

AUTOR: ION ROMERO HERNÁNDEZ  
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL COL. 9542 (COITIAR)  
TELF: 649216973 / MAIL: IRHARAGON@COITIAR.ES

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440WP  
AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO

SOLICITANTE: AYUNTAMIENTO DE FUENTESPALDA  
CALLE MAYOR 13, 44587 FUENTESPALDA (TERUEL)

15/10/2018

DOCUMENTO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 1 de 84
--	---	----------------

## ÍNDICE

### DOCUMENTO 1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1.- ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN .....	3
1.2.- OBJETO DEL PROYECTO.....	3
1.3.- EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.....	4
1.4.- LEGISLACIÓN, REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE.....	5
1.4.1.- EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	7
1.5.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA .....	8
1.5.1.- DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA .....	9
1.5.2.- DATOS BÁSICOS DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA .....	10
1.5.3.- MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....	12
1.5.3.1.- Características eléctricas .....	12
1.5.3.2.- Características físicas.....	13
1.5.4.- VARIADOR DE FRECUENCIA.....	14
1.5.4.1.- Características eléctricas .....	15
1.5.4.2.- Características físicas.....	15
1.5.5.- FILTROS DEL VARIADOR DE FRECUENCIA.....	16
1.5.5.1.- Filtro para sobretensiones .....	16
1.5.5.2.- Filtro para corrientes EDM.....	17
1.5.5.3.- Filtros seleccionados .....	19
1.5.6.- PROTECCIONES Y SECCIONAMIENTO .....	20
1.5.6.1.- Protección contra contactos directos .....	20
1.5.6.2.- Protección contra contactos directos / indirectos .....	20
1.5.6.3.- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.....	21
1.5.6.4.- Protección contra sobretensiones .....	21
1.5.6.5.- Protección contra rayo .....	22
1.5.6.5.- Puesta a tierra .....	22
1.5.6.6.- Seccionamiento .....	23
1.5.7.- CONDUCTORES Y CANALIZACIONES .....	24
1.5.7.1.- Conductores .....	24
1.5.7.2.- Canalizaciones .....	24
1.5.8.- ESTRUCTURA .....	25
1.5.8.1.- Preparación del terreno y movimiento de tierras.....	25
1.5.8.2.- Cimentación .....	25
1.5.8.3.- Asiento de pilares.....	25
1.5.8.4.- Pórticos.....	26

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 2 de 84
--	---	----------------

1.5.8.5.- Vigas de atado (correas).....	26
1.5.8.6.- Fijación de los módulos.....	27
1.5.9.- SEGURIDAD .....	27
1.5.10.- MONITORIZACIÓN .....	29
<b>1.6.- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.....</b>	<b>29</b>
<b>1.7.- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>63</b>
1.7.1.- PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES .....	63
1.7.2.- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO .....	68
1.7.3.- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO .....	69
1.7.4.- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONTRUCCIÓN .....	74
1.7.5.- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL. ....	82
<b>1.8.- PLANOS.....</b>	<b>83</b>
<b>1.9.- PRESUPUESTO .....</b>	<b>84</b>
<b>1.10.- CONCLUSIÓN .....</b>	<b>84</b>

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 3 de 84
--	---	----------------

## 1.1.- ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN

Se redacta el presente Proyecto denominado "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61750 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO" por encargo del Ayuntamiento de Fuentespalda, con domicilio social en la calle Mayor, Nº13 de Fuentespalda (Teruel).

La finalidad de la instalación es la de alimentar una de las dos bombas de la instalación de elevación de aguas de la localidad, en la modalidad de autoconsumo aislado de red, evitando así que a la misma se aplique el R.D. 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. Esta exención de aplicación está recogida en el art. 2 del citado Real Decreto.

## 1.2.- OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente Proyecto es establecer y justificar todos los datos constructivos que permitan la ejecución de la instalación y al mismo tiempo exponer ante los Organismos Competentes que las instalaciones que nos ocupan reúnen las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener las autorizaciones y certificados administrativos correspondientes, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicha instalación.

Para ello se presentará la documentación técnica requerida por la Orden EIE/1731/2017 de 5 de octubre, de regulación de determinados procedimientos administrativos en materia de seguridad industrial de las instalaciones eléctricas de baja tensión. En nuestro caso se trata de un local mojado por ser una instalación a la intemperie, 4A (Local mojado), cuya potencia final es de 61440 Wp ( $P_f > 25$  kW), por lo que corresponde la siguiente documentación:

- Formulario de comunicación.
- Proyecto Técnico suscrito por técnico titulado competente.
- Certificado de Dirección de Obra, suscrito por técnico titulado competente.
- Certificado de Inspección Inicial, suscrito por un Organismo de Control.
- Certificado de Instalación Eléctrica, emitido por empresa instaladora.
- Anexo de información al usuario, emitido por la empresa instaladora.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 4 de 84
--	---	----------------

### 1.3.- EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

El sistema geodésico de referencia empleado en los planos es el European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89). El Real Decreto 1071/2007 establece ETRS89 como sistema de referencia geodésico oficial en España para la referenciación geográfica y cartográfica en el ámbito de la Península Ibérica y las Islas Baleares.

Las características de todas las coordenadas indicadas en este Proyecto son:

- Proyección geodésica: Universal Transversal de Mercator (UTM)
- Datum/Elipsoide: ETRS89/GRS80
- Coordenadas en huso original
- Unidades: Metros

La instalación objeto de este proyecto se encuentra en el término municipal de la localidad de La Fresneda (Teruel), situado en:

- Localización: Polígono 11, parcela 1, Masía Aparicio.
- Referencia Catastral: 44119A011000010000ZF
- Titular: Ayuntamiento de Fuentespalda (NIF: P-4411900-F)
- Dirección del titular: Calle Mayor Nº13, 44587 Fuentespalda (Teruel)
- Coordenadas:

Datum:	ETRS89 ▼
Latitud:	40° 47' 47.16" N
Longitud:	0° 5' 49.40" E
Huso UTM:	31
Coord. X:	255.092,85
Coord. Y:	4.520.215,08

Ilustración 1. Coordenadas

La situación y emplazamiento están reflejadas en los planos 1 y 2 respectivamente.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 5 de 84
--	---	----------------

## 1.4.- LEGISLACIÓN, REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE

Consideraciones previas:

**Norma jurídica:** es una regla u ordenación del comportamiento humano dictado por la autoridad competente, con un criterio de valor y cuyo incumplimiento conlleva a una sanción. Generalmente, impone deberes y confiere derechos.

**Ley:** es una norma jurídica dictada por el legislador (poder legislativo), es decir, un precepto establecido por la autoridad competente, en que se manda o prohíbe algo en consonancia con la justicia, y para el bien de los gobernados.

**Reglamento:** es una norma jurídica de carácter general dictada por la Administración pública. Su rango en el orden jerárquico es inmediatamente inferior a la ley, y generalmente, la desarrolla o complementa.

**Decreto:** es un tipo de acto administrativo emanado habitualmente por el poder ejecutivo y que, generalmente, posee un contenido normativo reglamentario.

**Real Decreto:** es una norma jurídica con rango de reglamento, que emana del poder ejecutivo, integrando la potestad reglamentaria de la administración pública. La palabra "Real" hace referencia a que es el propio Rey quien sanciona, y ordena publicar dicho decreto.

**Norma:** es un documento de aplicación voluntaria que contiene especificaciones técnicas basadas en los resultados de la experiencia y del desarrollo tecnológico. Las normas son fruto del consenso entre todas las partes interesadas e involucradas en la actividad objeto de la misma. Además, debe aprobarse por un Organismo de Normalización conocido.

En el contexto de este proyecto, intervienen las normas UNE (Una Norma Española).

Una norma UNE es una especificación técnica de aplicación repetitiva o continuada, establecida con participación de todas las partes interesadas, que aprueba AENOR, organismo reconocido a nivel nacional e internacional por su actividad normativa (Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria). En principio no son de obligada observancia, salvo que la administración competente las haga obligatorias mediante ley, decreto, reglamento, o se exija su cumplimiento en los pliegos de prescripciones técnicas de los proyectos de construcción.

El diseño y la realización de las instalaciones a las que se refiere el presente Proyecto deberán cumplir con lo establecido en la legislación industrial y del sector eléctrico, tanto nacional como autonómica.

En la realización del presente Proyecto se han considerado las siguientes leyes, reglamentos, y normas:

### Ámbito estatal

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el reglamento electrotécnico de baja tensión, junto con sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 1955/2000, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE-CPI/96: Condiciones de protección contra incendios de los edificios.
- Código técnico de la edificación, CTE.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 6 de 84
--	---	----------------

seguridad y salud en el trabajo.

- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Ley 42/2007 de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- REBT 2002 IT-BT-02: Normas de referencia en el reglamento electrotécnico de baja tensión.
- Normas europeas (EN).

#### Ámbito autonómico (Aragón)

- Orden EIE/1731/2017 de 5 de octubre, de regulación de determinados procedimientos administrativos en materia de seguridad industrial de las instalaciones eléctricas de baja tensión.
- Ley 11/2014, de 4 de diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de Aragón.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 7 de 84
--	---	----------------

#### 1.4.1.- EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

La evaluación de impacto ambiental de proyectos es el procedimiento administrativo instrumental que incluye un conjunto de estudios e informes técnicos que permiten estimar los efectos sobre el medio ambiente de la ejecución de proyectos, instalaciones y actividades.

Viene regulada en los artículos 23 a 37 de la Ley 11/2014, de 4 de diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de Aragón.

Los procedimientos de evaluación de impacto ambiental pueden tramitarse de forma ordinaria o simplificada. Se analizarán las características de la instalación objeto de este Proyecto para determinar si está sujeto a evaluación de impacto ambiental, y en caso de estarlo, en qué modalidad (ordinaria o simplificada) ha de tramitarse:

Anexo I, Ap. 3.1 Ley 11/2014 de 4 de diciembre (Evaluación ambiental ordinaria)				
	Venta a red	Cubierta o tejado de edificio existente	Superficie > 100 ha	¿Poyecto sometido a evaluación ambiental?
SI				
NO	NO	NO	NO	NO

Tabla 1. Evaluación de impacto ambiental 1

Anexo I, Ap. 9.1.18 Ley 11/2014 de 4 de diciembre (Evaluación ambiental ordinaria)					
	Ubicado en Espacio Natural Protegido	Venta a red	Cubierta o tejado de edificio existente	Superficie > 10 ha	¿Poyecto sometido a evaluación ambiental?
SI					
NO	NO	NO	NO	NO	NO

Tabla 2. Evaluación de impacto ambiental 2

Anexo II, Ap. 4.8 Ley 11/2014 de 4 de diciembre (Evaluación ambiental simplificada)					
	Contemplado en Anexo I	Venta a red	Cubierta o tejado de edificio existente o suelo urbano	Superficie > 10 ha	¿Poyecto sometido a evaluación ambiental?
SI					
NO	NO	NO	NO	NO	NO

Tabla 3. Evaluación de impacto ambiental 3

Así pues, la instalación objeto del presente Proyecto no está sujeta a evaluación de impacto ambiental contemplada en la Ley 11/2014, de 4 de diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de Aragón.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 8 de 84
--	---	----------------

## 1.5.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

El proyecto objeto de la solicitud consiste en una instalación fotovoltaica de bombeo solar directo aislada de red, que alimentará una de las dos bombas de 30Kw mediante las que se abastece de agua para consumo humano a la localidad de Fuentespalda.

Para ello se instalarán 61440 kWp de potencia solar fotovoltaica mediante 192 paneles de 320 kWp, distribuidos en 5 estructuras, ubicadas en el terreno anexo al que se encuentra la caseta actual de control de las bombas.

El recinto del campo fotovoltaico estará vallado y protegido mediante cámaras de seguridad y sensores de control de acceso, conectados a una central de seguridad con envío de alarmas y acceso remoto permanente vía internet. Las placas fotovoltaicas irán protegidas por un lazo de seguridad que recorrerá todas las series.

Para el control de la bomba se instalará un variador de 30kW que ajustará la velocidad de la bomba a la radiación solar disponible mediante algoritmo MPPT, además de proteger el motor sumergible y enviar datos a la central de monitorización. El variador será programado específicamente para la instalación, para lo que será necesario monitorizar exhaustivamente in situ la instalación durante al menos dos días.

Se instalará una central de motorización que recogerá los parámetros de funcionamiento de la instalación, como irradiancia, energía consumida, frecuencia de funcionamiento de la bomba, señales de nivel de depósito, y todos aquellos parámetros que se consideren oportunos. Los datos recogidos estarán disponibles en una plataforma virtual en la nube disponibles para su consulta por el Ayuntamiento o cualquier entidad autorizada, presentados de una forma útil e inteligible para una persona no experta.



Ilustración 2. Simulación 3D instalación.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 9 de 84
--	---	----------------

### 1.5.1.- DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA

La parcela en la que se pretende realizar la instalación fotovoltaica, está situada en el término municipal de Fuentespalda, a unos 3 kilómetros al sureste de la localidad. Se trata de un terreno anexo a la instalación de elevación de aguas de la localidad de Fuentespalda, cuyo uso será cedido al Ayuntamiento. Su superficie aproximada es de 1750 m<sup>2</sup>, y forma parte de una parcela privada de 421176 m<sup>2</sup>. El terreno tiene una pendiente descendente aproximada de 4° (~ 7%) en dirección Norte-Sur. El camino que la bordea (en la parte derecha de la imagen) es público y hace de división con la parcela contigua.



Ilustración 3. Ortofoto del terreno de la instalación.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 10 de 84
--	---	-----------------

## 1.5.2.- DATOS BÁSICOS DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

### Datos generales:

Localización:	Fuentespalda (Teruel)
Inclinación:	35°
Orientación:	Sur
Desviación (Azimut):	0° (Sur)
Potencia nominal instalación:	30.000 W
Potencia pico generador fotovoltaico:	61.440 W

### Equipos principales:

Módulos Fotovoltaicos:	VIKRAM SOLAR ELDORA VSP.72.320.03
Potencia pico módulo ( $W_p$ ):	320 W
Tensión de circuito abierto del panel ( $V_{oc}$ ):	37,65 V
Nº de módulos:	192
Módulos por serie:	12
Nº de series en paralelo:	16
Variador:	VMC LSLV 0300 S100-4
Controlador Variador:	VMC CBS COMPACT
Potencia Variador:	30 kW
Alimentación:	Directa BUS DC Variador
Kit autónomo FV:	320 Wp, R/C MPPT, inversor 800 W, batería 250 Ah

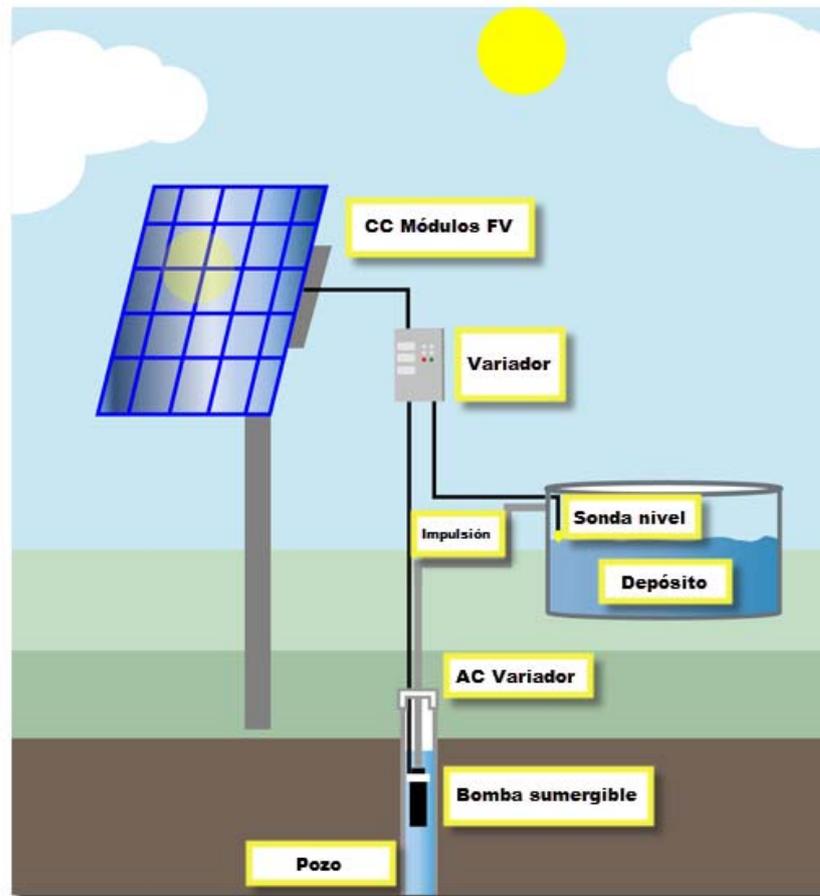


Ilustración 4. Esquema de bombeo solar directo

La producción de energía se realizará por medio de un sistema generador de 192 módulos fotovoltaicos, mediante 16 series de 12 módulos en paralelo marca VIKRAM SOLAR ELDORA VSP.72.320.03 de 320 Wp, que alimentarán directamente el BUS de corriente continua del variador. El variador irá instalado en el interior de la caseta que existe actualmente desde la que se realiza el mando y control de las bombas. Una de ellas se desconectará del cuadro de control actual, y se conectará directamente al variador, añadiendo a su salida un filtro senoidal para minimizar los picos de tensión.

### 1.5.3.- MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

#### 1.5.3.1.- Características eléctricas

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
Potencia nominal	$P_{MPP}$	320	Wp
Tensión nominal	$V_{MPP}$	37,7	V
Corriente nominal	$I_{MPP}$	8,5	A
Corriente de cortocircuito	$I_{SC}$	9,03	A
Tensión a circuito abierto	$V_{OC}$	46	V
Número de células	-	72	-

Medidas en condiciones STC (masa de aire AM 1.5, irradiancia 1000 W/m<sup>2</sup>, temperatura de la célula 25°C)

**Tabla 4. Características eléctricas módulos fotovoltaicos**

Para comprobar que las series no superen la tensión máxima de los diferentes elementos y equipos a los que van conectadas, se comprobará la tensión  $V_{oc}$  a la temperatura mínima registrada en la instalación que conste en la base de datos de la AEMET para la estación meteorológica más cercana al emplazamiento de la instalación.

Datos emplazamiento	
Estación meteorológica más cercana a la instalación	Catellote
Temperatura mínima registrada [°C]	-5,8
Fecha	19/01/2017
Intervalo de datos disponible	01/01/2013 - 01/08/2018

**Tabla 5. Datos del emplazamiento más cercano**

Para calcular la tensión  $V_{oc}$  del módulo a esta temperatura se acepta como válida la hipótesis de que la temperatura de circuito abierto de un módulo depende exclusivamente de la temperatura de sus células solares en el margen de condiciones reales de operación.

Esta hipótesis supone despreciar los efectos sobre  $V_{oc}$  de la iluminación. Sin embargo, la fuerte variación de la intensidad nominal con la temperatura, hace que el error debido a no considerar la variación de la corriente de cortocircuito sea típicamente inferior al 1%.

