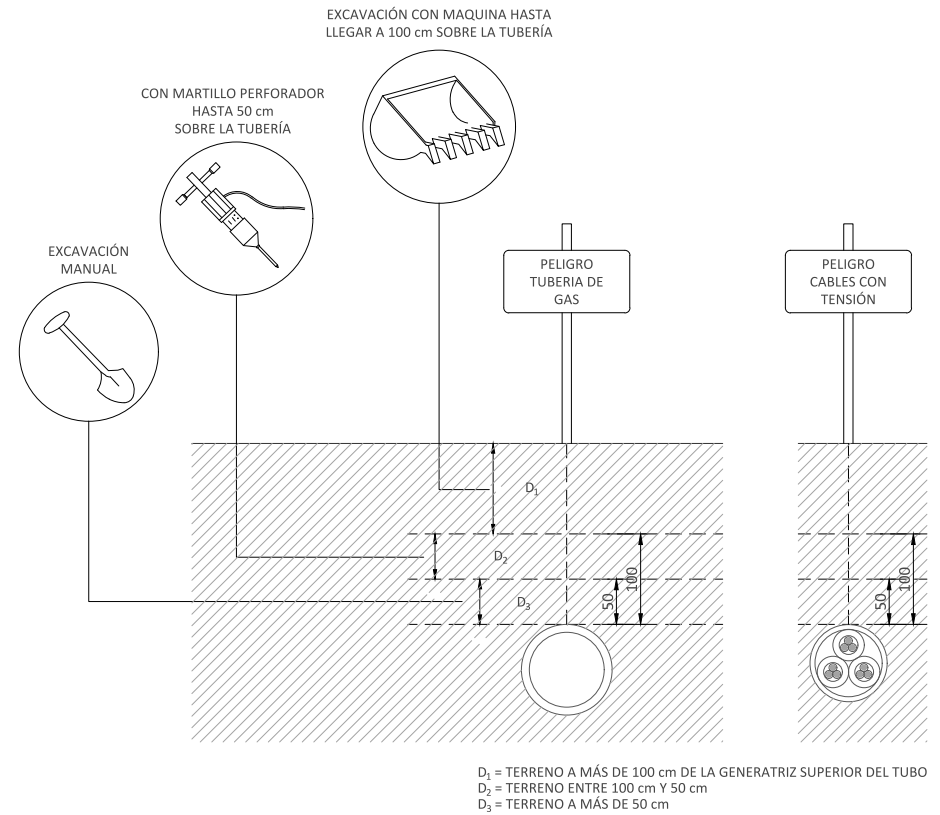
## PROTECCIONES ESPECÍFICAS EXCAVACIONES Y ZANJAS

FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	ESTAS:	m	Nº DE PLANO:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VISI RESPONSABLE DE PROYECTO:		6.1	
	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA			HOJA 2 DE 3	

## DISPOSICIÓN DE ENTIBACIÓN



## DISTANCIAS DE SEGURIDAD PARA EXCAVACIONES



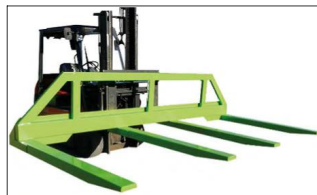
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO: PROTECCIONES ESPECÍFICAS EXCAVACIONES Y ZANJAS				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	Nº DE PLANO
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VISIÓ RESPONSABLE DE PROYECTOS:	6.1
	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JUAN CARLOS LÓPEZ	HOJA 3 DE 3



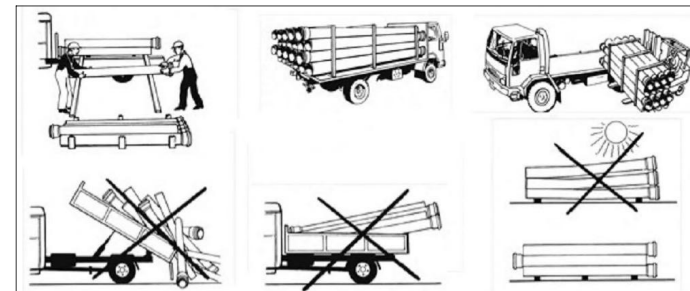
GANCHOS



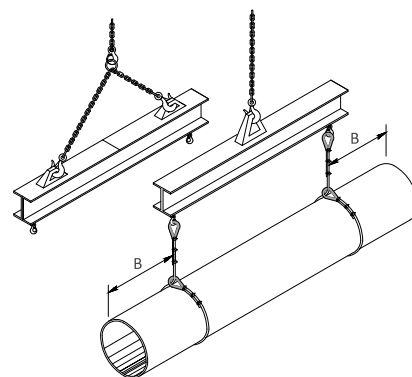
HORQUILLA SIMPLE



MULTIHORQUILLA



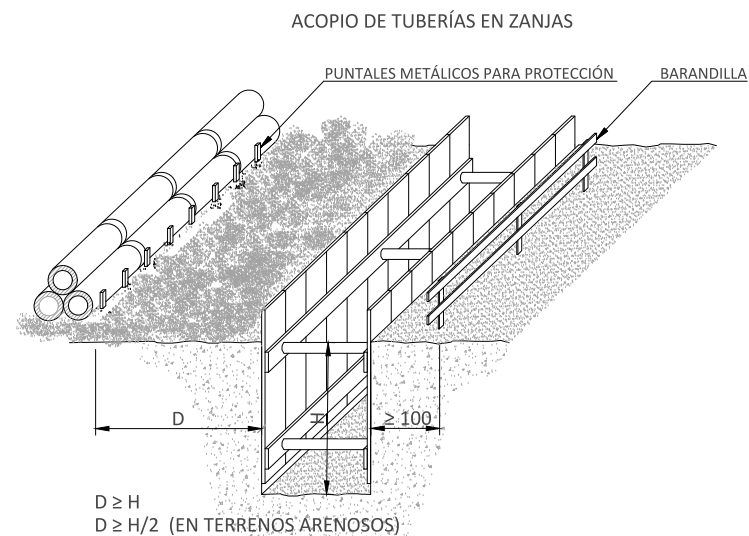
TIJERA



ESLINGA CON PUENTE



PINZA DOBLE



TIJERA





PINZA SIMPLE



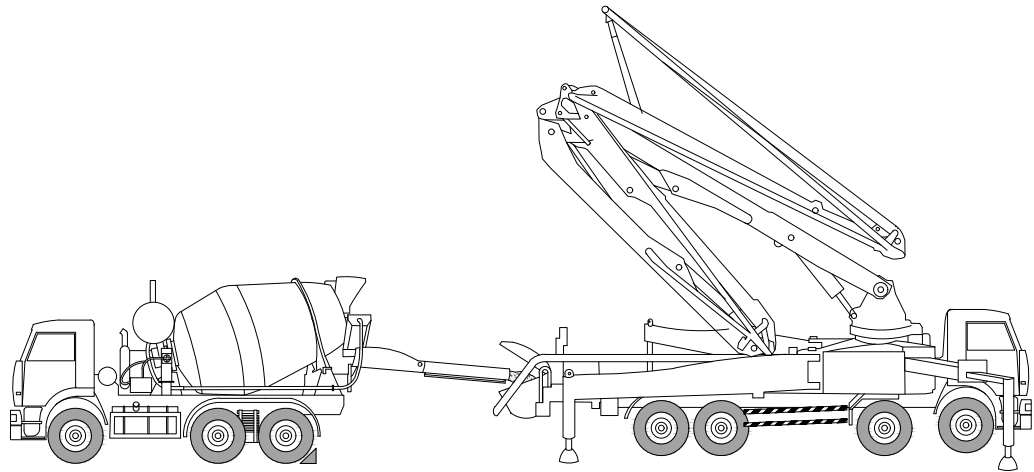
MORDAZAS

NOTA: EL TUBO QUE SE DESCARGA TIENE QUE GARANTIZAR EL EQUILIBRIO SUFICIENTE QUE PERMITA QUE EL APOYO EN EL SUELO SE REALICE EN TODA SU LONGITUD Y NO POR LA TESTA. DURANTE LAS OPERACIONES DE DESCARGA DEBEN EVITARSE LOS IMPACTOS, Y SE DEPOSITARÁN LOS TUBOS EN EL SUELO SIN DEJARLOS CAER. PARA CUALQUIER TUBERÍA EN GENERAL, Y PARA LAS TUBERÍAS PLÁSTICAS EN PARTICULAR, CUANDO SE USEN ESLINGAS O CADENAS, ÉSTOS DEBERÁN ESTAR FORRADAS DE GOMA, PLÁSTICO O CUALQUIER OTRO MATERIAL SIMILAR QUE EVITE ROCES QUE PUEDAN DAÑAR LOS TUBOS.

				
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO: PROTECCIONES ESPECÍFICAS DESCARGA Y ACOPIO DE TUBOS				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	UNIDADES:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VISIÓ RESPONSABLE DE PROYECTOS:	Nº DE PLANO:
	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	6.2
HOJA 1 DE 1				

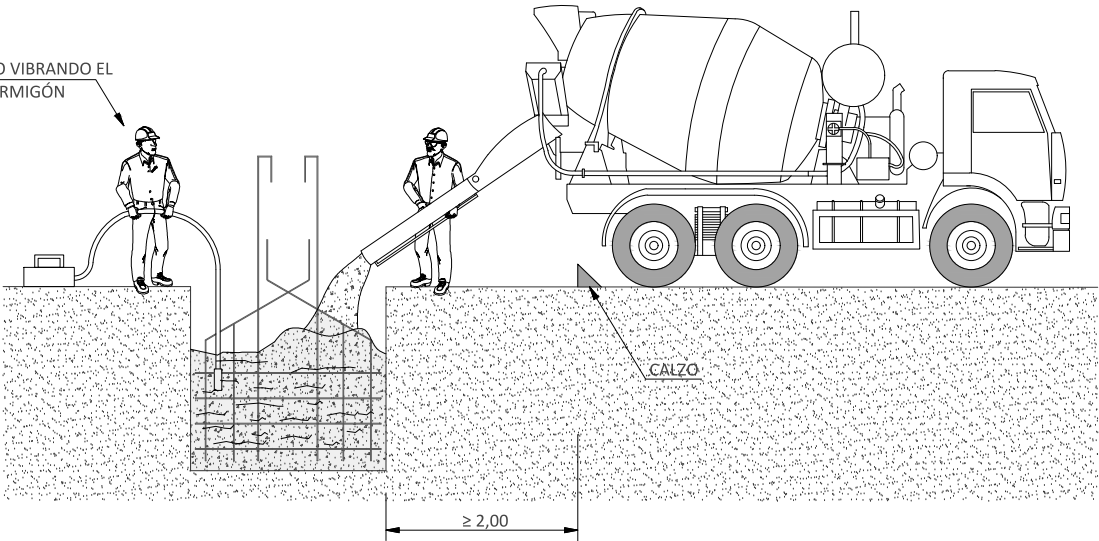


HORMIGONADO POR VERTIDO DIRECTO EN ZANJAS O CIMENTACIONES



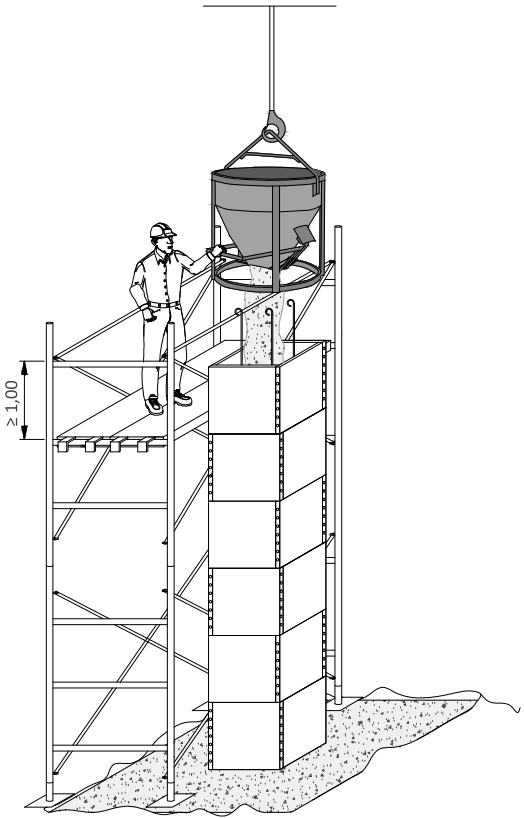
MEDIANTE CAMIÓN HORMIGONERA - A CAMIÓN BOMBA

OPERARIO VIBRANDO EL  
HORMIGÓN



MEDIANTE CAMIÓN HORMIGONERA DIRECTO A CIMENTACIÓN

HORMIGONADO EN PILARES SOBRE CIMIENTOS

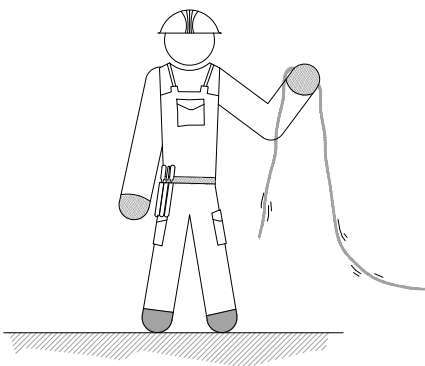


MEDIANTE CAMIÓN HORMIGONERA - A CUBILOTE

				
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
DETAL DEL PLANO: PROTECCIONES ESPECÍFICAS HORMIGONADOS				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COPIAS: m
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VERIF. RESPONSABLE DE PROYECTO:	Nº DE PLANO:
	JOSE M. CLAMAGUANO GARCIA	JOSE M. CLAMAGUANO GARCIA	JUANJO GARCIA LOPEZ	6.3
HOJA 1 DE 1				



## ESTADO DE LOS CABLES



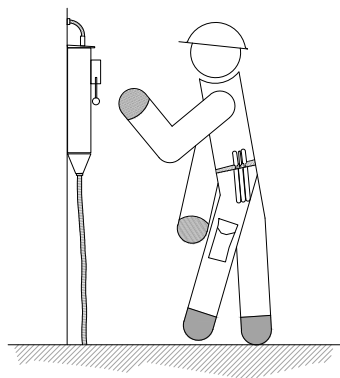
- EL SOLDADOR REVISARÁ EL ESTADO DE LOS CABLES AL COMIENZO DE LA JORNADA LABORAL.
- VIGILAR EL ESTADO DE LOS CABLES, LA TENSIÓN EN VACÍO PUEDE SER PELIGROSA.
- SOLO SE EMPLEARÁN CABLES Y EMPALMES EN PERFECTO ESTADO.

## CONEXIÓN DEL CABLE DE MASA DEL EQUIPO DE SOLDAR



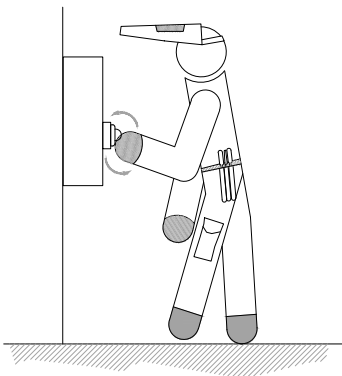
- DURANTE LAS OPERACIONES DE SOLDADURA DEBE ESTAR, EL CABLE DE MASA, CORRECTAMENTE CONECTADO.
- COMPROBAR LA CONEXIÓN CORRECTA DEL CABLE DE MASA.

## CONEXIÓN DEL EQUIPO DE SOLDAR AL CIRCUITO



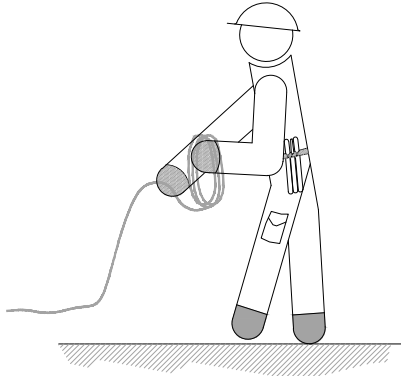
- LAS CONEXIONES FIJAS DE ENGANCHE A LA RED, EN EL CIRCUITO PRIMARIO, DEBERÁ INSTALARLAS SOLAMENTE EL ELECTRICISTA.

## MANIPULACIONES O INTERRUPTIONES DEL EQUIPO DE SOLDAR



- CORTAR LA CORRIENTE ANTES DE REALIZAR CUALQUIER MANIPULACIÓN DE LA MÁQUINA DE SOLDAR O PARA MOVERLA.
- NO DEJAR CONECTADAS LAS MÁQUINAS DE SOLDAR O GRUPOS ELECTRÓGENOS EN LOS DESCANSOS O COMIDAS.
- DESCONECTAR EN INTERRUPTIONES LARGAS O AL REALIZAR EMPALMES DE CABLES.
- EVITAR QUE LOS CABLES DESCANSEN SOBRE EQUIPOS CALIENTES, CHARCOS, BORDES AFILADOS O CUALQUIER OTRO LUGAR QUE PUDIERA PERJUDICAR AL AISLAMIENTO.

## MANEJO Y TRANSPORTE DEL EQUIPO DE SOLDAR



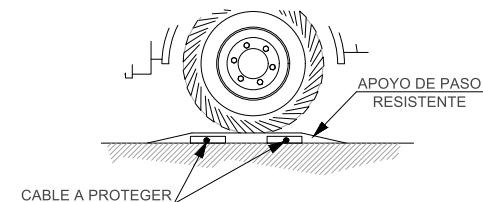
- DESCONECTAR SIEMPRE DE LA RED ANTES DE REALIZAR TRASLADOS O TRANSPORTE.
- DESCONECTAR SIEMPRE DE LA RED CUANDO EL EQUIPO SE VA A LIMPIAR O REPARAR.
- ENROLLAR LOS CABLES DE CONEXIÓN A LA RED Y LOS DE SOLDADURA PARA EL TRANSPORTE.
- EN CABLES CON RESISTENCIA A SER MANEJADOS, O PARA MOVER LA MÁQUINA, NO TIRAR DE ELLOS.

## CONEXIÓN DE LAS HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS QUE ESTÉN TRABAJANDO EN LA MISMA ZONA



- CONECTAR EL CABLE DE MASA DIRECTAMENTE SOBRE LA PIEZA A SOLDAR O LO MÁS CERCA POSIBLE.
- UTILIZAR HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS QUE TENGAN AISLAMIENTO PROTECTOR O DOBLE AISLAMIENTO.
- CUANDO LA PIEZA HA DE SOLDARSE COLGADA DE UN GANCHO DE CARGA, INTERCALAR UN AISLANTE ( EJEMPLO: CUERDA DE CÁÑAMO ).

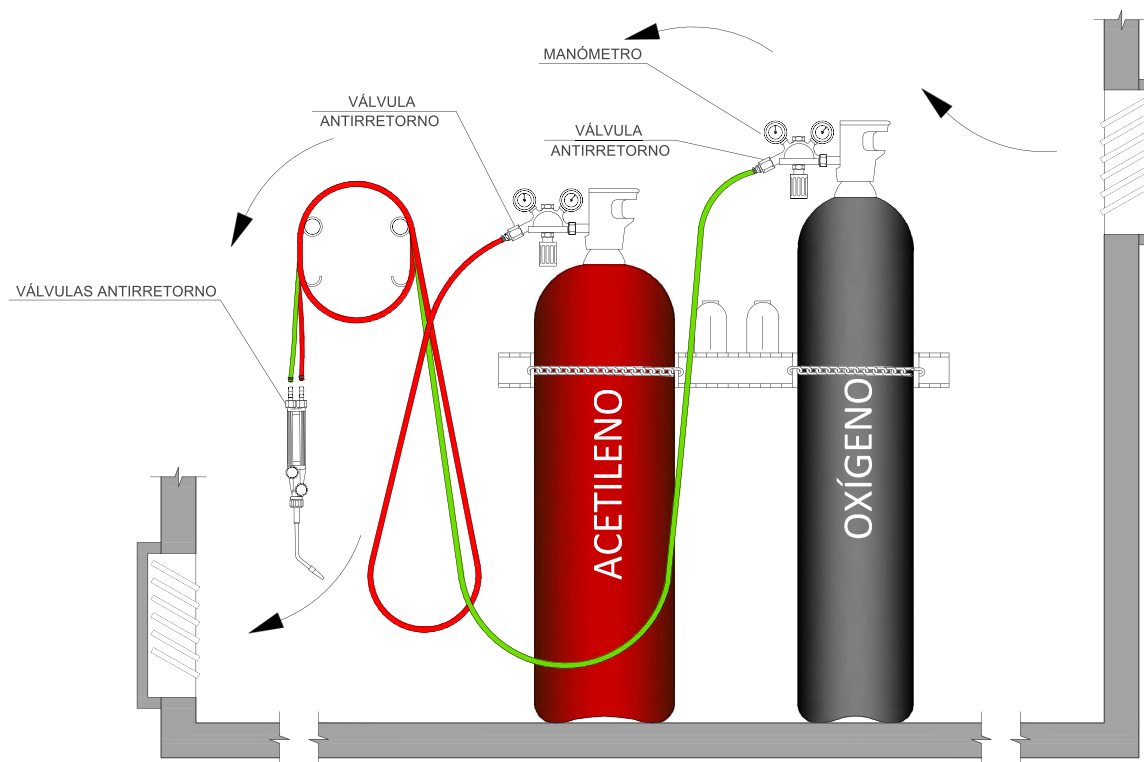
## PASO DE VEHÍCULOS SOBRE CABLES



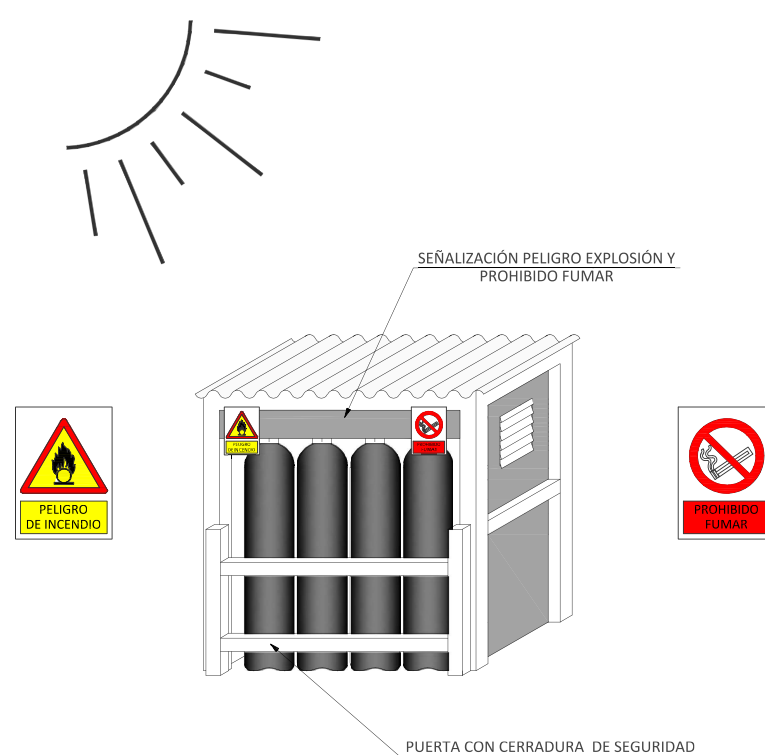
- SE EVITARÁ QUE PASEN VEHÍCULOS POR ENCIMA DE LOS CABLES, QUE SEAN GOLPEADOS, O QUE LAS CHISPAS DE SOLDADURA CAIGAN SOBRE ELLOS.
- LOS CABLES NO DEBERÁN CRUZAR UNA VÍA DE TRÁNSITO, SIN ESTAR PROTEGIDOS MEDIANTE APOYOS DE PASO RESISTENTES A LA COMPRESIÓN.

ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
<div> <div> TÍTULO DEL PLANO: </div> <div> PROTECCIONES ESPECÍFICAS PRECAUCIONES EN TRABAJOS DE SOLDADURA </div> </div>				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VPM RESPONSABLE DE PROYECTO:	
	JOSE M. CLAMAGNANO GARCIA	JOSE M. CLAMAGNANO GARCIA	JAVIER PÉREZ LÓPEZ	
Nº DE PLANO:				6.4
HOJA 1 DE 1				

## GRUPO OXICORTE CON DOBLE VÁLVULA ANTIRRETORNO






INSTALACIÓN DE BOMBONAS DE OXÍGENO Y ACETILENO EN LUGAR VENTILADO



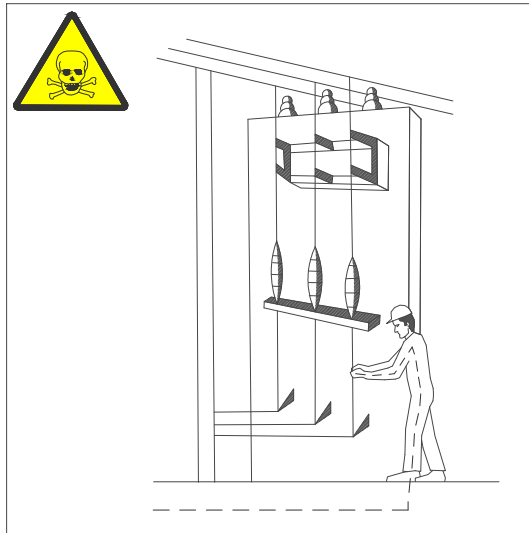
ALMACÉN

NOTA : MANTENER LAS BOMBONAS A MÁS DE 10 m DE LA ZONA DE TRABAJO

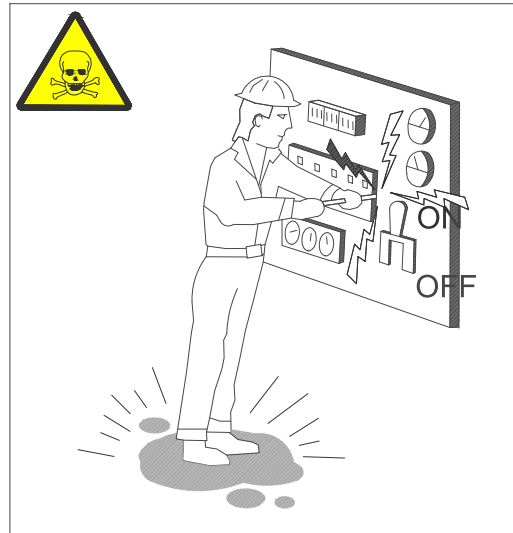
<b>Canal de Isabel II</b>				
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO: PROTECCIONES ESPECÍFICAS TRABAJOS DE OXICORTE				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VRSI RESPONSABLE DE PROYECTOS:	
				
JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA				JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA JAVIER GONZALEZ LOPEZ
N° DE PLANO: 6.5				HOJA 1 DE 1

## RIESGOS ELÉCTRICOS CAUSAS DE ACCIDENTES POR ELECTRICIDAD

### 1- CONTACTOS DIRECTOS

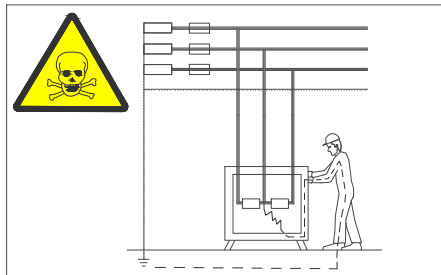


MANIPULACIÓN DE INSTALACIONES

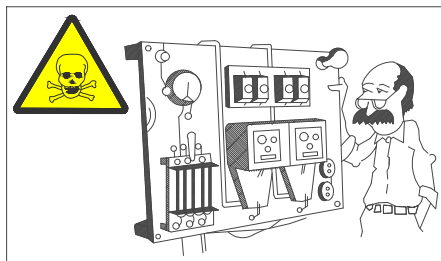


REPARACIÓN DE EQUIPOS BAJO TENSIÓN

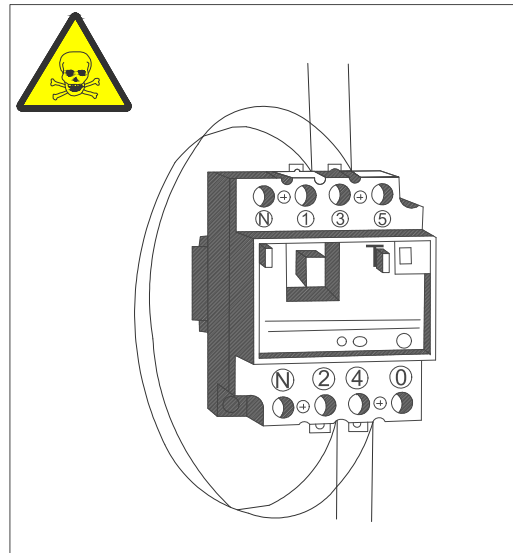
### 2- CONTACTOS INDIRECTOS



DEFECTOS DE AISLAMIENTO EN MÁQUINAS SIN PROTECCIÓN.

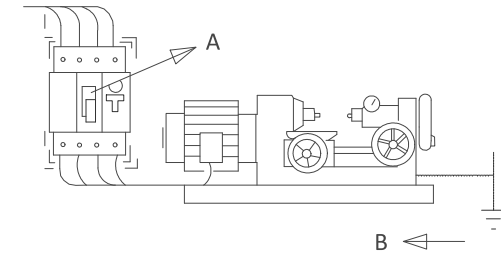


DEFECTOS DE AISLAMIENTO EN MÁQUINAS CUYO SISTEMA DE PROTECCIÓN SE ENCUENTRA MAL CALIBRADO O DISEÑADO.

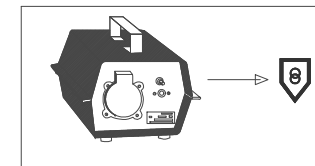


PUENTEADO DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.

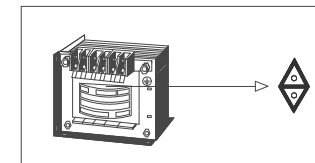
## SISTEMAS DE PROTECCIÓN



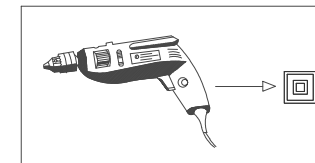
- A - EL INTERRUPTOR DIFERENCIAL LIMITA LA INTENSIDAD Y EL TIEMPO, DEL DEFECTO.  
B - LA PUESTA A TIERRA NOS LIMITA LA TENSIÓN DE DEFECTO A VALORES DE SEGURIDAD.



**TENSIÓN DE SEGURIDAD:**  
- CON PEQUEÑAS TENSIONES ES PRÁCTICAMENTE IMPOSIBLE CAUSAR DAÑO A LAS PERSONAS.



**TRANSFORMADOR SEPARADOR DE CIRCUITOS:**  
- NO EXISTE UNIÓN ELÉCTRICA ENTRE EL CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN Y EL DE UTILIZACIÓN.

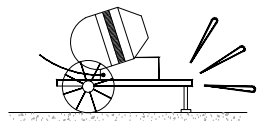
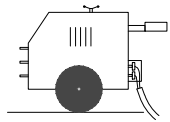
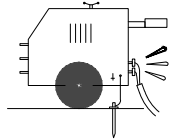


**TRANSFORMADOR SEPARADOR DE CIRCUITOS:**  
- EL CONTACTO SOLO SE PRODUCIRÁ EN EL CASO DE FALLO DE LOS DOS AISLAMIENTOS.

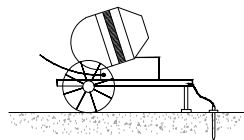
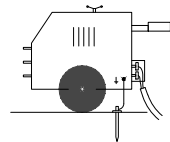
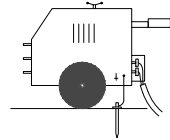
- NO MANIPULE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS SI NO ESTÁ PREPARADO Y AUTORIZADO PARA ELLO.
- NO UTILICE AGUA PARA APAGAR FUEGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO.
- ANTE UNA PERSONA ELECTRIZADA NO LA TOQUE DIRECTAMENTE.

<b>Canal de Isabel II</b>				
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO: PROTECCIONES ESPECÍFICAS TRABAJOS CON RIESGO ELÉCTRICO. MEDIDAS GENERALES				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VERIF. RESPONSABLE DE PROYECTO:	Nº DE PLANO:
	JOSÉ M. CLAMAGRAND GARCÍA	JOSÉ M. CLAMAGRAND GARCÍA	JUAN CARLOS LÓPEZ	6.6 HOJA 3 DE 3

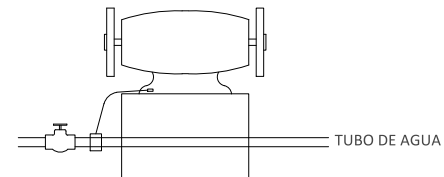
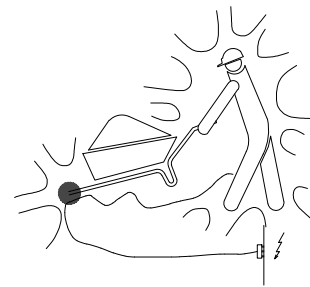
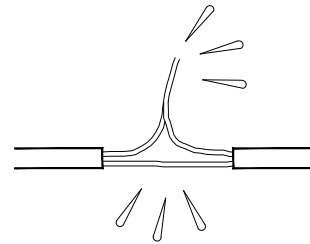
NO



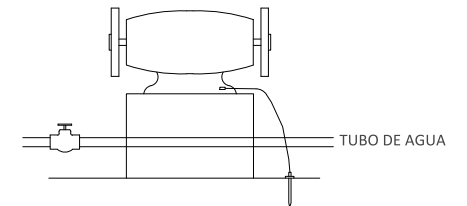
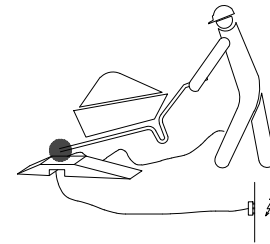
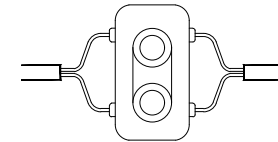
SI



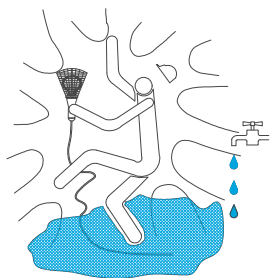
NO



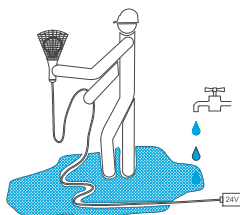
SI



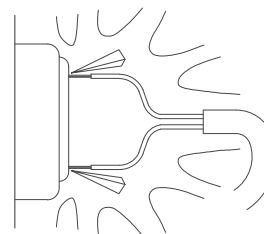
NO



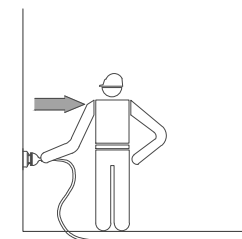
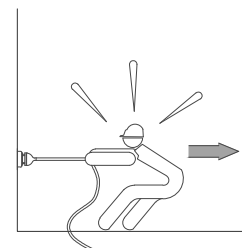
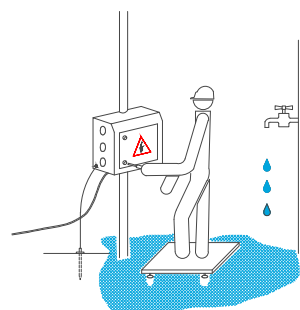
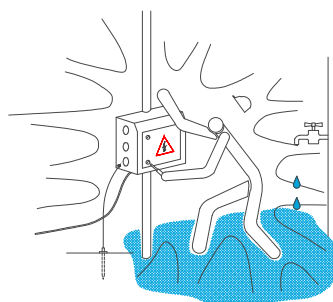
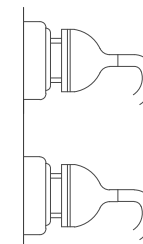
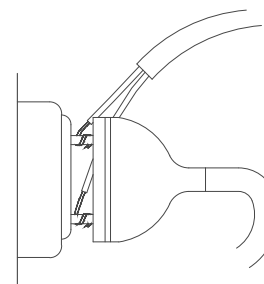
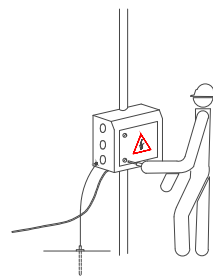
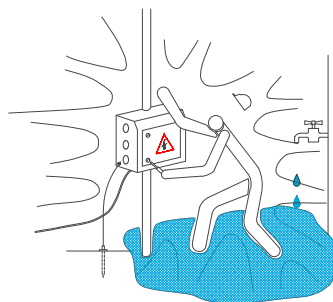
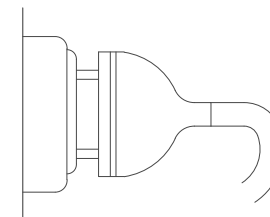
SI



NO



SI



				
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO: PROTECCIONES ESPECÍFICAS TRABAJOS CON RIESGO ELÉCTRICO. MEDIDAS GENERALES				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	ESTAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VISI RESPONSABLE DE PROYECTOS:	Nº DE PLANO:
	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	6.6
HOJA 3 DE 3				

DISTANCIAS A LÍNEAS ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN

CRUZAMIENTOS  
(REBT MIBT 003 CAP. 15 AP. 1)

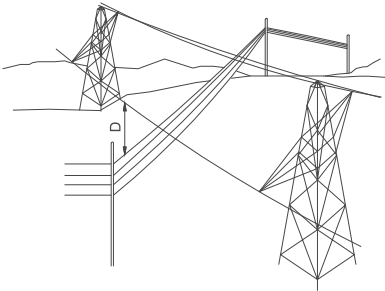
LA LÍNEA DE BT DEBE CRUZAR POR DEBAJO DE LA LÍNEA DE A.T.

$D > 1,5 + \frac{U-L1-L2}{100} \text{ m}$

U = TENSIÓN NOMINAL LÍNEA A.T. (kV)

L1 = LONGITUD EN METROS ENTRE EL PUNTO DE CRUCE Y EL APOYO MÁS PRÓXIMO DE LA LÍNEA DE A.T. (m)

L2 = LONGITUD EN METROS ENTRE EL PUNTO DE CRUCE Y EL APOYO MÁS PRÓXIMO DE LA LÍNEA DE B.T. (m)

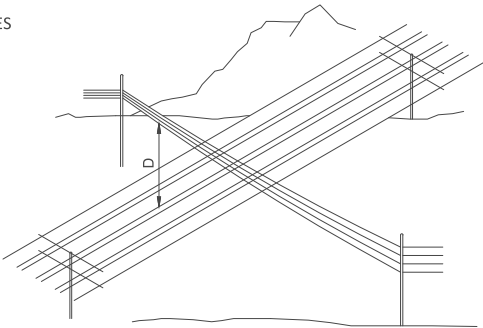


CRUZAMIENTOS CON LÍNEAS DE TELECOMUNICACIONES  
(REBT MIBT 003 CAP. 15 AP. 3)

LA LÍNEA DE BT DEBE CRUZAR POR ENCIMA O SER UNA DE ELLAS DE CONDUCTORES AISLADOS DE 1000 V EN EL VANO DE CRUCE, O EXISTIR UN HAZ DE CABLES DE ACERO PUESTO A TIERRA ENTRE AMBAS.

D > 1 m (PARA CONDUCTORES DESNUDOS CON CRUZAMIENTO EN DISTINTOS APOYOS)

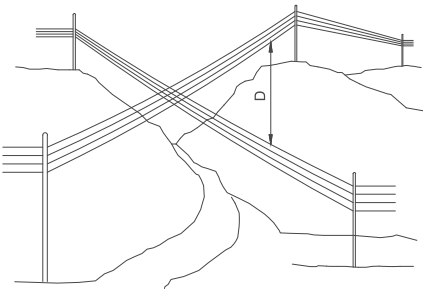
D > 0,5 m (PARA CRUZAMIENTOS EN UN MISMO APOYO)



CRUZAMIENTOS CON LÍNEAS DE TELECOMUNICACIÓN  
(REBT MIBT 003 CAP. 15 AP. 2)

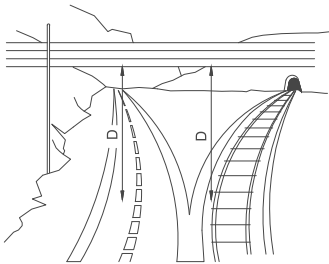
D > 0,5 m (PARA CRUZAMIENTOS DE CONDUCTORES EN DISTINTOS APOYOS)

(PARA APOYO COMÚN VER REBT NIBT 003 CAP. 4)



CRUZAMIENTOS CON CARRETERAS O FFCC SIN ELECTRIFICAR  
(REBT MIBT 003 CAP. 15 AP. 4)

D > 6 m (PARA EL CONDUCTOR MÁS BAJO EN EL PUNTO DE FLECHA MÁXIMA)



ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)

TÍTULO DEL PLANO:

PROTECCIONES ESPECÍFICAS  
DISTANCIAS A LÍNEAS ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN

FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:	Nº DE PLANO
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VISI RESPONSABLE DE PROYECTOS:	6.7	
	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	JUAN CARLOS LÓPEZ	HOJA 1 DE 1	

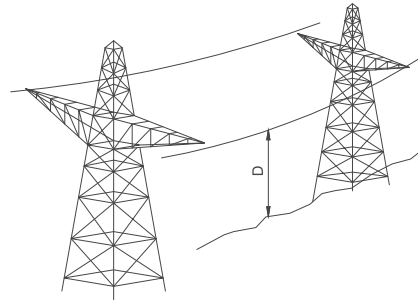
## DISTANCIAS A LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN

DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO  
(RTLEAAT ART. 25 AP. 1)

$$D > 5,3 + \frac{U}{150} \text{ m}$$

(D MÍNIMO = 6 m) (EN LUGARES DE DIFÍCIL ACCESO  
PUEDE REDUCIRSE EN 1 m)

U = TENSIÓN NOMINAL DE LA LÍNEA EN kV



CRUZAMIENTOS CON LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS  
Y DE TELECOMUNICACIONES  
(RTLEAAT ART. 33 AP. 1)

$$D > 1,3 + \frac{U \cdot L1 + L2}{100} \text{ m}$$

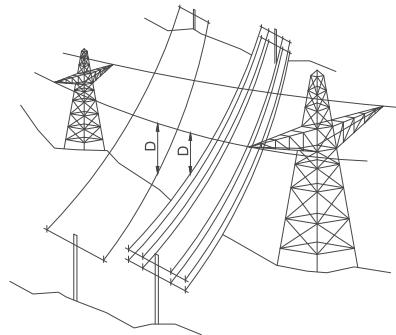
U = TENSIÓN NOMINAL EN kV DE LA LÍNEA SUPERIOR

L1 = LONGITUD EN METROS ENTRE EL PUNTO DE CRUCE Y EL  
APOYO MÁS PRÓXIMO DE LA LÍNEA SUPERIOR

L2 = LONGITUD EN METROS ENTRE EL PUNTO DE CRUCE Y EL  
APOYO MÁS PRÓXIMO DE LA LÍNEA INFERIOR

(LA LÍNEA DE MAYOR TENSIÓN SERÁ LA MÁS ELEVADA)

PARA DISTANCIAS HORIZONTALES DE CONDUCTORES  
A APOYOS VER ART. 33 AP.1

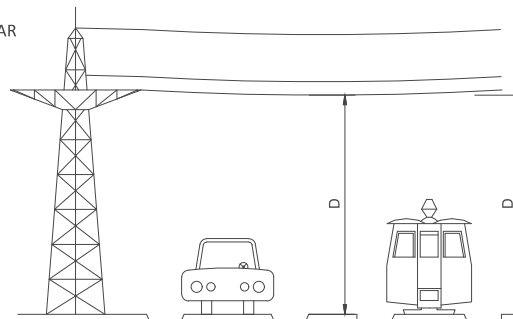


CRUZAMIENTOS CON CARRETERAS Y FFCC SIN ELECTRIFICAR  
(RTLEAAT ART. 33 AP. 2)

$$D > 5,3 + \frac{U}{100} \text{ m}$$

(D MÍNIMO = 7 m)

U = TENSIÓN NOMINAL DE LA LÍNEA EN kV



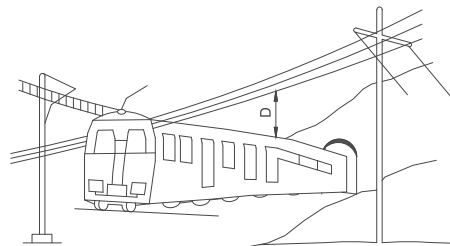
CRUZAMIENTOS CON FCC ELECTRIFICADOS Y TRANVÍAS  
(RTLEAAT ART. 33 AP. 3)

$$D > 2,3 + \frac{U}{100} \text{ m}$$

(D MÍNIMO = 3 m)

(EN CASO DE TROLE SE CONSIDERARÁ LA POSICIÓN MÁS  
DESFAVORABLE DE ESTE)

U = TENSIÓN NOMINAL DE LA LÍNEA EN kV



PASO POR ZONAS  
DISTANCIAS A EDIFICIOS Y CONSTRUCCIONES  
(RTLEAAT ART. 35 AP. 2)

ZONAS ACCESIBLES:

$$D1 > 3,3 + \frac{U}{150} \text{ m}$$

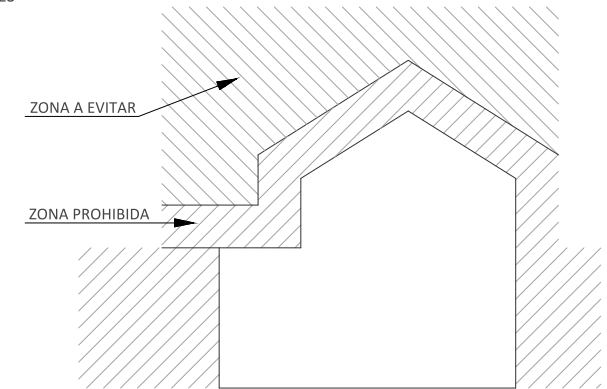
(D1 MÍNIMO = 5 m)

ZONAS INACCESIBLES:

$$D2 > 3,3 + \frac{U}{150} \text{ m}$$

(D1 MÍNIMO = 4 m)

U = TENSIÓN DE LA LÍNEA EN kV



PASO POR ZONAS  
DISTANCIAS A BOSQUES, ARBOLES Y MASA  
DE ARBOLADA

(RTLEAAT ART. 35 AP. 1)

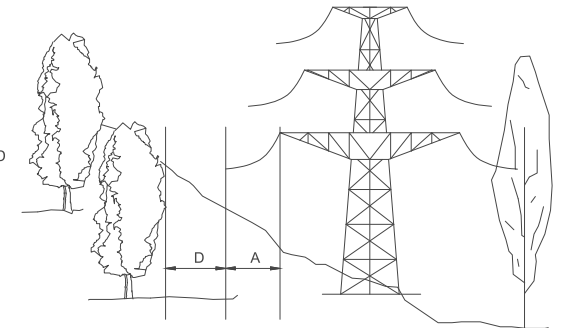
$$D1 > 1,5 + \frac{U}{100} \text{ m}$$

(D1 MÍNIMO = 2 m)

U = TENSIÓN DE LA LÍNEA EN kV

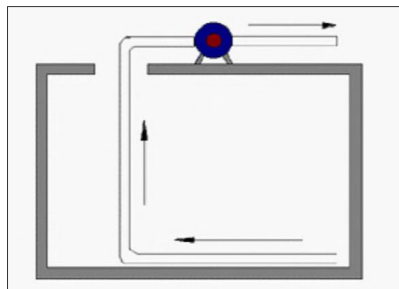
A = DESVIACIÓN PREVISTA PRODUCIDA POR EL VIENTO

(RTLEAAT ART. 27 AP. 3 HIPÓTESIS A)

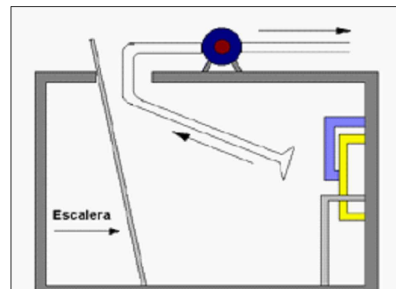


			
<b>ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)</b>			
<small>TÍTULO DEL PLANO:</small>			
<b>PROTECCIONES ESPECÍFICAS DISTANCIAS A LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN</b>			
<small>FECHA:</small>	<small>ESCALA:</small>	<small>COTAS:</small>	<small>Nº DE PLANO</small>
JUNIO 2021	S/E		6.8
<small>ASISTENCIA TÉCNICA:</small>	<small>AUTOR DEL PROYECTO:</small>	<small>AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:</small>	<small>VERIF. RESPONSABLE DE PROYECTO:</small>
	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA





VENTILACIÓN GENERAL POR ASPIRACIÓN



VENTILACIÓN LOCALIZADA POR ASPIRACIÓN



1. INSTRUCCIÓN AL TRABAJADOR PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL ESPACIO CONFINADO Y LA TOMA DE CONCIENCIA DE LOS RIESGOS Y SU PREVENCIÓN. NO ENTRAR SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.



2. LIMPIEZA, MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DEL AMBIENTE INTERIOR, POR PERSONA CUALIFICADO, PARA DETERMINAR SU PELIGROSIDAD.



3. CUMPLIMENTACIÓN DE LA AUTORIZACIÓN DE ENTRADA Y ADOPCIÓN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS.



DETECTORES DE GASES



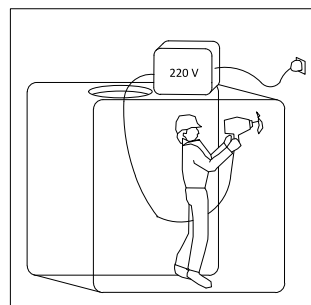
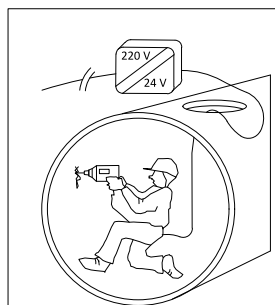
4. ENTRADA EN LAS CONDICIONES ESTABLECIDAS Y CON MEDIOS Y EQUIPOS ADECUADOS (VENTILACIÓN SUFICIENTE, PROTECCIONES PERSONALES, ESCALERA, CUERDA DE SALVAMENTO SUJETA DESDE EL EXTERIOR, ETC.).



5. CONTROL DESDE EL EXTERIOR DE LA SITUACIÓN DURANTE TODO EL TIEMPO DE TRABAJO, CON MEDICIÓN CONTINUADA DE LA ATMÓSFERA INTERIOR.



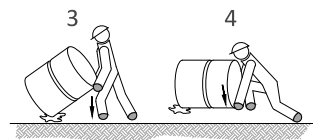
6. ADIESTRAMIENTO Y PLANIFICACIÓN FRENTE A UN EVENTUAL RESCATE O EMERGENCIA.



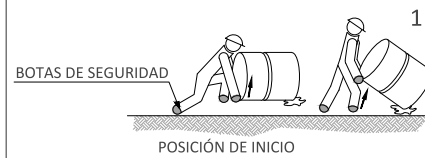
LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS Y LUMINARIAS UTILIZADAS DEBEN ESTAR PROTEGIDOS MEDIANTE: LA UTILIZACIÓN DE TENSIONES DE SEGURIDAD A 24 V, LA SEPARACIÓN DE CIRCUITOS Y COLOCACIÓN DEL TRANSFORMADOR EN EL EXTERIOR.

ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO: PROTECCIONES ESPECÍFICAS TRABAJOS EN ESPACIOS CONFINADOS				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VERIF. RESPONSABLE DE PROYECTOS:	Nº DE PLANO:
	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JOSE M. CLAMAGRAND GARCIA	JUAN CARLOS LÓPEZ	6.9
HOJA 3 DE 3				

### COMO TUMBAR BIDONES



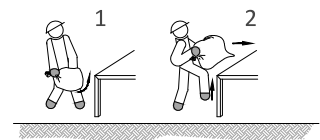
### COMO ELEVAR BIDONES



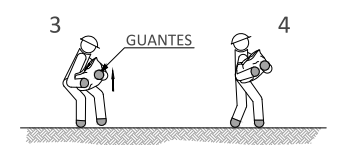
### COMO LEVANTAR Y CARGAR SOBRE EL HOMBRO SACOS



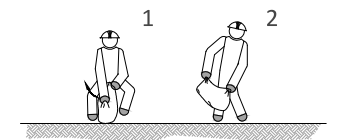
### COMO DEPOSITAR SOBRE UNA MESA O BANCO SACOS



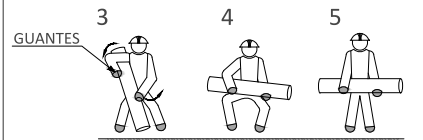
### COMO LEVANTAR Y TRANSPORTAR EN DISTANCIAS CORTAS SACOS



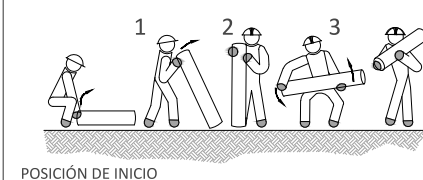
### COMO RECOGER DEL SUELO Y TRANSPORTAR SACOS



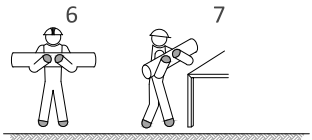
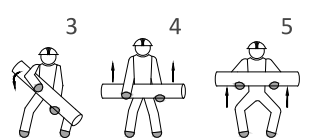
### COMO LEVANTAR Y TRANSPORTAR TUBOS



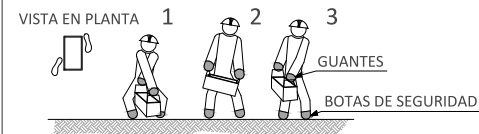
### COMO PONER SOBRE EL HOMBRO Y TRANSPORTAR TUBOS



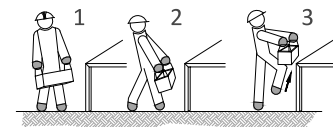
### COMO LEVANTAR, TRANSPORTAR Y DEPOSITAR SOBRE UNA MESA TUBOS



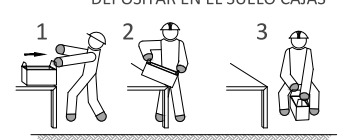
### COMO LEVANTAR Y TRANSPORTAR CAJAS



### COMO DEPOSITAR SOBRE UNA MESA O BANCO CAJAS



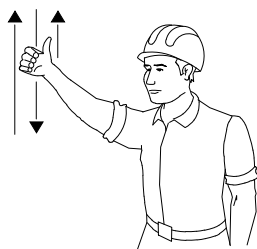
### COMO RECOGER DE UNA ESTANTERÍA O BANCO Y DEPOSITAR EN EL SUELO CAJAS



1 LEVANTAR LA CARGA



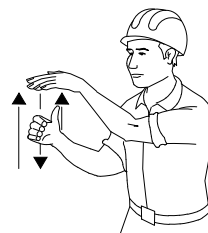
2 LEVANTAR EL AGUILÓN O PLUMA



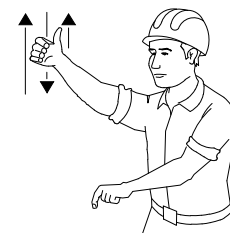
3 LEVANTAR LA CARGA LENTAMENTE



4 LEVANTAR EL AGUILÓN O PLUMA LENTAMENTE



5 LEVANTAR EL AGUILÓN O PLUMA Y BAJAR LA CARGA



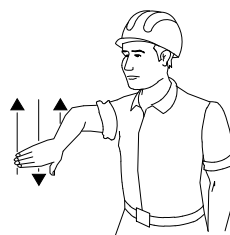
6 BAJAR LA CARGA



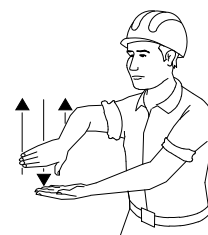
7 BAJAR LA CARGA LENTAMENTE



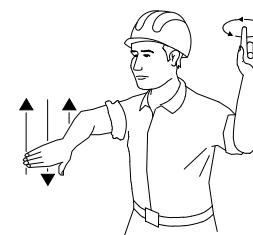
8 BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA



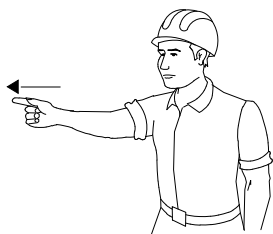
9 BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA LENTAMENTE



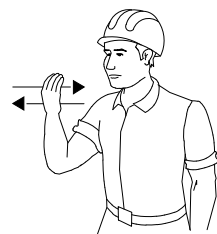
10 BAJAR EL AGUILÓN O PLUMA Y LEVANTAR LA CARGA



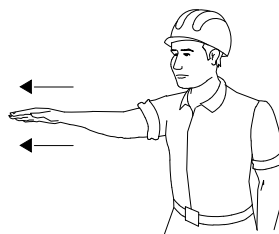
11 GIRAR EL AGUILÓN EN LA DIRECCIÓN INDICADA POR EL DEDO



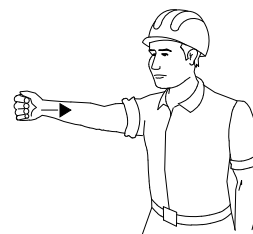
12 AVANZAR EN LA DIRECCIÓN INDICADA POR EL SEÑALISTA



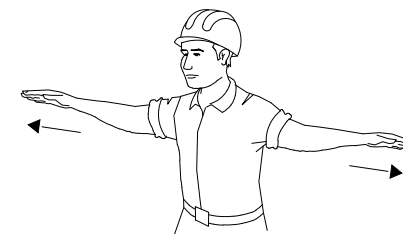
13 SACAR PLUMA



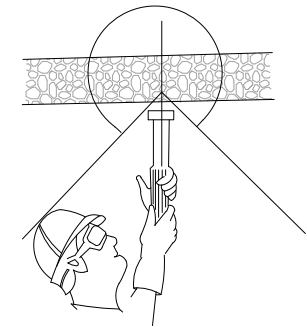
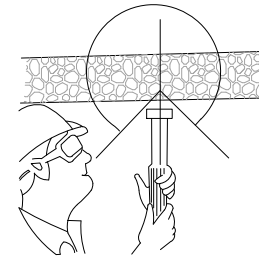
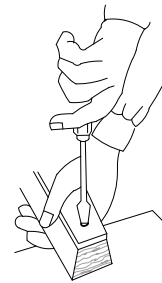
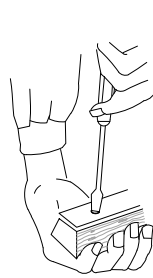
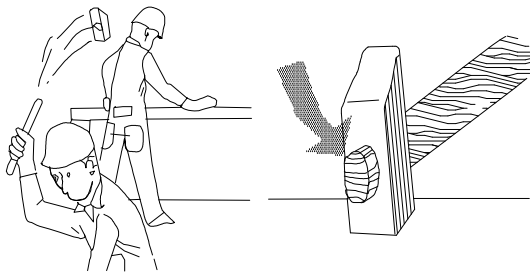
14 METER PLUMA



15 PARAR



				
<b>ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)</b>				
<small>TÍTULO DEL PLANO:</small>				
<b>PROTECCIONES ESPECÍFICAS CÓDIGO DE SEÑALES DE MANIOBRA</b>				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VISOR RESPONSABLE DE PROYECTOS:	
	JOSÉ M. CLAMAGRAND GARCÍA	JOSÉ M. CLAMAGRAND GARCÍA	JAVIER ROSALES LÓPEZ	
				Nº DE PLANO <b>6.11</b>
				HOJA 1 DE 1

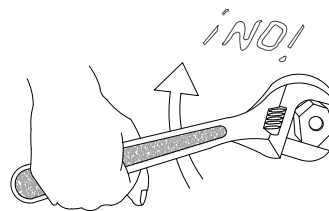
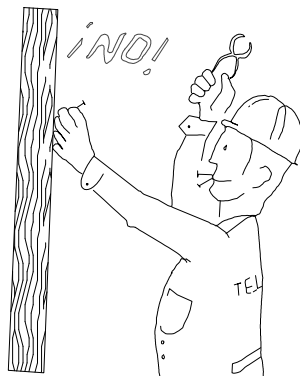
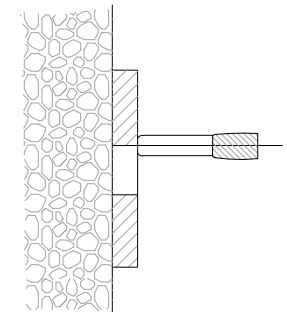
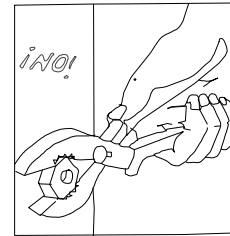
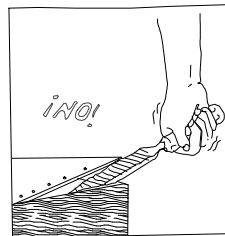
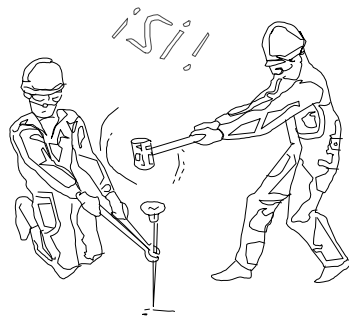


MAL

BIEN

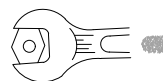
CONO DE SEGURIDAD

CONO DE SEGURIDAD

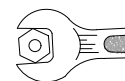


PELIGROSO

PELIGRO DE TIRO A TRAVÉS DE AGUJERO



BIEN



MAL

				
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO: PROTECCIONES ESPECÍFICAS REVISIÓN Y USO CORRECTO DE HERRAMIENTAS. DETALLES				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	Nº DE PLANO:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VISIÓ RESPONSABLE DE PROYECTOS:	6.12
	JOSE M. CLAMORRANO GARCIA	JOSE M. CLAMORRANO GARCIA	JOSE M. CLAMORRANO GARCIA	HOJA 1 DE 1

## RESPIRACIÓN DIRIGIDA - BOCA A BOCA



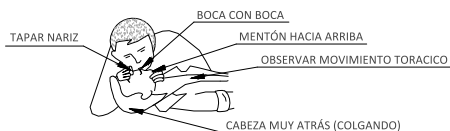
LIMPIAR CUIDADOSAMENTE  
EL INTERIOR DE LA BOCA  
SACAR PRÓTESIS DENTAL  
AFLOJAR ROPAS



FORZAR LA HIPER EXTENSIÓN  
(BARBILLA HACIA ARRIBA) PARA  
LOGRAR CONDUCTOS ABIERTOS  
TAPAR NARIZ



## ADAPTAR RITMO RESPIRATORIO AL PROPIO DEL QUE LO EJECUTA

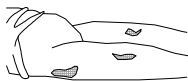


NO ABANDONAR LA TÉCNICA HASTA LLEGAR AL HOSPITAL

## QUEMADURAS PEQUEÑA QUEMADURA

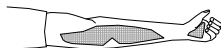


NO ABRIR AMPOLLAS  
TAPAR CON GASA  
NO TOCAR  
NO PONER NADA

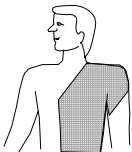


TRASLADO SIN PRISA

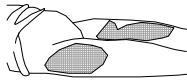
## GRAN QUEMADO (EXTENSO)



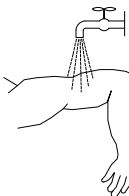
NO TOCAR  
NO PUEDE BEBER  
NO PONER NADA



DE PONER-GASA ESTERIL  
TRASLADO !! URGENTE !!