Datos módulo	
Coeficiente de temperatura $V_{oc}$ [%/°C]	-0,31
Tensión en circuito abierto STC [V]	46
Temperatura STC [°C]	25
Temperatura mínima registrada [°C]	-5,8
Diferencia de temperatura STC y mínima [°C]	30,8
Incremento total de tensión $T_{min.}$ [%]	9,548
Tensión de panel en circuito abierto a $T_{min.}$ [V]	50,39
Series	16
$V_{oc}$ total STC [V]	736
$V_{oc}$ total a $T_{min.}$ [V]	806,27

**Tabla 6. Módulo y temperatura mínima**

1.5.3.2.- Características físicas

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	VALOR	UNIDAD
Dimensiones (Largo x Ancho x Espesor)	1955x982x36	mm
Masa	20,5	Kg

Tabla 7. Características físicas módulos fotovoltaicos

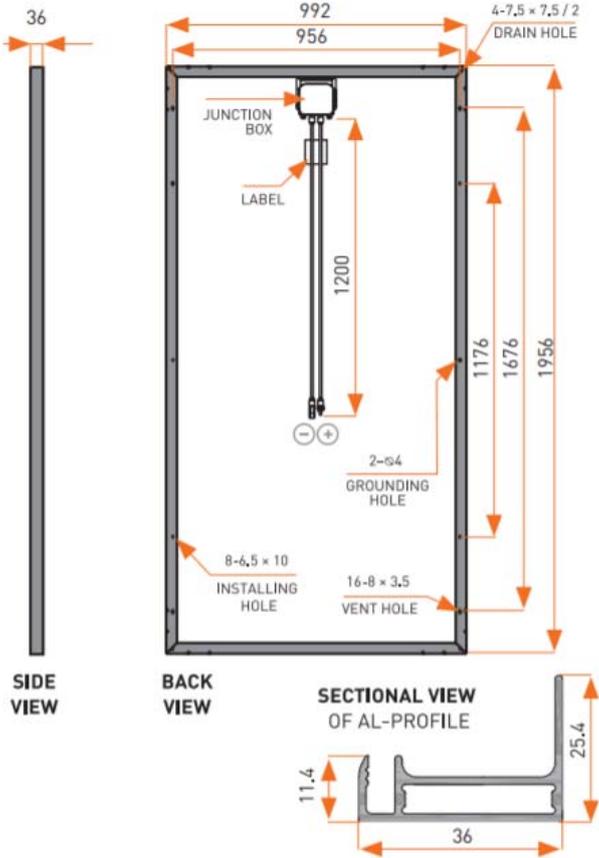


Ilustración 5. Cotas de los paneles

### 1.5.4.- VARIADOR DE FRECUENCIA

Es el equipo encargado de transformar la energía procedente del campo solar para alimentar la bomba sumergible.

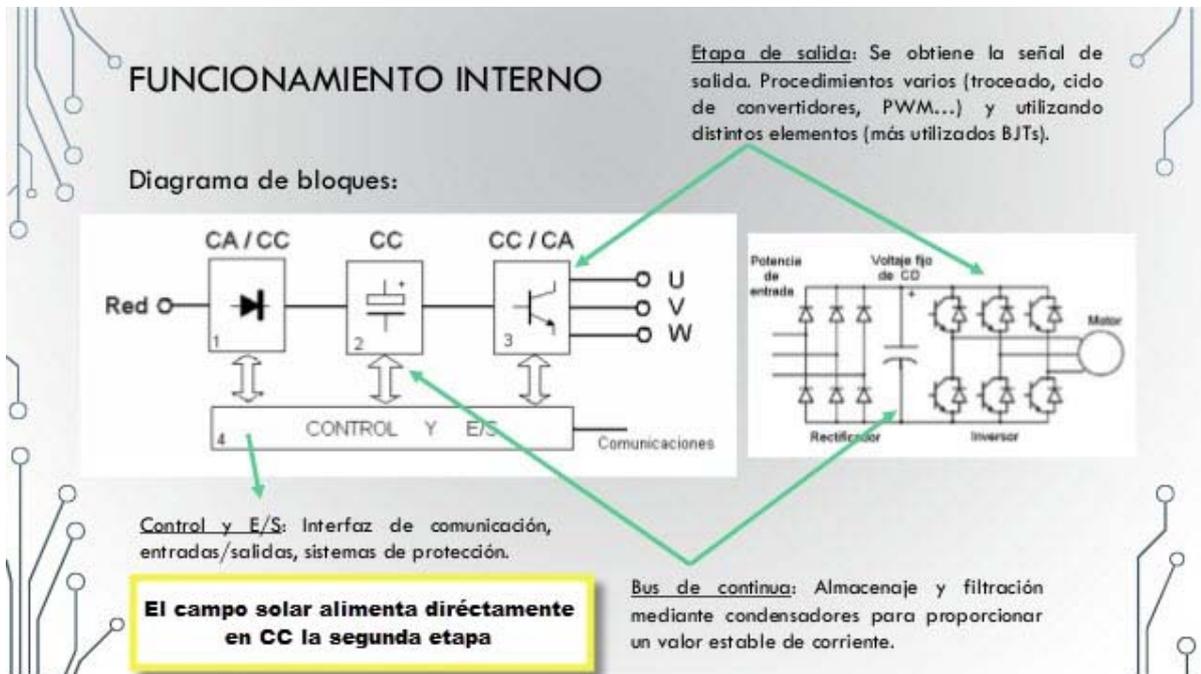


Ilustración 6. Esquema de funcionamiento del variador

La regulación de un motor de corriente alterna se realiza variando la frecuencia de alimentación del motor. Para ello la estructura de un convertidor de frecuencia está definida en tres etapas:

1. Convertidor CA (50 Hz) -> CC
2. Bus de continua
3. Inversor CC -> CA de salida (Frecuencia variable)

Así pues, alimentaremos la segunda etapa del variador directamente desde el campo solar en CC, evitando las pérdidas inherentes a la primera etapa de transformación. El variador se encargará de ajustar la velocidad de la bomba a la potencia instantánea procedente del campo fotovoltaico en función de la irradiancia solar, respetando los límites de funcionamiento de la bomba sumergible. Las características del variador han de ser como mínimo, las siguientes:

- Este ha de tener algoritmo de seguimiento solar MPPT
- Debe ser capaz de funcionar con sensor de irradiancia como señal de consigna como con la tensión del BUS de continua.
- El variador debe poder se alimentado directamente a través del BUS de continua, evitando las pérdidas de la primera etapa de conversión.
- Bajo esa condición, su rendimiento ha de ser igual o superior al 97%.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 15 de 84
--	---	-----------------

- Debe tener funciones propias para proteger la bomba, como mínimo contra bloqueo de eje, funcionamiento en vacío y fallo en alguna de las fases.
- Se debe instalar un filtro senoidal a la salida del variador.

En nuestro caso se ha seleccionado el variador VMC LSLV 0300 S100-4, cuyas características son:

#### 1.5.4.1.- Características eléctricas

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	VALOR	UNIDAD
Rango tensión de alimentación CC	450 a 790	V
Tensión de alimentación aconsejada CC ( $V_{MPP}$ )	537	V
Potencia nominal	30	kW
Corriente del motor	61	A
Rango de frecuencia de funcionamiento (Min-Max)	40-50	Hz

**Ilustración 7. Características eléctricas del variador**

El rango de funcionamiento mínimo y máximo es una característica de la bomba sumergible, no del variador.

#### 1.5.4.2.- Características físicas

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	VALOR	UNIDAD
Dimensiones (Ancho x Alto x Fondo)	375 x 450 x 284	mm
Masa	25,8	Kg

**Ilustración 8. Características físicas del variador**

## 1.5.5.- FILTROS DEL VARIADOR DE FRECUENCIA

### 1.5.5.1.- Filtro para sobretensiones

Como se ha indicado en el apartado anterior, el campo solar alimentará directamente en CC la segunda etapa del variador de frecuencia. Esta tensión es posteriormente convertida en CA, conversión que se realiza habitualmente mediante dispositivos electrónicos de potencia como transistores IGBT, utilizando una técnica denominada modulación de ancho de pulso (PWM). Se efectúa una activación y desactivación alternativa de la tensión de salida a alta frecuencia, a la vez que se controla la duración (o anchura) del pulso para que se aproxime a una forma de onda senoidal. Por tanto, la señal de salida está compuesta por un tren de pulsos de alta frecuencia. Los avances en la tecnología de componentes de electrónica de potencia han permitido un incremento de la frecuencia de conmutación, mejorando con ello el rendimiento de la conversión CC-CA, reduciendo además el rizado de la intensidad de salida del motor.

La combinación de la velocidad de conmutación y la longitud del cable amplifican el fenómeno conocido como "onda reflejada":

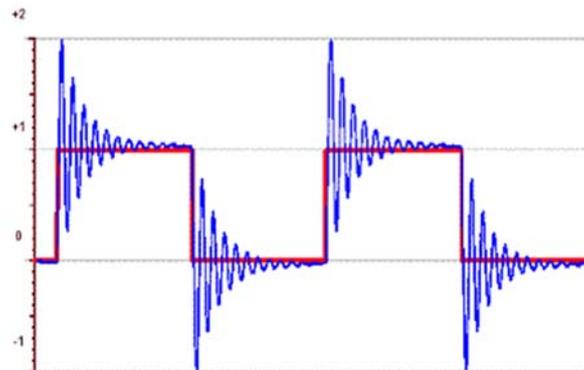


Figura 4-2

Ilustración 9. Detalle de sobretensiones 1

Se genera una sobretensión transitoria la conexión con el terminal del motor, que puede llegar a duplicar la tensión procedente del bus de CC del variador.

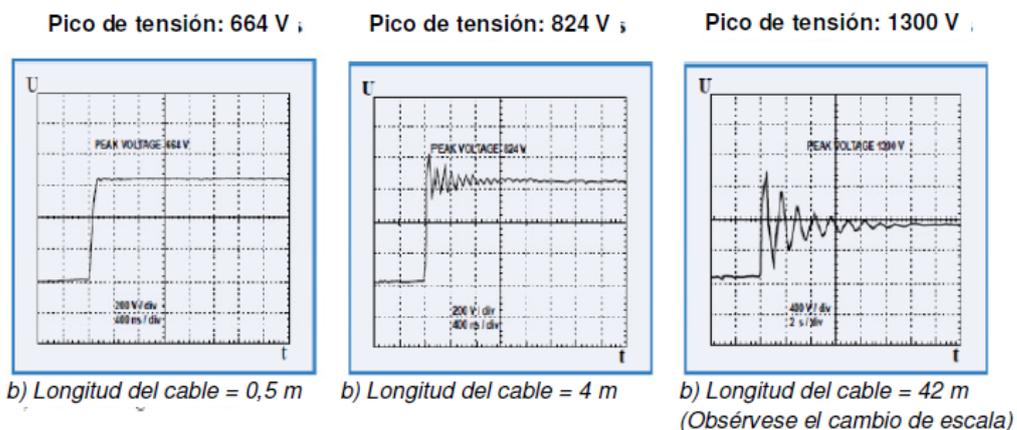


Ilustración 10. Detalle de sobretensiones 1

Estas sobretensiones pueden provocar el envejecimiento prematuro del aislamiento del devanado del motor, que puede terminar por dañarlo completamente.

### 1.5.5.2.- Filtro para corrientes EDM

En un motor de inducción alimentado por una red trifásica sinusoidal se obtienen tensiones equilibradas y simétricas, por lo tanto, el resultado de la suma fasorial de cada una de sus fases con respecto a tierra es cero. Cuando el motor de inducción se alimenta por el inversor de un variador de frecuencia, las tensiones de entrada del motor son tipo PWM y la suma fasorial de sus componentes con respecto a tierra es diferente de cero.

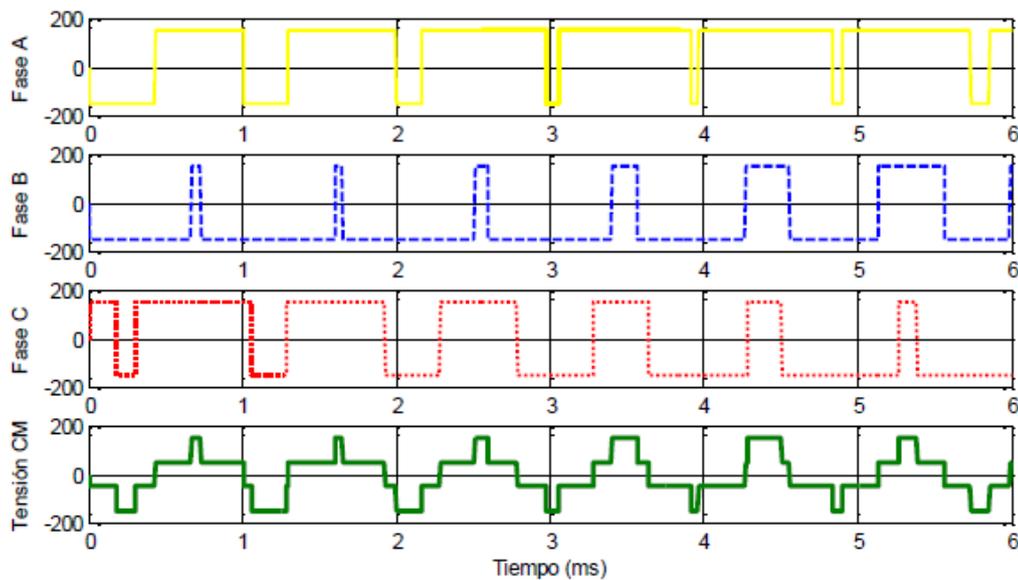


Ilustración 11. Tensiones de Fase y CM

Como consecuencia la tensión del neutro del motor es distinta de cero, suponiendo una fuente de tensión de modo común (CM) en el conjunto motor de inducción y variador de velocidad. Esta tensión es proporcional a la tensión del bus DC del variador, y posee la misma frecuencia de conmutación del variador.

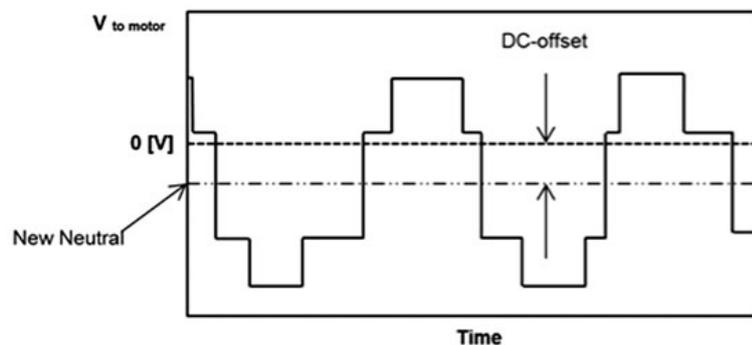


Ilustración 12. Tensión CM

El motor de inducción tiene unas capacitancias parásitas asociadas entre el estator, el rotor, la carcasa y los rodamientos. La interacción entre la tensión de modo común y las capacitancias parásitas del motor de inducción dan lugar a corrientes en los rodamientos.

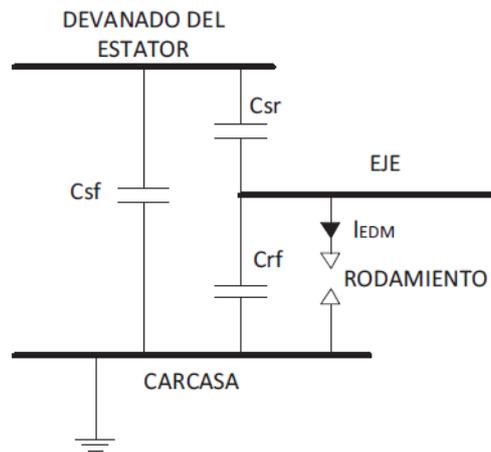


Ilustración 13. Esquema de capacidades parásitas

Cuando la tensión entre el eje y la carcasa supera un umbral (que oscila entre 5 y 15 V a una temperatura de servicio 70-90 °C, y sucede prácticamente en todas las conmutaciones de los transistores IGBT), se produce una descarga electrostática a través del rodamiento, conocida como corriente EDM (Electrical Discharge Machine), produciendo un pequeño cráter de fusión, en el que el material fundido se retira de la superficie mediante el movimiento del fluido, degradando tanto la superficie como el lubricante, aumentando la fricción y reduciendo drásticamente la vida útil del rodamiento.



Ilustración 14. Defectos producidos en rodamientos. Fuente: Aegis Handbook Spain

### 1.5.5.3.- Filtros seleccionados

Para mitigar ambos problemas se deben instalar dos filtros en serie a la salida del variador:

- Un filtro senoidal para reducir las sobretensiones en el devanado del motor marca VMC, modelo FLC080A:

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	VALOR	UNIDAD
Corriente nominal	80	A
Caída de tensión	4	%
Frecuencia de conmutación (Min-Max)	2-10	kHz

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (Bobinado)	VALOR	UNIDAD
Dimensiones (Ancho x Alto x Fondo)	290 x 240 x 155	mm
Masa	44,0	Kg

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (Condensadores)	VALOR	UNIDAD
Dimensiones (Ancho x Alto x Fondo)	170 x 426 x 70	mm
Masa	4,2	Kg

Ilustración 15. Características filtro senoidal

- Un filtro CMF (Common Mode Filter) conectado al bus de continua para eliminar las corrientes EDM marca Schaffner, modelo FN 5030-55-34:

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	VALOR	UNIDAD
Corriente @ 50°	55	A
Potencia nominal típica variador	30	kW
Frecuencia de conmutación IGBT variador	6-15	KHz

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	VALOR	UNIDAD
Dimensiones (Ancho x Alto x Fondo)	250 x 246 x 200	mm
Masa	14,0	Kg

Ilustración 16. Características filtro modo común

También se puede instalar un filtro que combine ambas funciones en un mismo módulo, como es el modelo CNW961/60 de la marca REO Filters. No obstante, aunque resulta recomendable, dado el elevado plazo de suministro (unos 6 meses) del filtro CMF, además de que su precio supera al del motor sumergible que ha de proteger, se considera no instalarlo.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 20 de 84
--	---	-----------------

## 1.5.6.- PROTECCIONES Y SECCIONAMIENTO

### 1.5.6.1.- Protección contra contactos directos

Tanto en el lado de continua como en el de alterna no habrá acceso directo a las conexiones, para lo cual se instalarán las siguientes protecciones:

- Módulos fotovoltaicos:  
Bornes de conexión en el interior de las cajas, con la tapa atornillada y prensaestopas en la entrada de cables.
- Cajas de conexión del campo de paneles:  
Bornes en el interior de la caja con la tapa atornillada y prensaestopas en la entrada de cables.
- Variador: Bornes de conexión interiores con tapa de acceso a ellas atornillada, entrada de cables mediante prensaestopas.

En todos los casos se utilizarán cables de doble aislamiento según norma UNE 21123.

### 1.5.6.2.- Protección contra contactos directos / indirectos

#### Corriente continua

Toda protección frente a contactos indirectos debe conseguir que cualquier contacto accidental de un conductor activo con una parte metálica, no cause una derivación a tierra a través de una persona que esté tocando los bastidores, soportes o carcasas de placas y equipos. En el apartado de puesta a tierra se expondrá cómo el sistema IT asegura totalmente dicha protección en la parte de continua de las plantas fotovoltaicas, pues no hay riesgo de contactos indirectos, y ni siquiera hay riesgo de derivación a tierra a través de la persona, cuando esta toca directamente un sólo conductor activo. Eso significa que el nivel de seguridad alcanzado con esta disposición resulta comparable al que se consigue en las instalaciones ordinarias de corriente alterna con los interruptores diferenciales, aunque con la ventaja para las instalaciones fotovoltaicas de generador flotante (sistema IT), de que esa seguridad no depende del correcto funcionamiento de un interruptor diferencial ni de ningún otro aparato, sino que es una característica de seguridad inherente a la propia instalación.

#### Corriente alterna

Se instalará un interruptor diferencial tripolar Clase B de 80A de corriente nominal, con una sensibilidad de disparo de 300 mA a la salida del variador de frecuencia.

### 1.5.6.3.- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

#### Corriente continua

Se instalarán bases portafusibles modulares para utilizar con fusibles cilíndricos talla 10×38 según norma IEC/EN 60269 en todas las series, a su entrada en el cuadro de agrupación. Sobre estas bases se instalarán fusibles cilíndricos de 1000V de tensión asignada y 10 A de corriente nominal.

#### Corriente alterna

Se instalará un interruptor magnetotérmico automático tripolar Clase B de 80A de corriente nominal a la salida del variador de frecuencia. Además, el variador posee una protección interna contra sobrecargas en la salida de alimentación al motor.

### 1.5.6.4.- Protección contra sobretensiones

#### Corriente continua

- Los módulos fotovoltaicos admiten una tensión en agrupación de 1 kV. La tensión a circuito abierto máxima por serie es la siguiente:

Datos serie	
Número de módulos en serie	16
Tensión máxima admisible [V]	1000
Tensión Voc serie STC [V]	736
Temperatura mínima de seguridad [°C]	-115,7

Por lo que éstos están protegidos contra las sobretensiones que se puedan producir como instalación generadora.