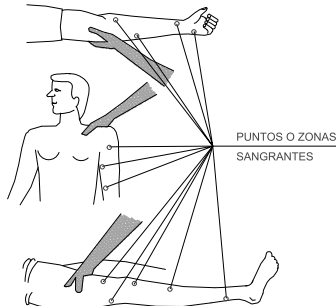
## LESIONES POR ÁCIDOS O CÁUSTICOS



AGUA ABUNDANTE  
(A CHORRO)  
TAPAR SIN COMPRIMIR  
TRASLADO SIN PRISA

## HERIDAS SANGRANTES HEMORRAGIAS COMPRESIÓN ARTERIAL

LAS MANOS SOMBREADAS EN OSCURO  
SON LAS QUE PRESIONAN Y CORTAN LA HEMORRAGIA  
EN LOS PUNTOS Y ZONAS INDICADAS



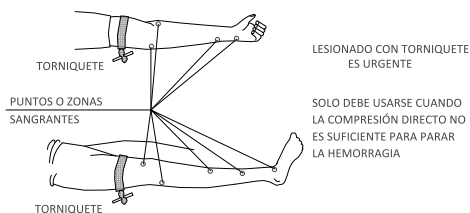
## HERIDAS



LAVAR CON AGUA  
TAPAR CON GASA  
NO POMADAS  
NO LIQUIDOS  
NO MANIPULAR  
TRASLADO SIN PRISA

## HEMORRAGIAS (continuación) Metodo compresivo TORNIQUETE

NO PUEDE LLEVARSE MAS DE UNA HORA SIN AFLOJARLO



LESIONADO CON TORNIQUETE  
ES URGENTE

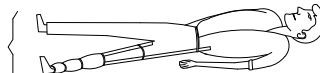
SOLO DEBE USARSE CUANDO  
LA COMPRESIÓN DIRECTO NO  
ES SUFICIENTE PARA PARAR  
LA HEMORRAGIA

## TRASLADOS INMOVILIZACIÓN DE MIEMBROS ANTES DEL TRASLADO



MIEMBRO SUPERIOR

MIEMBRO INFERIOR



## PRIMEROS AUXILIOS (NO TRAUMÁTICOS)

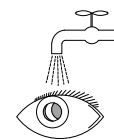
PROCESO	SINTOMAS	GRAVEDAD	NO HACER	SE PUEDE HACER
INDIGESTIONES	NAÚSEAS-VÓMITOS COLICOS-DIARREAS	POCA	NO DAR NADA	NO HACER NADA (HACER VOMITAR)
MAREOS	ANGUSTIA PERDIDA CONOCIMIENTO VERTIGO	POCA O PUEDE SER GRAVE	NO DAR NADA	ACOSTAR CABEZA ABAJO AIRE FRESCO DESABROCHAR
INTOXICACIONES	VERTIGOS-ABATIMIENTO NAÚSEAS-VÓMITOS ESCALOFRIOS-DELIRO	PUEDE SER GRAVE	NO ALCOHOL NO DAR NADA	HACER VOMITAR TAPAR AL LESIONADO
INSOLACIÓN	JAQUECAS VERTIGOS NAÚSEAS	PUEDE SER GRAVE	NO TAPAR DAR SOLO AGUA	PONER A LA SOMBRA AIREAR-DESABROCHAR
CRISIS NERVIOSA	GESTICULA-GRITA LLORA-PATALEA SE TIRA AL SUELO	NO GRAVE	NO ALCOHOL NO DAR NADA NO TRATAR EN GRUPO	AISLAR AL LESIONADO NO DEJARSE IMPRESIONAR
EPILEPSIA	CAE SIN CONOCIMIENTO SE MUERDE LA LENGUA ORINA	APARATOSO NO SUELE SER GRAVE	NO DAR NADA	APARTAR OBJETOS PROTEGER LA CABEZA CUIDAR NO SE MUERDA
EMBRIAGUEZ	EXCITACIÓN ACTUACIÓN ALOCADA OLOR A VINO	NO GRAVE	NO DAR NADA	ACOMPañAR A SERVICIO MEDICO

EN TODOS LOS CASOS R

## RECOMENDACIONES BASICAS A TODA ACCION SOCORREDORA

FACILITAR RESPIRACIÓN Y VENTILACIÓN FOMENTAR AMBIENTE DE SEGURIDAD FOMENTAR TRANQUILIDAD Y MESURA
ORGANIZAR ACTUACIÓN CON CALMA OBSERVAR CUIDADOSAMENTE AL LESIONADO ORGANIZAR TRASLADO CON EFICACIA
COMUNICAR A SERVICIO MEDICO CONSIDERA NUEVOS POSIBLES ACCIDENTES CUIDAR AL ACCIDENTADO SIN ABANDONAR

## LESIONES OCULARES



LAVAR CON AGUA ABUNDANTE  
NO TOCAR  
NO INTENTAR SACAR NADA  
NO POMADAS  
!! NO MANIPULAR !!



TAPAR SUAVEMENTE



TRASLADO (A SER POSIBLE  
A CENTRO ESPECIFICADO)  
LESIONES NARIZ OIDO  
TAPONAR SUAVEMENTE - TRASLADO  
EPISTAXIS (NARIZ SANGRANTE) TAPONAR

## RESUMEN

TIPOS DE ACCIDENTE { LEVES (MUY FRECUENTES)  
GRAVES  
MORTALES  
CATASTROFES

### ACCIÓN PREVISORA

MEDIDAS PREVENTIVAS DE SEGURIDAD  
BOTQUÍN-CAMILLAS-MANTAS ETC.  
A.T.S. SOCORRISTAS-  
PERSONAL RESPONSABLE  
CONOCER CENTROS  
ASISTENCIALES-TELÉFONOS

### ACTUACIÓN LESIONES GRAVES

NO DAR NADA  
AFLOJAR ROPAS  
NO MOVILIZAR  
ABRIGAR  
TRASLADO RAPIDO A HOSPITAL

### ACCIDENTES ELÉCTRICOS

ANTES QUE NADA  
CERRAR PASO DE CORRIENTE  
SI HAY CABLES ROTOS O SUELTOS  
APARTARLOS DEL LESIONADO  
CON UN OBJETO DE MADERA  
SI SOLO SE PRODUCE LESIÓN LOCAL  
TRATAR COMO QUEMADURA



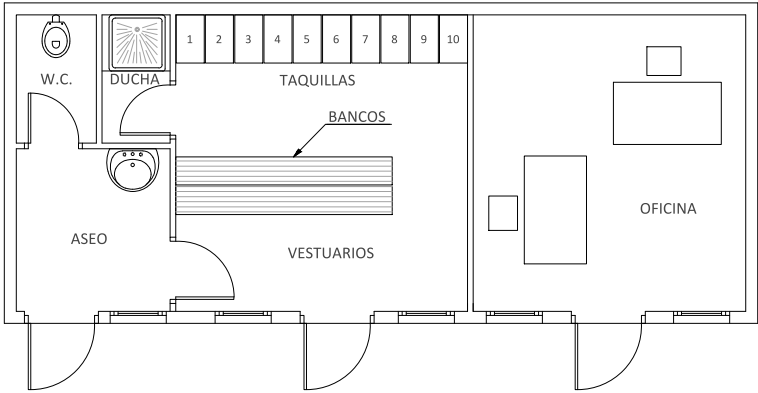
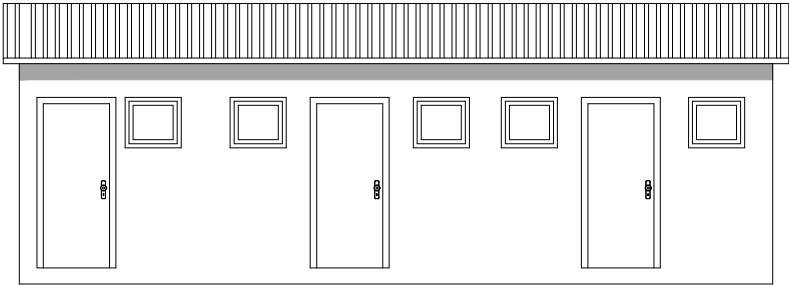
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN  
LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)

TÍTULO DEL PLANO:

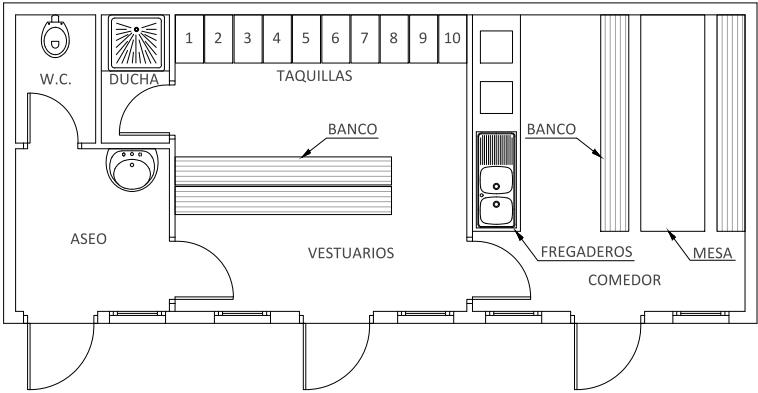
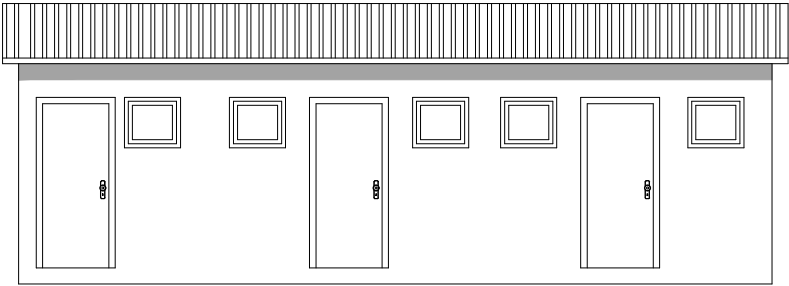
PROTECCIONES ESPECÍFICAS  
PRIMEROS AUXILIOS BÁSICOS EN OBRA. DETALLES

FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	ESTAS:	Nº DE PLANO
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VISI RESPONSABLE DE PROYECTOS:		6.13
	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	JAVIER ESCOBAR LÓPEZ		HOJA 3 DE 3

LOCAL DE HIGIENE Y BIENESTAR PARA UN USO MÁXIMO DE 10 OPERARIOS. INCLUIDA OFICINA DE OBRA



LOCAL DE HIGIENE Y BIENESTAR PARA UN USO MÁXIMO DE 10 OPERARIOS. INCLUIDO COMEDOR

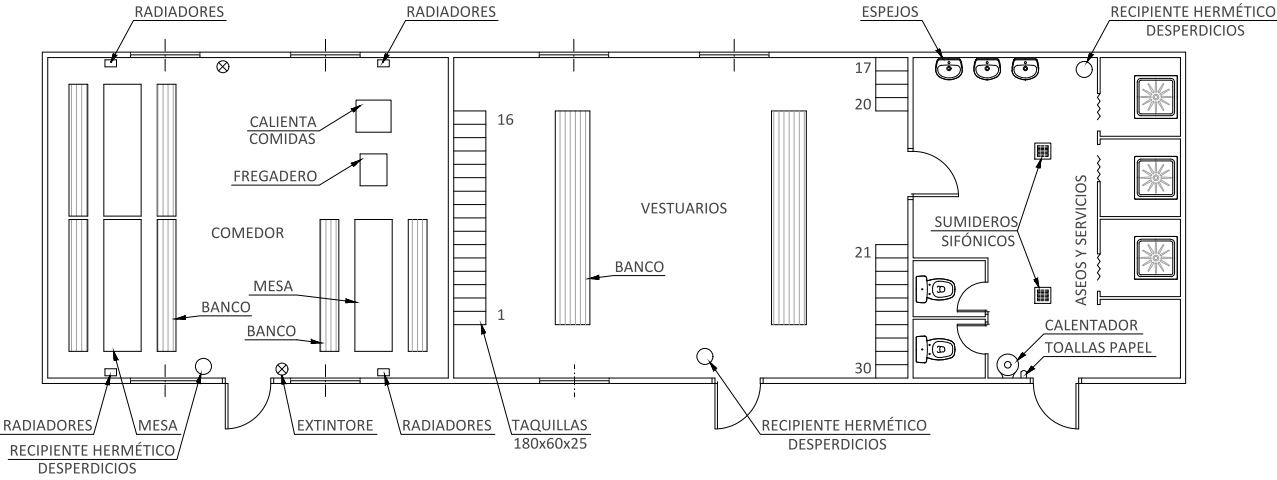


DEPÓSITO DE AGUA DE OBRA

RETRETE QUÍMICO Y ASEOS PORTÁTILES



LOCAL DE HIGIENE Y BIENESTAR PARA UN USO MÁXIMO DE 30 OPERARIOS



<b>Canal de Isabel II</b>				
ESTUDIO DE SYS. PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA. T.M. MAJADAHONDA (MADRID)				
TÍTULO DEL PLANO				
INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR				
INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR. MODELOS TIPO				
FECHA:	JUNIO 2021	ESCALA:	S/E	COTAS:
ASISTENCIA TÉCNICA:	AUTOR DEL PROYECTO:	AUTOR DEL ESTUDIO DE SYS:	VERIFICADOR DE PROYECTO:	Nº DE PLANO
	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	JOSE M. CLAMORANDI GARCIA	7
HOJA 3 DE 3				



## ANEJO Nº 12.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

### 4. PRESUPUESTO







**INDICE**

- 1. Mediciones
- 2. Cuadros de precios
  - 2.1. Cuadro de precios nº 1
  - 2.2. Cuadro de precios nº 2
  - 2.3. Cuadro descompuestos
- 3. Presupuestos generales
  - 3.1. Presupuestos Parciales
  - 3.2. Resumen de presupuestos
- 4. Presupuesto de Ejecución Material
- 5. Presupuesto Base de Licitación



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Anejo Nº 12. Estudio de Seguridad y Salud

1-MEDICIONES

Código	UD	Descripción	Uds	Longitud	Ancho	Altura	Parciales	Cantidad
<b>CAPÍTULO 001.11 Seguridad y salud</b> <b>SUBCAPÍTULO 001.11.001 Protecciones individuales</b> <b>APARTADO 001.11.01.01 Protección de la cabeza</b>								
U11011010	ud	Casco de seguridad						
		Suministro de casco de seguridad con atalaje provisto de 6 puntos de anclaje, para uso normal, antigolpes, de polietileno con un peso máximo de 400 g. EPI categoría II, con marcado CE.						
							<b>Total .....</b>	<b>15,00</b>
U11011020	ud	Casco dieléctrico						
		Suministro de casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas eléctricas. EPI categoría II, con marcado CE.						
							<b>Total .....</b>	<b>5,00</b>
U11011030	ud	Casco con protecciones auditivas						
		Suministro de casco con atalaje provisto de 6 puntos de anclaje con protectores de oídos acoplado. EPI categoría II, con marcado CE.						
							<b>Total .....</b>	<b>5,00</b>

Código	UD	Descripción	Uds	Longitud	Ancho	Altura	Parciales	Cantidad
<b>APARTADO 001.11.01.02 Protecciones faciales y oculares</b>								
U11012010	ud	<b>Pantalla soldadura eléctrica de mano</b> Suministro de pantalla de soldadura eléctrica de mano, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antinflamable. EPI categoría III, con marcado CE.						
							<b>Total .....</b>	<b>1,00</b>
U11012020	ud	<b>Pantalla soldadura eléctrica de cabeza</b> Suministro de pantalla de soldadura eléctrica de cabeza, mirilla abatible, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antinflamable. EPI categoría III, con marcado CE.						
							<b>Total .....</b>	<b>1,00</b>
U11012050	ud	<b>Pantalla de seguridad</b> Suministro de pantalla de seguridad para la protección contra la proyección de partículas. EPI categoría II o superior, con marcado CE.						
							<b>Total .....</b>	<b>5,00</b>
U11012060	ud	<b>Gafas antipolvo</b> Suministro de gafas antipolvo, antiempañables, panorámicas. EPI categoría I, con marcado CE.						
							<b>Total .....</b>	<b>10,00</b>
U11012070	ud	<b>Gafas vinilo visor de policarbonato</b> Suministro de gafas de montura de vinilo con pantalla exterior de policarbonato, pantalla interior antichoque y cámara de aire entre las dos pantallas, para trabajos con riesgo de impactos en los ojos. EPI categoría II, con marcado CE.						
							<b>Total .....</b>	<b>10,00</b>

Código	UD	Descripción	Uds	Longitud	Ancho	Altura	Parciales	Cantidad
<b>APARTADO 001.11.01.03 Protecciones de las vías respiratorias</b>								
U11013010	ud	<b>Mascarilla celulosa</b> Suministro de mascarilla autofiltrante de celulosa para trabajo con polvo y humos. EPI categoría I, con marcado CE, desechable.						
							<b>Total .....</b>	<b>150,00</b>
U11013030	ud	<b>Mascarilla gases 1 válvula</b> Suministro de mascarilla respiratoria con una válvula de exhalación, fabricada en material inalérgico y atóxico, con filtro para humos de soldadura, fresado, fibra de vidrio, etc. EPI Categoría II, con marcado CE.						
							<b>Total .....</b>	<b>1,00</b>
<b>APARTADO 001.11.01.04 Protección total del cuerpo</b>								
U11014020	ud	<b>Traje impermeable</b> Suministro de impermeable de protección contra la lluvia, de dos piezas, fabricado en material plástico. EPI categoría I, con marcado CE.						
							<b>Total .....</b>	<b>15,00</b>
U11014030	ud	<b>Chaleco de obra reflectante</b> Suministro de chaleco de alta visibilidad, compuesto de tela amarilla con cinturón y tirantes de tela reflectante. EPI de categoría II, con marcado CE.						
							<b>Total .....</b>	<b>15,00</b>
U11014040	ud	<b>Traje completo soldador</b> Suministro de traje completo para trabajos de soldadura, compuesto de chaqueta y pantalón. EPI categoría III, con marcado CE.						
							<b>Total .....</b>	<b>1,00</b>
U11014050	ud	<b>Mandil soldadura</b> Suministro de mandil de protección para trabajos de soldadura, sometidos a una temperatura ambiente superior a 100°C. EPI de categoría III, con marcado CE.						
							<b>Total .....</b>	<b>1,00</b>
U11014080	ud	<b>Faja de protección lumbar</b> Suministro de faja de protección lumbar, ajustable con velcros y anchura suficiente para cubrir la zona posterior de la espalda. EPI de categoría II, con marcado CE.						
							<b>Total .....</b>	<b>5,00</b>
U11014090	ud	<b>Cinturón portaherramientas</b> Suministro de cinturón portaherramientas ajustable, para trabajos generales de obra. EPI categoría I, con marcado CE.						
							<b>Total .....</b>	<b>5,00</b>

Código	UD	Descripción	Uds	Longitud	Ancho	Altura	Parciales	Cantidad
U11014100	ud	<b>Mono de trabajo</b> Suministro de mono de protección de obra, con bolsillos. EPI categoría I, con marcado CE.						
							Total .....	15,00
<b>APARTADO 001.11.01.05 Protecciones auditivas</b>								
U11015010	ud	<b>Orejas antirruído estándar</b> Suministro de orejas antirruído, estándar, con casquetes ajustables que ejercen presión en la cabeza para la atenuación acústica con almohadillas recambiables. EPI categoría II, con marcado CE.						
							Total .....	5,00
U11015020	ud	<b>Orejas antirruído adaptables casco</b> Suministro de orejas para amortiguar el ruido fabricado con casquetes ajustables de almohadillas recambiables para su uso optativo, adaptable al casco de seguridad o sin adaptarlo. EPI categoría II, con marcado CE.						
							Total .....	15,00
U11015030	ud	<b>Par tapones antirruído desechables</b> Suministro de par de tapones fabricados en espuma para la atenuación acústica, desechables. EPI categoría II, con marcado CE.						
							Total .....	600,00



Código	UD	Descripción	Uds	Longitud	Ancho	Altura	Parciales	Cantidad
<b>APARTADO 001.11.01.06 Protecciones anticaídas</b>								
U11016030	ud	<b>Arnés anticaídas con cinturón</b> Suministro de arnés anticaídas con 2 puntos de amarre y cinturón de amarre lateral de doble regulación y elementos accesorios de acero inoxidable. EPI categoría III, con marcado CE. Amortizable en 4 usos.						
							<b>Total .....</b>	<b>5,00</b>
U11016040	ud	<b>Absorbedor de energía</b> Suministro de absorbedor de energía, conformado por una cinta elástica, mosquetón y elementos accesorios. EPI de categoría III, con marcado CE. Amortizable en 4 usos.						
							<b>Total .....</b>	<b>5,00</b>
U11016050	ud	<b>Cinta eslinga de amarre</b> Suministro de cinta como elemento de amarre, de longitud regulable, con dos lazadas en sus extremos, fabricada en poliamida. EPI de categoría III, con marcado CE. Amortizable en 4 usos.						
							<b>Total .....</b>	<b>5,00</b>
<b>APARTADO 001.11.01.07 Protecciones de manos y brazos</b>								
U11017010	ud	<b>Par guantes nitrilo</b> Suministro de par de guantes de protección para manipular materiales abrasivos fabricados en nitrilo de alta resistencia con refuerzo en dedos pulgares. EPI categoría II, con marcado CE.						
							<b>Total .....</b>	<b>10,00</b>
U11017020	ud	<b>Par guantes látex</b> Suministro de par de guantes de protección para manipular objetos cortantes y puntiagudos, resistentes al corte y a la abrasión, fabricados en látex. EPI categoría II, con marcado CE.						
							<b>Total .....</b>	<b>5,00</b>
U11017030	ud	<b>Par guantes goma</b> Suministro de par de guantes de protección de goma fina reforzados para trabajos con materiales húmedos, albañilería, pocería, hormigonado, etc. EPI categoría II, con marcado CE.						
							<b>Total .....</b>	<b>10,00</b>
U11017040	ud	<b>Par guantes neopreno</b> Suministro de par de guantes de protección contra aceites y grasas fabricados en neopreno. EPI categoría II, con marcado CE.						
							<b>Total .....</b>	<b>10,00</b>
U11017050	ud	<b>Par guantes serraje</b> Par de guantes de protección contra el frío fabricados en serraje y forrados con muletón afelpado, homologados.						
							<b>Total .....</b>	<b>5,00</b>

Código	UD	Descripción	Uds	Longitud	Ancho	Altura	Parciales	Cantidad
U11017060	ud	<b>Par guantes dieléctricos 7500 V</b> Suministro de par de guantes de protección eléctrica hasta 7.500 V, clase 1, fabricados con material dieléctrico. EPI categoría III, con marcado CE.						
							<b>Total .....</b>	<b>5,00</b>
U11017070	ud	<b>Par guantes dieléctricos 17000 V</b> Suministro de par de guantes de protección eléctrica hasta 17.000 V, clase 2, fabricados con material de alto poder dieléctrico. EPI categoría III, con marcado CE.						
							<b>Total .....</b>	<b>3,00</b>
U11017080	ud	<b>Par manguitos soldadura</b> Suministro de par de manguitos para trabajos de soldadura fabricados en serraje. EPI categoría III, con marcado CE.						
							<b>Total .....</b>	<b>1,00</b>
U11017090	ud	<b>Par guantes soldadura</b> Suministro de par de guantes para trabajos de soldadura fabricados en serraje. EPI categoría III, con marcado CE.						
							<b>Total .....</b>	<b>1,00</b>

Código	UD	Descripción	Uds	Longitud	Ancho	Altura	Parciales	Cantidad
<b>APARTADO 001.11.01.08 Protecciones de pies y piernas</b>								
U11018030	ud	<b>Par botas altas de seg. resistentes al agua</b> Suministro de par de botas altas de seguridad para trabajos en agua, barro y hormigón, fabricadas en caucho u otro polímero, forrada con lona de algodón, suela antideslizante, puntera resistentes al impacto hasta 200 J y compresión hasta 15 kN. EPI categoría III, con marcado CE.						
							<b>Total .....</b>	<b>15,00</b>
U11018040	ud	<b>Par de botas dieléctricas baja tensión</b> Suministro de par de botas de seguridad para protección eléctrica de hasta 5000 V fabricadas con material dieléctrico, suela antideslizante, puntera resistente al impacto hasta 200 J y compresión hasta 15 kN. EPI categoría II, con marcado CE.						
							<b>Total .....</b>	<b>5,00</b>
U11018050	ud	<b>Par de botas dieléctricas media tensión</b> Suministro de par de botas de seguridad para protección eléctrica de media tensión fabricadas con material dieléctrico, suela antideslizante, puntera resistente al impacto hasta 200 J y compresión hasta 15 kN. EPI categoría III, con marcado CE.						
							<b>Total .....</b>	<b>3,00</b>
U11018070	ud	<b>Par de botas de protección de cuero</b> Suministro de par de botas de protección fabricadas en cuero, plantilla de texón, suela antideslizante resistente a hidrocarburos y aceites, puntera resistente al impacto hasta 100 J y compresión hasta 10 kN. EPI categoría II, con marcado CE.						
							<b>Total .....</b>	<b>20,00</b>

Código	UD	Descripción	Uds	Longitud	Ancho	Altura	Parciales	Cantidad
<b>SUBCAPÍTULO 001.11.002 Protecciones colectivas</b>								
<b>APARTADO 001.11.02.01 Señalización provisional de obra</b>								
U11021010	ud	Señal triangular peligro L=135 cm						
		Suministro de señal provisional de obra de peligro, de chapa de acero galvanizado, triangular de L=135 cm, clase de retrorreflexión RA2. Amortizable en 5 usos.						
Total .....								2,00
U11021040	ud	Señal circular prohibición/obligación D=120 cm						
		Suministro de señal provisional de obra de prohibición/obligación, de chapa de acero galvanizado, circular de D=120 cm, clase de retrorreflexión RA2. Amortizable en 5 usos.						
Total .....								2,00
U11021160	ud	Panel direccional 165x45 cm con soporte						
		Suministro y colocación de panel direccional de chapa de acero galvanizado de 165x45 cm, reflectante, con dos soportes tipo pie cruceta metálica y dos postes de 1,50 m amortizable en 5 usos. Incluso fijación y desmontaje de señal sobre soporte.						
Total .....								2,00
U11021180	ud	Señal obligación/prohibición/advertencia 45x33 cm						
		Suministro de señal provisional de obra de obligación/prohibición/advertencia, de chapa metálica, rectangular de 45x33 cm sin soporte. Amortizable en 5 usos.						
Total .....								6,00

Código	UD	Descripción	Uds	Longitud	Ancho	Altura	Parciales	Cantidad
<b>APARTADO 001.11.02.02 Cerramientos</b>								
U11022010	m	<b>Valla de contención de peatones</b> Suministro y colocación de valla de contención de peatones metálica, de 2,50 x 1,10 m, de color amarillo, blanco o blanco y rojo, para delimitación provisional de zona de obra. Incluso instalación, traslado y desmontaje. Amortizable en 5 usos.						
							<b>Total .....</b>	<b>100,00</b>
U11022110	m2	<b>Plancha acero salvazanjas para vehículos e=12 mm</b> Suministro y colocación de plancha de acero salvazanjas para paso de peatones y vehículos de 12 mm de espesor con orificio o elemento de sujeción para su correcta manipulación. Incluso instalación y retirada. Amortizable en 10 usos.						
							<b>Total .....</b>	<b>7,50</b>
U11022120	ud	<b>Plancha composite salvazanjas 1200x800 mm paso peatones</b> Suministro y colocación de plancha salvazanjas fabricada en composite reforzado con fibra de vidrio en una sola pieza de 1200x800 mm, con acabado superior antideslizante. Cobertura de zanjas de hasta 600 mm de ancho, para el paso de peatones, con capacidad máxima de 2 toneladas, de color amarillo con cantos redondeados. Incluso instalación y retirada. Amortizable en 10 usos.						
							<b>Total .....</b>	<b>2,00</b>

Código	UD	Descripción	Uds	Longitud	Ancho	Altura	Parciales	Cantidad
<b>APARTADO 001.11.02.04 Ventilación</b>								
U11025120	ud	<b>Extractor 1.000 m3/h &lt;3 m</b> Extractor de aire de 1.000 m3/h colocado en obras durante un período inferior a 3 meses, incluso p.p. de pequeño material, instalación eléctrica necesaria, sujeción y desmontaje según normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones.						
							<b>Total .....</b>	<b>2,00</b>
<b>APARTADO 001.11.02.05 Seguridad contra incendios</b>								
U11026040	ud	<b>Extintor portátil polvo ABC 9 kg, 43A-233B</b> Suministro de extintor manual polvo químico polivalente ABC de 9 kg, eficacia 43A-233B, con manómetro y manguera con boquilla difusora, incluso soporte para la sujeción a pared y montaje.	3				3,000	
							<b>Total .....</b>	<b>3,00</b>
U11026070	ud	<b>Extintor CO2 5 kg 89B</b> Suministro de extintor de dióxido de carbono (CO2) de 5 kg, de eficacia 89B, con manómetro y manguera con boquilla difusora, incluso soporte para la sujeción a pared y montaje.	2				2,00	
							<b>Total .....</b>	<b>2,00</b>

Código	UD	Descripción	Uds	Longitud	Ancho	Altura	Parciales	Cantidad
<b>APARTADO 001.11.02.06 Seguridad en instalaciones eléctricas</b>								
U11027010	ud	<b>Instalación toma de tierra</b> Instalación y montaje de toma de tierra provisional de obra, compuesta de: una pica de acero cobre de 2,5 m de longitud y 18 mm de diámetro, 3 metros de cable de cobre de 50 mm <sup>2</sup> de sección y grapas de conexión a la pica. Incluso desmontaje, sacos de sales electrolíticas y pequeño material.						
							<b>Total .....</b>	<b>1,00</b>
U11027020	ud	<b>Interruptor diferencial 300 mA</b> Suministro, instalación y desmontaje de interruptor diferencial de media sensibilidad de 300 mA.						
							<b>Total .....</b>	<b>1,00</b>
U11027030	ud	<b>Interruptor diferencial 30 mA</b> Suministro, instalación y desmontaje de interruptor diferencial de alta sensibilidad de 30 mA.						
							<b>Total .....</b>	<b>1,00</b>
U11027050	ud	<b>Cuadro eléctrico 12 kW</b> Suministro, instalación y montaje de cuadro eléctrico provisional de obra para potencia máxima de 12 kW, formado por: armario de distribución, tres tomas 2P+T de 16 A 220V, dos tomas de 3P+N+T de 16A 380 V y una toma de 3P+N+T de 32A 380 V, con 1 diferencial 4P 40 A 30 mA , magnetotérmicos 4P 32 A 6 kA C, 1P+N 16 A kA C y 3P 16 A 6 kA C. Incluso desmontaje. Amortizable en 3 usos.						
							<b>Total .....</b>	<b>1,00</b>



Código	UD	Descripción	Uds	Longitud	Ancho	Altura	Parciales	Cantidad
<b>APARTADO 001.11.02.07 Balizamiento</b>								
U11028010	ud	<b>Cono de balizamiento 50 cm estándar</b> Suministro y colocación de cono de balizamiento reflectante de 50 cm de altura, de plástico. Incluso colocación y retirada. Amortizable en 5 usos.						
							<b>Total .....</b>	<b>10,00</b>
U11028120	m	<b>Malla de polietileno tipo stopper</b> Suministro y colocación de metro lineal de malla tipo stopper de polietileno alta densidad con tratamiento antiultravioleta, color naranja de 1,00 m de altura, sustentada mediante barras de acero corrugado D=12 mm. Incluso instalación y desmontaje.						
							<b>Total .....</b>	<b>100,00</b>

Código	UD	Descripción	Uds	Longitud	Ancho	Altura	Parciales	Cantidad
<b>SUBCAPÍTULO 001.11.003 Higiene y bienestar</b>								
<b>APARTADO 001.11.03.01 Acometidas a casetas</b>								
U11031010	m	<b>Acometida eléctrica</b> Acometida provisional de electricidad a caseta de obra desde el cuadro general, según normativa compañía suministradora, mediante manguera flexible de tensión nominal de 750 V, incorporando conductor para toma de tierra. Incluso demolición de firmes, movimiento de tierras y posterior reposición y transporte interior obra de productos resultantes. Totalmente ejecutada.						
							<b>Total .....</b>	<b>50,00</b>
U11031020	m	<b>Acometida abastecimiento</b> Acometida provisional de abastecimiento de agua desde la red general municipal de agua para el consumo humano, realizada en tubo de PE de DN 25 y PN 16 máxima, con piezas especiales y conexión según normativa vigente de Canal de Isabel II. Incluso demolición de firmes, movimiento de tierras y posterior reposición y transporte interior obra de productos resultantes. Totalmente ejecutada.						
							<b>Total .....</b>	<b>50,00</b>
U11031050	ud	<b>Depósito de agua de 1000 L</b> Suministro y colocación de depósito de polietileno de alta densidad con capacidad para 1000 litros resistente a rayos ultravioleta, con parte externa reforzada con estructura metálica de acero y resistente al óxido, paletizable. Incluso llenado de agua y retirada. Amortizable en 5 usos.						
							<b>Total .....</b>	<b>1,00</b>

Código	UD	Descripción	Uds	Longitud	Ancho	Altura	Parciales	Cantidad
<b>APARTADO 001.11.03.02 Alquiler de locales prefabricados</b>								
U11032020	mes	<b>Alquiler de caseta de obra para aseos, 8 m2</b> Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos en obra de 8 m2, compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalaciones de fontanería, saneamiento y electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, termo eléctrico de 50 L, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo contrachapado hidrófugo con capa antideslizante, revestimiento de tablero en paredes, dos inodoros, dos platos de ducha y tres lavabos con grifos y puerta de madera en inodoro y cortina en ducha. Instalación eléctrica con alumbrado y enchufes. Incluso instalación, transporte y retirada.						
Total .....								7,50
U11032050	mes	<b>Alquiler de caseta de obra para vestuarios, 14 m2</b> Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios en obra de 14 m2, compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes. Incluso instalación, transporte y retirada.						
Total .....								14,00
U11032090	mes	<b>Alquiler de caseta de obra para oficina, 14 m2</b> Mes de alquiler de caseta prefabricada para oficina en obra de 14 m2, compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes. Incluso instalación, transporte y retirada.						
Total .....								7,50
U11032110	mes	<b>Alquiler de caseta de obra para comedor, 18 m2</b> Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor en obra de 18 m2, compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes. Incluso instalación, transporte y retirada.						
Total .....								7,50

Código	UD	Descripción	Uds	Longitud	Ancho	Altura	Parciales	Cantidad
<b>APARTADO 001.11.03.03 Equipamiento de locales</b>								
U11033010	ud	<b>Percha para aseos o duchas</b> Suministro y colocación de perchas para aseos o duchas como mobiliario provisional para local de aseos y vestuarios. Incluso instalación. Amortizable en 3 usos.						
Total .....								6,00
U11033020	ud	<b>Jabonera industrial 1 L</b> Suministro y colocación de dispensador de jabón líquido con capacidad 1 L como mobiliario provisional para local de aseos y vestuarios. Incluso instalación. Amortizable en 3 usos.						
Total .....								4,00
U11033030	ud	<b>Secamanos eléctrico</b> Suministro y colocación de secamanos eléctrico como mobiliario provisional para local de aseos y vestuarios. Incluso instalación. Amortizable en 5 usos.						
Total .....								2,00
U11033040	ud	<b>Espejo vestuarios y aseos</b> Suministro y colocación de espejo como mobiliario provisional para local de aseos y vestuarios. Incluso instalación. Amortizable en 5 usos.						
Total .....								2,00
U11033050	ud	<b>Portarrollos industrial</b> Suministro y colocación de portarrollos industrial con cerradura como mobiliario provisional para local de aseos. Incluso instalación. Amortizable en 5 usos.						
Total .....								2,00
U11033060	ud	<b>Contenedor de residuos</b> Suministro y colocación de contenedor de residuos pequeño como mobiliario provisional para local de aseos, vestuarios y comedores. Incluso instalación. Amortizable en 5 usos.						
Total .....								1,00
U11033070	ud	<b>Taquilla metálica individual</b> Suministro y colocación de taquilla metálica individual con cerrojo como mobiliario provisional para local de vestuarios. Incluso instalación. Amortizable en 5 usos.						
Total .....								15,00
U11033080	ud	<b>Banco madera para 5 personas</b> Suministro y colocación de banco de madera para 5 personas como mobiliario provisional para local de vestuarios y comedor. Amortizable en 10 usos.						
Total .....								3,00

Código	UD	Descripción	Uds	Longitud	Ancho	Altura	Parciales	Cantidad
U11033100	ud	<b>Botiquín de urgencias</b> Suministro y colocación de botiquín de urgencias como material sanitario de primeros auxilios. Amortizable en 10 usos.						
							Total .....	3,00
U11033130	ud	<b>Papelera</b> Suministro y colocación de papelera como mobiliario provisional para locales de oficinas y primeros auxilios. Amortizable en 10 usos.						
							Total .....	5,00
U11033150	ud	<b>Material sanitario</b> Suministro de material sanitario general de primeros auxilios compuesto por: caja de tiritas, paquete de algodón, rollo de esparadrapo, caja de analgésico de ácido acetilsalicílico, paracetamol e ibuprofeno, botella de agua oxigenada y botella de alcohol de 96° para el botiquín de urgencia.						
							Total .....	3,00
U11033160	ud	<b>Mesa melamina para 10 personas</b> Suministro y colocación de mesa de melamina para 10 personas como mobiliario provisional para local comedor. Amortizable en 10 usos.						
							Total .....	2,00
U11033170	ud	<b>Horno microondas 18 L, 700W</b> Suministro y colocación de horno microondas de 18 L de capacidad y 700 W de potencia para local comedor. Amortizable en 10 usos.						
							Total .....	2,00

Código	UD	Descripción	Uds	Longitud	Ancho	Altura	Parciales	Cantidad
<b>APARTADO 001.11.03.04 Mano de obra de seguridad y salud</b>								
U11034010	ud	Reunión mensual del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo						
		Reunión mensual del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo (cuando sea necesaria su constitución, según legislación vigente).						
							Total .....	6,00
U11034030	h	Limpieza y mantenimiento locales						
		Mano de obra empleada en limpieza y mantenimiento de locales e instalaciones para el personal.						
							Total .....	100,00



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Anejo Nº 12. Estudio de Seguridad y Salud

2.1-Cuadro de Precios nº 1



Código	UD	Descripción	Importe letras	Importe cifras (€)
<b>CAPÍTULO 001.11 Seguridad y salud</b>				
<b>SUBCAPÍTULO 001.11.001 Protecciones individuales</b>				
<b>APARTADO 001.11.01.01 Protección de la cabeza</b>				
U11011010	ud	Suministro de casco de seguridad con atalaje provisto de 6 puntos de anclaje, para uso normal, antigolpes, de polietileno con un peso máximo de 400 g. EPI categoría II, con marcado CE.	CINCO EUROS con QUINCE CÉNTIMOS	5,15
U11011020	ud	Suministro de casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas eléctricas. EPI categoría II, con marcado CE.	QUINCE EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	15,74
U11011030	ud	Suministro de casco con atalaje provisto de 6 puntos de anclaje con protectores de oídos acoplado. EPI categoría II, con marcado CE.	VEINTITRES EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS	23,72
<b>APARTADO 001.11.01.02 Protecciones faciales y oculares</b>				
U11012010	ud	Suministro de pantalla de soldadura eléctrica de mano, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antinflamable. EPI categoría III, con marcado CE.	OCHO EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS	8,61
U11012020	ud	Suministro de pantalla de soldadura eléctrica de cabeza, mirilla abatible, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antinflamable. EPI categoría III, con marcado CE.	VEINTICUATRO EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS	24,35
U11012050	ud	Suministro de pantalla de seguridad para la protección contra la proyección de partículas. EPI categoría II o superior, con marcado CE.	NUEVE EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS	9,18
U11012060	ud	Suministro de gafas antipolvo, antiempañables, panorámicas. EPI categoría I, con marcado CE.	SIETE EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS	7,80
U11012070	ud	Suministro de gafas de montura de vinilo con pantalla exterior de policarbonato, pantalla interior antichoque y cámara de aire entre las dos pantallas, para trabajos con riesgo de impactos en los ojos. EPI categoría II, con marcado CE.	DOCE EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS	12,42

Código	UD	Descripción	Importe letras	Importe cifras (€)
<b>APARTADO 001.11.01.03 Protecciones de las vías respiratorias</b>				
U11013010	ud	Suministro de mascarilla autofiltrante de celulosa para trabajo con polvo y humos. EPI categoría I, con marcado CE, desechable.	UN EUROS con SESENTA CÉNTIMOS	1,60
U11013030	ud	Suministro de mascarilla respiratoria con una válvula de exhalación, fabricada en material inalérgico y atóxico, con filtro para humos de soldadura, fresado, fibra de vidrio, etc. EPI Categoría II, con marcado CE.	DIECISEIS EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS	16,28
<b>APARTADO 001.11.01.04 Protección total del cuerpo</b>				
U11014020	ud	Suministro de impermeable de protección contra la lluvia, de dos piezas, fabricado en material plástico. EPI categoría I, con marcado CE.	DIECISEIS EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS	16,85
U11014030	ud	Suministro de chaleco de alta visibilidad, compuesto de tela amarilla con cinturón y tirantes de tela reflectante. EPI de categoría II, con marcado CE.	QUINCE EUROS con SIETE CÉNTIMOS	15,07
U11014040	ud	Suministro de traje completo para trabajos de soldadura, compuesto de chaqueta y pantalón. EPI categoría III, con marcado CE.	VEINTICINCO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS	25,30
U11014050	ud	Suministro de mandil de protección para trabajos de soldadura, sometidos a una temperatura ambiente superior a 100°C. EPI de categoría III, con marcado CE.	DIECIOCHO EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS	18,83
U11014080	ud	Suministro de faja de protección lumbar, ajustable con velcros y anchura suficiente para cubrir la zona posterior de la espalda. EPI de categoría II, con marcado CE.	VEINTIUN EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS	21,97
U11014090	ud	Suministro de cinturón portaherramientas ajustable, para trabajos generales de obra. EPI categoría I, con marcado CE.	DIECISIETE EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS	17,65
U11014100	ud	Suministro de mono de protección de obra, con bolsillos. EPI categoría I, con marcado CE.	VEINTIUN EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS	21,92

Código	UD	Descripción	Importe letras	Importe cifras (€)
<b>APARTADO 001.11.01.05 Protecciones auditivas</b>				
U11015010	ud	Suministro de orejeras antirruído, estándar, con casquetes ajustables que ejercen presión en la cabeza para la atenuación acústica con almohadillas recambiables. EPI categoría II, con marcado CE.	QUINCE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS	15,70
U11015020	ud	Suministro de orejeras para amortiguar el ruido fabricado con casquetes ajustables de almohadillas recambiables para su uso optativo, adaptable al casco de seguridad o sin adaptarlo. EPI categoría II, con marcado CE.	QUINCE EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS	15,42
U11015030	ud	Suministro de par de tapones fabricados en espuma para la atenuación acústica, desechables. EPI categoría II, con marcado CE.	CERO EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS	0,55
<b>APARTADO 001.11.01.06 Protecciones anticaídas</b>				
U11016030	ud	Suministro de arnés anticaídas con 2 puntos de amarre y cinturón de amarre lateral de doble regulación y elementos accesorios de acero inoxidable. EPI categoría III, con marcado CE. Amortizable en 4 usos.	VEINTITRES EUROS con CUATRO CÉNTIMOS	23,04
U11016040	ud	Suministro de absorbedor de energía, conformado por una cinta elástica, mosquetón y elementos accesorios. EPI de categoría III, con marcado CE. Amortizable en 4 usos.	VEINTIDOS EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS	22,77
U11016050	ud	Suministro de cinta como elemento de amarre, de longitud regulable, con dos lazadas en sus extremos, fabricada en poliamida. EPI de categoría III, con marcado CE. Amortizable en 4 usos.	DIECISIETE EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	17,64

Código	UD	Descripción	Importe letras	Importe cifras (€)
<b>APARTADO 001.11.01.07 Protecciones de manos y brazos</b>				
U11017010	ud	Suministro de par de guantes de protección para manipular materiales abrasivos fabricados en nitrilo de alta resistencia con refuerzo en dedos pulgares. EPI categoría II, con marcado CE.	CINCO EUROS con CINCO CÉNTIMOS	5,05
U11017020	ud	Suministro de par de guantes de protección para manipular objetos cortantes y puntiagudos, resistentes al corte y a la abrasión, fabricados en látex. EPI categoría II, con marcado CE.	TRES EUROS con ONCE CÉNTIMOS	3,11
U11017030	ud	Suministro de par de guantes de protección de goma fina reforzados para trabajos con materiales húmedos, albañilería, pocería, hormigonado, etc. EPI categoría II, con marcado CE.	UN EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS	1,90
U11017040	ud	Suministro de par de guantes de protección contra aceites y grasas fabricados en neopreno. EPI categoría II, con marcado CE.	DOS EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS	2,35
U11017050	ud	Par de guantes de protección contra el frío fabricados en serraje y forrados con muletón afelpado, homologados.	DOS EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS	2,86
U11017060	ud	Suministro de par de guantes de protección eléctrica hasta 7.500 V, clase 1, fabricados con material dieléctrico. EPI categoría III, con marcado CE.	TREINTA Y NUEVE EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS	39,21
U11017070	ud	Suministro de par de guantes de protección eléctrica hasta 17.000 V, clase 2, fabricados con material de alto poder dieléctrico. EPI categoría III, con marcado CE.	CUARENTA Y CUATRO EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS	44,46
U11017080	ud	Suministro de par de manguitos para trabajos de soldadura fabricados en serraje. EPI categoría III, con marcado CE.	CINCO EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	5,75
U11017090	ud	Suministro de par de guantes para trabajos de soldadura fabricados en serraje. EPI categoría III, con marcado CE.	NUEVE EUROS	9,00

Código	UD	Descripción	Importe letras	Importe cifras (€)
<b>APARTADO 001.11.01.08 Protecciones de pies y piernas</b>				
U11018030	ud	Suministro de par de botas altas de seguridad para trabajos en agua, barro y hormigón, fabricadas en caucho u otro polímero, forrada con lona de algodón, suela antideslizante, puntera resistentes al impacto hasta 200 J y compresión hasta 15 kN. EPI categoría III, con marcado CE.	CUARENTA EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS	40,95
U11018040	ud	Suministro de par de botas de seguridad para protección eléctrica de hasta 5000 V fabricadas con material dieléctrico, suela antideslizante, puntera resistente al impacto hasta 200 J y compresión hasta 15 kN. EPI categoría II, con marcado CE.	CINCUENTA Y OCHO EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS	58,33
U11018050	ud	Suministro de par de botas de seguridad para protección eléctrica de media tensión fabricadas con material dieléctrico, suela antideslizante, puntera resistente al impacto hasta 200 J y compresión hasta 15 kN. EPI categoría III, con marcado CE.	NOVENTA EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS	90,98
U11018070	ud	Suministro de par de botas de protección fabricadas en cuero, plantilla de texón, suela antideslizante resistente a hidrocarburos y aceites, puntera resistente al impacto hasta 100 J y compresión hasta 10 kN. EPI categoría II, con marcado CE.	TREINTA Y UN EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	31,49

Código	UD	Descripción	Importe letras		Importe cifras (€)
SUBCAPÍTULO 001.11.002 Protecciones colectivas					
APARTADO 001.11.02.01 Señalización provisional de obra					
U11021010	ud	Suministro de señal provisional de obra de peligro, de chapa de acero galvanizado, triangular de L=135 cm, clase de retrorreflexión RA2. Amortizable en 5 usos.	DIECINUEVE	EUROS	19,00
U11021040	ud	Suministro de señal provisional de obra de prohibición/obligación, de chapa de acero galvanizado, circular de D=120 cm, clase de retrorreflexión RA2. Amortizable en 5 usos.	VEINTICINCO	EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS	25,95
U11021160	ud	Suministro y colocación de panel direccional de chapa de acero galvanizado de 165x45 cm, reflectante, con dos soportes tipo pie cruceta metálica y dos postes de 1,50 m amortizable en 5 usos. Incluso fijación y desmontaje de señal sobre soporte.	TREINTA Y SIETE	EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	37,74
U11021180	ud	Suministro de señal provisional de obra de obligación/prohibición/advertencia, de chapa metálica, rectangular de 45x33 cm sin soporte. Amortizable en 5 usos.	SIETE	EUROS con TRES CÉNTIMOS	7,03

## Cuadro de precios número 1

Código	UD	Descripción	Importe letras	Importe cifras (€)
<b>APARTADO 001.11.02.02 Cerramientos</b>				
U11022010	m	Suministro y colocación de valla de contención de peatones metálica, de 2,50 x 1,10 m, de color amarillo, blanco o blanco y rojo, para delimitación provisional de zona de obra. Incluso instalación, traslado y desmontaje. Amortizable en 5 usos.	CUATRO EUROS con UN CÉNTIMOS	4,01
U11022110	m2	Suministro y colocación de plancha de acero salvazanjas para paso de peatones y vehículos de 12 mm de espesor con orificio o elemento de sujeción para su correcta manipulación. Incluso instalación y retirada. Amortizable en 10 usos.	DIEZ EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS	10,93
U11022120	ud	Suministro y colocación de plancha salvazanjas fabricada en composite reforzado con fibra de vidrio en una sola pieza de 1200x800 mm, con acabado superior antideslizante. Cobertura de zanjas de hasta 600 mm de ancho, para el paso de peatones, con capacidad máxima de 2 toneladas, de color amarillo con cantos redondeados. Incluso instalación y retirada. Amortizable en 10 usos.	DIEZ EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS	10,58



Código	UD	Descripción	Importe letras	Importe cifras (€)
<b>APARTADO 001.11.02.04 Ventilación</b>				
U11025120	ud	Extractor de aire de 1.000 m3/h colocado en obras durante un período inferior a 3 meses, incluso p.p. de pequeño material, instalación eléctrica necesaria, sujeción y desmontaje según normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones.	TREINTA Y NUEVE EUROS con DOCE CÉNTIMOS	39,12
<b>APARTADO 001.11.02.05 Seguridad contra incendios</b>				
U11026040	ud	Suministro de extintor manual polvo químico polivalente ABC de 9 kg, eficacia 43A-233B, con manómetro y manguera con boquilla difusora, incluso soporte para la sujeción a pared y montaje.	OCHENTA Y SEIS EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	86,89
U11026070	ud	Suministro de extintor de dióxido de carbono (CO2) de 5 kg, de eficacia 89B, con manómetro y manguera con boquilla difusora, incluso soporte para la sujeción a pared y montaje.	OCHENTA Y SEIS EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	86,89
<b>APARTADO 001.11.02.06 Seguridad en instalaciones eléctricas</b>				
U11027010	ud	Instalación y montaje de toma de tierra provisional de obra, compuesta de: una pica de acero cobre de 2,5 m de longitud y 18 mm de diámetro, 3 metros de cable de cobre de 50 mm2 de sección y grapas de conexión a la pica. Incluso desmontaje, sacos de sales electrolíticas y pequeño material.	CIENTO SESENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS	166,42
U11027020	ud	Suministro, instalación y desmontaje de interruptor diferencial de media sensibilidad de 300 mA.	CIENTO NOVENTA Y OCHO EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS	198,80
U11027030	ud	Suministro, instalación y desmontaje de interruptor diferencial de alta sensibilidad de 30 mA.	CIENTO TREINTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS	134,78
U11027050	ud	Suministro, instalación y montaje de cuadro eléctrico provisional de obra para potencia máxima de 12 kW, formado por: armario de distribución, tres tomas 2P+T de 16 A 220V, dos tomas de 3P+N+T de 16A 380 V y una toma de 3P+N+T de 32A 380 V, con 1 diferencial 4P 40 A 30 mA, magnetotérmicos 4P 32 A 6 kA C, 1P+N 16 A kA C y 3P 16 A 6 kA C. Incluso desmontaje. Amortizable en 3 usos.	QUINIENTOS TREINTA EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS	530,61

## Cuadro de precios número 1

Código	UD	Descripción	Importe letras	Importe cifras (€)
<b>APARTADO 001.11.02.07 Balizamiento</b>				
U11028010	ud	Suministro y colocación de cono de balizamiento reflectante de 50 cm de altura, de plástico. Incluso colocación y retirada. Amortizable en 5 usos.	DOS EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS	2,18
U11028120	m	Suministro y colocación de metro lineal de malla tipo stopper de polietileno alta densidad con tratamiento antiultravioleta, color naranja de 1,00 m de altura, sustentada mediante barras de acero corrugado D=12 mm. Incluso instalación y desmontaje.	DOS EUROS con SIETE CÉNTIMOS	2,07

Código	UD	Descripción	Importe letras	Importe cifras (€)
<b>SUBCAPÍTULO 001.11.003 Higiene y bienestar</b>				
<b>APARTADO 001.11.03.01 Acometidas a casetas</b>				
U11031010	m	Acometida provisional de electricidad a caseta de obra desde el cuadro general, según normativa compañía suministradora, mediante manguera flexible de tensión nominal de 750 V, incorporando conductor para toma de tierra. Incluso demolición de firmes, movimiento de tierras y posterior reposición y transporte interior obra de productos resultantes. Totalmente ejecutada.	VEINTIUN EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS	21,41
U11031020	m	Acometida provisional de abastecimiento de agua desde la red general municipal de agua para el consumo humano, realizada en tubo de PE de DN 25 y PN 16 máxima, con piezas especiales y conexión según normativa vigente de Canal de Isabel II. Incluso demolición de firmes, movimiento de tierras y posterior reposición y transporte interior obra de productos resultantes. Totalmente ejecutada.	NOVENTA Y SEIS EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS	96,22
U11031050	ud	Suministro y colocación de depósito de polietileno de alta densidad con capacidad para 1000 litros resistente a rayos ultravioleta, con parte externa reforzada con estructura metálica de acero y resistente al óxido, paletizable. Incluso llenado de agua y retirada. Amortizable en 5 usos.	SESENTA Y CUATRO EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS	64,65

Código	UD	Descripción	Importe letras	Importe cifras (€)
<b>APARTADO 001.11.03.02 Alquiler de locales prefabricados</b>				
U11032020	mes	Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos en obra de 8 m2, compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalaciones de fontanería, saneamiento y electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, termo eléctrico de 50 L, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo contrachapado hidrófugo con capa antideslizante, revestimiento de tablero en paredes, dos inodoros, dos platos de ducha y tres lavabos con grifos y puerta de madera en inodoro y cortina en ducha. Instalación eléctrica con alumbrado y enchufes. Incluso instalación, transporte y retirada.	CIENTO TREINTA Y OCHO EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS	138,58
U11032050	mes	Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios en obra de 14 m2, compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes. Incluso instalación, transporte y retirada.	CIENTO NOVENTA Y UN EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS	191,33
U11032090	mes	Mes de alquiler de caseta prefabricada para oficina en obra de 14 m2, compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes. Incluso instalación, transporte y retirada.	CIENTO CINCUENTA EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	150,54
U11032110	mes	Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor en obra de 18 m2, compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes. Incluso instalación, transporte y retirada.	CIENTO NOVENTA Y DOS EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS	192,39

Código	UD	Descripción	Importe letras	Importe cifras (€)
<b>APARTADO 001.11.03.03 Equipamiento de locales</b>				
U11033010	ud	Suministro y colocación de perchas para aseos o duchas como mobiliario provisional para local de aseos y vestuarios. Incluso instalación. Amortizable en 3 usos.	TRES EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS	3,43
U11033020	ud	Suministro y colocación de dispensador de jabón líquido con capacidad 1 L como mobiliario provisional para local de aseos y vestuarios. Incluso instalación. Amortizable en 3 usos.	TRECE EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS	13,40
U11033030	ud	Suministro y colocación de secamanos eléctrico como mobiliario provisional para local de aseos y vestuarios. Incluso instalación. Amortizable en 5 usos.	VEINTITRES EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS	23,32
U11033040	ud	Suministro y colocación de espejo como mobiliario provisional para local de aseos y vestuarios. Incluso instalación. Amortizable en 5 usos.	SEIS EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	6,64
U11033050	ud	Suministro y colocación de portarrollos industrial con cerradura como mobiliario provisional para local de aseos. Incluso instalación. Amortizable en 5 usos.	SEIS EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS	6,22
U11033060	ud	Suministro y colocación de contenedor de residuos pequeño como mobiliario provisional para local de aseos, vestuarios y comedores. Incluso instalación. Amortizable en 5 usos.	CINCO EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS	5,57
U11033070	ud	Suministro y colocación de taquilla metálica individual con cerrojo como mobiliario provisional para local de vestuarios. Incluso instalación. Amortizable en 5 usos.	QUINCE EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS	15,23
U11033080	ud	Suministro y colocación de banco de madera para 5 personas como mobiliario provisional para local de vestuarios y comedor. Amortizable en 10 usos.	OCHO EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS	8,95
U11033100	ud	Suministro y colocación de botiquín de urgencias como material sanitario de primeros auxilios. Amortizable en 10 usos.	NUEVE EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	9,49
U11033130	ud	Suministro y colocación de papelera como mobiliario provisional para locales de oficinas y primeros auxilios. Amortizable en 10 usos.	DOS EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS	2,46