- El Variador de frecuencia posee una protección interna contra sobretensiones. No obstante, éste contempla hasta 800 V en el BUS de continua, por lo que se sobreentiende que es capaz de soportar al menos ese valor de tensión:

Datos serie	
Número de módulos en serie	16
Tensión máxima admisible BUS CC STC [V]	800
Tensión Voc serie STC [V]	736
Temperatura mínima de seguridad [°C]	-28

Por lo que éste está protegido contra las sobretensiones que se puedan producir como instalación generadora hasta una temperatura de - 28 °C.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 22 de 84
--	---	-----------------

- Todos los elementos eléctricos que se empleen en la instalación tendrán una tensión asignada superior a la tensión a circuito abierto máxima de 806 V

#### Corriente alterna

- El variador de frecuencia posee una protección interna contra sobretensiones en la salida de alimentación al motor. Además, el filtro senoidal a la salida del variador mantendrá la  $dV/dt$  dentro de un rango seguro para el motor.

#### 1.5.6.5.- Protección contra rayo

Se instalarán descargadores de sobretensiones unipolares VDR Tipo 2 en los cuadros de agrupación tanto para todas las series como para el panel de carga de la batería. Se instalarán tanto entre conductores activos, como entre cada conductor activo y la línea de tierra. Su tensión nominal será superior a la tensión máxima a circuito abierto de la instalación, que es de 806 V.

#### 1.5.6.5.- Puesta a tierra

La disposición será de "generador flotante". Coincide con el sistema que el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión denomina esquema IT (Ap. 1.3 de la ITC-BT-08), en el que no hay conductores activos puestos a tierra, pero sí lo están, mediante una conexión específica, las masas y partes metálicas accesibles de todos los elementos de la instalación.

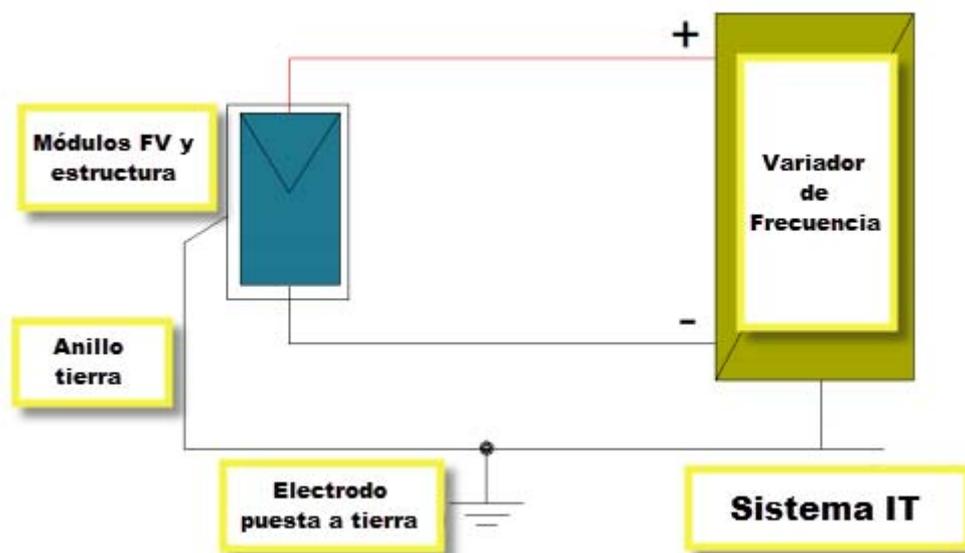


Ilustración 17. Esquema conceptual sistema IT instalación fotovoltaica

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 23 de 84
--	---	-----------------

Para su ejecución se considerarán:

- Las prescripciones establecidas en el ap. 8 de la ITC-BT-40 del REBT, de forma que no se produzcan transferencias de defectos a la Red de Distribución Pública ni a las instalaciones privadas.
- Las prescripciones establecidas en el esquema IT de la ITC-BT-08 del REBT.
- Las prescripciones establecidas en la ITC-BT-18 del REBT.
- Considerando las características de la instalación (estructura metálica a campo abierto) y el nivel cerámico de la Provincia de Teruel, se prescribe una resistencia a tierra máxima de 15  $\Omega$ .

Para ello se proyecta la instalación de una red equipotencial conectada a tierra dispuesta de la siguiente forma:

- Electrodo de puesta a tierra
  - o Una pica de cobre de 1,5 m de longitud en la base de cada estructura.
  - o Una pica de cobre de 1,5 m de longitud en la base de cada cuadro de agrupación.
  - o Una pica de cobre de 1,5 m de longitud en la base inmediata a la caseta.
- Red equipotencial

Los electrodos de puesta a tierra irán unidos entre sí por cable de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> enterrado a una profundidad no inferior a 0,5 m.

- Tomas de tierra  
Se dispondrán tomas independientes de tierra para cada estructura, cuadros de agrupación y caseta a los que irán conectadas todas las masas metálicas de la instalación (estructura, módulos fotovoltaicos, envolventes de cuadros, variador, motor...).

Si con esta disposición no se alcanzan las prescripciones de resistencia reglamentarias o las establecidas, se conectarán a la red equipotencial que discurre por el terreno tantas picas de 1,5 m adicionales como sean necesarias, separadas entre sí como mínimo el doble de su longitud.

#### 1.5.6.6.- Seccionamiento

Se instalarán interruptores seccionadores en:

- Uno de 125A para desconectar el conjunto de 12 series en el cuadro de agrupación y protección.
- Otro de 125A en la caseta, a la entrada del variador.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 24 de 84
--	---	-----------------

## 1.5.7.- CONDUCTORES Y CANALIZACIONES

### 1.5.7.1.- Conductores

- Conexión entre módulos fotovoltaicos:  
2x1x6mm<sup>2</sup> ZZ-F (AS) 1,8 kV DC – 0,6-1 kV AC
- Instalación BT DC entre series y cuadro de agrupación y protección:  
2x1x6mm<sup>2</sup> ZZ-F (AS) 1,8 kV DC – 0,6-1 kV AC
- Instalación BT DC entre cajas de agrupación y protección, y variador:  
2x1x25mm<sup>2</sup> XZ1FA3Z-K (AS) 1,8 kV DC – 0,6-1 kV AC

### 1.5.7.2.- Canalizaciones

- Conexión entre módulos fotovoltaicos:  
Conductores en instalación aérea y enterrada bajo tubo (el mismo que entre series y cuadros de agrupación y protección).
- Instalación BT DC entre series y cuadros de agrupación y protección:  
Conductores enterrados bajo tubo de 90 mm de diámetro.
- Instalación BT DC entre cuadros de agrupación y protección, y variador:  
Conductores enterrados bajo tubo de 110 mm de diámetro.  
Conductores en el interior de canalizaciones fijas en superficie de 32 mm de diámetro.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 25 de 84
--	---	-----------------

## 1.5.8.- ESTRUCTURA

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en la Normativa básica del CTE DB SE-A.

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

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado (35°) para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales mediante galvanizado, cumpliendo las normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor mínimo de 80 micras. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder al galvanizado de la estructura.

### 1.5.8.1.- Preparación del terreno y movimiento de tierras

Primeramente, se procederá a realizar una limpieza del terreno, para posteriormente realizar un relleno de tierras y el replanteo de cimentación bajo la supervisión de la Dirección Técnica. Se realizará la excavación de los elementos de cimentación mecánicamente, con las cotas y dimensiones especificadas en planos, refinando manualmente los bordes de dichos elementos.

### 1.5.8.2.- Cimentación

La cimentación estará compuesta por 5 soleras rectangulares de 15 cm de espesor armadas con malla electrosoldada compuesta por varillas de 5 mm de diámetro dispuestas en rejilla de 15x15 cm. La solera irá apoyada sobre un enchado de 15 cm de altura de grava, y este a su vez sobre una base de zahorra o tierra compactada.

Todas las dimensiones y características que forman los elementos de cimentación quedan reflejados en los planos correspondientes.

### 1.5.8.3.- Asiento de pilares

La fijación de los pilares a la solera de hormigón se realizará mediante unas pletinas con una orejeta que recorre toda su anchura (perfil P-32). Estas pletinas irán fijadas al hormigón mediante varillas DIN 975 A2 M12 de 200 mm de longitud. Estas irán unidas a la solera mediante taco químico a una profundidad mínima de 80 mm.

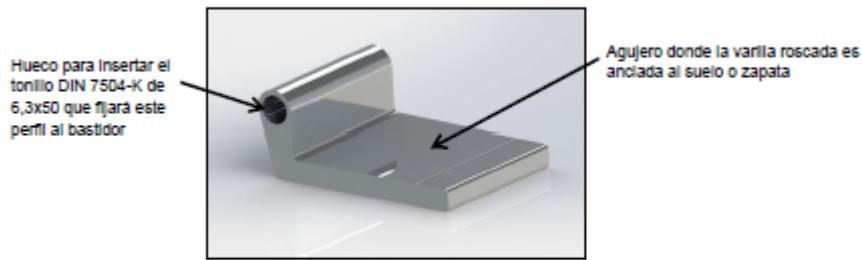


Ilustración 18. Asiento de pilares

#### 1.5.8.4.- Pórticos

La estructura estará formada por pórticos compuestos por cuatro pilares de aluminio 6005 T6, unidos por un dintel (perfil P-27A) en su parte superior, junto con un arriostramiento mediante un perfil angular entre dos de ellos (pilar norte y su inmediato).

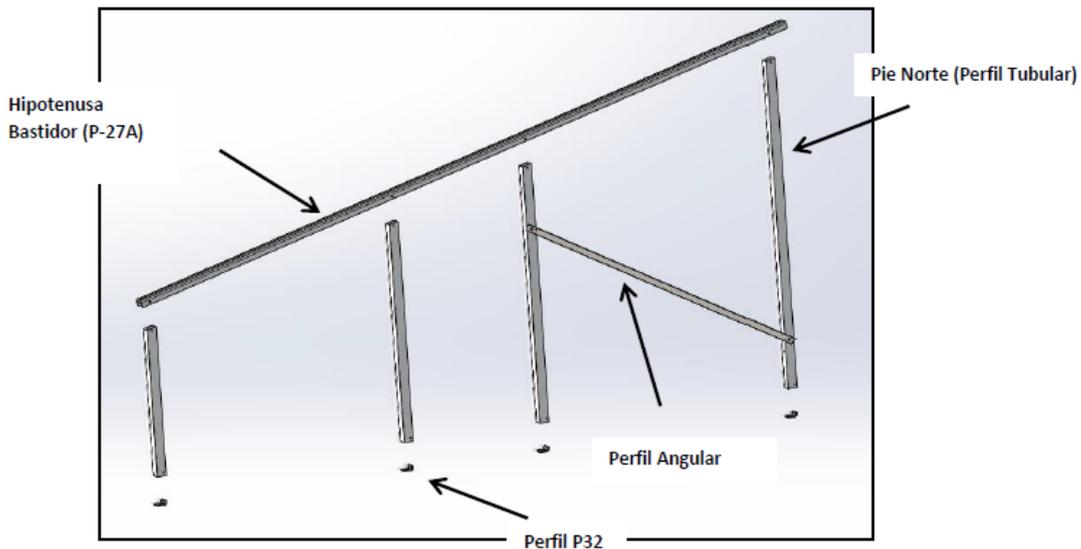


Ilustración 19. Pórticos

#### 1.5.8.5.- Vigas de atado (correas)

De pórtico a pórtico, se dispondrán de vigas de atado (correas) mediante perfiles (perfil P-26) de aluminio 6005 T6 fijados sobre los dinteles mediante tornillos autotaladrantes DIN 7504 KO A2 6,3x25 mm.



Ilustración 20. Vigas de atado

#### 1.5.8.6.- Fijación de los módulos

Para la fijación de los módulos sobre el perfil P-26 se utilizarán dos tipos de grapas, que irán atornilladas a este mediante tornillos DIN 7504K de 6,3x75 mm. La grapa G6 para fijación de módulos contiguos y la grapa G7 para la fijación de los módulos de los extremos de las vigas de atado (correas).

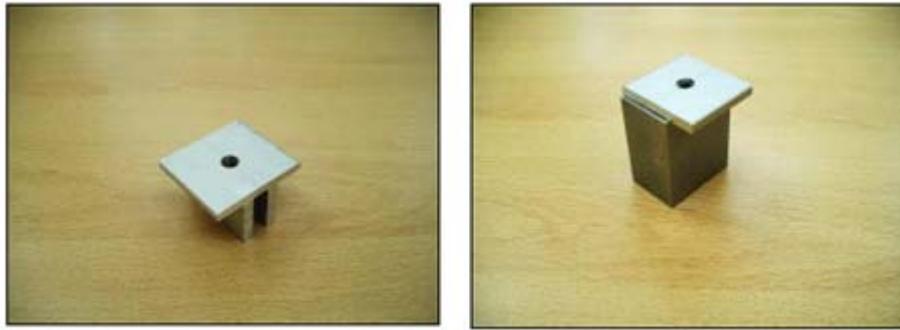


Ilustración 21. Grapa G6 y G7 respectivamente



Ilustración 22. Fijación grapa G6 a perfil P-26

#### 1.5.9.- SEGURIDAD

La instalación irá protegida mediante un sistema para conseguir grado 2 de protección según EN 50131, compuesto por:

- Detector volumétrico en caseta de mando y control.



Ilustración 23. Detector volumétrico

- Detector magnético en puerta de caseta de mando y control.



Ilustración 24. Detector magnético

- "Cosido" de los paneles mediante fibra óptica plástica conectada a centralita.

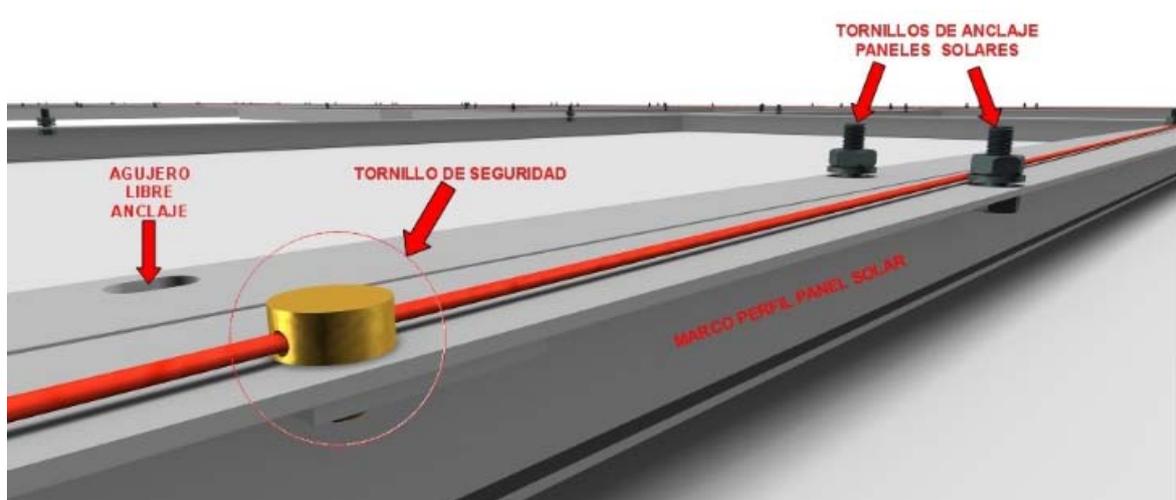


Ilustración 25. Cosido de paneles 1



Ilustración 26. Cosido de paneles 2

- Sistema compuesto por dos unidades de cámara conectadas a video-grabador y modem de acceso para transmisión de alarma e imágenes.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 29 de 84
--	---	-----------------

## 1.5.10.- MONITORIZACIÓN

Se instalará un datalogger Microcom HERMES TCR-200 que recogerá los parámetros de funcionamiento de la instalación a través del puerto MODBUS-485 auxiliar del controlador del variador VMC CBS COMPACT.

Estos parámetros serán como mínimo:

- Irradiancia.
- Frecuencia de funcionamiento de la bomba.
- Corriente de funcionamiento del motor.
- Tensión de funcionamiento del motor.
- Señales de nivel de depósito.
- Todos aquellos parámetros que se consideren preceptivos.

Los datos recogidos estarán disponibles en una plataforma virtual en la nube disponibles para su consulta por el Ayuntamiento o cualquier entidad autorizada, presentados de una forma útil e inteligible para una persona no experta.

## 1.6.- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Condiciones Generales.

### 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN.

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones de energías renovables, cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente proyecto.

### 2. DISPOSICIONES GENERALES.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

#### 2.1. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 30 de 84
--	---	-----------------

- Documento Básico HE 5 "Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica".
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
  - Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
  - Ley 54/1997, de 27 de Noviembre, del Sector Eléctrico.
  - Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
  - Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
  - Real Decreto 841/2002 de 2 de agosto por el que se regula para las actividades de producción de energía eléctrica en régimen especial su incentivación en la participación en el mercado de producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción, y la adquisición por los comercializadores de su energía eléctrica producida.
  - Real Decreto 1433/2003 de 27 de diciembre, por el que se establecen los requisitos de medida en baja tensión de consumidores y centrales de producción en Régimen Especial.
  - Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
  - Norma UNE 206001 EX sobre Módulos fotovoltaicos. Criterios ecológicos.
  - Norma UNE-EN 50380 sobre Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.
  - Norma UNE EN 60891 sobre Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
  - Norma UNE EN 60904 sobre Dispositivos fotovoltaicos. Requisitos para los módulos solares de referencia.
  - Norma UNE EN 61173 sobre Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV) productores de energía - Guía.
  - Norma UNE EN 61194 sobre Parámetros característicos de sistemas fotovoltaicos (FV) autónomos.
  - Norma UNE 61215 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.
  - Norma UNE EN 61277 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.
  - Norma UNE EN 61453 sobre Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV).
  - Norma UNE EN 61646:1997 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.
  - Norma UNE EN 61683 sobre Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
  - Norma UNE EN 61701 sobre Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV).
  - Norma UNE EN 61721 sobre Susceptibilidad de un módulo fotovoltaico (FV) al daño por impacto accidental (resistencia al ensayo de impacto).
  - Norma UNE EN 61724 sobre Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis.
  - Norma UNE EN 61725 sobre Expresión analítica para los perfiles solares diarios.
  - Norma UNE EN 61727 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.
  - Norma UNE EN 61829 sobre Campos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino. Medida en el sitio de características I-V.
  - Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
  - Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
  - Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 31 de 84
--	---	-----------------

- lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
  - Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
  - Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
  - Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

## 2.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, guantes, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

## 2.3. SEGURIDAD PÚBLICA.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

DOCUMENTO N° 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 32 de 84
--	---	-----------------

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

### 3. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

#### 3.1. DATOS DE LA OBRA.

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

#### 3.2. REPLANTEO DE LA OBRA.

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

#### 3.3. CONDICIONES GENERALES.

El montaje de las instalaciones deberá ser efectuado por una empresa instaladora registrada de acuerdo a lo desarrollado en la instrucción técnica IT 2.

El Contratista deberá suministrar todos los equipos y materiales indicados en los Planos, de acuerdo al número, características, tipos y dimensiones definidos en las Mediciones y, eventualmente, en los cuadros de características de los Planos.

En caso de discrepancias de cantidades entre Planos y Mediciones, prevalecerá lo que esté indicado en los Planos. En caso de discrepancias de calidades, este Documento tendrá preferencia sobre cualquier otro.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 33 de 84
--	---	-----------------

En caso de dudas sobre la interpretación técnica de cualquier documento del Proyecto, la DO hará prevalecer su criterio.

Materiales complementarios de la instalación, usualmente omitidos en Planos y Mediciones, pero necesarios para el correcto funcionamiento de la misma, como oxígeno, acetileno, electrodos, minio, pinturas, patillas, estribos, manguitos pasamuros, estopa, cáñamo, lubricantes, bridas, tornillos, tuercas, amianto, toda clase de soportes, etc, deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

Todos los materiales y equipos suministrados por el Contratista deberán ser nuevos y de la calidad exigida por este PCT, salvo cuando en otra parte del Proyecto, p.e. el Pliego de Condiciones Particulares, se especifique la utilización de material usado.