## Cuadro de precios número 1

Código	UD	Descripción	Importe letras	Importe cifras (€)
U11033150	ud	Suministro de material sanitario general de primeros auxilios compuesto por: caja de tiritas, paquete de algodón, rollo de esparadrapo, caja de analgésico de ácido acetilsalicílico, paracetamol e ibuprofeno, botella de agua oxigenada y botella de alcohol de 96° para el botiquín de urgencia.	TREINTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS	35,52
U11033160	ud	Suministro y colocación de mesa de melamina para 10 personas como mobiliario provisional para local comedor. Amortizable en 10 usos.	QUINCE EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS	15,42
U11033170	ud	Suministro y colocación de horno microondas de 18 L de capacidad y 700 W de potencia para local comedor. Amortizable en 10 usos.	DOCE EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS	12,92
<b>APARTADO 001.11.03.04 Mano de obra de seguridad y salud</b>				
U11034010	ud	Reunión mensual del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo (cuando sea necesaria su constitución, según legislación vigente).	CIENTO VEINTE EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS	120,27
U11034030	h	Mano de obra empleada en limpieza y mantenimiento de locales e instalaciones para el personal.	QUINCE EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS	15,52



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Anexo Nº 12. Estudio de Seguridad y Salud

2.2-Cuadro de Precios nº 2



Código	UD	Descripción	Importe cifras (€)
<b>CAPÍTULO 001.11 Seguridad y salud</b>			
<b>SUBCAPÍTULO 001.11.001 Protecciones individuales</b>			
<b>APARTADO 001.11.01.01 Protección de la cabeza</b>			
U11011010	ud	Suministro de casco de seguridad con atalaje provisto de 6 puntos de anclaje, para uso normal, antigolpes, de polietileno con un peso máximo de 400 g. EPI categoría II, con marcado CE.	
		Materiales.....	5,15
		TOTAL PARTIDA.....	5,15
U11011020	ud	Suministro de casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas eléctricas. EPI categoría II, con marcado CE.	
		Materiales.....	15,74
		TOTAL PARTIDA.....	15,74
U11011030	ud	Suministro de casco con atalaje provisto de 6 puntos de anclaje con protectores de oídos acoplado. EPI categoría II, con marcado CE.	
		Materiales.....	23,72
		TOTAL PARTIDA.....	23,72

Código	UD	Descripción	Importe cifras (€)
<b>APARTADO 001.11.01.02 Protecciones faciales y oculares</b>			
U11012010	ud	Suministro de pantalla de soldadura eléctrica de mano, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antinflamable. EPI categoría III, con marcado CE.	
		Materiales.....	8,61
		TOTAL PARTIDA.....	8,61
U11012020	ud	Suministro de pantalla de soldadura eléctrica de cabeza, mirilla abatible, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antinflamable. EPI categoría III, con marcado CE.	
		Materiales.....	24,35
		TOTAL PARTIDA.....	24,35
U11012050	ud	Suministro de pantalla de seguridad para la protección contra la proyección de partículas. EPI categoría II o superior, con marcado CE.	
		Materiales.....	9,18
		TOTAL PARTIDA.....	9,18
U11012060	ud	Suministro de gafas antipolvo, antiempañables, panorámicas. EPI categoría I, con marcado CE.	
		Materiales.....	7,80
		TOTAL PARTIDA.....	7,80
U11012070	ud	Suministro de gafas de montura de vinilo con pantalla exterior de policarbonato, pantalla interior antichoque y cámara de aire entre las dos pantallas, para trabajos con riesgo de impactos en los ojos. EPI categoría II, con marcado CE.	
		Materiales.....	12,42
		TOTAL PARTIDA.....	12,42

Código	UD	Descripción	Importe cifras (€)
<b>APARTADO 001.11.01.03 Protecciones de las vías respiratorias</b>			
U11013010	ud	Suministro de mascarilla autofiltrante de celulosa para trabajo con polvo y humos. EPI categoría I, con marcado CE, desechable.	
		Materiales.....	1,60
		TOTAL PARTIDA.....	1,60
U11013030	ud	Suministro de mascarilla respiratoria con una válvula de exhalación, fabricada en material inalérgico y atóxico, con filtro para humos de soldadura, fresado, fibra de vidrio, etc. EPI Categoría II, con marcado CE.	
		Materiales.....	16,28
		TOTAL PARTIDA.....	16,28
<b>APARTADO 001.11.01.04 Protección total del cuerpo</b>			
U11014020	ud	Suministro de impermeable de protección contra la lluvia, de dos piezas, fabricado en material plástico. EPI categoría I, con marcado CE.	
		Materiales.....	16,85
		TOTAL PARTIDA.....	16,85
U11014030	ud	Suministro de chaleco de alta visibilidad, compuesto de tela amarilla con cinturón y tirantes de tela reflectante. EPI de categoría II, con marcado CE.	
		Materiales.....	15,07
		TOTAL PARTIDA.....	15,07
U11014040	ud	Suministro de traje completo para trabajos de soldadura, compuesto de chaqueta y pantalón. EPI categoría III, con marcado CE.	
		Materiales.....	25,30
		TOTAL PARTIDA.....	25,30
U11014050	ud	Suministro de mandil de protección para trabajos de soldadura, sometidos a una temperatura ambiente superior a 100°C. EPI de categoría III, con marcado CE.	
		Materiales.....	18,83
		TOTAL PARTIDA.....	18,83
U11014080	ud	Suministro de faja de protección lumbar, ajustable con velcros y anchura suficiente para cubrir la zona posterior de la espalda. EPI de categoría II, con marcado CE.	
		Materiales.....	21,97
		TOTAL PARTIDA.....	21,97

Código	UD	Descripción	Importe cifras (€)
U11014090	ud	Suministro de cinturón portaherramientas ajustable, para trabajos generales de obra. EPI categoría I, con marcado CE.	
		Materiales.....	17,65
		TOTAL PARTIDA.....	17,65
U11014100	ud	Suministro de mono de protección de obra, con bolsillos. EPI categoría I, con marcado CE.	
		Materiales.....	21,92
		TOTAL PARTIDA.....	21,92
<b>APARTADO 001.11.01.05 Protecciones auditivas</b>			
U11015010	ud	Suministro de orejeras antirruído, estándar, con casquetes ajustables que ejercen presión en la cabeza para la atenuación acústica con almohadillas recambiables. EPI categoría II, con marcado CE.	
		Materiales.....	15,70
		TOTAL PARTIDA.....	15,70
U11015020	ud	Suministro de orejeras para amortiguar el ruido fabricado con casquetes ajustables de almohadillas recambiables para su uso optativo, adaptable al casco de seguridad o sin adaptarlo. EPI categoría II, con marcado CE.	
		Materiales.....	15,42
		TOTAL PARTIDA.....	15,42
U11015030	ud	Suministro de par de tapones fabricados en espuma para la atenuación acústica, desechables. EPI categoría II, con marcado CE.	
		Materiales.....	0,55
		TOTAL PARTIDA.....	0,55

Código	UD	Descripción	Importe cifras (€)
<b>APARTADO 001.11.01.06 Protecciones anticaídas</b>			
U11016030	ud	Suministro de arnés anticaídas con 2 puntos de amarre y cinturón de amarre lateral de doble regulación y elementos accesorios de acero inoxidable. EPI categoría III, con marcado CE. Amortizable en 4 usos.	
		Materiales.....	23,04
		TOTAL PARTIDA.....	23,04
U11016040	ud	Suministro de absorbedor de energía, conformado por una cinta elástica, mosquetón y elementos accesorios. EPI de categoría III, con marcado CE. Amortizable en 4 usos.	
		Materiales.....	22,77
		TOTAL PARTIDA.....	22,77
U11016050	ud	Suministro de cinta como elemento de amarre, de longitud regulable, con dos lazadas en sus extremos, fabricada en poliamida. EPI de categoría III, con marcado CE. Amortizable en 4 usos.	
		Materiales.....	17,64
		TOTAL PARTIDA.....	17,64

Código	UD	Descripción	Importe cifras (€)
<b>APARTADO 001.11.01.07 Protecciones de manos y brazos</b>			
U11017010	ud	Suministro de par de guantes de protección para manipular materiales abrasivos fabricados en nitrilo de alta resistencia con refuerzo en dedos pulgares. EPI categoría II, con marcado CE.	
		Materiales.....	5,05
		TOTAL PARTIDA.....	5,05
U11017020	ud	Suministro de par de guantes de protección para manipular objetos cortantes y puntiagudos, resistentes al corte y a la abrasión, fabricados en látex. EPI categoría II, con marcado CE.	
		Materiales.....	3,11
		TOTAL PARTIDA.....	3,11
U11017030	ud	Suministro de par de guantes de protección de goma fina reforzados para trabajos con materiales húmedos, albañilería, pocería, hormigonado, etc. EPI categoría II, con marcado CE.	
		Materiales.....	1,90
		TOTAL PARTIDA.....	1,90
U11017040	ud	Suministro de par de guantes de protección contra aceites y grasas fabricados en neopreno. EPI categoría II, con marcado CE.	
		Materiales.....	2,35
		TOTAL PARTIDA.....	2,35
U11017050	ud	Par de guantes de protección contra el frío fabricados en serraje y forrados con muletón afelpado, homologados.	
		Materiales.....	2,86
		TOTAL PARTIDA.....	2,86
U11017060	ud	Suministro de par de guantes de protección eléctrica hasta 7.500 V, clase 1, fabricados con material dieléctrico. EPI categoría III, con marcado CE.	
		Materiales.....	39,21
		TOTAL PARTIDA.....	39,21
U11017070	ud	Suministro de par de guantes de protección eléctrica hasta 17.000 V, clase 2, fabricados con material de alto poder dieléctrico. EPI categoría III, con marcado CE.	
		Materiales.....	44,46
		TOTAL PARTIDA.....	44,46

Código	UD	Descripción	Importe cifras (€)
U11017080	ud	Suministro de par de manguitos para trabajos de soldadura fabricados en serraje. EPI categoría III, con marcado CE.	
		Materiales.....	5,75
		TOTAL PARTIDA.....	5,75
U11017090	ud	Suministro de par de guantes para trabajos de soldadura fabricados en serraje. EPI categoría III, con marcado CE.	
		Materiales.....	9,00
		TOTAL PARTIDA.....	9,00
<b>APARTADO 001.11.01.08 Protecciones de pies y piernas</b>			
U11018030	ud	Suministro de par de botas altas de seguridad para trabajos en agua, barro y hormigón, fabricadas en caucho u otro polímero, forrada con lona de algodón, suela antideslizante, puntera resistentes al impacto hasta 200 J y compresión hasta 15 kN. EPI categoría III, con marcado CE.	
		Materiales.....	40,95
		TOTAL PARTIDA.....	40,95
U11018040	ud	Suministro de par de botas de seguridad para protección eléctrica de hasta 5000 V fabricadas con material dieléctrico, suela antideslizante, puntera resistente al impacto hasta 200 J y compresión hasta 15 kN. EPI categoría II, con marcado CE.	
		Materiales.....	58,33
		TOTAL PARTIDA.....	58,33
U11018050	ud	Suministro de par de botas de seguridad para protección eléctrica de media tensión fabricadas con material dieléctrico, suela antideslizante, puntera resistente al impacto hasta 200 J y compresión hasta 15 kN. EPI categoría III, con marcado CE.	
		Materiales.....	90,98
		TOTAL PARTIDA.....	90,98
U11018070	ud	Suministro de par de botas de protección fabricadas en cuero, plantilla de texón, suela antideslizante resistente a hidrocarburos y aceites, puntera resistente al impacto hasta 100 J y compresión hasta 10 kN. EPI categoría II, con marcado CE.	
		Materiales.....	31,49
		TOTAL PARTIDA.....	31,49



Código	UD	Descripción	Importe cifras (€)
<b>SUBCAPÍTULO 001.11.002 Protecciones colectivas</b>			
<b>APARTADO 001.11.02.01 Señalización provisional de obra</b>			
U11021010	ud	Suministro de señal provisional de obra de peligro, de chapa de acero galvanizado, triangular de L=135 cm, clase de retrorreflexión RA2. Amortizable en 5 usos.	
		Materiales.....	19,00
		TOTAL PARTIDA.....	19,00
U11021040	ud	Suministro de señal provisional de obra de prohibición/obligación, de chapa de acero galvanizado, circular de D=120 cm, clase de retrorreflexión RA2. Amortizable en 5 usos.	
		Materiales.....	25,95
		TOTAL PARTIDA.....	25,95
U11021160	ud	Suministro y colocación de panel direccional de chapa de acero galvanizado de 165x45 cm, reflectante, con dos soportes tipo pie cruceta metálica y dos postes de 1,50 m amortizable en 5 usos. Incluso fijación y desmontaje de señal sobre soporte.	
		Mano de obra .....	3,10
		Materiales.....	34,64
		TOTAL PARTIDA.....	37,74
U11021180	ud	Suministro de señal provisional de obra de obligación/prohibición/advertencia, de chapa metálica, rectangular de 45x33 cm sin soporte. Amortizable en 5 usos.	
		Materiales.....	7,03
		TOTAL PARTIDA.....	7,03

Código	UD	Descripción	Importe cifras (€)
<b>APARTADO 001.11.02.02 Cerramientos</b>			
U11022010	m	Suministro y colocación de valla de contención de peatones metálica, de 2,50 x 1,10 m, de color amarillo, blanco o blanco y rojo, para delimitación provisional de zona de obra. Incluso instalación, traslado y desmontaje. Amortizable en 5 usos.	
		Mano de obra .....	1,55
		Materiales.....	2,46
		TOTAL PARTIDA.....	4,01
U11022110	m2	Suministro y colocación de plancha de acero salvazanjas para paso de peatones y vehículos de 12 mm de espesor con orificio o elemento de sujeción para su correcta manipulación. Incluso instalación y retirada. Amortizable en 10 usos.	
		Mano de obra .....	2,59
		Maquinaria .....	2,47
		Materiales.....	5,87
		TOTAL PARTIDA.....	10,93
U11022120	ud	Suministro y colocación de plancha salvazanjas fabricada en composite reforzado con fibra de vidrio en una sola pieza de 1200x800 mm, con acabado superior antideslizante. Cobertura de zanjas de hasta 600 mm de ancho, para el paso de peatones, con capacidad máxima de 2 toneladas, de color amarillo con cantos redondeados. Incluso instalación y retirada. Amortizable en 10 usos.	
		Mano de obra .....	0,93
		Materiales.....	9,65
		TOTAL PARTIDA.....	10,58

Código	UD	Descripción	Importe cifras (€)
<b>APARTADO 001.11.02.04 Ventilación</b>			
U11025120	ud	Extractor de aire de 1.000 m3/h colocado en obras durante un período inferior a 3 meses, incluso p.p. de pequeño material, instalación eléctrica necesaria, sujeción y desmontaje según normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones.	
		Materiales.....	39,12
		TOTAL PARTIDA.....	39,12
<b>APARTADO 001.11.02.05 Seguridad contra incendios</b>			
U11026040	ud	Suministro de extintor manual polvo químico polivalente ABC de 9 kg, eficacia 43A-233B, con manómetro y manguera con boquilla difusora, incluso soporte para la sujeción a pared y montaje.	
		Mano de obra .....	1,57
		Medios auxiliares y varios.....	85,3200
		TOTAL PARTIDA.....	86,89
U11026070	ud	Suministro de extintor de dióxido de carbono (CO2) de 5 kg, de eficacia 89B, con manómetro y manguera con boquilla difusora, incluso soporte para la sujeción a pared y montaje.	
		Mano de obra .....	1,57
		Medios auxiliares y varios.....	85,3200
		TOTAL PARTIDA.....	86,89

Código	UD	Descripción	Importe cifras (€)
<b>APARTADO 001.11.02.06 Seguridad en instalaciones eléctricas</b>			
U11027010	ud	Instalación y montaje de toma de tierra provisional de obra, compuesta de: una pica de acero cobre de 2,5 m de longitud y 18 mm de diámetro, 3 metros de cable de cobre de 50 mm <sup>2</sup> de sección y grapas de conexión a la pica. Incluso desmontaje, sacos de sales electrolíticas y pequeño material.	
		Mano de obra .....	16,39
		Materiales.....	150,03
		TOTAL PARTIDA.....	166,42
U11027020	ud	Suministro, instalación y desmontaje de interruptor diferencial de media sensibilidad de 300 mA.	
		Mano de obra .....	16,33
		Materiales.....	182,47
		TOTAL PARTIDA.....	198,80
U11027030	ud	Suministro, instalación y desmontaje de interruptor diferencial de alta sensibilidad de 30 mA.	
		Mano de obra .....	16,33
		Materiales.....	118,45
		TOTAL PARTIDA.....	134,78
U11027050	ud	Suministro, instalación y montaje de cuadro eléctrico provisional de obra para potencia máxima de 12 kW, formado por: armario de distribución, tres tomas 2P+T de 16 A 220V, dos tomas de 3P+N+T de 16A 380 V y una toma de 3P+N+T de 32A 380 V, con 1 diferencial 4P 40 A 30 mA , magnetotérmicos 4P 32 A 6 kA C, 1P+N 16 A kA C y 3P 16 A 6 kA C. Incluso desmontaje. Amortizable en 3 usos.	
		Mano de obra .....	32,99
		Materiales.....	497,62
		TOTAL PARTIDA.....	530,61

Código	UD	Descripción	Importe cifras (€)
<b>APARTADO 001.11.02.07 Balizamiento</b>			
U11028010	ud	Suministro y colocación de cono de balizamiento reflectante de 50 cm de altura, de plástico. Incluso colocación y retirada. Amortizable en 5 usos.	
		Mano de obra .....	0,31
		Materiales.....	1,87
		TOTAL PARTIDA.....	2,18
U11028120	m	Suministro y colocación de metro lineal de malla tipo stopper de polietileno alta densidad con tratamiento antiultravioleta, color naranja de 1,00 m de altura, sustentada mediante barras de acero corrugado D=12 mm. Incluso instalación y desmontaje.	
		Mano de obra .....	1,55
		Materiales.....	0,52
		TOTAL PARTIDA.....	2,07

Código	UD	Descripción	Importe cifras (€)
<b>SUBCAPÍTULO 001.11.003 Higiene y bienestar</b>			
<b>APARTADO 001.11.03.01 Acometidas a casetas</b>			
U11031010	m	Acometida provisional de electricidad a caseta de obra desde el cuadro general, según normativa compañía suministradora, mediante manguera flexible de tensión nominal de 750 V, incorporando conductor para toma de tierra. Incluso demolición de firmes, movimiento de tierras y posterior reposición y transporte interior obra de productos resultantes. Totalmente ejecutada.	
		Mano de obra .....	8,47
		Materiales.....	12,94
		TOTAL PARTIDA.....	21,41
U11031020	m	Acometida provisional de abastecimiento de agua desde la red general municipal de agua para el consumo humano, realizada en tubo de PE de DN 25 y PN 16 máxima, con piezas especiales y conexión según normativa vigente de Canal de Isabel II. Incluso demolición de firmes, movimiento de tierras y posterior reposición y transporte interior obra de productos resultantes. Totalmente ejecutada.	
		Mano de obra .....	8,47
		Materiales.....	87,75
		TOTAL PARTIDA.....	96,22
U11031050	ud	Suministro y colocación de depósito de polietileno de alta densidad con capacidad para 1000 litros resistente a rayos ultravioleta, con parte externa reforzada con estructura metálica de acero y resistente al óxido, paletizable. Incluso llenado de agua y retirada. Amortizable en 5 usos.	
		Mano de obra .....	1,32
		Materiales.....	63,33
		TOTAL PARTIDA.....	64,65

Código	UD	Descripción	Importe cifras (€)
<b>APARTADO 001.11.03.02 Alquiler de locales prefabricados</b>			
U11032020	mes	Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos en obra de 8 m2, compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalaciones de fontanería, saneamiento y electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, termo eléctrico de 50 L, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo contrachapado hidrófugo con capa antideslizante, revestimiento de tablero en paredes, dos inodoros, dos platos de ducha y tres lavabos con grifos y puerta de madera en inodoro y cortina en ducha. Instalación eléctrica con alumbrado y enchufes. Incluso instalación, transporte y retirada.	
		Mano de obra .....	1,32
		Materiales.....	137,26
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>138,58</b>
U11032050	mes	Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios en obra de 14 m2, compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes. Incluso instalación, transporte y retirada.	
		Mano de obra .....	1,32
		Materiales.....	190,01
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>191,33</b>
U11032090	mes	Mes de alquiler de caseta prefabricada para oficina en obra de 14 m2, compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes. Incluso instalación, transporte y retirada.	
		Mano de obra .....	1,32
		Materiales.....	149,22
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>150,54</b>



Código	UD	Descripción	Importe cifras (€)
U11032110	mes	Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor en obra de 18 m2, compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes. Incluso instalación, transporte y retirada.	
		Mano de obra .....	1,32
		Materiales.....	191,07
		TOTAL PARTIDA.....	192,39
<b>APARTADO 001.11.03.03 Equipamiento de locales</b>			
U11033010	ud	Suministro y colocación de perchas para aseos o duchas como mobiliario provisional para local de aseos y vestuarios. Incluso instalación. Amortizable en 3 usos.	
		Mano de obra .....	1,32
		Materiales.....	2,11
		TOTAL PARTIDA.....	3,43
U11033020	ud	Suministro y colocación de dispensador de jabón líquido con capacidad 1 L como mobiliario provisional para local de aseos y vestuarios. Incluso instalación. Amortizable en 3 usos.	
		Mano de obra .....	1,32
		Materiales.....	12,08
		TOTAL PARTIDA.....	13,40
U11033030	ud	Suministro y colocación de secamanos eléctrico como mobiliario provisional para local de aseos y vestuarios. Incluso instalación. Amortizable en 5 usos.	
		Mano de obra .....	1,32
		Materiales.....	22,00
		TOTAL PARTIDA.....	23,32
U11033040	ud	Suministro y colocación de espejo como mobiliario provisional para local de aseos y vestuarios. Incluso instalación. Amortizable en 5 usos.	
		Mano de obra .....	1,32
		Materiales.....	5,32
		TOTAL PARTIDA.....	6,64
U11033050	ud	Suministro y colocación de portarrollos industrial con cerradura como mobiliario provisional para local de aseos. Incluso instalación. Amortizable en 5 usos.	
		Mano de obra .....	1,32
		Materiales.....	4,90
		TOTAL PARTIDA.....	6,22

Código	UD	Descripción	Importe cifras (€)
U11033060	ud	Suministro y colocación de contenedor de residuos pequeño como mobiliario provisional para local de aseos, vestuarios y comedores. Incluso instalación. Amortizable en 5 usos.	
		Mano de obra .....	1,32
		Materiales.....	4,25
		TOTAL PARTIDA.....	5,57
U11033070	ud	Suministro y colocación de taquilla metálica individual con cerrojo como mobiliario provisional para local de vestuarios. Incluso instalación. Amortizable en 5 usos.	
		Mano de obra .....	1,32
		Materiales.....	13,91
		TOTAL PARTIDA.....	15,23
U11033080	ud	Suministro y colocación de banco de madera para 5 personas como mobiliario provisional para local de vestuarios y comedor. Amortizable en 10 usos.	
		Mano de obra .....	1,32
		Materiales.....	7,63
		TOTAL PARTIDA.....	8,95
U11033100	ud	Suministro y colocación de botiquín de urgencias como material sanitario de primeros auxilios. Amortizable en 10 usos.	
		Mano de obra .....	1,32
		Materiales.....	8,17
		TOTAL PARTIDA.....	9,49
U11033130	ud	Suministro y colocación de papelera como mobiliario provisional para locales de oficinas y primeros auxilios. Amortizable en 10 usos.	
		Mano de obra .....	0,66
		Materiales.....	1,80
		TOTAL PARTIDA.....	2,46
U11033150	ud	Suministro de material sanitario general de primeros auxilios compuesto por: caja de tiritas, paquete de algodón, rollo de esparadrapo, caja de analgésico de ácido acetilsalicílico, paracetamol e ibuprofeno, botella de agua oxigenada y botella de alcohol de 96° para el botiquín de urgencia.	
		Mano de obra .....	0,66
		Materiales.....	34,86
		TOTAL PARTIDA.....	35,52

## Cuadro de precios número 2

Código	UD	Descripción	Importe cifras (€)
U11033160	ud	Suministro y colocación de mesa de melamina para 10 personas como mobiliario provisional para local comedor. Amortizable en 10 usos.	
		Mano de obra .....	1,32
		Materiales.....	14,10
		TOTAL PARTIDA.....	15,42
U11033170	ud	Suministro y colocación de horno microondas de 18 L de capacidad y 700 W de potencia para local comedor. Amortizable en 10 usos.	
		Mano de obra .....	0,66
		Materiales.....	12,26
		TOTAL PARTIDA.....	12,92
<b>APARTADO 001.11.03.04 Mano de obra de seguridad y salud</b>			
U11034010	ud	Reunión mensual del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo (cuando sea necesaria su constitución, según legislación vigente).	
		Materiales.....	120,27
		TOTAL PARTIDA.....	120,27
U11034030	h	Mano de obra empleada en limpieza y mantenimiento de locales e instalaciones para el personal.	
		Mano de obra .....	15,52
		TOTAL PARTIDA.....	15,52



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Anejo Nº 12. Estudio de Seguridad y Salud

2.3-Cuadro de Descompuestos

**CAPÍTULO 001.11 Seguridad y salud**  
**SUBCAPÍTULO 001.11.001 Protecciones individuales**  
**APARTADO 001.11.01.01 Protección de la cabeza**

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11011010	ud	Suministro de casco de seguridad con atalaje provisto de 6 puntos de anclaje, para uso normal, antigolpes, de polietileno con un peso máximo de 400 g. EPI categoría II, con marcado CE.				
MT9501010	ud	Casco de seguridad con atalaje provisto de 6 puntos de anclaje, para uso normal, antigolpes, de polietileno.	1,0000	5,15	5,15	

**TOTAL PARTIDA..... 5,15**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con QUINCE CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11011020	ud	Suministro de casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas eléctricas. EPI categoría II, con marcado CE.				
MT9501012	ud	Casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas eléctricas.	1,0000	15,74	15,74	

**TOTAL PARTIDA..... 15,74**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11011030	ud	Suministro de casco con atalaje provisto de 6 puntos de anclaje con protectores de oídos acoplado. EPI categoría II, con marcado CE.				
MT9501014	ud	Casco de seguridad contra golpes con atalaje provisto de 6 puntos de anclaje con protectores de oídos acoplado.	1,0000	23,72	23,72	

**TOTAL PARTIDA..... 23,72**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTITRES EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

**APARTADO 001.11.01.02 Protecciones faciales y oculares**

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11012010	ud	Suministro de pantalla de soldadura eléctrica de mano, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antinflamable. EPI categoría III, con marcado CE.				
MT9502010	ud	Pantalla de soldadura eléctrica de mano, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antinflamable.	1,0000	8,61	8,61	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>8,61</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11012020	ud	Suministro de pantalla de soldadura eléctrica de cabeza, mirilla abatible, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antinflamable. EPI categoría III, con marcado CE.				
MT9502020	ud	Pantalla de soldadura eléctrica de cabeza, mirilla abatible, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antinflamable.	1,0000	24,35	24,35	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>24,35</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICUATRO EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11012050	ud	Suministro de pantalla de seguridad para la protección contra la proyección de partículas. EPI categoría II o superior, con marcado CE.				
MT9502060	ud	Pantalla de seguridad para la protección contra la proyección de partículas.	1,0000	9,18	9,18	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>9,18</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11012060	ud	Suministro de gafas antipolvo, antiempañables, panorámicas. EPI categoría I, con marcado CE.				
MT9504080	ud	Gafas antipolvo, antiempañables, panorámicas.	1,0000	7,80	7,80	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>7,80</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11012070	ud	Suministro de gafas de montura de vinilo con pantalla exterior de policarbonato, pantalla interior antichoque y cámara de aire entre las dos pantallas, para trabajos con riesgo de impactos en los ojos. EPI categoría II, con marcado CE.				
MT9504020	ud	Gafas de montura de vinilo con pantalla exterior de policarbonato, pantalla interior antichoque y cámara de aire entre las dos pantallas, para trabajos con riesgo de impactos en los ojos.	1,0000	12,42	12,42	

**TOTAL PARTIDA..... 12,42**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

**APARTADO 001.11.01.03 Protecciones de las vías respiratorias**

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11013010	ud	Suministro de mascarilla autofiltrante de celulosa para trabajo con polvo y humos. EPI categoría I, con marcado CE, desechable.				
MT9503070	ud	Mascarilla autofiltrante de celulosa para trabajo con polvo y humos.	1,0000	1,60	1,60	

**TOTAL PARTIDA..... 1,60**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con SESENTA CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11013030	ud	Suministro de mascarilla respiratoria con una válvula de exhalación, fabricada en material inalérgico y atóxico, con filtro para humos de soldadura, fresado, fibra de vidrio, etc. EPI Categoría II, con marcado CE.				
MT9503020	ud	Mascarilla respiratoria con una válvula, fabricada en material inalérgico y atóxico, con filtros intercambiables para humos de soldadura, homologada.	1,0000	16,28	16,28	