La oferta incluirá el transporte de los materiales a pié de obra, así como la mano de obra para el montaje de materiales y equipos y para las pruebas de recepción, equipada con las debidas herramientas, utensilios e instrumentos de medida.

El Contratista suministrará también los servicios de un Técnico competente que estará a cargo de la instalación y será el responsable ante la Dirección Facultativa o Dirección de Obra, o la persona delegada, de la actuación de los técnicos y operarios que llevarán a cabo la labor de instalar, conectar, ajustar, arrancar y probar cada equipo, sub-sistema y el sistema en su totalidad hasta la recepción.

La DO se reserva el derecho de pedir al Contratista, en cualquier momento, la sustitución del Técnico responsable, sin alegar justificaciones.

El Técnico presenciará todas las reuniones que la DO programe en el transcurso de la obra y tendrá suficiente autoridad como para tomar decisiones en nombre del Contratista.

En cualquier caso, los trabajos objeto del presente Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada y lista para funcionar.

El control de recepción tendrá por objeto comprobar que las características técnicas de los equipos y materiales suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto:

- Control de la documentación de los suministros.
- Control mediante distintivo de calidad.
- Control mediante ensayos y pruebas.

La DO comprobará que los equipos y materiales recibidos:

- Corresponden a los especificados en el PCT del proyecto.
- Disponen de la documentación exigida.
- Cumplen con las propiedades exigidas en el proyecto.
- Han sido sometidos a los ensayos y pruebas exigidos por la normativa en vigor o cuando así se establezca en el pliego de condiciones.

La DO verificará la documentación proporcionada por los suministradores de los equipos y materiales que entregarán los documentos de identificación exigidos por las disposiciones de obligado cumplimiento y por el proyecto. En cualquier caso, esta documentación comprenderá al menos los siguientes documentos:

- a) documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- b) copia del certificado de garantía del fabricante, de acuerdo con la Ley 23/2003 de 10 de julio, de garantías

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 34 de 84
--	---	-----------------

en la venta de bienes de consumo.

c) documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al mercado CE, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las directivas europeas que afecten a los productos suministrados.

La DO verificará que la documentación proporcionada por los suministradores sobre los distintivos de calidad que ostenten los equipos o materiales suministrados, que aseguren las características técnicas exigidas en el proyecto sea correcta y suficiente para la aceptación de los equipos y materiales amparados por ella.

#### 3.4. PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN.

A los quince días de la adjudicación de la obra y en primera aproximación, el Contratista deberá presentar los plazos de ejecución de al menos las siguientes partidas principales de la obra:

- planos definitivos, acopio de materiales y replanteo.
- montaje de salas de máquinas.
- montaje de cuadros eléctricos y equipos de control.
- ajustes, puestas en marcha y pruebas finales.

Sucesivamente y antes del comienzo de la obra, el Contratista adjudicatario, previo estudio detallado de los plazos de entrega de equipos, aparatos y materiales, colaborará con la DO para asignar fechas exactas a las distintas fases de la obra.

La coordinación con otros contratistas correrá a cargo de la DO, o persona o entidad delegada por la misma.

#### 3.5. ACOPIO DE MATERIALES.

De acuerdo con el plan de obra, el Contratista irá almacenando en lugar preestablecido todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades.

Los materiales quedarán protegidos contra golpes, malos tratos y elementos climatológicos, en la medida que su constitución o valor económico lo exijan.

El Contratista quedará responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional. La vigilancia incluye también las horas nocturnas y los días festivos, si en el Contrato no se estipula lo contrario.

La DO tendrá libre acceso a todos los puntos de trabajo y a los lugares de almacenamiento de los materiales para su reconocimiento previo, pudiendo ser aceptados o rechazados según su calidad y estado, siempre que la calidad no cumpla con los requisitos marcados por este PCT y/o el estado muestre claros signos de deterioro.

Cuando algún equipo, aparato o material ofrezca dudas respecto a su origen, calidad, estado y aptitud para la función, la DO tendrá el derecho de recoger muestras y enviarlas a un laboratorio oficial, para realizar los ensayos pertinentes con gastos a cargo del Contratista. Si el certificado obtenido es negativo, todo el material no idóneo será rechazado y sustituido, a expensas del Contratista, por material de la calidad exigida.

Igualmente, la DO podrá ordenar la apertura de calas cuando sospeche la existencia de vicios ocultos en la instalación, siendo por cuenta del Contratista todos los gastos ocasionados.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 35 de 84
--	---	-----------------

### 3.6. INSPECCIÓN Y MEDIDAS PREVIAS AL MONTAJE.

Antes de comenzar los trabajos de montaje, el Contratista deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación, equipos, aparatos y conducciones.

En caso de discrepancias entre las medidas realizadas en obra y las que aparecen en Planos, que impidan la correcta realización de los trabajos de acuerdo a la Normativa vigente y a las buenas reglas del arte, el Contratista deberá notificar las anomalías a la DO para las oportunas rectificaciones.

### 3.7. PLANOS, CATÁLOGOS Y MUESTRAS.

Los Planos de Proyecto en ningún caso deben considerarse de carácter ejecutivo, sino solamente indicativo de la disposición general del sistema mecánico y del alcance del trabajo incluido en el Contrato.

Para la exacta situación de aparatos, equipos y conducciones el Contratista deberá examinar atentamente los planos y detalles de los Proyectos arquitectónico y estructural.

El Contratista deberá comprobar que la situación de los equipos y el trazado de las conducciones no interfiera con los elementos de otros contratistas. En caso de conflicto, la decisión de la DO será inapelable.

El Contratista deberá someter a la DO, para su aprobación, dibujos detallados, a escala no inferior a 1:20, de equipos, aparatos, etc, que indiquen claramente dimensiones, espacios libres, situación de conexiones, peso y cuanta otra información sea necesaria para su correcta evaluación.

Los planos de detalle pueden ser sustituidos por folletos o catálogos del fabricante del aparato, siempre que la información sea suficientemente clara.

Ningún equipo o aparato podrá ser entregado en obra sin obtener la aprobación por escrito de la DO.

En algunos casos y a petición de la DO, el Contratista deberá entregar una muestra del material que pretende instalar antes de obtener la correspondiente aprobación.

El Contratista deberá someter los planos de detalle, catálogos y muestras a la aprobación de la DO con suficiente antelación para que no se interrumpa el avance de los trabajos de la propia instalación o de los otros contratistas.

La aprobación por parte de la DO de planos, catálogos y muestras no exime al Contratista de su responsabilidad en cuanto al correcto funcionamiento de la instalación se refiere.

### 3.8. VARIACIONES DE PROYECTO Y CAMBIOS DE MATERIALES.

El Contratista podrá proponer, al momento de presentar la oferta, cualquier variante sobre el presente Proyecto que afecte al sistema y/o a los materiales especificados, debidamente justificada.

La aprobación de tales variantes queda a criterio de la DO, que las aprobará solamente si redundan en un beneficio económico de inversión y/o explotación para la Propiedad, sin merma para la calidad de la instalación.

La DO evaluará, para la aprobación de las variantes, todos los gastos adicionales producidos por ellas, debidos a la consideración de la totalidad o parte de los Proyectos arquitectónico, estructural, mecánico y eléctrico y, eventualmente, a la necesidad de mayores cantidades de materiales requeridos por cualquiera de las otras instalaciones.

DOCUMENTO N° 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 36 de 84
--	---	-----------------

Variaciones sobre el proyecto pedidas, por cualquier causa, por la DO durante el curso del montaje, que impliquen cambios de cantidades o calidades e, incluso, el desmontaje de una parte de la obra realizada, deberán ser efectuadas por el Contratista después de haber pasado una oferta adicional, que estará basada sobre los precios unitarios de la oferta y, en su caso, nuevos precios a negociar.

### 3.9. COOPERACIÓN CON OTROS CONTRATISTAS.

El Contratista deberá cooperar plenamente con otras empresas, bajo la supervisión de la DO, entregando toda la documentación necesaria a fin de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

Si el Contratista pone en obra cualquier material o equipo antes de coordinar con otros oficios, en caso de surgir conflictos deberá corregir su trabajo, sin cargo alguno para la Propiedad.

### 3.10. PROTECCIÓN.

El Contratista deberá proteger todos los materiales y equipos de desperfectos y daños durante el almacenamiento en la obra y una vez instalados.

En particular, deberá evitar que los materiales aislantes puedan mojarse o, incluso, humedecerse.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, el almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión. Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos, etc.

Igualmente, si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, éstas deberán recubrirse con pintura anti-oxidante, que deberá ser eliminada al momento del acoplamiento.

Especial cuidado se tendrá hacia materiales frágiles y delicados, como materiales aislantes, equipos de control, medida, etc, que deberán quedar especialmente protegidos.

El Contratista será responsable de sus materiales y equipos hasta la Recepción Provisional de la obra.

### 3.11. LIMPIEZA DE LA OBRA.

Durante el curso del montaje de sus instalaciones, el Contratista deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de tuberías, conductos y materiales aislantes, embalajes, etc.

Asimismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todos los componentes (módulos fotovoltaicos, etc), equipos de salas de máquinas (baterías, inversores, etc), instrumentos de medida y control y cuadros eléctricos, dejándolos en perfecto estado.

### 3.12. ANDAMIOS Y APAREJOS.

El Contratista deberá suministrar la mano de obra y aparatos, como andamios y aparejos, necesarios para el movimiento horizontal y vertical de los materiales ligeros en la obra desde el lugar de almacenamiento al de emplazamiento.

DOCUMENTO N° 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 37 de 84
--	---	-----------------

El movimiento del material pesado y/o voluminoso, como paneles fotovoltaicos, aerogeneradores, etc, desde el camión hasta el lugar de emplazamiento definitivo, se realizará con los medios de la empresa constructora, bajo la supervisión y responsabilidad del Contratista, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Contratista.

### 3.13. OBRAS DE ALBAÑILERÍA.

La realización de todas las obras de albañilería necesarias para la instalación de materiales y equipos estará a cargo de la empresa constructora, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Contratista.

Tales obras incluyen aperturas y cierres de rozas y pasos de muros, recibido a fábricas de soportes, cajas, rejillas, etc, perforación y cierres de elementos estructurales horizontales y verticales, ejecución y cierres de zanjias, ejecución de galerías, bancadas, forjados flotantes, pinturas, alicatados, etc.

En cualquier caso, estos trabajos deberán realizarse bajo la responsabilidad del Contratista que suministrará, cuando sea necesario, los planos de detalles.

La fijación de los soportes, por medios mecánicos o por soldadura, a elementos de albañilería o de estructura del edificio, será efectuada por el Contratista siguiendo estrictamente las instrucciones que, al respecto, imparta la DO.

### 3.14. ENERGÍA ELÉCTRICA Y AGUA.

Todos los gastos relativos al consumo de energía eléctrica y agua por parte del Contratista para la realización de los trabajos de montaje y para las pruebas parciales y totales correrán a cuenta de la empresa constructora, salvo cuando en otro Documento se indique lo contrario.

El Contratista dará a conocer sus necesidades de potencia eléctrica a la empresa constructora antes de tomar posesión de la obra.

### 3.15. RUIDOS Y VIBRACIONES.

Toda la maquinaria deberá funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que, en opinión de la DO, puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos exigidos por las Ordenanzas Municipales.

Las correcciones que, eventualmente, se introduzcan para reducir ruidos y vibraciones deben ser aprobadas por la DO y conformarse a las recomendaciones del fabricante del equipo (atenuadores de vibraciones, silenciadores acústicos, etc).

Las conexiones entre canalizaciones y equipos con partes en movimiento deberán realizarse siempre por medio de elementos flexibles, que impidan eficazmente la propagación de las vibraciones.

### 3.16. ACCESIBILIDAD.

El Contratista hará conocer a la DO, con suficiente antelación, las necesidades de espacio y tiempo para la realización del montaje de sus materiales y equipos en patinillos, falsos techos y salas de máquinas.

A este respecto, el Contratista deberá cooperar con la empresa constructora y los otros contratistas, particularmente cuando los trabajos a realizar estén en el mismo emplazamiento.

Los gastos ocasionados por los trabajos de volver a abrir falsos techos, patinillos, etc, debidos a la

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 38 de 84
--	---	-----------------

omisión de dar a conocer a tiempo sus necesidades, correrán a cargo del Contratista.

Los elementos de medida, control, protección y maniobra deberán ser desmontables e instalarse en lugares visibles y accesibles, en particular cuando cumplan funciones de seguridad.

El Contratista deberá situar todos los equipos que necesitan operaciones periódicas de mantenimiento en un emplazamiento que permita la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la Reglamentación vigente y los recomendados por el fabricante.

El Contratista deberá suministrar a la empresa constructora la información necesaria para el exacto emplazamiento de puertas o paneles de acceso a elementos ocultos de la instalación, como válvulas, compuertas, elementos de control, etc.

### 3.17. CANALIZACIONES.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de dirección o sección y derivaciones se realizará con los correspondientes accesorios o piezas especiales, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

Para las tuberías, en particular, se tomarán las precauciones necesarias a fin de que conserven, una vez instaladas, su sección de forma circular.

Las tuberías deberán soportarse de tal manera que en ningún caso quede interrumpido el aislamiento térmico.

Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre tuberías y soportes metálicos deberá interponerse un material flexible no metálico.

En cualquier caso, el soporte no podrá impedir la libre dilatación de la tubería, salvo cuando se trate de un punto fijo.

Las tuberías enterradas llevarán la protección adecuada al medio en que están inmersas, que en ningún caso impedirá el libre juego de dilatación.

### 3.18. MANGUITOS PASAMUROS.

El Contratista deberá suministrar y colocar todos los manguitos a instalar en la obra de albañilería o estructural antes de que estas obras estén construidas. El Contratista será responsable de los daños provocados por no expresar a tiempo sus necesidades o indicar una situación incorrecta de los manguitos.

El espacio entre el manguito y la conducción deberá rellenarse con una masilla plástica, aprobada por la DO, que selle completamente el paso y permita la libre dilatación de la conducción. Además, cuando el manguito pase a través de un elemento corta-fuego, la resistencia al fuego del material de relleno deberá ser al menos igual a la del elemento estructural. En algunos casos, se podrá exigir que el material de relleno sea impermeable al paso de vapor de agua.

Los manguitos deberán acabar a ras del elemento de obra; sin embargo, cuando pasen a través de forjados, sobresaldrán 15 mm por la parte superior.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 39 de 84
--	---	-----------------

Los manguitos serán construidos con chapa de acero galvanizado de 6/10 mm de espesor o con tubería de acero galvanizado, con dimensiones suficientes para que pueda pasar con holgura la conducción con su aislamiento térmico. De otra parte, la holgura no podrá ser superior a 3 cm a lo largo del perímetro de la conducción.

No podrá existir ninguna unión de tuberías en el interior de manguitos pasamuros.

### 3.19. PROTECCIÓN DE PARTES EN MOVIMIENTO.

El Contratista deberá suministrar protecciones a todo tipo de maquinaria en movimiento, como transmisiones de potencia, rodets de ventiladores, etc, con las que pueda tener lugar un contacto accidental. Las protecciones deben ser de tipo desmontable para facilitar las operaciones de mantenimiento.

### 3.20. PROTECCIÓN DE ELEMENTOS A TEMPERATURA ELEVADA.

Toda superficie a temperatura elevada, con la que pueda tener lugar un contacto accidental, deberá protegerse mediante un aislamiento térmico calculado de tal manera que su temperatura superficial no sea superior a 60 grados centígrados.

### 3.21. CUADROS Y LÍNEAS ELÉCTRICAS.

El Contratista suministrará e instalará los cuadros eléctricos de protección, maniobra y control de todos los equipos de la instalación mecánica, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

El Contratista suministrará e instalará también las líneas de potencia entre los cuadros antes mencionados y los motores de la instalación mecánica, completos de tubos de protección, bandejas, cajas de derivación, empalmes, etc, así como el cableado para control, mandos a distancia e interconexiones, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

La instalación eléctrica cumplirá con las exigencias marcadas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La Empresa Instaladora Eléctrica será responsable de la alimentación eléctrica a todos los cuadros arriba mencionados, que estará constituida por 3 fases, neutro y tierra. El conexionado entre estos cables y los cuadros estará a cargo del Contratista.

El Contratista deberá suministrar a la Empresa Instaladora Eléctrica la información necesaria para las acometidas a sus cuadros, como el lugar exacto de emplazamiento, la potencia máxima absorbida y, cuando sea necesario, la corriente máxima absorbida y la caída de tensión admisible en régimen transitorio.

Salvo cuando se exprese lo contrario en la Memoria del Proyecto, las características de la alimentación eléctrica serán las siguientes: tensión trifásica a 400 V entre fases y 230 V entre fases y neutro, frecuencia 50 Hz.

### 3.22. PINTURAS Y COLORES.

Todas las conducciones de una instalación estarán señalizadas de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, con franjas, anillos y flechas dispuestos sobre la superficie exterior de la misma o, en su caso, de su aislamiento térmico.

Los equipos y aparatos mantendrán los mismos colores de fábrica. Los desperfectos, debidos a golpes, raspaduras, etc, serán arreglados en obra satisfactoriamente a juicio de la DO.

DOCUMENTO N° 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 40 de 84
--	---	-----------------

En la sala de máquinas se dispondrá el código de colores enmarcado bajo cristal, junto al esquema de principio de la instalación.

### 3.23. IDENTIFICACIÓN.

Al final de la obra, todos los aparatos, equipos y cuadros eléctricos deberán marcarse con una chapa de identificación, sobre la cual se indicarán nombre y número del aparato.

La escritura deberá ser de tipo indeleble, pudiendo sustituirse por un grabado. Los caracteres tendrán una altura no menor de 50 mm.

En los cuadros eléctricos todos los bornes de salida deberán tener un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia.

Todos los equipos y aparatos importantes de la instalación, en particular aquellos que consumen energía, deberán venir equipados de fábrica, en cumplimiento de la normativa vigente, con una placa de identificación, en la que se indicarán sus características principales, así como nombre del fabricante, modelo y tipo. En las especificaciones de cada aparato o equipo se indicarán las características que, como mínimo, deberán figurar en la placa de identificación.

Las placas se fijarán mediante remaches o soldadura o con material adhesivo, de manera que se asegure su inmovilidad, se situarán en un lugar visible y estarán escritas con caracteres claros y en la lengua o lenguas oficiales españolas.

### 3.24. LIMPIEZA INTERIOR DE REDES DE DISTRIBUCIÓN.

Todas las redes de distribución deberán ser internamente limpiadas antes de su funcionamiento, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño.

Durante el montaje se habrá puesto extremo cuidado en evitar la introducción de materias extrañas dentro de tubería y equipos, protegiendo sus aperturas con adecuados tapones. Antes de su instalación, tuberías, accesorios y válvulas deberán ser examinados y limpiados.

### 3.25. PRUEBAS.

El Contratista pondrá a disposición todos los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación, efectuadas según se indicará a continuación para las pruebas finales y, para las pruebas parciales, en otros capítulos de este PCT.

Las pruebas parciales estarán precedidas de una comprobación de los materiales al momento de su recepción en obra.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial, que acredite el cumplimiento de la normativa en vigor, nacional o extranjera, su recepción se realizará comprobando, únicamente sus características aparentes.

Cuando el material o equipo esté instalado, se comprobará que el montaje cumple con las exigencias marcadas en la respectiva especificación (conexiones hidráulicas y eléctricas, fijación a la estructura del edificio, accesibilidad, accesorios de seguridad y funcionamiento, etc).

Sucesivamente, cada material o equipo participará también de las pruebas parciales y totales del conjunto de la instalación (estanquidad, funcionamiento, puesta a tierra, aislamiento, ruidos y vibraciones, etc).

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 41 de 84
--	---	-----------------

### 3.26. PRUEBAS FINALES.

Una vez la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y que haya sido ajustada y equilibrada de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, se deberán realizar las pruebas finales del conjunto de la instalación y según indicaciones de la DO cuando así se requiera.

### 3.27. RECEPCIÓN PROVISIONAL.

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

Al momento de la Recepción Provisional, el Contratista deberá entregar a la DO la siguiente documentación:

- Una copia reproducible de los planos definitivos, debidamente puestos al día, comprendiendo como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de sala de máquinas y los planos de plantas donde se deberá indicar el recorrido de las conducciones de distribución.
- Una Memoria de la instalación, en la que se incluyen las bases de proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.
- Una relación de todos los materiales y equipos empleados, indicando fabricante, marca, modelo y características de funcionamiento.
- Un esquema de principio de impresión indeleble para su colocación en sala de máquinas, enmarcado bajo cristal.
- El Código de colores, en color, enmarcado bajo cristal.
- El Manual de Instrucciones.
- El certificado de la instalación presentado ante la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma.
- El Libro de Mantenimiento.
- Lista de repuestos recomendados y planos de despiece completo de cada unidad.

La DO entregará los mencionados documentos al Titular de la instalación, junto con las hojas recopilativas de los resultados de las pruebas parciales y finales y el Acta de Recepción, firmada por la DO y el Contratista.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

### 3.28. PERIODOS DE GARANTÍA.

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

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los

DOCUMENTO N° 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 42 de 84
--	---	-----------------

materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

Condiciones económicas:

- Incluirá tanto la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, como la mano de obra.
- Quedarán incluidos los siguientes gastos: tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.
- Asimismo, se deberá incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

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

### 3.29. RECEPCIÓN DEFINITIVA.

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los doce meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

### 3.30. PERMISOS.

El Contratista deberá gestionar con todos los Organismos Oficiales competentes (nacionales, autonómico, provinciales y municipales) la obtención de los permisos relativos a las instalaciones objeto del presente proyecto, incluyendo redacción de los documentos necesarios, visado por el Colegio Oficial correspondiente y presencia durante las inspecciones.

### 3.31. ENTRENAMIENTO.

El Contratista deberá adiestrar adecuadamente, tanto en la explotación como en el mantenimiento de las instalaciones, al personal que en número y cualificación designe la Propiedad.

Para ello, por un periodo no inferior a lo que se indique en otro Documento y antes de abandonar la obra, el Contratista asignará específicamente el personal adecuado de su plantilla para llevar a cabo el entrenamiento, de acuerdo con el programa que presente y que deberá ser aprobado por la DO.

### 3.32. REPUESTOS, HERRAMIENTAS Y ÚTILES ESPECÍFICOS.

El Contratista incorporará a los equipos los repuestos recomendados por el fabricante para el periodo de funcionamiento que se indica en otro Documento, de acuerdo con la lista de materiales entregada con la oferta.

### 3.33. SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS.

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 43 de 84
--	---	-----------------

de determinadas unidades de obra (construcción y montaje de conductos, montaje de equipos especiales, construcción y montaje de cuadros eléctricos y tendido de líneas eléctricas, puesta a punto de equipos y materiales de control, etc).

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

### 3.34. RIESGOS.

Las obras se ejecutarán, en cuanto a coste, plazo y arte, a riesgo y ventura del Contratista, sin que esta tenga, por tanto, derecho a indemnización por causa de pérdidas, perjuicios o averías. El Contratista no podrá alegar desconocimiento de situación, comunicaciones, características de la obra, etc.

El Contratista será responsable de los daños causados a instalaciones y materiales en caso de incendio, robo, cualquier clase de catástrofes atmosféricas, etc, debiendo cubrirse de tales riesgos mediante un seguro.

Asimismo, el Contratista deberá disponer también de seguro de responsabilidad civil frente a terceros, por los daños y perjuicios que, directa o indirectamente, por omisión o negligencia, se puedan ocasionar a personas, animales o bienes como consecuencia de los trabajos por ella efectuados o por la actuación del personal de su plantilla o subcontratado.

### 3.35. RESCISIÓN DEL CONTRATO.

Serán causas de rescisión del contrato la disolución, suspensión de pagos o quiebra del Contratista, así como embargo de los bienes destinados a la obra o utilizados en la misma.

Serán asimismo causas de rescisión el incumplimiento repetido de las condiciones técnicas, la demora en la entrega de la obra por un plazo superior a tres meses y la manifiesta desobediencia en la ejecución de la obra.

La apreciación de la existencia de las circunstancias enumeradas en los párrafos anteriores corresponderá a la DO.

En los supuestos previstos en los párrafos anteriores, la Propiedad podrá unilateralmente rescindir el contrato sin pago de indemnización alguna y solicitar indemnización por daños y perjuicios, que se fijará en el arbitraje que se practique.

El Contratista tendrá derecho a rescindir el contrato cuando la obra se suspenda totalmente y por un plazo de tiempo superior a tres meses. En este caso, el Contratista tendrá derecho a exigir una indemnización del cinco por ciento del importe de la obra pendiente de realización, aparte del pago íntegro de toda la obra realizada y de los materiales situados a pié de obra.

### 3.36. PRECIOS.

DOCUMENTO N° 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 44 de 84
--	---	-----------------

El Contratista deberá presentar su oferta indicando los precios de cada uno de los Capítulos del documento "Mediciones".

Los precios incluirán todos los conceptos mencionados anteriormente.

Una vez adjudicada la obra, el Contratista elegido para su ejecución presentará, antes de la firma del Contrato, los precios unitarios de cada partida de materiales. Para cada capítulo, la suma de los productos de las cantidades de materiales por los precios unitarios deberán coincidir con el precio, presentado en fase de oferta, del capítulo.

Cuando se exija en el Contrato, el Contratista deberá presentar, para cada partida de material, precios descompuestos en material, transporte y mano de obra de montaje.

### 3.37. PAGO DE OBRAS.

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

### 3.38. ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

## 4. DISPOSICIÓN FINAL.

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 45 de 84
--	---	-----------------

## Condiciones de la Instalación fotovoltaica

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

Se deberá tener particular precaución en la protección de equipos y materiales que pueden estar expuestos a agentes exteriores especialmente agresivos producidos por procesos industriales cercanos.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación, como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de c.c. reales, referidas a las condiciones estándar, deberán estar comprendidas en el margen del +- 10 % de los correspondientes valores nominales de catálogo.

### 1. CRITERIOS ECOLÓGICOS.

El producto llevará el marcado CE de acuerdo con las Directivas 73/23/EC; 93/68/EC y 89/336/CEE según sea aplicable, cumpliendo además los siguientes requisitos:

#### Criterios ecológicos

- Fomento del reciclado: Utilización preferente de vidrio y aluminio reciclados
- Control de gases especiales: Control adecuado de las emisiones de F, Cl y COV y de la manipulación de gases especiales.
- Compuestos halogenados: Prohibidos.
- Devolución del productos en componentes: Aceptación y tratamiento adecuado de los productos con Marca AENOR usados devueltos.
- Envase: Ley 11/1997.

#### Requisitos de aptitud para el empleo

- Marcado CE: Conforme.
- Norma UNE-EN 61215: Conforme.

### 2. INFORMACIÓN DE LAS HOJAS DE DATOS Y PLACAS DE CARACTERÍSTICAS.

#### 2.1. INFORMACIÓN DE LA HOJA DE DATOS.

##### Certificados

Todos los certificados relevantes deberán listarse en la hoja de datos

##### Material constructivo

Descripción de los materiales utilizados en la construcción de los siguientes componentes:

- Tipo de célula.
- Marco.
- Cubierta frontal.

##### Funcionamiento eléctrico

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 46 de 84
--	---	-----------------

Se indicarán los valores característicos siguientes en las STC (1000 W/m<sup>2</sup>, 25 +-2 °C, AM 1,5):

- Potencia eléctrica máxima (Pmax).
- Corriente de cortocircuito (Isc).
- Tensión en circuito abierto (Voc).
- Tensión en el punto de máxima potencia (Vmpp).

#### Características generales

Se especificará la información sobre la caja de conexiones, tal como dimensiones, grado de protección IP, técnica para el conexionado eléctrico (por ejemplo, mediante conector o mediante cableado):

- Dimensiones externas (longitud, anchura) del módulo fotovoltaico.
- Espesor total del módulo fotovoltaico.
- Peso.

#### Características térmicas

Se requiere el valor de la NOCT.

Se requieren los valores de los coeficientes de temperatura.

#### Valores característicos para la integración de sistemas

Se requieren:

- Tensión de circuito abierto de diseño, tensión máxima permisible en el sistema y clasificación de protección.
- Corriente inversa límite.

#### Clasificación de potencia y tolerancias de producción

Se precisarán las tolerancias de producción superior e inferior para una potencia máxima dada.

## 2.2. INFORMACIÓN DE LA PLACA DE CARACTERÍSTICAS.

- Nombre y símbolo de origen del fabricante o suministrador.
- Designación de tipo.
- Clasificación de protección.
- Máxima tensión permitida en el sistema.
- Pmax +- tolerancias de producción, Isc, Voc y Vmpp (todos los valores en las STC).

## 3. SUBSISTEMAS, COMPONENTES E INTERFACES DE LOS SISTEMAS FV DE GENERACIÓN.

### 3.1. CONTROL PRINCIPAL Y MONITORIZACIÓN (CPM).

Este subsistema supervisa la operación global del sistema de generación FV y la interacción entre todos los subsistemas. También podrá interactuar con las cargas.

El CPM debería asegurar la operación del sistema en modo automático o manual.

La función de monitorización del subsistema CPM puede incluir detección y adquisición de señales de datos, procesado, registro, transmisión y presentación de datos del sistema según se demande. Esta

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 47 de 84
--	---	-----------------

función puede monitorizar:

- Campo fotovoltaico (FV).
- Acondicionador cc.
- Interfaz de carga cc/cc.
- Subsistema de almacenamiento.
- Interfaz ca/ca.
- Carga.
- Inversor.
- Fuentes auxiliares, etc.
- Interfaz a la red.
- Condiciones ambientales.

Las funciones del subsistema de control pueden incluir, pero no están limitadas a:

- Control de almacenamiento.
- Seguimiento solar.
- Arranque del sistema.
- Control de transmisión de potencia cc.
- Arranque y control del inversor de carga (ca).
- Seguridad.
- Protección contra incendios.
- Arranque y control de fuentes auxiliares.
- Control de la interfaz a la red.
- Arranque y control de funciones de apoyo.

En cualquier diseño particular de sistemas de generación FV, alguno de los subsistemas mostrados podría estar ausente y alguno de los componentes de un subsistema podría estar presente de una o varias formas.

### 3.2. SUBSISTEMA FOTOVOLTAICO (FV).

Consiste en un conjunto de componentes integrados mecánica y eléctricamente que forman una unidad que puede producir potencia en corriente continua (cc) directamente, a partir de la radiación solar.

El subsistema FV puede incluir, pero no está limitado a:

- Módulos.
- Subcampos de módulos.
- Campos fotovoltaicos.
- Interconexiones eléctricas.
- Cimentación.
- Estructuras soporte.
- Dispositivos de protección.
- Puesta a tierra.

### 3.3. ACONDICIONADOR CORRIENTE CONTINUA (CC).

El acondicionador cc suministra protección para los componentes eléctricos de cc y convierte la tensión del subsistema FV en una instalación de cc utilizable. Generalmente incluye todas las funciones auxiliares (tales como fuentes internas de alimentación, amplificadores de error, dispositivos de autoprotección, etc) requeridas para su correcta operación.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 48 de 84
--	---	-----------------

El acondicionador cc puede estar formado por uno o más, pero no únicamente, de los elementos siguientes:

- Fusible.
- Interruptor.
- Diodo de bloqueo.
- Equipo de protección (unidad de carga, aislamiento).
- Regulador de tensión.
- Seguidor del punto de máxima potencia.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
  - Tensión e intensidad nominales.
  - Rangos de tensión e intensidad.
  - Variaciones dinámicas.
- Condiciones de salida.
  - Tensión e intensidad.
  - Tolerancia en la tensión de salida.
  - Limitación de intensidad.
  - Características de las cargas.

Otras consideraciones:

- Rendimiento del acondicionador cc.
- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.
- Nivel de ruido acústico.

### 3.4. INTERFAZ CC/CC.

Incluye las funciones necesarias para adaptar la tensión cc del sistema FV de generación a la carga cc. También puede conectarse a una fuente de potencia auxiliar cc.

La interfaz cc/cc puede incluir, sin excluir otros elementos, uno o más de los siguientes componentes:

- Interruptores automáticos y fusibles.
- Convertidor de tensión cc/cc.
- Conexión de fuente ca auxiliar de potencia.
- Dispositivos de filtrado.
- Dispositivos de protección tales como:
  - Puesta a tierra.
  - Protección contra rayos.
  - Regulador de tensión.
  - Aislamiento eléctrico entrada-salida.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 49 de 84
--	---	-----------------

- Condiciones de entrada.
  - Tensión e intensidad nominales.
  - Rangos de tensión e intensidad.
  - Variaciones dinámicas.
- Condiciones de salida.
  - Tensión e intensidad.
  - Tolerancia en la tensión de salida.
  - Limitación de intensidad.
  - Características de las cargas.
- Rendimiento de la interfaz.

Otras consideraciones:

- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.
- Nivel de ruido acústico.

### 3.5. ALMACENAMIENTO.

El subsistema de almacenamiento suministra el medio para reservar la energía eléctrica para uso posterior bajo demanda. El subsistema puede incluir también dispositivos de control de entrada-salida tales como regulación de carga, protección de sub/sobretensión, limitador de corriente de salida, instrumentación, etc.

Equipo de protección:

- Protección de la unidad.
- Protección de la carga.
- Protección de sub/sobretensión y sub/sobreintensidad.
- Protección del personal.
- Protección del medioambiente.

Las características del subsistema de almacenamiento pueden incluir, entre otros, lo siguiente:

- Tipo de almacenamiento.
- Capacidad de almacenamiento.
- Máxima profundidad de descarga.
- Condiciones medioambientales.
- Ciclos de vida.
- Pérdidas internas de energía (en función del tiempo).
- Energía específica (relación entre energía almacenable y el peso del elemento de almacenamiento).
- Dependencia con la temperatura.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 50 de 84
--	---	-----------------

- Tensión y rango de tensión nominales.
- Intensidad de carga máxima.
  
- Condiciones de salida.
  - Rango de tensión.
  - Intensidad de descarga máxima.
  
- Rendimiento energético y culómbico.
  - Autodescarga.
  - Condiciones de ciclado.

Otras consideraciones:

- Requisitos de seguridad.
- Interacción con el control principal (CPM).
- Mantenimiento.
- Características mecánicas generales.
- Instrumentación.

### 3.6. INVERSOR.

El inversor convierte el acondicionador cc y/o salida de la batería de almacenamiento en potencia útil de ca (corriente alterna). Puede incluir control de tensión, fuentes de alimentación internas, amplificadores de error, dispositivos de autoprotección, etc.

Equipo de protección:

- Protección de la unidad.
- Protección de la carga.
- Aislamiento entre entrada y salida.
- Protecciones de sobretensión y sobreintensidad.

El inversor puede controlar uno o más, pero no está limitado a, los parámetros siguientes:

- Frecuencia.
- Nivel de tensión.
- Encendido y apagado.
- Sincronización.
- Potencia reactiva.
- Forma de la onda de salida.

Aunque el inversor puede especificarse y ensayarse independientemente del sistema de generación FV, las características técnicas dependen de los requisitos del sistema en el que se instale la unidad. Por ejemplo, los parámetros pueden ser distintos en un sistema autónomo y un sistema conectado a red.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
  - Tensión e intensidad nominales.
  - Rangos de tensión e intensidad.
  - Variaciones dinámicas de tensión de entrada.
  
- Condiciones de salida.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 51 de 84
--	---	-----------------

- Número de fases.
- Tensión e intensidad.
- Distorsión armónica y frecuencia de salida.
- Tolerancias de tensión y de frecuencia.
- Limitación de intensidad.
- Características de las cargas.
- Factor de potencia.

- Rendimiento del inversor.

Otras consideraciones:

- Pérdidas sin carga.
- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Condiciones mecánicas generales.
- Condiciones de seguridad.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.
- Generación de ruido acústico.

### 3.7. INTERFAZ CA/CA.

Incluye las funciones necesarias para convertir la tensión ca del sistema de generación FV a una carga ca. También puede conectarse a una fuente auxiliar de ca.

Un subsistema ca/ca puede incluir uno o más (entre otros) de los elementos siguientes:

- Interruptores automáticos y fusibles.
- Convertidor de tensión ca/ca.
- Conexión de fuente ca auxiliar.
- Dispositivos de filtrado.
- Dispositivos de protección tales como:
  - Puesta a tierra.
  - Dispositivo de protección contra el rayo (pararrayos).
  - Reguladores.
  - Seguridad.
  - Aislamiento entre entrada y salida.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
  - Número de fases.
  - Tensión (es) e intensidad (es) nominal (es).
  - Rangos de tensión e intensidad.
  - Frecuencia.
  - Rango de frecuencia.
  - Factor de potencia.
  - Variaciones dinámicas.
- Condiciones de salida.
  - Número de fases.
  - Rangos de tensión e intensidad.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 52 de 84
--	---	-----------------

- Frecuencia y distorsión armónica.
- Tolerancia de tensión y frecuencia.
- Limitación de intensidad.
- Características de las cargas.
- Factor de potencia.
- Equilibrio de fases.

Otras consideraciones:

- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Rendimiento de la interfaz.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.

### 3.8. INTERFAZ A LA RED.

Conecta eléctricamente la salida del inversor cc/ca y la red de distribución eléctrica. Posibilita al sistema de generación FV operar en paralelo con la red para así entregar o recibir energía eléctrica a o desde la red.

La interfaz a la red puede consistir, entre otros, de los elementos siguientes:

- Interruptores automáticos y fusibles.
- Convertidores de tensión ca/ca.
- Dispositivos de filtrado.
- Dispositivos de protección tales como:
  - Puesta a tierra.
  - Pararrayos.
  - Reguladores de tensión.
  - Relés.
  - Transformador de aislamiento.
- Sistemas de acoplo y desacoplo.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
  - Número de fases.
  - Intensidad (es) y tensión (es) nominal (es).
  - Rangos de tensión e intensidad.
  - Frecuencia.
  - Rango de frecuencia.
  - Factor de potencia.
  - Variaciones dinámicas.
- Condiciones de salida.
  - Número de fases.
  - Rangos de tensión e intensidad.
  - Frecuencia y distorsión armónica.
  - Tolerancia de tensión y frecuencia.
  - Limitación de intensidad.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 53 de 84
--	---	-----------------

- Características de las cargas.
- Factor de potencia.
- Equilibrio de fases.

Otras consideraciones:

- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Rendimiento de la interfaz.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.

#### **4. ENSAYOS EN MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.**

##### **4.1. ENSAYO ULTRAVIOLETA.**

El ensayo mediante el cual se determina la resistencia del módulo cuando se expone a radiación ultravioleta (UV) se realizará según UNE-EN 61435:1999.

Ese ensayo será útil para evaluar la resistencia a la radiación UV de materiales tales como polímeros y capas protectoras.

El objeto de este ensayo es determinar la capacidad del módulo de resistir la exposición a la radiación ultravioleta (UV) entre 280 nm y 400 nm. Antes de realizar este ensayo se realizará el ensayo de envejecimiento por luz u otro ensayo de pre-acondicionamiento conforme a CEI 61215 o CEI 61646.

##### **4.2. ENSAYO DE CORROSIÓN POR NIEBLA SALINA.**

El ensayo mediante el cual se determina la resistencia del módulo FV a la corrosión por niebla salina se realizará según UNE-EN 61701:2000.

Este ensayo será útil para evaluar la compatibilidad de materiales, y la calidad y uniformidad de los recubrimientos protectores.

##### **4.3. RESISTENCIA DE ENSAYO AL IMPACTO.**

La susceptibilidad de un módulo a sufrir daños por un impacto accidental se realizará según UNE-EN 61721:2000.

#### **Montaje de la Instalación fotovoltaica**

##### **1. ESTUDIO Y PLANIFICACIÓN PREVIA.**

Para llevar a cabo un buen montaje será necesario subdividir esta fase en tres etapas principales:

- Diseño.
- Planificación.
- Realización.