**TOTAL PARTIDA..... 16,28**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS



**APARTADO 001.11.01.04 Protección total del cuerpo**

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11014020	ud	Suministro de impermeable de protección contra la lluvia, de dos piezas, fabricado en material plástico. EPI categoría I, con marcado CE.				
MT9501050	ud	Traje impermeable de protección contra la lluvia, de dos piezas, fabricado en material plástico.	1,0000	16,85	16,85	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>16,85</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11014030	ud	Suministro de chaleco de alta visibilidad, compuesto de tela amarilla con cinturón y tirantes de tela reflectante. EPI de categoría II, con marcado CE.				
MT9501080	ud	Chaleco de alta visibilidad, compuesto de tela amarilla con cinturón y tirantes de tela reflectante.	1,0000	15,07	15,07	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>15,07</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con SIETE CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11014040	ud	Suministro de traje completo para trabajos de soldadura, compuesto de chaqueta y pantalón. EPI categoría III, con marcado CE.				
MT9501060	ud	Traje completo para trabajos de soldadura, compuesto de chaqueta y pantalón.	1,0000	25,30	25,30	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>25,30</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11014050	ud	Suministro de mandil de protección para trabajos de soldadura, sometidos a una temperatura ambiente superior a 100°C. EPI de categoría III, con marcado CE.				
MT9501070	ud	Mandil de protección para trabajos de soldadura, sometidos a una temperatura ambiente superior a 100°C.	1,0000	18,83	18,83	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>18,83</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECIOCHO EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS

## Descompuestos

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11014080	ud	Suministro de faja de protección lumbar, ajustable con velcros y anchura suficiente para cubrir la zona posterior de la espalda. EPI de categoría II, con marcado CE.				
MT9506060	ud	Faja de protección lumbar, ajustable con velcros y anchura suficiente para cubrir la zona posterior de la espalda.	1,0000	21,97	21,97	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>21,97</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11014090	ud	Suministro de cinturón portaherramientas ajustable, para trabajos generales de obra. EPI categoría I, con marcado CE.				
MT9506065	ud	Cinturón portaherramientas, para trabajos generales de obra.	1,0000	17,65	17,65	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>17,65</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISIETE EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11014100	ud	Suministro de mono de protección de obra, con bolsillos. EPI categoría I, con marcado CE.				
MT9501030	ud	Mono de protección de obra, con bolsillos.	1,0000	21,92	21,92	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>21,92</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS

**APARTADO 001.11.01.05 Protecciones auditivas**

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11015010	ud	Suministro de orejeras antirruído, estándar, con casquetes ajustables que ejercen presión en la cabeza para la atenuación acústica con almohadillas recambiables. EPI categoría II, con marcado CE.				
MT9505010	ud	Amortiguador de ruido fabricado con casquetes ajustables de almohadillas recambiables, homologado.	1,0000	15,70	15,70	

**TOTAL PARTIDA..... 15,70**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11015020	ud	Suministro de orejeras para amortiguar el ruido fabricado con casquetes ajustables de almohadillas recambiables para su uso optativo, adaptable al casco de seguridad o sin adaptarlo. EPI categoría II, con marcado CE.				
MT9505020	ud	Orejeras antirruído adaptables a casco.	1,0000	15,42	15,42	

**TOTAL PARTIDA..... 15,42**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11015030	ud	Suministro de par de tapones fabricados en espuma para la atenuación acústica, desechables. EPI categoría II, con marcado CE.				
MT9505040	ud	Par tapones antirruído desechables.	1,0000	0,55	0,55	

**TOTAL PARTIDA..... 0,55**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS

**APARTADO 001.11.01.06 Protecciones anticaídas**

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11016030	ud	Suministro de arnés anticaídas con 2 puntos de amarre y cinturón de amarre lateral de doble regulación y elementos accesorios de acero inoxidable. EPI categoría III, con marcado CE. Amortizable en 4 usos.				
MT9506030	ud	Árnés anticaídas con 2 puntos de amarre y cinturón de amarre lateral de doble regulación y elementos accesorios de acero inoxidable.	0,2500	92,15	23,04	

**TOTAL PARTIDA..... 23,04**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTITRES EUROS con CUATRO CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11016040	ud	Suministro de absorbedor de energía, conformado por una cinta elástica, mosquetón y elementos accesorios. EPI de categoría III, con marcado CE. Amortizable en 4 usos.				
MT9506040	ud	Absorbedor de energía, conformado por una cinta elástica, mosquetón y elementos accesorios.	0,2500	91,06	22,77	

**TOTAL PARTIDA..... 22,77**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11016050	ud	Suministro de cinta como elemento de amarre, de longitud regulable, con dos lazadas en sus extremos, fabricada en poliamida. EPI de categoría III, con marcado CE. Amortizable en 4 usos.				
MT9506050	ud	Cinta como elemento de amarre, de longitud regulable, con dos lazadas en sus extremos, fabricada en poliamida.	0,2500	70,57	17,64	

**TOTAL PARTIDA..... 17,64**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISIETE EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

**APARTADO 001.11.01.07 Protecciones de manos y brazos**

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11017010	ud	Suministro de par de guantes de protección para manipular materiales abrasivos fabricados en nitrilo de alta resistencia con refuerzo en dedos pulgares. EPI categoría II, con marcado CE.				
MT9507010	ud	Par de guantes de protección para carga y descarga de materiales abrasivos fabricados en nitrilo con refuerzo en dedos pulgares, EPI categoría I, con marcado CE.	1,0000	5,05	5,05	

**TOTAL PARTIDA..... 5,05**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con CINCO CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11017020	ud	Suministro de par de guantes de protección para manipular objetos cortantes y puntiagudos, resistentes al corte y a la abrasión, fabricados en látex. EPI categoría II, con marcado CE.				
MT9507040	ud	Par de guantes de protección para manipular objetos cortantes y puntiagudos, resistentes al corte y a la abrasión, fabricados en látex, EPI categoría I, con marcado CE.	1,0000	3,11	3,11	

**TOTAL PARTIDA..... 3,11**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con ONCE CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11017030	ud	Suministro de par de guantes de protección de goma fina reforzados para trabajos con materiales húmedos, albañilería, pocería, hormigonado, etc. EPI categoría II, con marcado CE.				
MT9507020	ud	Par de guantes de protección de goma fina reforzados para trabajos con materiales húmedos, albañilería, pocería, hormigonado, etc., EPI categoría I, con marcado CE.	1,0000	1,90	1,90	

**TOTAL PARTIDA..... 1,90**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11017040	ud	Suministro de par de guantes de protección contra aceites y grasas fabricados en neopreno. EPI categoría II, con marcado CE.				
MT9507030	ud	Par de guantes de protección contra aceites y grasas fabricados en neopreno, EPI categoría I, con marcado CE.	1,0000	2,35	2,35	

**TOTAL PARTIDA..... 2,35**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11017050	ud	Par de guantes de protección contra el frío fabricados en serraje y forrados con muletón afelpado, homologados.				
MT9507070	ud	Suministro de par de guantes de protección contra el frío fabricados en serraje, EPI categoría I, con marcado CE.	1,0000	2,86	2,86	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>2,86</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11017060	ud	Suministro de par de guantes de protección eléctrica hasta 7.500 V, clase 1, fabricados con material dieléctrico. EPI categoría III, con marcado CE.				
MT9507080	ud	Par de guantes de protección eléctrica hasta 7.500 V, clase 1, fabricados con material dieléctrico. EPI categoría III, con marcado CE.	1,0000	39,21	39,21	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>39,21</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y NUEVE EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11017070	ud	Suministro de par de guantes de protección eléctrica hasta 17.000 V, clase 2, fabricados con material de alto poder dieléctrico. EPI categoría III, con marcado CE.				
MT9507090	ud	Par de guantes de protección eléctrica hasta 17.000 V, clase 2, fabricados con material de alto poder dieléctrico. EPI categoría III, con marcado CE.	1,0000	44,46	44,46	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>44,46</b>

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

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11017080	ud	Suministro de par de manguitos para trabajos de soldadura fabricados en serraje. EPI categoría III, con marcado CE.				
MT9507100	ud	Par de manguitos para trabajos de soldadura fabricados en piel, EPI categoría II, con marcado CE.	1,0000	5,75	5,75	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>5,75</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11017090	ud	Suministro de par de guantes para trabajos de soldadura fabricados en serraje. EPI categoría III, con marcado CE.				
MT9507110	ud	Par de guantes para trabajos de soldadura fabricados en serraje. EPI categoría II, con marcado CE.	1,0000	9,00	9,00	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>9,00</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS

**APARTADO 001.11.01.08 Protecciones de pies y piernas**

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11018030	ud	Suministro de par de botas altas de seguridad para trabajos en agua, barro y hormigón, fabricadas en caucho u otro polímero, forrada con lona de algodón, suela antideslizante, puntera resistentes al impacto hasta 200 J y compresión hasta 15 kN. EPI categoría III, con marcado CE.				
MT9508030	ud	Par de botas altas de seguridad para trabajos en agua, barro y hormigón, fabricadas en caucho u otro polímero, forrada con lona de algodón, suela antideslizante, puntera resistentes al impacto hasta 200 J y compresión hasta 15 kN.	1,0000	40,95	40,95	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>40,95</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11018040	ud	Suministro de par de botas de seguridad para protección eléctrica de hasta 5000 V fabricadas con material dieléctrico, suela antideslizante, puntera resistente al impacto hasta 200 J y compresión hasta 15 kN. EPI categoría II, con marcado CE.				
MT9508050	ud	Par de botas de seguridad para protección eléctrica de hasta 5000 V fabricadas con material dieléctrico, suela antideslizante, puntera resistente al impacto hasta 200 J y compresión hasta 15 kN. EPI categoría II, con marcado CE.	1,0000	58,33	58,33	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>58,33</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y OCHO EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS



## Descompuestos

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11018050	ud	Suministro de par de botas de seguridad para protección eléctrica de media tensión fabricadas con material dieléctrico, suela antideslizante, puntera resistente al impacto hasta 200 J y compresión hasta 15 kN. EPI categoría III, con marcado CE.				
MT9508060	ud	Par de botas de seguridad para protección eléctrica de media tensión fabricadas con material dieléctrico, suela antideslizante, puntera resistente al impacto hasta 200 J y compresión hasta 15 kN. EPI categoría III, con marcado CE.	1,0000	90,98	90,98	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>90,98</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11018070	ud	Suministro de par de botas de protección fabricadas en cuero, plantilla de texón, suela antideslizante resistente a hidrocarburos y aceites, puntera resistente al impacto hasta 100 J y compresión hasta 10 kN. EPI categoría II, con marcado CE.				
MT9508080	ud	Par de botas de protección fabricadas en cuero, plantilla de texón, suela antideslizante resistente a hidrocarburos y aceites, puntera resistente al impacto hasta 100 J y compresión hasta 10 kN.	1,0000	31,49	31,49	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>31,49</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y UN EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

**SUBCAPÍTULO 001.11.002 Protecciones colectivas**  
**APARTADO 001.11.02.01 Señalización provisional de obra**

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11021010	ud	Suministro de señal provisional de obra de peligro, de chapa de acero galvanizado, triangular de L=135 cm, clase de retrorreflexión RA2. Amortizable en 5 usos.				
MT9601010	ud	Señal provisional de obra de peligro, de chapa de acero galvanizado, triangular, L=135 cm, clase de retrorreflexión RA2.	0,2000	95,02	19,00	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>19,00</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECINUEVE EUROS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11021040	ud	Suministro de señal provisional de obra de prohibición/obligación, de chapa de acero galvanizado, circular de D=120 cm, clase de retrorreflexión RA2. Amortizable en 5 usos.				
MT9601040	ud	Señal provisional de obra de prohibición/obligación, de chapa de acero galvanizado, circular, D=120 cm, clase de retrorreflexión RA2.	0,2000	129,74	25,95	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>25,95</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11021160	ud	Suministro y colocación de panel direccional de chapa de acero galvanizado de 165x45 cm, reflectante, con dos soportes tipo pie cruceta metálica y dos postes de 1,50 m amortizable en 5 usos. Incluso fijación y desmontaje de señal sobre soporte.				
MO0100700	h	Peón ordinario.	0,2000	15,52	3,10	
MT9601070	ud	Panel direccional reflectante de acero galvanizado de 164x45 cm.	0,2000	130,18	26,04	
MT8804010	m	Poste metálico galvanizado 80x40x2 mm.	0,3000	9,87	2,96	
MT9610060	ud	Pie portátil en cruz de acero galvanizado, para señal provisional de obra.	0,4000	14,11	5,64	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>37,74</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y SIETE EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

## Descompuestos

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11021180	ud	Suministro de señal provisional de obra de obligación/prohibición/advertencia, de chapa metálica, rectangular de 45x33 cm sin soporte. Amortizable en 5 usos.				
MT9601100	ud	Señal provisional metálica de obligación/prohibición/advertencia de 45x33 cm.	0,2000	35,15	7,03	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>7,03</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con TRES CÉNTIMOS

### APARTADO 001.11.02.02 Cerramientos

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11022010	m	Suministro y colocación de valla de contención de peatones metálica, de 2,50 x 1,10 m, de color amarillo, blanco o blanco y rojo, para delimitación provisional de zona de obra. Incluso instalación, traslado y desmontaje. Amortizable en 5 usos.				
MO0100700	h	Peón ordinario.	0,1000	15,52	1,55	
MT9602010	ud	Valla de contención de peatones 1,10x2,50 m de color amarillo, blanco o blanco y rojo.	0,0800	30,74	2,46	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>4,01</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con UN CÉNTIMO

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11022110	m2	Suministro y colocación de plancha de acero salvanzas para paso de peatones y vehículos de 12 mm de espesor con orificio o elemento de sujeción para su correcta manipulación. Incluso instalación y retirada. Amortizable en 10 usos.				
MO0100700	h	Peón ordinario.	0,1670	15,52	2,59	
MQ0602100	h	Camión grúa de 6 t.	0,0600	41,13	2,47	
MT9820630	m2	Plancha de acero salvanzas para paso de peatones y vehículos de 12 mm de espesor.	0,1000	58,70	5,87	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>10,93</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11022120	ud	Suministro y colocación de plancha salvazanjas fabricada en composite reforzado con fibra de vidrio en una sola pieza de 1200x800 mm, con acabado superior antideslizante. Cobertura de zanjas de hasta 600 mm de ancho, para el paso de peatones, con capacidad máxima de 2 toneladas, de color amarillo con cantos redondeados. Incluso instalación y retirada. Amortizable en 10 usos.				
MO0100700	h	Peón ordinario.	0,0600	15,52	0,93	
MT9820640	ud	Plancha salvazanjas de composite reforzada con fibra de vidrio 1200x800 mm para paso de peatones.	0,1000	96,51	9,65	

**TOTAL PARTIDA..... 10,58**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

#### APARTADO 001.11.02.04 Ventilación

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11025120	ud	Extractor de aire de 1.000 m3/h colocado en obras durante un período inferior a 3 meses, incluso p.p. de pequeño material, instalación eléctrica necesaria, sujeción y desmontaje según normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones.				
MT9606010	ud	Extractor de aire de 1.000 m3/h colocado en obras durante un período inferior a 3 meses, incluso p.p. de pequeño material, instalación eléctrica necesaria, sujeción y desmontaje.	1,0000	39,12	39,12	

**TOTAL PARTIDA..... 39,12**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y NUEVE EUROS con DOCE CÉNTIMOS

**APARTADO 001.11.02.05 Seguridad contra incendios**

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11026040	ud	Suministro de extintor manual polvo químico polivalente ABC de 9 kg, eficacia 43A-233B, con manómetro y manguera con boquilla difusora, incluso soporte para la sujeción a pared y montaje.				
MO0100700	h	Peón ordinario.	0,1010	15,52	1,57	
MT9607060	ud	Extintor de nieve carbónica CO2, de eficacia 89B, de 5 kg de agente extintor, construido en acero, con soporte y manguera con difusor.	1,0000	85,32	85,32	

**TOTAL PARTIDA..... 86,89**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y SEIS EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11026070	ud	Suministro de extintor de dióxido de carbono (CO2) de 5 kg, de eficacia 89B, con manómetro y manguera con boquilla difusora, incluso soporte para la sujeción a pared y montaje.				
MO0100700	h	Peón ordinario.	0,1010	15,52	1,57	
MT9607060	ud	Extintor de nieve carbónica CO2, de eficacia 89B, de 5 kg de agente extintor, construido en acero, con soporte y manguera con difusor.	1,0000	85,32	85,32	

**TOTAL PARTIDA..... 86,89**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y SEIS EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

**APARTADO 001.11.02.06 Seguridad en instalaciones eléctricas**

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11027010	ud	Instalación y montaje de toma de tierra provisional de obra, compuesta de: una pica de acero cobre de 2,5 m de longitud y 18 mm de diámetro, 3 metros de cable de cobre de 50 mm <sup>2</sup> de sección y grapas de conexión a la pica. Incluso desmontaje, sacos de sales electrolíticas y pequeño material.				
MO0100300	h	Oficial 1ª.	0,5020	16,94	8,50	
MO0100500	h	Ayudante.	0,5020	15,72	7,89	
MT8131010	ud	Pica de t.t. 250/18 Fe+Cu.	1,0000	27,80	27,80	
MT8131020	m	Conducción cobre desnudo 50 mm <sup>2</sup> .	3,0000	4,81	14,43	
MT9609020	ud	Grapa para pica.	1,0000	2,81	2,81	
MT0363050	ud	Registro de comprobación + tapa.	1,0000	66,95	66,95	
MT8131050	ud	Puente de prueba.	1,0000	16,30	16,30	
MT8119010	ud	Saco de 7 kg de sales electrolíticas.	0,3333	61,48	20,49	
MT8101040	ud	Pequeño material	1,0000	1,25	1,25	

**TOTAL PARTIDA..... 166,42**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11027020	ud	Suministro, instalación y desmontaje de interruptor diferencial de media sensibilidad de 300 mA.				
MO0100300	h	Oficial 1ª.	0,5000	16,94	8,47	
MO0100500	h	Ayudante.	0,5000	15,72	7,86	
MT9609050	ud	Interruptor automático diferencial 4x40 A 300 mA.	1,0000	182,47	182,47	

**TOTAL PARTIDA..... 198,80**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NOVENTA Y OCHO EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11027030	ud	Suministro, instalación y desmontaje de interruptor diferencial de alta sensibilidad de 30 mA.				
MO0100300	h	Oficial 1ª.	0,5000	16,94	8,47	
MO0100500	h	Ayudante.	0,5000	15,72	7,86	
MT9609060	ud	Interruptor automático diferencial 25 A 30 mA 4 P.	0,3333	355,40	118,45	

**TOTAL PARTIDA..... 134,78**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11027050	ud	Suministro, instalación y montaje de cuadro eléctrico provisional de obra para potencia máxima de 12 kW, formado por: armario de distribución, tres tomas 2P+T de 16 A 220V, dos tomas de 3P+N+T de 16A 380 V y una toma de 3P+N+T de 32A 380 V, con 1 diferencial 4P 40 A 30 mA , magnetotérmicos 4P 32 A 6 kA C, 1P+N 16 A kA C y 3P 16 A 6 kA C. Incluso desmontaje. Amortizable en 3 usos.				
MO0100300	h	Oficial 1ª.	1,0100	16,94	17,11	
MO0100500	h	Ayudante.	1,0100	15,72	15,88	
MT9609030	ud	Cuadro eléctrico provisional de obra para una potencia máxima de 12 kW, compuesto por: armario de distribución con dispositivo de emergencia, con grados de protección IP55 e IK10, 6 tomas con dispositivo de bloqueo y los interruptores automáticos magnetotérmicos y diferenciales necesarios, Incluso elementos de fijación y regletas de conexión.	0,3333	1.493,00	497,62	

**TOTAL PARTIDA..... 530,61**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS TREINTA EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS

#### APARTADO 001.11.02.07 Balizamiento

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11028010	ud	Suministro y colocación de cono de balizamiento reflectante de 50 cm de altura, de plástico. Incluso colocación y retirada. Amortizable en 5 usos.				
MO0100700	h	Peón ordinario.	0,0200	15,52	0,31	
MT9601150	ud	Cono de balizamiento reflectante de 50 cm de plástico.	0,2000	9,35	1,87	

**TOTAL PARTIDA..... 2,18**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11028120	m	Suministro y colocación de metro lineal de malla tipo stopper de polietileno alta densidad con tratamiento antiultravioleta, color naranja de 1,00 m de altura, sustentada mediante barras de acero corrugado D=12 mm. Incluso instalación y desmontaje.				
MO0100700	h	Peón ordinario.	0,1000	15,52	1,55	
MT0701030	kg	Acero corrugado B 400 S.	0,1200	0,78	0,09	
MT9603150	m	Malla plástica stopper 1,00 m de color naranja.	1,0000	0,43	0,43	

**TOTAL PARTIDA..... 2,07**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con SIETE CÉNTIMOS



**SUBCAPÍTULO 001.11.003 Higiene y bienestar**  
**APARTADO 001.11.03.01 Acometidas a casetas**

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11031010	m	Acometida provisional de electricidad a caseta de obra desde el cuadro general, según normativa compañía suministradora, mediante manguera flexible de tensión nominal de 750 V, incorporando conductor para toma de tierra. Incluso demolición de firmes, movimiento de tierras y posterior reposición y transporte interior obra de productos resultantes. Totalmente ejecutada.				
MO0100300	h	Oficial 1ª.	0,5000	16,94	8,47	
MT9701010	m	Acometida eléctrica. Totalmente ejecutada.	1,0000	12,94	12,94	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>21,41</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11031020	m	Acometida provisional de abastecimiento de agua desde la red general municipal de agua para el consumo humano, realizada en tubo de PE de DN 25 y PN 16 máxima, con piezas especiales y conexión según normativa vigente de Canal de Isabel II. Incluso demolición de firmes, movimiento de tierras y posterior reposición y transporte interior obra de productos resultantes. Totalmente ejecutada.				
MO0100300	h	Oficial 1ª.	0,5000	16,94	8,47	
MT9701020	m	Acometida abastecimiento. Totalmente ejecutada.	1,0000	87,75	87,75	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>96,22</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y SEIS EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11031050	ud	Suministro y colocación de depósito de polietileno de alta densidad con capacidad para 1000 litros resistente a rayos ultravioleta, con parte externa reforzada con estructura metálica de acero y resistente al óxido, paletizable. Incluso llenado de agua y retirada. Amortizable en 5 usos.				
MO0100700	h	Peón ordinario.	0,0850	15,52	1,32	
MT1901010	m3	Agua.	1,0000	1,00	1,00	
MT9810310	ud	Depósito de agua de 1000 L de capacidad fabricado en polietileno de alta densidad con capacidad resistente a rayos ultravioleta, con parte externa reforzada con estructura metálica de acero y resistente al óxido, paletizable.	0,2000	311,67	62,33	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>64,65</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y CUATRO EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

**APARTADO 001.11.03.02 Alquiler de locales prefabricados**

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11032020	mes	Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos en obra de 8 m2, compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalaciones de fontanería, saneamiento y electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, termo eléctrico de 50 L, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo contrachapado hidrófugo con capa antideslizante, revestimiento de tablero en paredes, dos inodoros, dos platos de ducha y tres lavabos con grifos y puerta de madera en inodoro y cortina en ducha. Instalación eléctrica con alumbrado y enchufes. Incluso instalación, transporte y retirada.				
MO0100700	h	Peón ordinario.	0,0850	15,52	1,32	
MT9810020	ud	Mes de alquiler caseta prefabricada aseo 8 m2.	1,0000	137,26	137,26	

**TOTAL PARTIDA..... 138,58**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y OCHO EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11032050	mes	Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios en obra de 14 m2, compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes. Incluso instalación, transporte y retirada.				
MO0100700	h	Peón ordinario.	0,0850	15,52	1,32	
MT9810050	ud	Mes de alquiler caseta prefabricada vestuarios 14 m2.	1,0000	190,01	190,01	

**TOTAL PARTIDA..... 191,33**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NOVENTA Y UN EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS

## Descompuestos

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11032090	mes	Mes de alquiler de caseta prefabricada para oficina en obra de 14 m2, compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes. Incluso instalación, transporte y retirada.				
MO0100700	h	Peón ordinario.	0,0850	15,52	1,32	
MT9810090	ud	Mes de alquiler caseta prefabricada oficinas 14 m2.	1,0000	149,22	149,22	

**TOTAL PARTIDA..... 150,54**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11032110	mes	Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor en obra de 18 m2, compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes. Incluso instalación, transporte y retirada.				
MO0100700	h	Peón ordinario.	0,0850	15,52	1,32	
MT9810110	ud	Mes de alquiler caseta prefabricada comedor 18 m2.	1,0000	191,07	191,07	

**TOTAL PARTIDA..... 192,39**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NOVENTA Y DOS EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS

**APARTADO 001.11.03.03 Equipamiento de locales**

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11033010	ud	Suministro y colocación de perchas para aseos o duchas como mobiliario provisional para local de aseos y vestuarios. Incluso instalación. Amortizable en 3 usos.				
MO0100700	h	Peón ordinario.	0,0850	15,52	1,32	
MT9704010	ud	Percha para aseos o duchas.	0,3333	6,34	2,11	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>3,43</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11033020	ud	Suministro y colocación de dispensador de jabón líquido con capacidad 1 L como mobiliario provisional para local de aseos y vestuarios. Incluso instalación. Amortizable en 3 usos.				
MO0100700	h	Peón ordinario.	0,0850	15,52	1,32	
MT9704020	ud	Jabonera industrial 1 L.	0,3333	36,24	12,08	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>13,40</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11033030	ud	Suministro y colocación de secamanos eléctrico como mobiliario provisional para local de aseos y vestuarios. Incluso instalación. Amortizable en 5 usos.				
MO0100700	h	Peón ordinario.	0,0850	15,52	1,32	
MT9704030	ud	Secamanos eléctrico.	0,2000	110,00	22,00	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>23,32</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTITRES EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11033040	ud	Suministro y colocación de espejo como mobiliario provisional para local de aseos y vestuarios. Incluso instalación. Amortizable en 5 usos.				
MO0100700	h	Peón ordinario.	0,0850	15,52	1,32	
MT9704040	ud	Espejo vestuarios y aseos.	0,2000	26,61	5,32	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>6,64</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11033050	ud	Suministro y colocación de portarrollos industrial con cerradura como mobiliario provisional para local de aseos. Incluso instalación. Amortizable en 5 usos.				
MO0100700	h	Peón ordinario.	0,0850	15,52	1,32	
MT9704050	ud	Portarrollos industrial con cerradura para aseos.	0,2000	24,49	4,90	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>6,22</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11033060	ud	Suministro y colocación de contenedor de residuos pequeño como mobiliario provisional para local de aseos, vestuarios y comedores. Incluso instalación. Amortizable en 5 usos.				
MO0100700	h	Peón ordinario.	0,0850	15,52	1,32	
MT9704060	ud	Contenedor de residuos.	0,2000	21,23	4,25	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>5,57</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11033070	ud	Suministro y colocación de taquilla metálica individual con cerrojo como mobiliario provisional para local de vestuarios. Incluso instalación. Amortizable en 5 usos.				
MO0100700	h	Peón ordinario.	0,0850	15,52	1,32	
MT9705010	ud	Taquilla metálica individual.	0,2000	69,57	13,91	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>15,23</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11033080	ud	Suministro y colocación de banco de madera para 5 personas como mobiliario provisional para local de vestuarios y comedor. Amortizable en 10 usos.				
MO0100700	h	Peón ordinario.	0,0850	15,52	1,32	
MT9705020	ud	Banco madera para 5 personas.	0,1000	76,30	7,63	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>8,95</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

## Descompuestos

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11033100	ud	Suministro y colocación de botiquín de urgencias como material sanitario de primeros auxilios. Amortizable en 10 usos.				
MO0100700	h	Peón ordinario.	0,0850	15,52	1,32	
MT9706020	ud	Botiquín de urgencias.	0,1000	81,70	8,17	

**TOTAL PARTIDA..... 9,49**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11033130	ud	Suministro y colocación de papelera como mobiliario provisional para locales de oficinas y primeros auxilios. Amortizable en 10 usos.				
MO0100700	h	Peón ordinario.	0,0425	15,52	0,66	
MT9706050	ud	Papelera.	0,1000	17,98	1,80	

**TOTAL PARTIDA..... 2,46**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11033150	ud	Suministro de material sanitario general de primeros auxilios compuesto por: caja de tiritas, paquete de algodón, rollo de esparadrapo, caja de analgésico de ácido acetilsalicílico, paracetamol e ibuprofeno, botella de agua oxigenada y botella de alcohol de 96° para el botiquín de urgencia.				
MO0100700	h	Peón ordinario.	0,0425	15,52	0,66	
MT9706080	ud	Material sanitario.	1,0000	34,86	34,86	

**TOTAL PARTIDA..... 35,52**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11033160	ud	Suministro y colocación de mesa de melamina para 10 personas como mobiliario provisional para local comedor. Amortizable en 10 usos.				
MO0100700	h	Peón ordinario.	0,0850	15,52	1,32	
MT9705030	ud	Mesa melamina para 10 personas.	0,1000	141,04	14,10	

**TOTAL PARTIDA..... 15,42**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11033170	ud	Suministro y colocación de horno microondas de 18 L de capacidad y 700 W de potencia para local comedor. Amortizable en 10 usos.				
MO0100700	h	Peón ordinario.	0,0425	15,52	0,66	
MT9705050	ud	Horno microondas con capacidad de 18 L y potencia de 700W.	0,1000	122,57	12,26	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>12,92</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS

**APARTADO 001.11.03.04 Mano de obra de seguridad y salud**

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11034010	ud	Reunión mensual del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo (cuando sea necesaria su constitución, según legislación vigente).				
MT9706090	ud	Costo mensual Comité Seguridad y Salud.	1,0000	120,27	120,27	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>120,27</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTE EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

Código	UD	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Subtotal (€)	Importe (€)
U11034030	h	Mano de obra empleada en limpieza y mantenimiento de locales e instalaciones para el personal.				
MO0100700	h	Peón ordinario.	1,0000	15,52	15,52	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>						<b>15,52</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Anejo Nº 12. Estudio de Seguridad y Salud

3.-PRESUPUESTOS



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Anejo Nº 12. Estudio de Seguridad y Salud

3.1-Presupuestos parciales

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE (€)
<b>CAPÍTULO 001.11 Seguridad y salud</b>					
<b>SUBCAPÍTULO 001.11.001 Protecciones individuales</b>					
<b>APARTADO 001.11.01.01 Protección de la cabeza</b>					
U11011010	ud	<b>Casco de seguridad</b> Suministro de casco de seguridad con atalaje provisto de 6 puntos de anclaje, para uso normal, antigolpes, de polietileno con un peso máximo de 400 g. EPI categoría II, con marcado CE.	15,00	5,15	77,25
U11011020	ud	<b>Casco dieléctrico</b> Suministro de casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas eléctricas. EPI categoría II, con marcado CE.	5,00	15,74	78,70
U11011030	ud	<b>Casco con protecciones auditivas</b> Suministro de casco con atalaje provisto de 6 puntos de anclaje con protectores de oídos acoplado. EPI categoría II, con marcado CE.	5,00	23,72	118,60
<b>TOTAL APARTADO 001.11.01.01 Protección de la cabeza .....</b>					<b>274,55</b>

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE (€)
<b>APARTADO 001.11.01.02 Protecciones faciales y oculares</b>					
U11012010	ud	<b>Pantalla soldadura eléctrica de mano</b> Suministro de pantalla de soldadura eléctrica de mano, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antinflamable. EPI categoría III, con marcado CE.	1,00	8,61	8,61
U11012020	ud	<b>Pantalla soldadura eléctrica de cabeza</b> Suministro de pantalla de soldadura eléctrica de cabeza, mirilla abatible, resistente a la perforación y penetración por objeto candente, antinflamable. EPI categoría III, con marcado CE.	1,00	24,35	24,35
U11012050	ud	<b>Pantalla de seguridad</b> Suministro de pantalla de seguridad para la protección contra la proyección de partículas. EPI categoría II o superior, con marcado CE.	5,00	9,18	45,90
U11012060	ud	<b>Gafas antipolvo</b> Suministro de gafas antipolvo, antiempañables, panorámicas. EPI categoría I, con marcado CE.	10,00	7,80	78,00
U11012070	ud	<b>Gafas vinilo visor de policarbonato</b> Suministro de gafas de montura de vinilo con pantalla exterior de policarbonato, pantalla interior antichoque y cámara de aire entre las dos pantallas, para trabajos con riesgo de impactos en los ojos. EPI categoría II, con marcado CE.	10,00	12,42	124,20
<b>TOTAL APARTADO 001.11.01.02 Protecciones faciales y oculares.....</b>					<b>281,06</b>

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE (€)
<b>APARTADO 001.11.01.03 Protecciones de las vías respiratorias</b>					
U11013010	ud	<b>Mascarilla celulosa</b> Suministro de mascarilla autofiltrante de celulosa para trabajo con polvo y humos. EPI categoría I, con marcado CE, desechable.	150,00	1,60	240,00
U11013030	ud	<b>Mascarilla gases 1 válvula</b> Suministro de mascarilla respiratoria con una válvula de exhalación, fabricada en material inalérgico y atóxico, con filtro para humos de soldadura, fresado, fibra de vidrio, etc. EPI Categoría II, con marcado CE.	1,00	16,28	16,28
<b>TOTAL APARTADO 001.11.01.03 Protecciones de las vías respiratorias .....</b>					<b>256,28</b>
<b>APARTADO 001.11.01.04 Protección total del cuerpo</b>					
U11014020	ud	<b>Traje impermeable</b> Suministro de impermeable de protección contra la lluvia, de dos piezas, fabricado en material plástico. EPI categoría I, con marcado CE.	15,00	16,85	252,75
U11014030	ud	<b>Chaleco de obra reflectante</b> Suministro de chaleco de alta visibilidad, compuesto de tela amarilla con cinturón y tirantes de tela reflectante. EPI de categoría II, con marcado CE.	15,00	15,07	226,05
U11014040	ud	<b>Traje completo soldador</b> Suministro de traje completo para trabajos de soldadura, compuesto de chaqueta y pantalón. EPI categoría III, con marcado CE.	1,00	25,30	25,30
U11014050	ud	<b>Mandil soldadura</b> Suministro de mandil de protección para trabajos de soldadura, sometidos a una temperatura ambiente superior a 100°C. EPI de categoría III, con marcado CE.	1,00	18,83	18,83
U11014080	ud	<b>Faja de protección lumbar</b> Suministro de faja de protección lumbar, ajustable con velcros y anchura suficiente para cubrir la zona posterior de la espalda. EPI de categoría II, con marcado CE.	5,00	21,97	109,85

## Presupuestos parciales

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE (€)
U11014090	ud	<b>Cinturón portaherramientas</b> Suministro de cinturón portaherramientas ajustable, para trabajos generales de obra. EPI categoría I, con marcado CE.	5,00	17,65	88,25
U11014100	ud	<b>Mono de trabajo</b> Suministro de mono de protección de obra, con bolsillos. EPI categoría I, con marcado CE.	15,00	21,92	328,80
<b>TOTAL APARTADO 001.11.01.04 Protección total del cuerpo.....</b>					<b>1.049,83</b>
<b>APARTADO 001.11.01.05 Protecciones auditivas</b>					
U11015010	ud	<b>Orejas antirruído estándar</b> Suministro de orejas antirruído, estándar, con casquetes ajustables que ejercen presión en la cabeza para la atenuación acústica con almohadillas recambiables. EPI categoría II, con marcado CE.	5,00	15,70	78,50
U11015020	ud	<b>Orejas antirruído adaptables casco</b> Suministro de orejas para amortiguar el ruido fabricado con casquetes ajustables de almohadillas recambiables para su uso optativo, adaptable al casco de seguridad o sin adaptarlo. EPI categoría II, con marcado CE.	15,00	15,42	231,30
U11015030	ud	<b>Par tapones antirruído desechables</b> Suministro de par de tapones fabricados en espuma para la atenuación acústica, desechables. EPI categoría II, con marcado CE.	600,00	0,55	330,00
<b>TOTAL APARTADO 001.11.01.05 Protecciones auditivas.....</b>					<b>639,80</b>

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE (€)
<b>APARTADO 001.11.01.06 Protecciones anticaídas</b>					
U11016030	ud	<b>Arnés anticaídas con cinturón</b> Suministro de arnés anticaídas con 2 puntos de amarre y cinturón de amarre lateral de doble regulación y elementos accesorios de acero inoxidable. EPI categoría III, con marcado CE. Amortizable en 4 usos.	5,00	23,04	115,20
U11016040	ud	<b>Absorbedor de energía</b> Suministro de absorbedor de energía, conformado por una cinta elástica, mosquetón y elementos accesorios. EPI de categoría III, con marcado CE. Amortizable en 4 usos.	5,00	22,77	113,85
U11016050	ud	<b>Cinta eslinga de amarre</b> Suministro de cinta como elemento de amarre, de longitud regulable, con dos lazadas en sus extremos, fabricada en poliamida. EPI de categoría III, con marcado CE. Amortizable en 4 usos.	5,00	17,64	88,20
<b>TOTAL APARTADO 001.11.01.06 Protecciones anticaídas .....</b>					<b>317,25</b>



CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE (€)
<b>APARTADO 001.11.01.07 Protecciones de manos y brazos</b>					
U11017010	ud	<b>Par guantes nitrilo</b> Suministro de par de guantes de protección para manipular materiales abrasivos fabricados en nitrilo de alta resistencia con refuerzo en dedos pulgares. EPI categoría II, con marcado CE.	10,00	5,05	50,50
U11017020	ud	<b>Par guantes látex</b> Suministro de par de guantes de protección para manipular objetos cortantes y puntiagudos, resistentes al corte y a la abrasión, fabricados en látex. EPI categoría II, con marcado CE.	5,00	3,11	15,55
U11017030	ud	<b>Par guantes goma</b> Suministro de par de guantes de protección de goma fina reforzados para trabajos con materiales húmedos, albañilería, pocería, hormigonado, etc. EPI categoría II, con marcado CE.	10,00	1,90	19,00
U11017040	ud	<b>Par guantes neopreno</b> Suministro de par de guantes de protección contra aceites y grasas fabricados en neopreno. EPI categoría II, con marcado CE.	10,00	2,35	23,50
U11017050	ud	<b>Par guantes serraje</b> Par de guantes de protección contra el frío fabricados en serraje y forrados con muletón afelpado, homologados.	5,00	2,86	14,30
U11017060	ud	<b>Par guantes dieléctricos 7500 V</b> Suministro de par de guantes de protección eléctrica hasta 7.500 V, clase 1, fabricados con material dieléctrico. EPI categoría III, con marcado CE.	5,00	39,21	196,05
U11017070	ud	<b>Par guantes dieléctricos 17000 V</b> Suministro de par de guantes de protección eléctrica hasta 17.000 V, clase 2, fabricados con material de alto poder dieléctrico. EPI categoría III, con marcado CE.	3,00	44,46	133,38
U11017080	ud	<b>Par manguitos soldadura</b> Suministro de par de manguitos para trabajos de soldadura fabricados en serraje. EPI categoría III, con marcado CE.	1,00	5,75	5,75

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE (€)
U11017090	ud	<b>Par guantes soldadura</b> Suministro de par de guantes para trabajos de soldadura fabricados en serraje. EPI categoría III, con marcado CE.	1,00	9,00	9,00
<b>TOTAL APARTADO 001.11.01.07 Protecciones de manos y brazos .....</b>					<b>467,03</b>
<b>APARTADO 001.11.01.08 Protecciones de pies y piernas</b>					
U11018030	ud	<b>Par botas altas de seg. resistentes al agua</b> Suministro de par de botas altas de seguridad para trabajos en agua, barro y hormigón, fabricadas en caucho u otro polímero, forrada con lona de algodón, suela antideslizante, puntera resistentes al impacto hasta 200 J y compresión hasta 15 kN. EPI categoría III, con marcado CE.	15,00	40,95	614,25
U11018040	ud	<b>Par de botas dieléctricas baja tensión</b> Suministro de par de botas de seguridad para protección eléctrica de hasta 5000 V fabricadas con material dieléctrico, suela antideslizante, puntera resistente al impacto hasta 200 J y compresión hasta 15 kN. EPI categoría II, con marcado CE.	5,00	58,33	291,65
U11018050	ud	<b>Par de botas dieléctricas media tensión</b> Suministro de par de botas de seguridad para protección eléctrica de media tensión fabricadas con material dieléctrico, suela antideslizante, puntera resistente al impacto hasta 200 J y compresión hasta 15 kN. EPI categoría III, con marcado CE.	3,00	90,98	272,94
U11018070	ud	<b>Par de botas de protección de cuero</b> Suministro de par de botas de protección fabricadas en cuero, plantilla de texón, suela antideslizante resistente a hidrocarburos y aceites, puntera resistente al impacto hasta 100 J y compresión hasta 10 kN. EPI categoría II, con marcado CE.	20,00	31,49	629,80
<b>TOTAL APARTADO 001.11.01.08 Protecciones de pies y piernas .....</b>					<b>1.808,64</b>
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 001.11.001 Protecciones individuales .....</b>					<b>5.094,44</b>

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE (€)
<b>SUBCAPÍTULO 001.11.002 Protecciones colectivas</b>					
<b>APARTADO 001.11.02.01 Señalización provisional de obra</b>					
U11021010	ud	<b>Señal triangular peligro L=135 cm</b> Suministro de señal provisional de obra de peligro, de chapa de acero galvanizado, triangular de L=135 cm, clase de retrorreflexión RA2. Amortizable en 5 usos.	2,00	19,00	38,00
U11021040	ud	<b>Señal circular prohibición/obligación D=120 cm</b> Suministro de señal provisional de obra de prohibición/obligación, de chapa de acero galvanizado, circular de D=120 cm, clase de retrorreflexión RA2. Amortizable en 5 usos.	2,00	25,95	51,90
U11021160	ud	<b>Panel direccional 165x45 cm con soporte</b> Suministro y colocación de panel direccional de chapa de acero galvanizado de 165x45 cm, reflectante, con dos soportes tipo pie cruceta metálica y dos postes de 1,50 m amortizable en 5 usos. Incluso fijación y desmontaje de señal sobre soporte.	2,00	37,74	75,48
U11021180	ud	<b>Señal obligación/prohibición/advertencia 45x33 cm</b> Suministro de señal provisional de obra de obligación/prohibición/advertencia, de chapa metálica, rectangular de 45x33 cm sin soporte. Amortizable en 5 usos.	6,00	7,03	42,18
<b>TOTAL APARTADO 001.11.02.01 Señalización provisional de obra.....</b>					<b>207,56</b>

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE (€)
<b>APARTADO 001.11.02.02 Cerramientos</b>					
U11022010	m	<b>Valla de contención de peatones</b> Suministro y colocación de valla de contención de peatones metálica, de 2,50 x 1,10 m, de color amarillo, blanco o blanco y rojo, para delimitación provisional de zona de obra. Incluso instalación, traslado y desmontaje. Amortizable en 5 usos.	100,00	4,01	401,00
U11022110	m2	<b>Plancha acero salvazanjas para vehículos e=12 mm</b> Suministro y colocación de plancha de acero salvazanjas para paso de peatones y vehículos de 12 mm de espesor con orificio o elemento de sujeción para su correcta manipulación. Incluso instalación y retirada. Amortizable en 10 usos.	7,50	10,93	81,98
U11022120	ud	<b>Plancha composite salvazanjas 1200x800 mm paso peatones</b> Suministro y colocación de plancha salvazanjas fabricada en composite reforzado con fibra de vidrio en una sola pieza de 1200x800 mm, con acabado superior antideslizante. Cobertura de zanjas de hasta 600 mm de ancho, para el paso de peatones, con capacidad máxima de 2 toneladas, de color amarillo con cantos redondeados. Incluso instalación y retirada. Amortizable en 10 usos.	2,00	10,58	21,16
<b>TOTAL APARTADO 001.11.02.02 Cerramientos.....</b>					<b>504,14</b>

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE (€)
<b>APARTADO 001.11.02.04 Ventilación</b>					
U11025120	ud	<b>Extractor 1.000 m3/h &lt;3 m</b> Extractor de aire de 1.000 m3/h colocado en obras durante un período inferior a 3 meses, incluso p.p. de pequeño material, instalación eléctrica necesaria, sujeción y desmontaje según normativa vigente, valorado en función del número óptimo de utilizaciones.	2,00	39,12	78,24
<b>TOTAL APARTADO 001.11.02.04 Ventilación .....</b>					<b>78,24</b>
<b>APARTADO 001.11.02.05 Seguridad contra incendios</b>					
U11026040	ud	<b>Extintor portátil polvo ABC 9 kg, 43A-233B</b> Suministro de extintor manual polvo químico polivalente ABC de 9 kg, eficacia 43A-233B, con manómetro y manguera con boquilla difusora, incluso soporte para la sujeción a pared y montaje.	3,00	86,89	260,67
U11026070	ud	<b>Extintor CO2 5 kg 89B</b> Suministro de extintor de dióxido de carbono (CO2) de 5 kg, de eficacia 89B, con manómetro y manguera con boquilla difusora, incluso soporte para la sujeción a pared y montaje.	2,00	86,89	173,78
<b>TOTAL APARTADO 001.11.02.05 Seguridad contra incendios.....</b>					<b>434,45</b>

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE (€)
<b>APARTADO 001.11.02.06 Seguridad en instalaciones eléctricas</b>					
U11027010	ud	<b>Instalación toma de tierra</b> Instalación y montaje de toma de tierra provisional de obra, compuesta de: una pica de acero cobre de 2,5 m de longitud y 18 mm de diámetro, 3 metros de cable de cobre de 50 mm <sup>2</sup> de sección y grapas de conexión a la pica. Incluso desmontaje, sacos de sales electrolíticas y pequeño material.	1,00	166,42	166,42
U11027020	ud	<b>Interruptor diferencial 300 mA</b> Suministro, instalación y desmontaje de interruptor diferencial de media sensibilidad de 300 mA.	1,00	198,80	198,80
U11027030	ud	<b>Interruptor diferencial 30 mA</b> Suministro, instalación y desmontaje de interruptor diferencial de alta sensibilidad de 30 mA.	1,00	134,78	134,78
U11027050	ud	<b>Cuadro eléctrico 12 kW</b> Suministro, instalación y montaje de cuadro eléctrico provisional de obra para potencia máxima de 12 kW, formado por: armario de distribución, tres tomas 2P+T de 16 A 220V, dos tomas de 3P+N+T de 16A 380 V y una toma de 3P+N+T de 32A 380 V, con 1 diferencial 4P 40 A 30 mA , magnetotérmicos 4P 32 A 6 kA C, 1P+N 16 A kA C y 3P 16 A 6 kA C. Incluso desmontaje. Amortizable en 3 usos.	1,00	530,61	530,61
<b>TOTAL APARTADO 001.11.02.06 Seguridad en instalaciones eléctricas.....</b>					<b>1.030,61</b>

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE (€)
<b>APARTADO 001.11.02.07 Balizamiento</b>					
U11028010	ud	<b>Cono de balizamiento 50 cm estándar</b> Suministro y colocación de cono de balizamiento reflectante de 50 cm de altura, de plástico. Incluso colocación y retirada. Amortizable en 5 usos.	10,00	2,18	21,80
U11028120	m	<b>Malla de polietileno tipo stopper</b> Suministro y colocación de metro lineal de malla tipo stopper de polietileno alta densidad con tratamiento antiultravioleta, color naranja de 1,00 m de altura, sustentada mediante barras de acero corrugado D=12 mm. Incluso instalación y desmontaje.	100,00	2,07	207,00
<b>TOTAL APARTADO 001.11.02.07 Balizamiento .....</b>					<b>228,80</b>
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 001.11.002 Protecciones colectivas .....</b>					<b>2.483,80</b>



CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE (€)
<b>SUBCAPÍTULO 001.11.003 Higiene y bienestar</b>					
<b>APARTADO 001.11.03.01 Acometidas a casetas</b>					
U11031010	m	<b>Acometida eléctrica</b> Acometida provisional de electricidad a caseta de obra desde el cuadro general, según normativa compañía suministradora, mediante manguera flexible de tensión nominal de 750 V, incorporando conductor para toma de tierra. Incluso demolición de firmes, movimiento de tierras y posterior reposición y transporte interior obra de productos resultantes. Totalmente ejecutada.	50,00	21,41	1.070,50
U11031020	m	<b>Acometida abastecimiento</b> Acometida provisional de abastecimiento de agua desde la red general municipal de agua para el consumo humano, realizada en tubo de PE de DN 25 y PN 16 máxima, con piezas especiales y conexión según normativa vigente de Canal de Isabel II. Incluso demolición de firmes, movimiento de tierras y posterior reposición y transporte interior obra de productos resultantes. Totalmente ejecutada.	50,00	96,22	4.811,00
U11031050	ud	<b>Depósito de agua de 1000 L</b> Suministro y colocación de depósito de polietileno de alta densidad con capacidad para 1000 litros resistente a rayos ultravioleta, con parte externa reforzada con estructura metálica de acero y resistente al óxido, paletizable. Incluso llenado de agua y retirada. Amortizable en 5 usos.	1,00	64,65	64,65
<b>TOTAL APARTADO 001.11.03.01 Acometidas a casetas .....</b>					<b>5.946,15</b>

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE (€)
<b>APARTADO 001.11.03.02 Alquiler de locales prefabricados</b>					
<b>U11032020</b>	<b>mes</b>	<b>Alquiler de caseta de obra para aseos, 8 m2</b>			
		Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos en obra de 8 m2, compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalaciones de fontanería, saneamiento y electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, termo eléctrico de 50 L, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo contrachapado hidrófugo con capa antideslizante, revestimiento de tablero en paredes, dos inodoros, dos platos de ducha y tres lavabos con grifos y puerta de madera en inodoro y cortina en ducha. Instalación eléctrica con alumbrado y enchufes. Incluso instalación, transporte y retirada.	7,50	138,58	1.039,35
<b>U11032050</b>	<b>mes</b>	<b>Alquiler de caseta de obra para vestuarios, 14 m2</b>			
		Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios en obra de 14 m2, compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes. Incluso instalación, transporte y retirada.	14,00	191,33	2.678,62
<b>U11032090</b>	<b>mes</b>	<b>Alquiler de caseta de obra para oficina, 14 m2</b>			
		Mes de alquiler de caseta prefabricada para oficina en obra de 14 m2, compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes. Incluso instalación, transporte y retirada.	7,50	150,54	1.129,05
<b>U11032110</b>	<b>mes</b>	<b>Alquiler de caseta de obra para comedor, 18 m2</b>			
		Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor en obra de 18 m2, compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes. Incluso instalación, transporte y retirada.	7,50	192,39	1.442,93
<b>TOTAL APARTADO 001.11.03.02 Alquiler de locales prefabricados .....</b>					<b>6.289,95</b>

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE (€)
<b>APARTADO 001.11.03.03 Equipamiento de locales</b>					
U11033010	ud	<b>Percha para aseos o duchas</b> Suministro y colocación de perchas para aseos o duchas como mobiliario provisional para local de aseos y vestuarios. Incluso instalación. Amortizable en 3 usos.	6,00	3,43	20,58
U11033020	ud	<b>Jabonera industrial 1 L</b> Suministro y colocación de dispensador de jabón líquido con capacidad 1 L como mobiliario provisional para local de aseos y vestuarios. Incluso instalación. Amortizable en 3 usos.	4,00	13,40	53,60
U11033030	ud	<b>Secamanos eléctrico</b> Suministro y colocación de secamanos eléctrico como mobiliario provisional para local de aseos y vestuarios. Incluso instalación. Amortizable en 5 usos.	2,00	23,32	46,64
U11033040	ud	<b>Espejo vestuarios y aseos</b> Suministro y colocación de espejo como mobiliario provisional para local de aseos y vestuarios. Incluso instalación. Amortizable en 5 usos.	2,00	6,64	13,28
U11033050	ud	<b>Portarrollos industrial</b> Suministro y colocación de portarrollos industrial con cerradura como mobiliario provisional para local de aseos. Incluso instalación. Amortizable en 5 usos.	2,00	6,22	12,44
U11033060	ud	<b>Contenedor de residuos</b> Suministro y colocación de contenedor de residuos pequeño como mobiliario provisional para local de aseos, vestuarios y comedores. Incluso instalación. Amortizable en 5 usos.	1,00	5,57	5,57
U11033070	ud	<b>Taquilla metálica individual</b> Suministro y colocación de taquilla metálica individual con cerrojo como mobiliario provisional para local de vestuarios. Incluso instalación. Amortizable en 5 usos.	15,00	15,23	228,45
U11033080	ud	<b>Banco madera para 5 personas</b> Suministro y colocación de banco de madera para 5 personas como mobiliario provisional para local de vestuarios y comedor. Amortizable en 10 usos.	3,00	8,95	26,85

## Presupuestos parciales

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE (€)
U11033100	ud	<b>Botiquín de urgencias</b> Suministro y colocación de botiquín de urgencias como material sanitario de primeros auxilios. Amortizable en 10 usos.	3,00	9,49	28,47
U11033130	ud	<b>Papelera</b> Suministro y colocación de papelera como mobiliario provisional para locales de oficinas y primeros auxilios. Amortizable en 10 usos.	5,00	2,46	12,30
U11033150	ud	<b>Material sanitario</b> Suministro de material sanitario general de primeros auxilios compuesto por: caja de tiritas, paquete de algodón, rollo de esparadrapo, caja de analgésico de ácido acetilsalicílico, paracetamol e ibuprofeno, botella de agua oxigenada y botella de alcohol de 96° para el botiquín de urgencia.	3,00	35,52	106,56
U11033160	ud	<b>Mesa melamina para 10 personas</b> Suministro y colocación de mesa de melamina para 10 personas como mobiliario provisional para local comedor. Amortizable en 10 usos.	2,00	15,42	30,84
U11033170	ud	<b>Horno microondas 18 L, 700W</b> Suministro y colocación de horno microondas de 18 L de capacidad y 700 W de potencia para local comedor. Amortizable en 10 usos.	2,00	12,92	25,84
<b>TOTAL APARTADO 001.11.03.03 Equipamiento de locales .....</b>					<b>611,42</b>

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE (€)
<b>APARTADO 001.11.03.04 Mano de obra de seguridad y salud</b>					
U11034010	ud	Reunión mensual del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo Reunión mensual del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo (cuando sea necesaria su constitución, según legislación vigente).	6,00	120,27	721,62
U11034030	h	Limpieza y mantenimiento locales Mano de obra empleada en limpieza y mantenimiento de locales e instalaciones para el personal.	100,00	15,52	1.552,00
TOTAL APARTADO 001.11.03.04 Mano de obra de seguridad y salud .....					<b>2.273,62</b>
TOTAL SUBCAPÍTULO 001.11.003 Higiene y bienestar .....					<b>15.121,14</b>
TOTAL CAPÍTULO 001.11 Seguridad y salud .....					<b>22.699,38</b>



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Anejo Nº 12. Estudio de Seguridad y Salud

3.2-Resumen de Presupuestos

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE
<b>001.11</b>	<b><i>Seguridad y salud</i></b>	<b>22.699</b>
001.11.001	Protecciones individuales .....	5.094
001.11.01.01	Protección de la cabeza .....	275
001.11.01.02	Protecciones faciales y oculares .....	281
001.11.01.03	Protecciones de las vías respiratorias.....	256
001.11.01.04	Protección total del cuerpo .....	1.050
001.11.01.05	Protecciones auditivas.....	640
001.11.01.06	Protecciones anticaídas .....	317
001.11.01.07	Protecciones de manos y brazos .....	467
001.11.01.08	Protecciones de pies y piernas .....	1.809
001.11.002	Protecciones colectivas .....	2.484
001.11.02.01	Señalización provisional de obra .....	208
001.11.02.02	Cerramientos .....	504
001.11.02.04	Ventilación.....	78
001.11.02.05	Seguridad contra incendios .....	434
001.11.02.06	Seguridad en instalaciones eléctricas.....	1.031
001.11.02.07	Balizamiento .....	229
001.11.003	Higiene y bienestar .....	15.121
001.11.03.01	Acometidas a casetas .....	5.946
001.11.03.02	Alquiler de locales prefabricados .....	6.290
001.11.03.03	Equipamiento de locales .....	611
001.11.03.04	Mano de obra de seguridad y salud .....	2.274
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>22.699,38</b>

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de VEINTIDOS MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Anejo Nº 12. Estudio de Seguridad y Salud

4.-PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE (€)
001.11	Seguridad y salud .....	22.699,38
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		22.699,38

***Esta operación podrá cofinanciarse con el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, con recursos del REACT-UE, en el marco del PO de la Comunidad de Madrid 2014/2020, como parte de la respuesta de la Unión a la pandemia de COVID-19.***

*Asciende el presente presupuesto base de licitación a la expresada cantidad de:*  
VEINTIDOS MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS CON TREINTA Y OCHO  
CÉNTIMOS (22.699,38 €)

Madrid, a Junio de 2021

Fdo.: D. Jose Manuel Clamagirand García  
El Ingeniero Autor del Proyecto

Fdo.: D. Jose Manuel Clamagirand García  
El Autor del Estudio de Seguridad y Salud

Fdo.: D. Javier Urquiza López  
V.ºB.º Responsable de Proyectos

Firmas manuscritas ocultas por protección de datos



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Anejo Nº 12. Estudio de Seguridad y Salud

5.-PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

Presupuesto base de licitación

CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE (€)
001.11	Seguridad y salud .....	22.699,38
	<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>22.699,38</b>
	13,00 % Gastos generales .....	2.950,92
	6,00 % Beneficio industrial .....	1.361,96
	<b>SUMA</b>	<b>27.012,26</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN</b>	<b>27.012,26</b>

*Esta operación podrá cofinanciarse con el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, con recursos del REACT-UE, en el marco del PO de la Comunidad de Madrid 2014/2020, como parte de la respuesta de la Unión a la pandemia de COVID-19.*

*Asciende el presente presupuesto base de licitación a la expresada cantidad de:*  
VEINTISIETE MIL DOCE EUROS CON VEINTISEIS CÉNTIMOS (27.012,26 €)

Madrid, a Junio de 2021

Fdo.: D. Jose Manuel Clamagirand García  
El Ingeniero Autor del Proyecto

Fdo.: D. Jose Manuel Clamagirand García  
El Autor del Estudio de Seguridad y Salud

Fdo.: D. Javier Urquiza López  
V.ºB.º Responsable de Proyectos

Firmas manuscritas ocultas por protección de datos



## ANEJO Nº 13.- ESTUDIO INTERFERENCIAS





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Anejo Nº 13. Estudio interferencias

ÍNDICE

1.	OBJETO DEL DOCUMENTO	4
2.	INTERFERENCIAS	5
2.1	Modificación cuadro de distribución BT AMPSO 1	5
2.2	Modificación cuadro de distribución BT AMPSO 2	6





**PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA**  
**Anejo Nº 13. Estudio interferencias**

## **1. OBJETO DEL DOCUMENTO**

El objeto del presente documento es definir las interferencias que se pueden producir por la implantación de las plantas fotovoltaicas en la ETAP de Majadahonda.

La construcción de este tipo de obras provoca la interacción con otras instalaciones o servicios existentes en la actualidad o proyectados para su futura construcción.

Con vistas a determinar las posibles interferencias antes de iniciar las obras, el Contratista procederá a una campaña de investigación, revisando los servicios aportados en el Proyecto y ampliándolos en su caso con los datos aportados por el Canal de Isabel II.

## 2. INTERFERENCIAS

Las posibles interferencias que se describen en este documento son:

INTERFERENCIAS	AFECCIONES	
	CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA	ABASTECIMIENTO AGUA
<b>ACTUACIONES EN CUBIERTAS</b>		
Montaje de planta FV	NO	NO
Canalización en cubiertas	NO	NO
Cableado BT	NO	NO
<b>BARRA DE BT CENTRO DE TRANSFORMACIÓN AMPSO 1</b>		
Modificación del cuadro de distribución de BT	SI	SI
<b>BARRA DE BT CENTRO DE TRANSFORMACIÓN AMPSO 2</b>		
Modificación del cuadro de distribución de BT	SI	SI
<b>PUESTA EN MARCHA</b>		
Instalación y puesta en marcha	NO	NO

En los siguientes apartados se describen las interferencias con sus respectivas afecciones.

Los plazos y fechas que se muestran a continuación pueden variar dependiendo de la obtención de permisos, aprobación de documentos u otras incidencias.

En el Anejo 20 de este documento se puede ver el **cronograma** completo con todas las **interferencias** referenciadas a fechas aproximadas.