El diseño del montaje es una tarea que deberá abordarse en la propia fase de diseño general de la instalación, no limitándose ésta al cálculo y dimensionado. En esta etapa deberá quedar completamente

DOCUMENTO N° 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 54 de 84
--	---	-----------------

definido el conjunto de la instalación, contando siempre con el usuario o propietario de la misma, ya que será entonces cuando deberá tener lugar el planteamiento, el debate y toma de decisiones sobre aspectos prácticos como el control, la monitorización y el mantenimiento, los requisitos estéticos, el impacto visual, los riesgos de robo y actos vandálicos, etc.

Se realizará una instalación, en la medida de lo posible, integrada arquitectónicamente con el entorno.

Se tomarán las debidas precauciones y medidas de seguridad con el fin de evitar los actos vandálicos y el robo de los diferentes elementos de la instalación, en especial del sistema de generación. Si no resulta posible ubicar los paneles en lugares inaccesibles o de muy difícil acceso, a veces no quedará más remedio que diseñar el montaje de los mismos de forma que sea prácticamente imposible desmontarlos sin romperlos y, por lo tanto, hacerlos inservibles.

Entre las posibles medidas extremas que se podrán tomar, pueden citarse:

- Rodear los paneles con un marco o perfil angular de acero.
- Pegar los módulos al marco o perfiles de la estructura con una soldadura química (fría).
- Elevar artificialmente la altura de la estructura soporte.
- Efectuar soldaduras en puntos "estratégicos" como, por ejemplo, alrededor de las tuercas de sujeción, haciendo imposible su manipulación con herramientas comunes.

En cualquier caso, el recinto ocupado por la instalación fotovoltaica, cuando ésta no quede integrada en una edificación o dentro de los límites de una propiedad con acceso restringido, deberá delimitarse por barreras físicas que aunque no puedan evitar la presencia de personas ajenas, sí la dificulten, y sirvan para demarcar los límites de la propiedad privada (además de los de seguridad).

En cuanto a la planificación del montaje, el propósito principal de esta etapa será minimizar los posibles imprevistos que puedan surgir y asegurar, en la medida de lo posible, el cumplimiento de plazos y presupuestos.

Será muy recomendable definir de antemano el momento, la secuencia y los tiempos previstos de operaciones, la gestión del personal montador, la gestión del material y de los recursos.

El instalador deberá considerar durante la planificación cómo y qué medida afectará el montaje de la instalación fotovoltaica a las personas ajenas a la misma, a su trabajo y a sus actividades. En este sentido, se deberá informar con la suficiente antelación sobre las operaciones que conlleven cortes de luz, ruido, polvo, obstrucción y/o ocupación de vías de paso (acceso de vehículos, pasillos, etc), utilización de espacios (habitaciones, despachos, etc), necesidad de presencia del propietario, etc.

Por último, la etapa de realización requerirá la utilización de planos, esquemas, manuales de instalación, instrucciones, etc, que especifiquen y faciliten las tareas de montaje. El objetivo de ello será doble: llevar a cabo las operaciones de forma correcta y eficiente, y evitar disconformidades por parte del propietario.

## 2. LA ESTRUCTURA SOPORTE.

Aunque en determinadas ocasiones es posible el montaje de paneles fotovoltaicos aprovechando un elemento arquitectónico existente, o incluso sustituyéndolo, en la generalidad de los casos dicha estructura se hará indispensable, ya que cumple un triple cometido:

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 55 de 84
--	---	-----------------

- Actuar de armazón para conferir rigidez al conjunto de módulos, configurando la disposición y geometría del panel que sean adecuados en cada caso.
- Asegurar la correcta inclinación y orientación de los paneles, que serán en general distintas según el tipo de aplicación y la localización geográfica.
- Servir de elemento intermedio para la unión de los paneles y el suelo o elemento constructivo (tejado, pared, etc), que deberá soportar el peso y las fuerzas transmitidas por aquéllos, asegurando un anclaje firme y una estabilidad perfecta y permanente.

La estructura soporte de los paneles será un elemento auxiliar, por lo general metálico (acero galvanizado, aluminio o acero inoxidable). Se considerarán en todo caso las exigencias constructivas y estructurales del CTE, con el fin de garantizar la seguridad de la instalación.

Además del peso de los módulos y de la propia estructura, ésta se verá sometida a la sobrecarga producida por el viento, el cual producirá sobre los paneles una presión dinámica que puede ser muy grande. De ahí la importancia de asegurar perfectamente la robustez, no solamente de la propia estructura, sino también y muy especialmente, del anclaje de la misma.

Además de las fuerzas producidas por el viento, habrá que considerar otras posibles cargas como la de la nieve sobre los paneles.

En base a conseguir una minimización de los costes de instalación sin pérdida de calidad, en el diseño de las estructuras se debería tender a:

- Desarrollar kits de montaje universales.
- Minimizar el número total de piezas necesarias.
- Prever un sistema de ensamblaje sencillo para reducir los costes de mano de obra.
- Utilizar, en lo posible, partes pre-ensambladas en taller o fábrica.
- Asegurar la máxima protección a los paneles contra el robo o vandalismo.

Preferentemente se realizarán estructuras de acero galvanizado, debiendo poseer un espesor de galvanizado de 120 micras o más, recomendándose incluso 200 micras. Dicho proceso de galvanizado en caliente consistirá en la inmersión de todos los perfiles y piezas que componen la estructura en un baño de zinc fundido. De esta forma, el zinc recubrirá perfectamente todas las hendiduras, bordes, ángulos, soldaduras, etc, penetrando en los pequeños resquicios y orificios del material que, en caso de usar otro método de recubrimiento superficial, quedarían desprotegidos y se convertirían en focos de corrosión.

Toda la tornillería utilizada será de acero inoxidable. Adicionalmente, y para prever los posibles efectos de los pares galvánicos entre paneles y estructura, sobre todo en ambientes fuertemente salinos, conviene instalar unos inhibidores de corrosión galvánica, para evitar la corrosión por par galvánico.

En el diseño de la estructura se deberá tener en cuenta la posibilidad de dilataciones y constricciones, evitando utilizar perfiles de excesiva longitud o interpuestos de forma que dificulten la libre dilatación, a fin de no crear tensiones mecánicas superficiales.

## 2.1. MONTAJE SOBRE SUELO.

Podrán utilizarse dos tipos de estructuras diferentes: las de único apoyo, en las que un poste metálico o mástil sostiene a los paneles y los soportes de entramado longitudinales (rastrales o racks).

También será utilizado el sistema de poste en el caso de estructuras dotadas de algún mecanismo

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 56 de 84
--	---	-----------------

de movimiento (sistemas de seguimiento solar) para conseguir que los paneles sigan lo mejor posible el curso del sol y obtener así una apreciable ganancia neta de energía en comparación con los sistemas estáticos. Este tipo de estructuras vendrán prefabricadas y con instrucciones de montaje muy precisas.

El proceso de montaje se podrá dividir en las siguientes etapas:

#### Preparación del terreno

La cimentación de la estructura, bien sea por medio de zapatas aisladas, peana corrida o losa, exigirá una excavación de profundidad suficiente, debiendo ser las dimensiones del hueco tanto mayores cuanto más blando sea el terreno.

El hueco será un paralelepípedo rectangular, es decir, sus caras laterales serán verticales y formando ángulos rectos, y la base quedarán perfectamente horizontal, limpiando y compactando si fuese necesario. Tendrá la orientación adecuada para que a su vez la estructura quede correctamente orientada, debiéndose tener esto muy presente antes de comenzar las excavaciones.

#### Preparación del hormigón

Si no se utiliza un hormigón preparado, que se vierta directamente desde el camión-hormigonera en los pozos, la labor de dosificación y preparación de los morteros y hormigones deberá encomendarse a un albañil con experiencia en estas tareas.

El cemento, que deberá ser de la categoría adecuada a la normativa vigente, se presenta frecuentemente en sacos de 50 kg, que en volumen ocupan aproximadamente unos 33 litros.

Eligiendo una dosificación volumétrica de cemento-arena-grava igual a 1:2:4, y teniendo en cuenta que el material sólido necesario para conseguir un m<sup>3</sup> de hormigón ocupa 1450 l, se necesitarían:

- 205 litros de cemento.
- 415 litros de arena.
- 830 litros de grava.

En cuanto a la cantidad de agua a añadir, en teoría un hormigón es más resistente cuanto menos agua lleve, pero en la práctica, para que el mismo sea manejable y fácil de trabajar, se requerirán al menos 50 ó 55 litros de agua por cada dos sacos de cemento (100 kg).

Si, por ejemplo, se dispone de una hormigonera en obra que en cada amasada puede proporcionar 1/4 de m<sup>3</sup> de hormigón, se deberá llenar a razón de una palada de cemento por cada dos de arena y cuatro de grava (sin olvidar también el agua) hasta rebosar.

Si las cargas o la naturaleza del terreno lo requieren, puede ser aconsejable preparar también una primera capa de hormigón, llamada también de "limpieza", que será la que se vierta primero y que tendrá entre 10 cm y 20 cm de espesor, sobre la cual se podrá disponer horizontalmente una armadura o entramado reticulado de barras corrugadas que aumentarán la resistencia de la zapata.

#### Ejecución de la cimentación

Se podrán utilizar dos técnicas diferentes. La primera, y habitual, consistirá en, una vez realizada la excavación, encofrar para poder conformar la peana o base exterior, posicionar los pernos, mediante una plantilla a propósito o con listones de madera colocados a la distancia precisa y, habiendo comprobado que las posiciones de los pernos son las correctas, proceder con cuidado al vertido del hormigón, evitando que se mueva la plantilla y los pernos, y esperar a que éste fragüe.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 57 de 84
--	---	-----------------

La segunda consistirá en encofrar y hormigonar primero y, una vez fraguado el hormigón en todas las cimentaciones, marcar la situación de los orificios donde irán los pernos, mediante una plantilla que debe ser una réplica exacta de las bases de la estructura, y proceder al taladrado del hormigón con el diámetro y profundidad adecuados. A continuación se verterá sobre los orificios así dispuestos un mortero fino o un preparado comercial adecuado para lograr una buena adherencia, e inmediatamente se introducirán los pernos montados en su correspondiente plantilla. Estos deberán quedar perfectamente perpendiculares y, como en el caso anterior, sobresaliendo en la cantidad necesaria para tener en cuenta el grosor tanto de la chapa base de la estructura como de la capa de nivelación que, en su caso, fuese preciso efectuar.

Tanto en uno u otro caso será conveniente que los cables que transportan la energía eléctrica desde los paneles queden lo más ocultos y protegidos posible, para lo cual habrá que prever una canalización dentro de la propia zapata y una salida lateral en la misma. Esto se logrará introduciendo un tubo de diámetro adecuado en el agujero de la excavación antes de verter en éste el hormigón. Dicho tubo deberá sobresalir al menos medio metro en cada extremo. Si se utiliza una plantilla con orificio central, uno de los extremos del tubo saldrá precisamente por dicho orificio. La plantilla quedará siempre a unos 5 cm, aproximadamente, sobre la superficie.

Es una buena práctica soldar los extremos inferiores de los espárragos a un perfil en L, a fin de aumentar la rigidez del conjunto.

Una vez haya fraguado el hormigón, hay que proceder a la operación de reglaje de la plantilla, que consistirá en asegurarse de que ésta queda perfectamente horizontal.

Actuando sobre las tuercas de nivelación, situadas inmediatamente debajo de la plantilla (conviene que lleven una arandela), se logrará que ésta quede perfectamente horizontal.

A continuación, y después de untar con aceite mineral la parte inferior de la plantilla a fin de evitar que se adhiera el mortero (llamado mortero de reglaje) que hay que introducir bajo la placa, se preparará una mezcla de cemento y arena que constituirá el mortero de alta resistencia que hay que introducir (aprovechando el agujero central de la plantilla) hasta rellenar perfectamente el hueco, de un 5 cm de altura, que debe existir entre la parte inferior de la plantilla y la superficie del hormigón.

Una vez vertido el mortero de reglaje y cuando rebose por los cuatro lados de la plantilla, se alisará con ayuda de la espátula sus zonas visibles, dejándolas con un ángulo de unos 45°.

Cuando el mortero haya fraguado, se retira la chapa de la plantilla, quedando así la cimentación lista para recibir a la estructura metálica.

#### Anclaje de la estructura

Es preferible que la mayoría de las operaciones puedan realizarse en taller (soldadura de perfiles, etc), aunque por otra parte el traslado de la estructura requerirá medios mecánicos de mayor envergadura.

Situada la estructura (o los pilares de la misma, según el método que se haya elegido) junto a las zapatas de apoyo ya preparadas, se montarán los pilares sobre las mismas, generalmente con ayuda de una grúa, encajando los espárragos en los correspondientes orificios de la base del pilar (que tendrá la misma geometría que la plantilla antes usada).

Una vez colocadas las arandelas, tuercas y contratuercas, se procederá a su apriete, efectuando éste en dos pasadas, a fin de no crear tensiones desiguales.

En el caso de que la estructura lleve puesta a tierra (la cual se deberá haber previsto dejando un

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 58 de 84
--	---	-----------------

agujero para el conductor de tierra en la zapata elegida para ello), podrá usarse una pletina independiente que se habrá alojado en cualquiera de los pernos de anclaje y a la cual se conectará el conductor de tierra que llegará hasta el extremo superior de la pica.

### Terminación de la estructura

Una vez anclada y asegurada, se completan aquellas partes de la estructura que todavía estuviesen sin montar, de acuerdo con las guías de montaje que siempre deberá proveer a tal efecto el suministrador de la estructura o el encargado de su diseño.

Será preferible que los módulos estén ya pre-ensamblados en grupos antes de ponerlos en la estructura.

## 2.2. MONTAJE SOBRE CUBIERTA.

Tanto la propia cubierta, bien sea ésta plana o inclinada, como el edificio o construcción al cual pertenezca deberán soportar sin problemas las sobrecargas que produzca la estructura de paneles.

Para el caso de cubiertas planas, y si la resistencia de la misma lo permite, una técnica apropiada será el anclaje de la estructura sobre una losa de hormigón con un peso suficiente para hacer frente a vientos fuertes (todo ello según CTE). La losa podrá, simplemente, descansar sobre la cubierta, sin necesidad de anclaje con la misma.

La segunda alternativa conlleva la perforación de la cubierta y el anclaje de las barras o perfiles metálicos de sustentación de la estructura a las vigas bajo cubierta. Particular cuidado habrá de ponerse en el sellado e impermeabilización de las zonas por donde se hayan efectuado los taladros.

## 3. ENSAMBLADO DE LOS MÓDULOS.

Este apartado comprenderá las tareas de ubicación del campo fotovoltaico, conexionado y ensamblado de los módulos, e izado y fijación de los paneles a la estructura.

### 3.1. UBICACIÓN DEL CAMPO FOTOVOLTAICO.

A la hora de ubicar el campo fotovoltaico se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Elegir un día soleado para la evaluación del emplazamiento.
- En el análisis de la orientación del campo fotovoltaico, manejar una buena brújula (profesional), situarse en un lugar al aire libre y no apoyarla sobre ningún objeto que pueda alterar la indicación de la misma.
- La brújula servirá para precisar, no para determinar. El deberá tener sentido de la orientación, lo que no resultará complicado en un día soleado y conociendo la hora.
- Una vez conocidas las dimensiones de la estructura, será conveniente delimitar y señalar el perímetro de la misma, lo que facilitará su posterior montaje. Si la estructura se va a colocar próxima a un lugar accesible o susceptible de alguna modificación, será conveniente informar al propietario sobre el espacio que deberá quedar libre de obstáculos que puedan proyectar sombras sobre los paneles.
- Generalmente habrá más de una ubicación posible y adecuada. En estos casos deberá considerarse los aspectos ya mencionados de integración, accesibilidad, etc.

### 3.2. CONEXIONADO Y ENSAMBLADO DE LOS MÓDULOS.

Los módulos fotovoltaicos dispondrán de una o dos cajas de conexiones, donde estarán accesibles los terminales positivo y negativo. Estas cajas dispondrán de unos orificios diseñados para admitir tanto prensaestopas (prensacables), como tubo protector para cables. Se podrán utilizar kits de conexión,

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 59 de 84
--	---	-----------------

compuestos de tubo no metálico flexible con prensaestopas en ambos extremos y ya listos para adaptarse a las cajas de conexión de sus módulos.

Los prensaestopas tendrán doble finalidad, por un lado asegurar que se mantiene la estanquidad en el orificio de la caja, y por otro servir como sujeción del cable, evitando así que cualquier posible esfuerzo se transmita directamente sobre las conexiones del interior. En el caso de utilizar tubo protector, este segundo aspecto quedará asegurado.

Los prensaestopas serán adecuados para la sección del cable a utilizar.

Aunque las cajas de conexiones tengan el grado de protección adecuado (aptas para la intemperie), será una buena práctica sellar todas las juntas y orificios con algún tipo de cinta, o sustancia especial para esta función.

Cuando exista una configuración serie-paralelo de cierta complejidad, el montaje de los módulos requerirá el manejo de un plano o esquema donde se refleje dicha configuración, con el fin de no cometer errores y facilitar la tarea de interconexión.

La secuencia de operaciones a seguir durante el montaje de los módulos dependerá en gran medida de las características de la estructura soporte. Cuando se permite con facilidad el acceso a la parte trasera de los módulos, el conexionado de los mismos podrá realizarse una vez fijados éstos a la estructura. En caso contrario, el conexionado será previo a su fijación en la estructura.

Durante el conexionado de los módulos deberá tenerse en cuenta la presencia de tensión en sus terminales cuando incide la radiación solar sobre ellos, por lo tanto, durante su manipulación, se recomienda cubrir completamente los módulos con un material opaco.

### 3.3. IZADO Y FIJACIÓN DE LOS PANELES A LA ESTRUCTURA.

Si no es posible colocar la estructura en su posición definitiva habiendo montado ya previamente en aquella los paneles, éstos se agruparán para ser izados (generalmente mediante medios mecánicos), hasta el lugar donde vayan a ser instalados.

Esta operación puede ser delicada, tanto para los paneles como para las personas, por ello convendrá proteger los paneles para evitar golpes accidentales durante las maniobras y adoptar las medidas de seguridad personal adecuadas.

Para la fijación de los módulos a la estructura, o al bastidor que conforma el panel, se utilizarán únicamente los taladros que ya existan de fábrica en el marco de los mismos. Nunca se deberán hacer nuevos taladros en dicho marco, pues se correría el riesgo de dañar el módulo y el orificio practicado carecería del tratamiento superficial al que el fabricante ha sometido el marco. Si son necesarios, los taladros se efectuarán en una pieza adicional que se interpondrá entre los módulos y el cuerpo principal de la estructura. Toda la tornillería será de acero inoxidable, observando siempre las indicaciones facilitadas por el fabricante.

### 4. INSTALACIÓN DE LA TOMA DE TIERRA Y PROTECCIONES.

Según UNE-EN 61173:1998 se podrán adoptar cualesquiera de los tres métodos siguientes:

- Puesta a tierra común de todos los equipos de la instalación fotovoltaica (cercos metálicos, cajas, soportes y cubiertas de los equipos, etc).
- Puesta a tierra común de todos los equipos de la instalación fotovoltaica (cercos metálicos, cajas, soportes

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 60 de 84
--	---	-----------------

y cubiertas de los equipos, etc) y del sistema. La puesta a tierra del sistema se consigue conectando un conductor eléctrico en tensión a la tierra del equipo, y puede ser importante porque puede servir para estabilizar la tensión del sistema respecto a tierra durante la operación normal del sistema; también puede mejorar la operación de los dispositivos de protección contra sobrecorrientes en caso de fallo.

- Punto central del sistema y equipos electrónicos conectados a una tierra común.

Si se utiliza el sistema de puesta a tierra, uno de los conductores del sistema bifásico o el neutro en un sistema trifásico deberá sólidamente conectado a tierra de acuerdo a lo siguiente:

- La conexión a tierra del circuito de corriente continua puede hacerse en un punto único cualquiera del circuito de salida del campo FV. Sin embargo, un punto de conexión a tierra tan cerca como sea posible de los módulos FV y antes que cualquier otro elemento, tal como interruptores, fusibles y diodos de protección, protegerá mejor el sistema contra las sobretensiones producidas por rayos.

- La tierra de los sistemas o de los equipos no debería ser interrumpida cuando se desmonte un módulo del campo.

- Es conveniente utilizar el mismo electrodo de tierra para la puesta a tierra del circuito de CC y la puesta a tierra de los equipos. Dos o más electrodos conectados entre sí serán considerados como un único electrodo para este fin. Además, es conveniente que esta puesta a tierra sea conectada al neutro de la red principal, si existe. Todas las tierras de los sistemas de CC y CA deberían ser comunes.

Caso de no utilizar un sistema de puesta a tierra para reducir las sobretensiones, se deberá emplear cualesquiera de los siguientes métodos (según UNE-EN 61173:1998) :

- Métodos equipotenciales (cableado).
- Blindaje.
- Interceptación de las ondas de choque.
- Dispositivos de protección.

## **5. MONTAJE DE LA BATERÍA DE ACUMULADORES.**

El transporte y manipulación de baterías pesadas requerirá el empleo de medios materiales y técnicos adecuados para dichas tareas.

El lugar donde se alojen los acumuladores deberá tener unas características muy concretas:

- Seco, fresco y protegido de la intemperie.
- Provisto de ventilación adecuada.
- Suficientemente alejado de aparatos que puedan provocar chispas o llamas.
- De acceso restringido.
- Con las señalizaciones pertinentes: peligro eléctrico, prohibido fumar, material corrosivo, etc.

Cuando se coloquen en un local, las baterías deberán estar aisladas eléctricamente del suelo por medio de una estructura (bancada) que suele ser de madera o metálica y resistente al ácido. La superficie del local deberá soportar, de forma estable, el elevado peso que puede llegar a tener todo el sistema (bancada y baterías), y la colocación de las baterías sobre la bancada deberá realizarse de forma que no tengan lugar situaciones inestables en la misma (debido a la mala distribución de la carga) que provoquen la caída de las baterías. Esta colocación deberá llevarse a cabo teniendo en cuenta en interconexión final, de modo que la situación relativa de los distintos bornes deberá respetar su diseño.

Deberá realizarse un conexionado de baterías de tal forma que la corriente se distribuya por igual en

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 61 de 84
--	---	-----------------

todas ellas, evitando caminos preferentes para la corriente (el conexionado tipo "cruzada" será adecuado). Otra práctica recomendada es el empleo del cableado de igualación, consistente en conectar los bornes de las baterías situadas en filas en paralelo que deberían tener la misma tensión.

Se deberá proteger el conjunto de la conexión cable-terminal-borne con una cubierta protectora que impida el contacto humano accidental con partes activas (bajo tensión) y los contactos accidentales entre bornes causados por útiles mecánicos y otros cables.

En cuanto a los cables de interconexión de baterías, deberá evitarse que su conexión con los bornes suponga un esfuerzo o tensión que provoque su movimiento en caso de desconexión accidental o intencionada. Será, pues, necesario que antes de la conexión el cable pueda adoptar de forma estable la posición que tendrá una vez conectado.

## **6. MONTAJE DEL RESTO DE COMPONENTES.**

Para el montaje de los componentes específicos como reguladores, inversores, etc, se deberán seguir las instrucciones del fabricante.

Respecto al tendido de líneas, a veces será preciso sacrificar la elección del camino o recorrido ideal del cableado para salvar dificultades u obstáculos que supondrían un riesgo o encarecimiento de la mano de obra de la instalación. Se recomienda el uso de un lubricante en gel para el tendido de cables bajo tubo.

Se deberán identificar adecuadamente todos los elementos de desconexión de la instalación, así como utilizar uniformemente el color de los cables de igual polaridad (incluidos los del campo fotovoltaico). El color rojo se suele reservar para el polo positivo y el negro para el polo negativo.

### **Mantenimiento de la Instalación fotovoltaica**

#### **1. GENERALIDADES.**

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

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

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

#### **2. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.**

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

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

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

El plan de mantenimiento correctivo engloba todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil. Incluirá:

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 62 de 84
--	---	-----------------

- La visita a la instalación en los plazos siguientes:
  - Aislada de red: 48 horas si la instalación no funciona o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.
  - Conectada a red: 1 semana ante cualquier incidencia y resolución de la avería en un plazo máximo de 15 días.
- El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

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

En instalaciones aisladas de red, el mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

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

En instalaciones con monitorización la empresa instaladora de la misma realizará una revisión cada seis meses, comprobando la calibración y limpieza de los medidores, funcionamiento y calibración del sistema de adquisición de datos, almacenamiento de los datos, etc.

En instalaciones conectadas a red, el mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en instalaciones de potencia inferior a 5 kWp y semestral para el resto, en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos. situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.
- Realización de un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

En ambos casos, se registrarán las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

## 1.7.- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

### 1.7.1.- PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

#### 1.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de *Prevención de Riesgos Laborales* tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las *normas reglamentarias* irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### 1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.

##### 1.2.1. DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

##### 1.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 64 de 84
--	---	-----------------

- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

### 1.2.3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
  - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
  - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
  - Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
  - Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:
  - Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
  - Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 65 de 84
--	---	-----------------

- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

#### 1.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

#### 1.2.5. INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### 1.2.6. FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

#### 1.2.7. MEDIDAS DE EMERGENCIA.

El empresario, 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 materia de primeros auxilios, lucha 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.

#### 1.2.8. RIESGO GRAVE E INMINENTE.

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 66 de 84
--	---	-----------------

las medidas adoptadas en materia de protección.

- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

#### 1.2.9. VIGILANCIA DE LA SALUD.

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

#### 1.2.10. DOCUMENTACIÓN.

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

#### 1.2.11. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

#### 1.2.12. PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

#### 1.2.13. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD.

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

#### 1.2.14. PROTECCIÓN DE LOS MENORES.

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

#### 1.2.15. RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 67 de 84
--	---	-----------------

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

#### 1.2.16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.

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

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

#### 1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

##### 1.3.1. PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

##### 1.3.2. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 68 de 84
--	---	-----------------

#### 1.4. CONSULTA Y PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES.

##### 1.4.1. CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

##### 1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

##### 1.4.3. DELEGADOS DE PREVENCIÓN.

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

#### 1.7.2.- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

##### 2.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 69 de 84
--	---	-----------------

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las *normas reglamentarias* las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud*, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto *485/1997* de 14 de Abril de 1.997 establece las *disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo*, entendiéndose como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

## 2.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.

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

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

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

## 1.7.3.- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO

### 3.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 70 de 84
--	---	-----------------

nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las *normas reglamentarias* las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto *1215/1997* de 18 de Julio de 1.997 establece las *disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo*, entendiéndose como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

### 3.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

#### 3.2.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 71 de 84
--	---	-----------------

provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

### 3.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MOVILES.

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

DOCUMENTO N° 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 72 de 84
--	---	-----------------

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

### 3.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACION DE CARGAS.

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

### 3.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barro y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o

DOCUMENTO N° 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 73 de 84
--	---	-----------------

terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hincas, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

### 3.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como norma general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

DOCUMENTO N° 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 74 de 84
--	---	-----------------

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

#### 1.7.4.- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONTRUCCIÓN

#### 4.1. INTRODUCCION.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 75 de 84
--	---	-----------------

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las *normas reglamentarias* las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto *1627/1997* de 24 de Octubre de 1.997 establece las *disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción*, entendiéndose como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la *Ejecución de una Red de distribución en Baja Tensión* se encuentra incluida en el *Anexo I* de dicha legislación, con la clasificación *a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, e) Acondicionamiento o instalación, k) Mantenimiento y l) Trabajos de pintura y de limpieza*.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 75 millones de pesetas.
- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) 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, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un *estudio básico de seguridad y salud*. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

## 4.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

### 4.2.1. RIESGOS MAS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.

Los *Oficios* más comunes en la obra en proyecto son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.

Los *riesgos más frecuentes* durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.

DOCUMENTO N° 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 76 de 84
--	---	-----------------

- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

#### 4.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelco, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilería metálica, piezas prefabricadas, material eléctrico, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo están en posición

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 77 de 84
--	---	-----------------

inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

#### 4.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO

##### Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

DOCUMENTO N° 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 78 de 84
--	---	-----------------

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.

La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al limite marcado en los planos.

La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.

Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

#### Relleno de tierras.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

DOCUMENTO N° 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 79 de 84
--	---	-----------------

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

#### Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

#### Trabajos de manipulación del hormigón.

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablones, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

#### Montaje de elementos metálicos.

Los elementos metálicos (báculos, postes, etc) se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1'50 m.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perflería.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 80 de 84
--	---	-----------------

El ascenso o descenso, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

#### Montaje de prefabricados.

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

#### Albañilería.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

#### Pintura y barnizados.

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

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

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

#### Instalación eléctrica provisional de obra.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

DOCUMENTO N° 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 81 de 84
--	---	-----------------

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

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.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- 300 mA. Alimentación a la maquinaria.
- 30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

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.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 82 de 84
--	---	-----------------

- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

#### 4.3. DISPOSICIONES ESPECIFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un *coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra*, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un *plan de seguridad y salud en el trabajo* en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un *aviso* a la autoridad laboral competente.

#### 1.7.5.- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

##### 5.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las *normas de desarrollo reglamentario* las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar *la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual* que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que *no puedan evitarse o limitarse* suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

##### 5.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

###### 5.2.1. PROTECTORES DE LA CABEZA.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 83 de 84
--	---	-----------------

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

#### 5.2.2. PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

#### 5.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

#### 5.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO.

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones anti-vibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión

## 1.8.- PLANOS

Los planos se incluyen en el "DOCUMENTO 3: PLANOS".

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA	PROYECTO <i>"INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"</i>	Página 84 de 84
--	---	-----------------

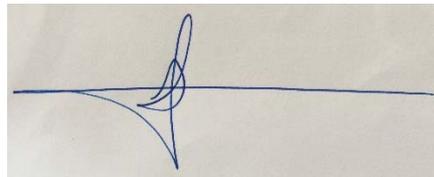
## 1.9.- PRESUPUESTO

El presupuesto de ejecución por contrata, asciende a la cantidad de 151.094,90 €. El presupuesto detallado se puede consultar en el "DOCUMENTO 4: PRESUPUESTO".

## 1.10.- CONCLUSIÓN

Esperando que hayan quedado suficientemente descritas y justificadas las instalaciones cuya ejecución se pretende, se solicita la aprobación de los Organismos Competentes, quedando a disposición de los mismos para cuantas consultas o aclaraciones requieran.

**En Alborge, a 15 de Octubre de 2018**



Firmado: Ion Romero Hernández. Ingeniero Técnico Industrial, esp. Mecánica. Nº Colegiado 9542 COITIAIAR.

DOCUMENTO 2: MEMORIA JUSTIFICATIVA

DOCUMENTO Nº 2 MEMORIA JUSTIFICATIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 1 de 20
--	---	----------------

## *ÍNDICE*

### DOCUMENTO 2. MEMORIA JUSTIFICATIVA

2.1.- ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DE LOS MÓDULOS .....	<b>2</b>
2.2.- CÁLCULO DE SEPARACIÓN ENTRE PANELES.....	<b>3</b>
2.3.- CÁLCULO DEL CABLEADO DE LA INSTALACIÓN .....	<b>4</b>
2.4.- CÁLCULO DE FUSIBLES DE PROTECCIÓN DE SERIES.....	<b>6</b>
2.5.- CÁLCULO CIMENTACIÓN .....	<b>7</b>
2.6.- CÁLCULO ESTRUCTURA.....	<b>10</b>
2.6.1.- HIPÓTESIS GENERALES .....	10
2.6.2.- PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MATERIAL .....	10
2.6.3.- DESCRIPCIÓN DEL MODELO.....	11
2.6.4.- CÁLCULO DE ESFUERZOS.....	13
2.6.5.- CONDICIONES DE CONTORNO .....	14
2.6.6.- TENSIÓN EQUIVALENTE DE VON MISES.....	14
2.6.7.- DEFORMACIONES.....	17
2.6.8.- REACCIONES.....	18
2.7.- CONCLUSIÓN .....	<b>20</b>

## 2.1.- ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DE LOS MÓDULOS

Se dispondrán los paneles en su interior con una orientación (acimut) de 0°.

Para justificar la inclinación recurriremos al sistema de cálculo de la base de datos PVGIS.

Ubicación: 40 ° 48'23 "Norte, 0 ° 3'48" Este, Elevación: 709 m snm,

Base de datos de radiación solar utilizada: PVGIS-CMSAF

Potencia nominal del sistema fotovoltaico: 61,4 kW (silicio cristalino)

Pérdidas estimadas por temperatura y baja irradiancia: 9,6% (utilizando la temperatura ambiente local)

Pérdida estimada por efectos de reflectancia angular: 2,6%

Otras pérdidas (cables, inversor, etc.): 14.0%

Pérdidas del sistema fotovoltaico combinado: 24.3%

Sistema fijo: inclinación = 35 °, orientación = 0 °				
Mes	$E_d$	$E_m$	$H_d$	$H_m$
Ene	155.00	4790	3.14	97.3
Feb	201.00	5640	4.10	115
Mar	253.00	7840	5.32	165
Abr	254.00	7630	5.46	164
Mayo	267.00	8290	5.85	181
Jun	286.00	8580	6.36	191
Jul	304.00	9420	6.84	212
Ago	288.00	8930	6.46	200
Sep	263.00	7900	5.79	174
Oct	222.00	6870	4.74	147
Nov	165.00	4960	3.41	102
Dic	148.00	4580	3.00	93.0
<b>Promedio anual</b>	<b>234</b>	<b>7120</b>	<b>5.04</b>	<b>153</b>
<b>Total por año</b>		<b>85400</b>		<b>1840</b>

$E_d$  : producción diaria media de electricidad del sistema dado (kWh)

$E_m$  : producción eléctrica mensual media del sistema dado (kWh)

$H_d$  : suma diaria media de irradianción global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema dado (kWh / m<sup>2</sup>)

$H_m$  : suma promedio de la irradianción global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema dado (kWh / m<sup>2</sup>)

### Ilustración 1. Datos Fuentespalda

Éste nos indica que la inclinación óptima es de 35°

Conclusiones:

- Acimut: 0°.
- Inclinación: 35°.

## 2.2.- CÁLCULO DE SEPARACIÓN ENTRE PANELES

RESULTADOS	
Latitud [° decimales]	40,796455
Longitud [° decimales]	0,09707
Fecha equinoccio primavera próximo	20 de marzo de 2018
Elevación solar mediodía del equinoccio primavera año próximo [° sexagesimales]	49,1
Fecha solsticio invierno año próximo	21 de diciembre de 2018
Elevación solar mediodía del solsticio invierno próximo [° sexagesimales]	25,8
Elevación solar 10 a.m. del solsticio invierno próximo [° sexagesimales]	20,1
Acimut 10 a.m. del solsticio invierno próximo [° sexagesimales]	-29,7
Inclinación estructura [° sexagesimales]	35
Número de módulos en vertical	2
Anchura del módulo (dimensión menor, incluida tolerancia sup.) [mm]	993,5
Altura del módulo (dimensión mayor, incluida tolerancia sup.) [mm]	1990
Separación mínima entre módulos en dirección (eje y local) [mm]	30
altura conjunto módulos respecto al suelo [mm]	300
RESULTADOS	
Diferencia elevación solar entre solsticios [° sexagesimales]	23,3
Elevación solar mínima en mediodía 2018 [Sun Surveyor]	25,8
Elevación solar mínima en mediodía 2018 [Método de la latitud]	26,20
Longitud conjunto módulos [m]	4,01
Longitud proyección horizontal conjunto de módulos (eje Y global) [m]	3,28
Longitud sombra generada por conjunto de módulos mediodía solsticio invierno [Sun Surveyor] [m]	5,38
Longitud sombra generada por conjunto de módulos mediodía solsticio invierno [Método de la latitud] [m]	5,28
Longitud sombra generada por conjunto de módulos 10 a.m. solsticio invierno [m]	7,10
Longitud sombra perpendicular a módulos generada por conjunto de módulos 10 a.m. solsticio invierno [m]	6,17
Separación entre puntos homólogos de conjuntos de módulos [m]	9,46

**Ilustración 2. Cálculo de la separación entre estructuras**

Por tanto, la separación entre puntos homólogos entre las estructuras ha de ser de al menos 9.46 metros. Esta distancia está calculada considerando que todas las estructuras se encuentran al mismo nivel.

La separación entre las diferentes estructuras está reflejada en el plano de replanteo.

## 2.3.- CÁLCULO DEL CABLEADO DE LA INSTALACIÓN

La instalación estará compuesta por 16 series de 12 paneles de las siguientes características.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
Potencia nominal	$P_{MPP}$	320	Wp
Tensión nominal	$V_{MPP}$	37,7	V
Corriente nominal	$I_{MPP}$	8,5	A
Corriente de cortocircuito	$I_{SC}$	9,03	A
Tensión a circuito abierto	$V_{OC}$	46	V
Número de células	-	72	-

Ilustración 3. Características eléctricas paneles

- Sección del cable entre paneles y de terminales de serie a cuadro de protección en campo fotovoltaico

Consideraciones:

- Se considerará un 125% de la corriente de cortocircuito como establece la ITC-BT-40.
- Se considerará un 1,5% de caída de tensión.
- Se considerará la resistencia del cobre para aislamientos termoestables a 90°.

Cálculo de secciones CC	
Longitud hasta cuadro protección en campo fotovoltaico [m]	75
Corriente de cortocircuito [A]	9,03
Coefficiente mayoración corriente cortocircuito [Adm]	1,25
Número de series en paralelo	1
Corriente considerada a efectos de cálculo [A]	11,28
Conductividad [ $m/\Omega \cdot mm^2$ ]	45,5
Tensión serie a -5,8°C [V]	806,27
Caída máxima de tensión [%]	1,5
Sección [ $mm^2$ ]	1,64
Sección seleccionada [ $mm^2$ ]	6

Tabla 1. Secciones 1

Se considera la instalación como red de distribución subterránea, aplicando lo establecido en el apartado 1 de la ITC-BT-07, en la que se impone una sección mínima de 6 mm<sup>2</sup>.

- Sección del cable entre cuadro de protección del campo fotovoltaico y cuadro de seccionamiento en caseta

Consideraciones:

- Se considerará un 125% de la corriente de cortocircuito como establece la ITC-BT-40.
- Se considerará un 1,5% de caída de tensión.
- Se considerará la resistencia del cobre para aislamientos termoestables a 90°.

Cálculo de secciones CC	
Longitud hasta cuadro protección en campo fotovoltaico [m]	40
Corriente de cortocircuito [A]	9,03
Coeficiente mayoración corriente cortocircuito [Adm]	1,25
Número de series en paralelo	8
Corriente considerada a efectos de cálculo [A]	90,3
Conductividad [m/Ω·mm <sup>2</sup> ]	45,5
Tensión serie a -5,8°C [V]	806,27
Caída máxima de tensión [%]	1,5
Sección [mm <sup>2</sup> ]	13,12
Sección seleccionada [mm <sup>2</sup> ]	25

Tabla 2. Secciones 2

Se impone una sección de 25 mm<sup>2</sup> en pos de la seguridad.

## 2.4.- CÁLCULO DE FUSIBLES DE PROTECCIÓN DE SERIES

Los módulos fotovoltaicos se comportan como fuentes de tensión, estando limitados por la corriente de cortocircuito de los mismos.