Las interferencias descritas no causaran problemas al suministro de agua.

### 2.1 Modificación cuadro de distribución BT AMPSO 1

Una de las necesidades del proyecto es modificar el cuadro de distribución de baja tensión existente en el centro de transformación AMPSO 1. Dicho cuadro alimenta las bombas, válvulas y compuertas correspondientes al Depósito Antiguo.

La modificación que se plantea consiste en ampliar el Cuadro General de Distribución en un módulo más correspondiente a FV, albergando un nuevo disyuntor para la planta fotovoltaica, y las protecciones necesarias para los servicios auxiliares. Una vez este todo preparado, se realizará el descargo de dicho centro para acoplar al cuadro de FV a la barra de baja tensión de AMPSO 1. Para ello, es necesario:

- Montaje

INTERFERENCIA	DURACIÓN	TRABAJOS A REALIZAR	OBSERVACIONES
MODIFICACIÓN CUADRO DE DISTRIBUCIÓN BT	5 DÍAS (CGD sin tensión 1 DIA)	MONTAJE	Descargo de cuadro de distribución. Bombas, compuertas y válvulas inutilizadas.
<b>FECHA INICIO PRUEBA PLANTA FOTOVOLTAICA</b>			

## 2.2 Modificación cuadro de distribución BT AMPSO 2

La otra necesidad del proyecto consiste en modificar el cuadro de distribución de baja tensión existente en el centro de transformación AMPSO 2. Dicho cuadro alimenta las bombas, válvulas y compuertas correspondientes a la zona noroeste de la ETAP de Majadahonda.

La modificación que se plantea consiste en introducir en el Cuadro General de un nuevo disyuntor correspondiente a FV en un hueco existente en el propio cuadro AMPSO 2. Una vez este todo preparado, se realizará el descargo de dicho centro para acoplar al cuadro de FV a la barra de baja tensión de AMPSO 2. Para ello, es necesario:

- Puesta en marcha celda

INTERFERENCIA	DURACIÓN	TRABAJOS A REALIZAR	OBSERVACIONES
MODIFICACIÓN CUADRO DE DISTRIBUCIÓN BT	1 DIA	MONTAJE	Descargo de cuadro de distribución. Bombas, compuertas y válvulas inutilizadas.
<b>FECHA INICIO PRUEBA PLANTA FOTOVOLTAICA</b>			

### Metodología:

- En primer lugar, se efectuarán las obras de las plantas fotovoltaicas. Cuando estas estén llegando a su fin, se tomarán las medidas necesarias para solicitar al Ministerio de Industria la puesta en marcha de la planta.
- Cuando se obtenga la licencia de puesta en marcha, se tendrán los cuadros de BT, que se van a acoplar a las barras de los centros de transformación en punta, preparados para la operación.
- Se procederá al descargo de los centros de transformación. Es imprescindible que dicho descargo dure lo menos posible para garantizar el funcionamiento de las instalaciones lo antes posible.
- Con los centros descargados se procederá a la conexión de los cuadros a las barras de baja tensión.
- La toma de medidas y pruebas de control de planta que se realizarán durante la siguiente semana no tendrán afección sobre el anillo ni el cuadro de válvulas de la ETAP de Majadahonda. No se realizarán más descargos.



## ANEJO Nº 14.- ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA ETAP DE MAJADAHONDA  
Anejo Nº 14. Estudio de campos magnéticos

ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
1.1 Definiciones	4
1.2 Desarrollo	5
<b>2. ANTECEDENTES</b>	<b>7</b>
<b>3. NORMATIVA</b>	<b>10</b>
<b>4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN</b>	<b>11</b>
<b>5. MEDIDAS A TOMAR PARA MITIGACIÓN DE CAMPOS</b>	<b>12</b>
<b>6. CÁLCULOS</b>	<b>13</b>
6.1 Cálculo de cables en terna de Línea de baja tensión 400 V	13
6.2 Cálculo de cables Generación DC 1000 V- Inversores string	16
6.3 Cálculo de campos en bloque de potencia	16

## 1. INTRODUCCIÓN

La actual preocupación debida a la influencia de los campos electromagnéticos en la salud de las personas deriva en la revisión del cumplimiento de unos valores límite en las edificaciones y lugares que sean susceptibles de generar campos.

En este sentido las empresas eléctricas están recopilando datos, para la toma de medidas respecto a la exposición a campos. La normativa actual tiene en cuenta estos efectos de exposición y se ha actualizado en la redacción de proyectos la necesidad de cálculos de posible exposición.

### 1.1 Definiciones

A continuación, se generan las definiciones de los términos más complejos del presente documento:

- Campo electromagnético: Los Campos electromagnéticos comprenden los campos estáticos (CEM), los campos de frecuencia extraordinariamente baja (FEB) y los campos de radio frecuencia (RF) desde 0 Hz hasta 300 GHz.
- Corriente de contacto (IC): Al poder ser cargado un objeto metálico por el campo se define la corriente de contacto entre la persona y el objeto en Amperios.
- Densidad de corriente (J): Corriente que fluye por una unidad de sección transversal perpendicular a la dirección de corriente, en un conductor volumétrico (que puede ser el cuerpo humano o parte de este) ( $A/m^2$ )
- Intensidad de campo eléctrico (E): Fuerza ejercida sobre una partícula cargada independientemente de su movimiento en el espacio (V/m)
- Intensidad de campo magnético (H): Junto con la inducción magnética determina un campo magnético en cualquier punto del espacio (A/m)
- Densidad de flujo magnético o inducción magnética (B): Da lugar a una fuerza que actúa sobre cargas en movimiento (T)
- Densidad de potencia (S): Potencia radiante que incide perpendicular a una superficie dividida por el área de superficie ( $W/m^2$ )
- Absorción específica de energía (SA): Energía absorbida por unidad de masa de tejido biológico. ( $J/kg$ )
- Tasa de absorción específica de energía (SAR): Energía que es absorbida por unidad de masa de tejido corporal ( $W/kg$ ). Se utiliza para relacionar efectos adversos térmicos a la exposición con RF.



## 1.2 Desarrollo

Los campos electromagnéticos son aquellos que han sido generados por el paso de una corriente eléctrica a través de un material conductor.

A través de la Ley de Biot-Savart se deduce el campo magnético B creado por un circuito de forma cualquiera, recorrido por una corriente de intensidad i.

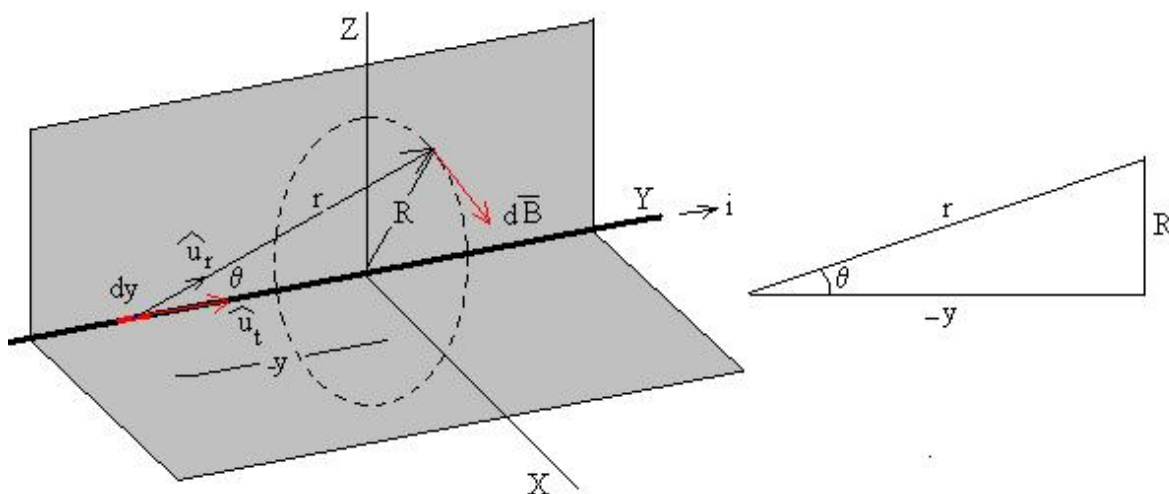
$$B = \frac{\mu_0^i}{4\pi} \oint \frac{u_t \times u_r}{r^2} dl$$

Donde:

$u_t$  es un vector unitario cuya dirección es tangente al circuito y que indica el sentido de la corriente en la posición donde se encuentra el elemento dl.

$u_r$  es un vector unitario que señala la posición del punto P respecto del elemento de corriente.

Si establecemos el cálculo del campo magnético producido por una corriente rectilínea tendremos la siguiente figura.

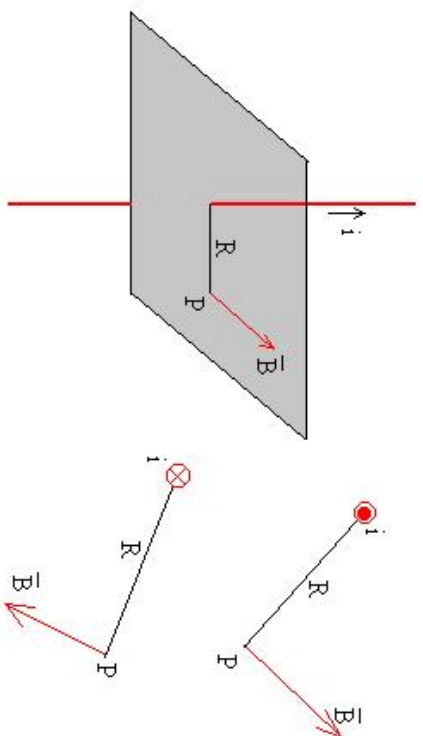


El campo magnético B producido por el hilo rectilíneo en el punto P tiene una dirección perpendicular al plano formado por la corriente rectilínea y el punto P, y sentido el que resulta de la aplicación de la regla del sacacorchos al producto vectorial  $u_t \times u_r$ .

$$B = \frac{\mu_0^i}{4\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\text{sen}\theta}{r^2} dy = \frac{\mu_0^i}{4\pi R^2} \int_{-\infty}^{+\infty} \text{sen}\theta d\theta$$

$$R = r \cdot \cos\theta; R = -y \cdot \tan\theta$$

$$B = \frac{\mu_0^i}{2\pi R}$$



En este cálculo se establece la corriente rectilínea sin calcular la sección de corriente de un cable al disponer de distancias muy superiores al diámetro de los conductores de tal manera que se reduce el cálculo.

## 2. ANTECEDENTES

Se deben definir los elementos existentes actualmente en la zona para observar las nuevas zonas creadas para el estudio de afección por campos magnéticos.

La planta se va a integrar en la Estación de Tratamiento de Agua Potable de Colmenar. Al tratarse de un complejo industrial, existen varios elementos que actualmente generan una afección a los campos electromagnéticos de la zona.



**Figura 2-1** Vista general ETAP Majadahonda

Se mencionarán cuatro de estos elementos, bien por su cercanía a la planta fotovoltaica o bien por su importancia en términos de potencia. La zona de actuación dispone en la actualidad de cuatro zonas claramente diferenciadas con efectos posibles magnéticos debidos a alternadores, transformadores o zonas de agrupación:

- Centro de Transformación AMPSO 1: Este centro de potencia consta de dos transformadores con una potencia de 1.000 kVA cada uno, dedicados a alimentar el cuadro general de baja



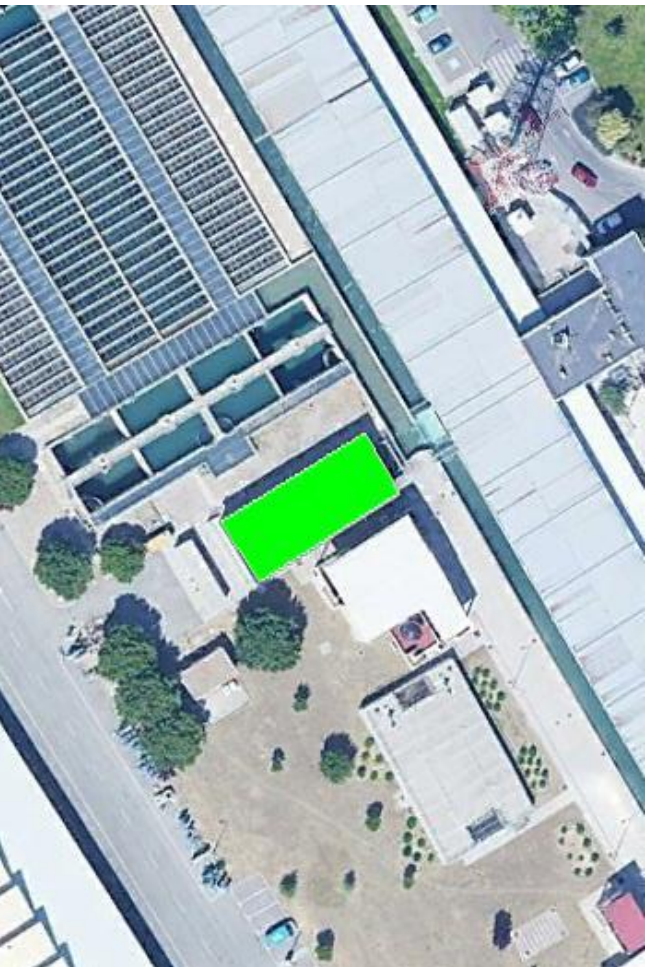
tensión (CGBT) del centro. A este CGBT se conectarán la planta fotovoltaica 2. Además, existe un transformador de 100 kVA para consumos adicionales y otro transformador de reserva.



**Figura 2-2**

**Vista Centro de Transformación AMPSO 1**

- Centro de Transformación AMPSO 2: Este centro de potencia consta de dos transformadores con una potencia de 1.250 kVA cada uno, dedicados a alimentar el cuadro general de baja tensión (CGBT) del centro. A este CGBT se conectará la planta fotovoltaica 1.



**Figura 2-3**

**Vista Centro de Transformación AMPSO 2**

- Zona de agrupación de la Planta 1: esta zona se considerará por el hecho de que en un espacio reducido se acumulan 5 inversores string y una caja de agrupación fotovoltaica, con el correspondiente cableado.
- Zona de agrupación de la Planta 2: esta zona se considerará por el hecho de que en un espacio reducido se acumulan 5 inversores string y una caja de agrupación fotovoltaica, con el correspondiente cableado.

### 3. **NORMATIVA**

La normativa que aplica al estudio de campos magnéticos en las proximidades de la instalación es la siguiente:

- RD 337/2014 de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- ITC RAT 14. Instrucciones eléctricas de interior y en concreto el punto 4.7 Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
- RD 1066/2001 de 28 de septiembre por el que se aprueba el reglamento que establece las condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

#### 4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Se dispondrá de las siguientes instalaciones que serán estudiadas.

- Campo FV. El campo FV dispondrá de una tensión de 1.100 Vcc máxima. Se dispone de dos circuitos diferenciados:
  - String. La intensidad máxima será de 10,32 A, que es el valor de intensidad de cortocircuito de los módulos fotovoltaicos. Al conectarse en serie la intensidad de uno es la intensidad de la serie.
  - Cableado de Baja tensión Vcc en las bandejas de entrada a los inversores.
  - Inversor String. Los inversores convierten 1.100 Vcc a 400 Vac. Cada inversor string dispondrá de una intensidad máxima de 168,8 A y están conectados con el centro de transformación mediante cables tendidos en bandeja.
  - Cableado de baja tensión Vca entre inversor y transformador, tendidos sobre bandeja.
- Centros de Transformación. Los bloques de potencia ya existentes contienen dos transformadores de 1.000 kVA en el caso de AMPSO 1 y dos de 1.250 kVA en el caso de AMPSO 2, además de los cuadros y celdas pertinentes. Se asume que estos centros cumplen con la normativa establecida.



## 5. MEDIDAS A TOMAR PARA MITIGACIÓN DE CAMPOS

En general para evitar campos magnéticos se tomarán las siguientes medidas en el proyecto:

- Los conductores de FV de 1.100 Vcc discurrirán con los polos positivos y negativos lo más cercano posible. Se debe tener en cuenta no obstante que esta distancia también debe ser tal, que permita clasificar el sistema FV como de clase II por lo que debe existir cierta distancia entre polos, sobre todo en cuadros de agrupación y cajas de derivación si existieran.
- La disposición de la línea de evacuación en su recorrido por el depósito en la canalización de fabrica in situ, se realizará adoptando ternas.
- Todos los pasos sobre canalizaciones metálicas dispondrán de su correspondiente puesta a tierra.
- Los transformadores y celdas de media tensión se suministrarán cumpliendo la normativa IEC/TR 62271-208.

Lo valores de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz - 300 GHz valores rms imperturbados) se obtienen del cuadro 2 del RD 1066/2001 siguiente:

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m²)
0-1 Hz	—	$3,2 \times 10^4$	$4 \times 10^4$	—
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	—
8-25 Hz	10.000	$4.000/f$	$5.000/f$	—
0,025-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	—
0,8-3 kHz	$250/f$	5	6,25	—
3-150 kHz	87	5	6,25	—
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	—
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	—
10-400 MHz	28	$0,73/f$	0,092	2
400-2.000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Figura 5-1 Cuadro 2, valores de referencia (0 Hz – 300 GHz) RD 1066/2001

Estos niveles de referencia de la exposición sirven para ser comparados con los valores de las magnitudes medidas. Siempre que se respeten estos valores de referencia se asegurará respeto a las restricciones básicas.

En el caso que nos aplica dispondremos de dos zonas de comprobación:

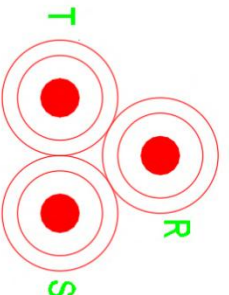
Circuito	F	E (V/m)	H (A/m)	B(μT)
1.100 Vcc	0-1Hz	-	$3,2 \times 10^4$	$4 \times 10^4$
400Vac	0,025-0,8 kHz	5000	80	100

## 6. CÁLCULOS

### 6.1 Cálculo de cables en terna de Línea de baja tensión 400 V

La línea de baja tensión de 400 V discurre primero a través de la planta fotovoltaica sobre bandejas Y, en el caso de la Planta 2, desciende del muro para entrar en zanja a través de una arqueta. Esta zanja conduce la línea hasta el centro de transformación.

Los cables de línea de evacuación se dispondrán en terna en todo su recorrido. El campo magnético que existe en un punto P genérico está determinado por los campos generados por las 3 fases.

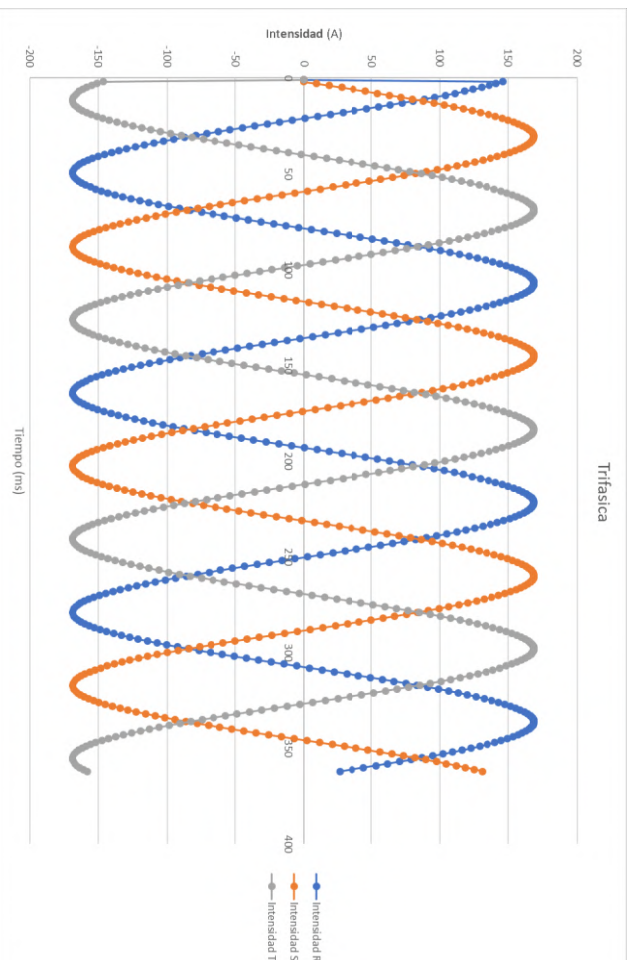


$$B_p = \sum B_{p,i} = B_{p,R} + B_{p,S} + B_{p,T}$$

Se considera que la intensidad circula en una zona puntual en el centro del cable y no en la sección de este. Por lo que:

$$B_{p,R} = \mu \cdot \frac{i_R}{2\pi r}; B_{p,S} = \mu \cdot \frac{i_S}{2\pi r}; B_{p,T} = \mu \cdot \frac{i_T}{2\pi r}$$

Siendo un circuito trifásico equilibrado y tomando la intensidad máxima como 168,8 A disponemos de las siguientes intensidades.



Para los cálculos en puntos donde las distancias de la terna sean distintas se toman las siguientes intensidades:

$$i_R = 168,8 \text{ A}; i_S = -84,4 \text{ A}; i_T = -84,4 \text{ A}$$

$$\text{Se toma } \mu = 4\pi \cdot 10^{-7}$$

### Cálculo de afectación de línea 400 V sobre chapa canalización en muro

El primer punto de afectación de la línea de 400 V que se calculará es la subida al muro perimetral, antes de introducirse en la arqueta para llegar a la zanja. También será necesario estudiar su afectación una vez discurre enterrado en zanja.

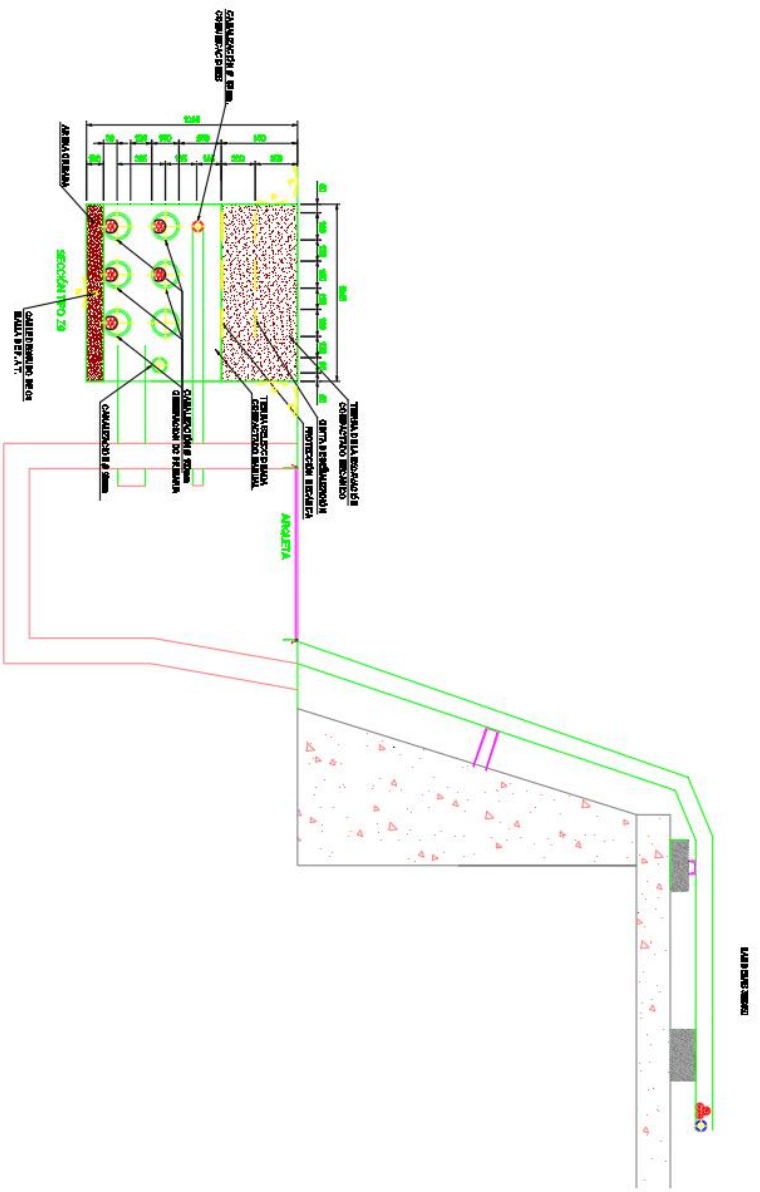


Figura 6-1 Línea de evacuación 400 V. Afectación en muro y entrada en zanja

Los cables se disponen en la bandeja en ternas como muestra la siguiente figura.

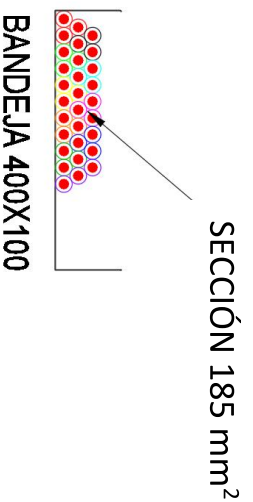
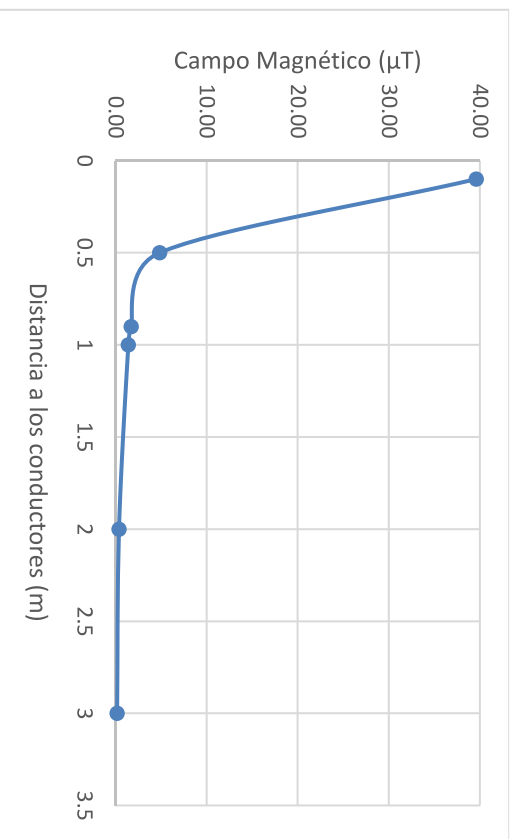


Figura 6-2 Disposición de los cables en conducción en bandeja



La gráfica anterior muestra el campo magnético resultante de dicha disposición a distintas distancias. Como se puede observar, el valor máximo se alcanza para una distancia a los conductores de 100 mm y es de 39,61  $\mu\text{T}$ . A medida que aumenta la distancia el campo disminuye exponencialmente, ya que la disposición en ternas hace que los campos de cada una de las fases se anulen entre sí.

$$39,61 \mu\text{T} < 100 \mu\text{T} \text{ CUMPLE}$$

Se debe resaltar que todas las piezas metálicas no obstante deberán disponer de una puesta a tierra al cable de tierra tendido en la canalización para evitar corrientes inducidas, tanto chapas como perfiles.

#### Cálculo de afectación de línea 400 V bajo zanja

Tras entrar en la arqueta, los conductores se dirigen al centro de transformación en una zanja de baja tensión como se muestra en la siguiente figura.

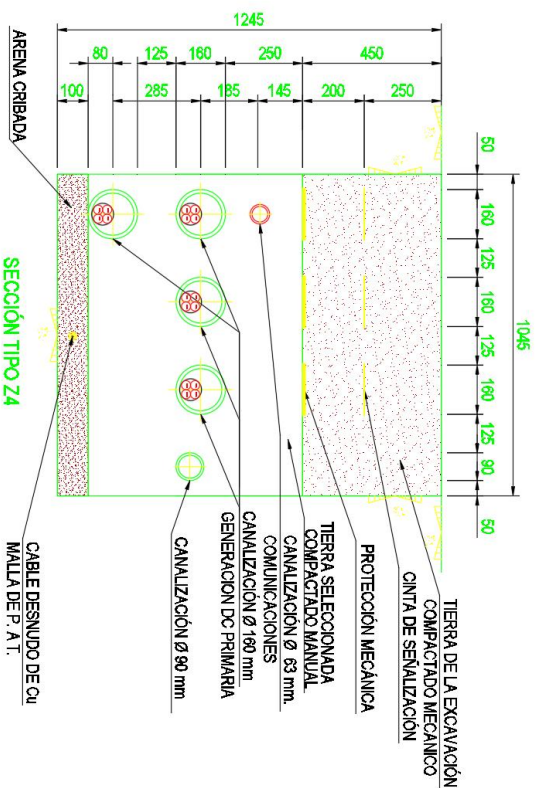


Figura 6-3

Disposición de los cables en canalización enterrada

El campo generado por esta disposición en el punto inmediatamente superior a la arqueta es de  $1,71 \mu T$ .

$$1,71 \mu T < 100 \mu T \text{ CUMPLE}$$

## 6.2 Cálculo de cables Generación DC 1000 V- Inversores string

Los cables de corriente continua discurren por la planta fotovoltaica desde los módulos hasta los inversores string. Por tanto, únicamente se encuentran en la cubierta, y al ser ésta una zona restringida al público en general y a los operarios de mantenimiento estando en funcionamiento, no existirá afección al público por exposición de campos electromagnéticos en esta zona.

No obstante, se establece que, al no disponer de excesivo espacio, los conductores positivo y negativo estarán tendidos de manera usual cercanos. En este caso si se compromete el riesgo eléctrico en instalaciones aisladas de tierra, pero se debe sumar a la necesidad de disminuir los campos electromagnéticos de exposición, a que estos también están asociados a la captación de rayos.

Por lo tanto, la zona de captación solar dispondrá de bucles entre positivo y negativo que dispongan de área mínima para minimizar esta superficie de captación de rayo y para eso deberán estar situados lo más cercano posible, guardando una pequeña distancia de seguridad que no será menor a 0,5 cm.

## 6.3 Cálculo de campos en bloque de potencia

No procede en este proyecto al no necesitar el diseño específico de un bloque de potencia.