Se considera una corriente de cortocircuito de 9,2 A. En la práctica es muy complicado que se supere la corriente de cortocircuito en una serie, así que a priori puede parecer adecuado instalar un fusible de 10A para la protección de las series. Sin embargo, se debe considerar el "Derating" del fusible de protección en función de su temperatura. Este está ubicado en el interior de una base cerrada alojada en el interior de un cuadro, además de circula una corriente por el mismos elevando su temperatura (efecto Joule). Esto hace que descienda su corriente nominal, de una forma similar a la mostrada en la siguiente gráfica:

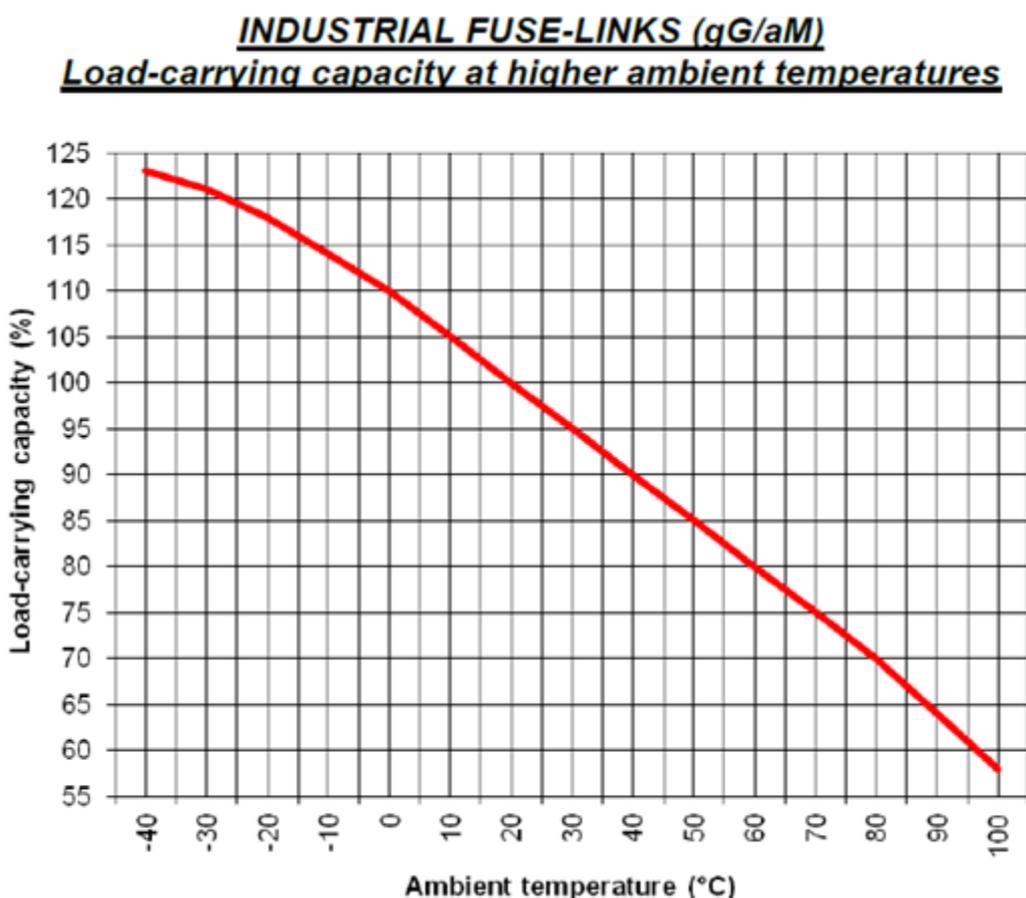


Ilustración 4. Relación corriente nominal – temperatura en fusibles

En determinadas circunstancias (temperatura ambiente elevada, mediodía solar, funcionamiento prolongado) el "Derating" puede ser tal que se supere la  $i^2t$  del fusible en ese instante, sin suponer un fallo de la instalación. Por tanto, se deben proteger las series con fusibles de 15A de corriente nominal.

Además de los descargadores de sobretensiones para proteger la instalación contra rayos, se instalarán seccionadores de 125A tanto en cuadro de protección del campo fotovoltaico como en la caseta, antes de la alimentación del variador. Esto facilitará labores de diagnóstico y mantenimiento.

DOCUMENTO N° 2 MEMORIA JUSTIFICATIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 7 de 20
--	---	----------------

## 2.5.- CÁLCULO CIMENTACIÓN

La instalación está compuesta por 5 estructuras. La cimentación estará compuesta por 5 soleras rectangulares de 15 cm de espesor armadas con malla electrosoldada compuesta por varillas de 5 mm de diámetro dispuestas en rejilla de 15x15 cm. La solera irá apoyada sobre un encachado de 15 cm de altura de grava, y este a su vez sobre una base de zahorra o tierra compactada. Todas las soleras poseen la misma anchura, pero diferente longitud que varía entre 23.10 y 8 metros.

Se comprobará la resistencia a vuelco del conjunto (estructura + paneles + solera) con las dimensiones arriba indicadas. Para ello se asumen las siguientes premisas:

- Todos los elementos que componen la estructura son infinitamente rígidos.
- Los paneles están en íntimo contacto (éstos se comportan como una vela).
- El viento tiene el ángulo de incidencia más desfavorable (perpendicular a la superficie de los paneles).
- La solera de hormigón no posee adherencia con el terreno.
- La estructura soporte no tiene masa.
- Tanto la solera de hormigón como los paneles son homogéneos y su centro de masas coincide con su centroide.
- La velocidad del viento es de 140 km/h.

Solera de 8 metros de longitud

Momento de vuelco paneles	
Velocidad del viento a considerar [km/h]	140
Velocidad del viento a considerar [m/s]	38,89
Presión dinámica sobre paneles [kg/m <sup>2</sup> ]	94,52
Largo panel [m]	1,956
Ancho panel [m]	0,992
Superficie panel [m <sup>2</sup> ]	1,94
Número de paneles	16
Superficie total [m <sup>2</sup> ]	31,05
Fuerza viento sobre paneles sobre C.D.G. [N]	14836,11
Distancia respecto al eje de giro a vuelco [m]	1,956
Momento de vuelco [N·m]	29019,43

Momento estabilizador paneles	
Peso propio panel [kg]	20,50
Número de paneles	16
Peso total paneles [kg]	328,00
Fuerza peso propio paneles sobre C.D.G. [N]	3217,68
Distancia respecto al eje de giro a vuelco [m]	1,60
Momento estabilizador [N·m]	5155,56

Momento estabilizador solera hormigón	
Largo [m]	8,00
Ancho [m]	3,00
Altura [m]	0,15
Volumen hormigón [m <sup>3</sup> ]	3,60
Densidad hormigón [kg/m <sup>3</sup> ]	2400,00
Peso solera [Kg]	8640,00
Fuerza peso propio solera sobre su C.D.G. [N]	84758,40
Distancia respecto al eje de giro a vuelco [m]	1,60
Momento estabilizador [N·m]	135805,11

Equilibrio de momentos	
Momento vuelco paneles [N·m]	-29019,43
Momento estabilizador paneles [N·m]	5155,564457
Momento estabilizador solera [N·m]	135805,11
Momento resultante [N·m]	111941,24
Coefficiente de seguridad	4,86

Tabla 3. Cimentación 1

Se considera válido un coeficiente de seguridad superior a 2. Con un valor de 4,86, se asume que la solera cumple la función estabilizadora de la estructura frente a una carga de viento de 140 km/h.

Solera de 23 metros de longitud

Momento de vuelco paneles	
Velocidad del viento a considerar [km/h]	140
Velocidad del viento a considerar [m/s]	38,89
Presión dinámica sobre paneles [kg/m <sup>2</sup> ]	94,52
Largo panel [m]	1,956
Ancho panel [m]	0,992
Superficie panel [m <sup>2</sup> ]	1,94
Número de paneles	46
Superficie total [m <sup>2</sup> ]	89,26
Fuerza viento sobre paneles sobre C.D.G. [N]	42653,82
Distancia respecto al eje de giro a vuelco [m]	1,956
Momento de vuelco [N·m]	83430,87

Momento estabilizador paneles	
Peso propio panel [kg]	20,50
Número de paneles	46
Peso total paneles [kg]	943,00
Fuerza peso propio paneles sobre C.D.G. [N]	9250,83
Distancia respecto al eje de giro a vuelco [m]	1,60
Momento estabilizador [N·m]	14822,25

Momento estabilizador solera hormigón	
Largo [m]	23,10
Ancho [m]	3,00
Altura [m]	0,15
Volumen hormigón [m <sup>3</sup> ]	10,40
Densidad hormigón [kg/m <sup>3</sup> ]	2400,00
Peso solera [Kg]	24948,00
Fuerza peso propio solera sobre su C.D.G. [N]	244739,88
Distancia respecto al eje de giro a vuelco [m]	1,60
Momento estabilizador [N·m]	392137,26

Equilibrio de momentos	
Momento vuelco paneles [N·m]	-83430,87
Momento estabilizador paneles [N·m]	14822,24781
Momento estabilizador solera [N·m]	392137,26
Momento resultante [N·m]	323528,64
Coefficiente de seguridad	4,88

**Tabla 4. Cimentación 2**

Se considera válido un coeficiente de seguridad superior a 2. Con un valor de 4,88, se asume que la solera cumple la función estabilizadora de la estructura frente a la carga de viento de 140 km/h. Se trata prácticamente del mismo coeficiente que para la solera de 8 metros, ya que existe una relación que puede considerarse lineal entre el aumento de longitud por paneles y de la solera para su soporte, lo que evita calcular la estructuras de 19,10 metros.

DOCUMENTO Nº 2 MEMORIA JUSTIFICATIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 10 de 20
--	---	-----------------

## 2.6.- CÁLCULO ESTRUCTURA

El presente cálculo tiene como objeto el estudio de la respuesta tensional de la estructura con una configuración de tubos de largueros de aluminio 6005T6 tipo perfil P26-A, largueros de aluminio 6005T6 tipo P27A anclados a solera de hormigón previamente instalada. Para la inclinación de los módulos, fijada en 35°, empleamos bastidores compuestos por perfiles de aluminio 6005T6 tipo P27-A y montantes de tubo cuadrado de aluminio 6005 T6 40x40.

Para el cálculo de la estructura se ha empleado la normativa vigente aplicada a la

Edificación: UNE-EN-1991\_1\_4: Cálculo de acciones de viento

Se calculará la sección de la estructura más solicitada utilizando un programa de cálculo de elementos finitos.

### 2.6.1.- HIPÓTESIS GENERALES

Los cálculos realizados se basan en las hipótesis de linealidad y pequeños desplazamientos. Las unidades empleadas han sido:

- Longitudes en milímetros (mm).
- Fuerzas en Newtons (N).
- Tensiones en MegaPascuales (MPa).

El método de cálculo empleado es el Método por Elementos Finitos.

### 2.6.2.- PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MATERIAL

El material empleado en la estructura es:

- Aluminio 6005 con tratamiento térmico T6
- Módulo de Young:  $E = 69.500 \text{ MPa}$ .
- Coeficiente de Poisson:  $\nu = 0,33$ .
- Límite Elástico teórico:  $225 \text{ MPa}$

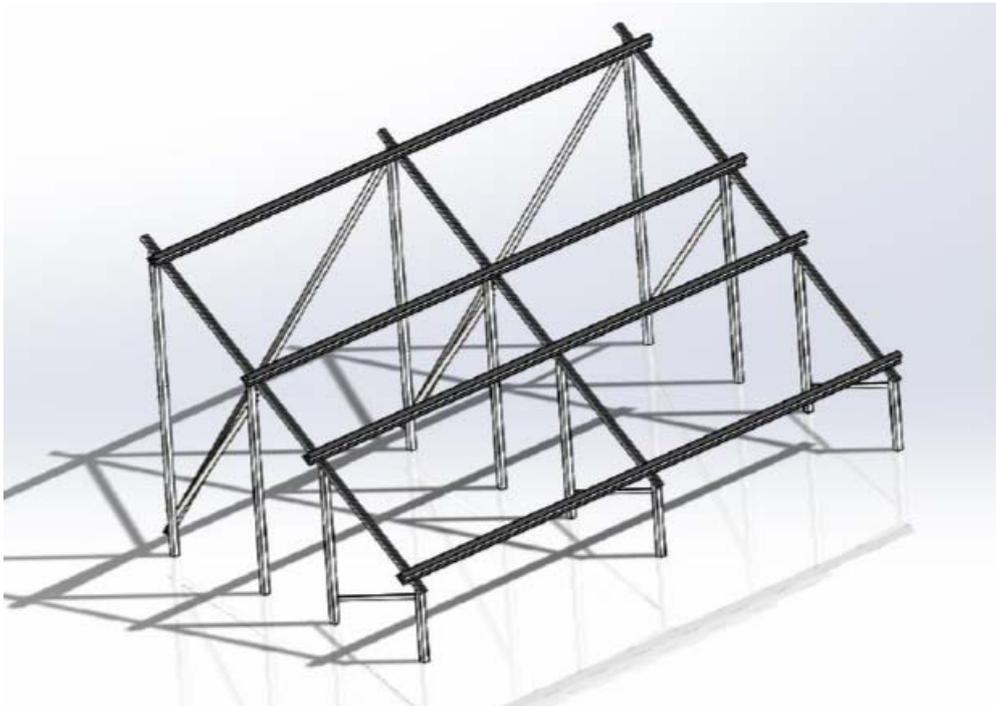
### 2.6.3.- DESCRIPCIÓN DEL MODELO

El modelo considerado es el siguiente:



**Ilustración 5. Estructura. Vista general**

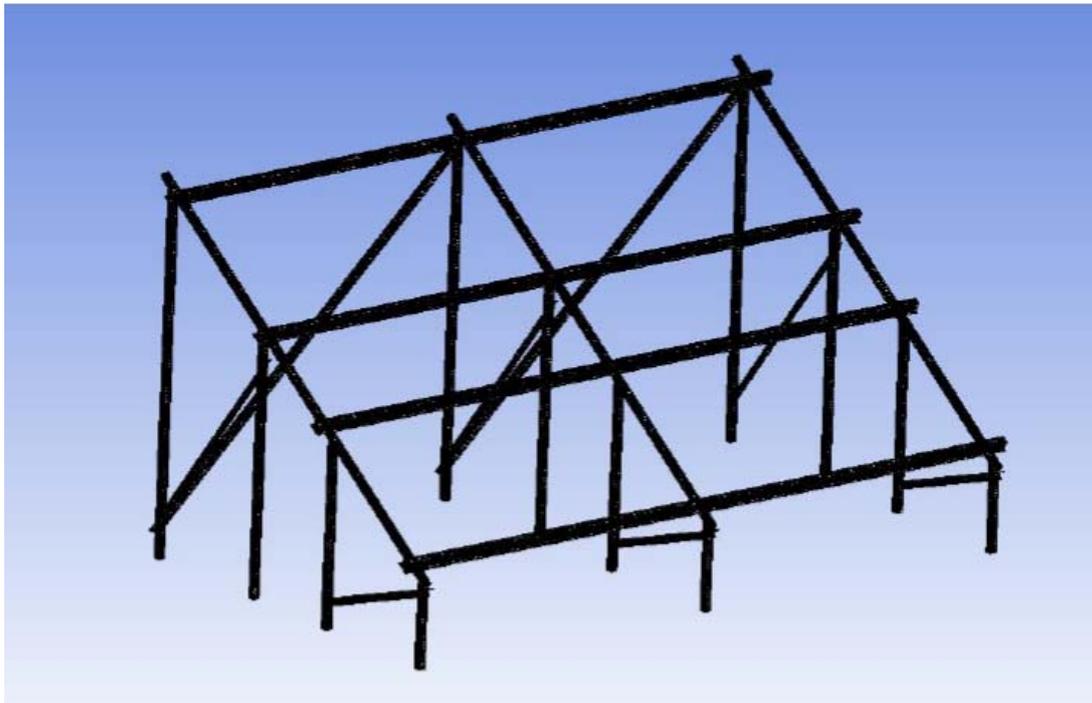
Debido a la complejidad y tamaño del modelo 3D, se hace necesario una simplificación para proceder al cálculo. Para ello, se sustituirán los paneles por el efecto que causan en la estructura y se reducirá la dimensión de la estructura hasta 3 bastidores.



**Ilustración 6. Estructura. Vista general sin paneles**

DOCUMENTO N° 2 MEMORIA JUSTIFICATIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 12 de 20
--	---	-----------------

El perfil modelado equivale a una estructura donde se colocan 10 módulos fotovoltaicos.



**Ilustración 7. Modelo de la estructura**

En el modelo por elementos finitos se han empleado un total de 246001 elementos y 487408 nodos utilizando tetraedros de orden cuadrático.

## 2.6.4.- CÁLCULO DE ESFUERZOS

### Carga permanente

Como carga permanente se considerarán el peso de los módulos:

$$F_{\text{modulos}} = 118,91 \text{ N/m}^2$$

### Carga de viento

Según el CTE DB-SE-AE, la carga de viento  $q_e$ , se calcula mediante la fórmula:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

Dónde, para la zona de considerada, tiene un valor de  $1346,7 \text{ N/m}^2$  para viento de succión y  $897,82 \text{ N/m}^2$  para viento de presión.

### Carga de nieve

Según la norma UNE-EN-1991-1-3, la carga de nieve  $Q_n$ , se calcula mediante la fórmula:

$$Q_n = \mu (\alpha) \cdot S_k (H, ZC)$$

Donde, para la zona considerada esta toma un valor de:

$$Q_n = 1423,73 \text{ N/m}^2$$

En la ilustración se muestra la aplicación de estas cargas sobre el perfil:

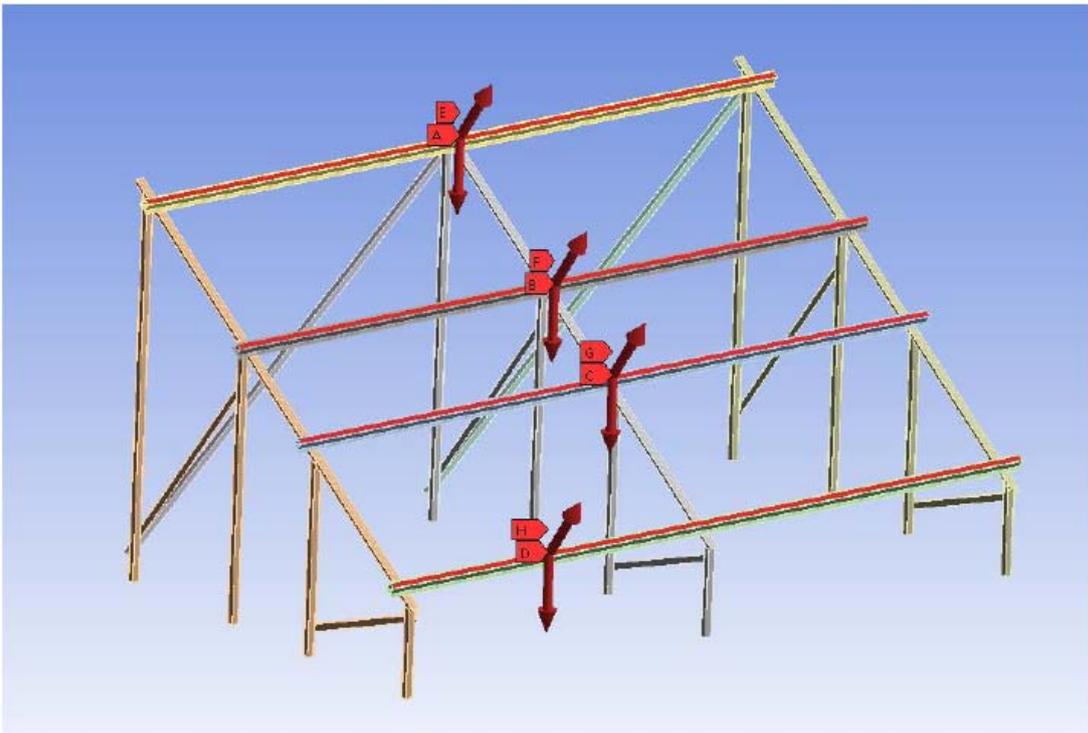


Ilustración 8. Aplicación de cargas

DOCUMENTO Nº 2 MEMORIA JUSTIFICATIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 14 de 20
--	---	-----------------

## 2.6.5.- CONDICIONES DE CONTORNO

La unión de la estructura a los soportes se simulará con un empotramiento perfecto en los lugares donde se anclarán los bastidores a las zapatas de hormigón previamente instaladas.

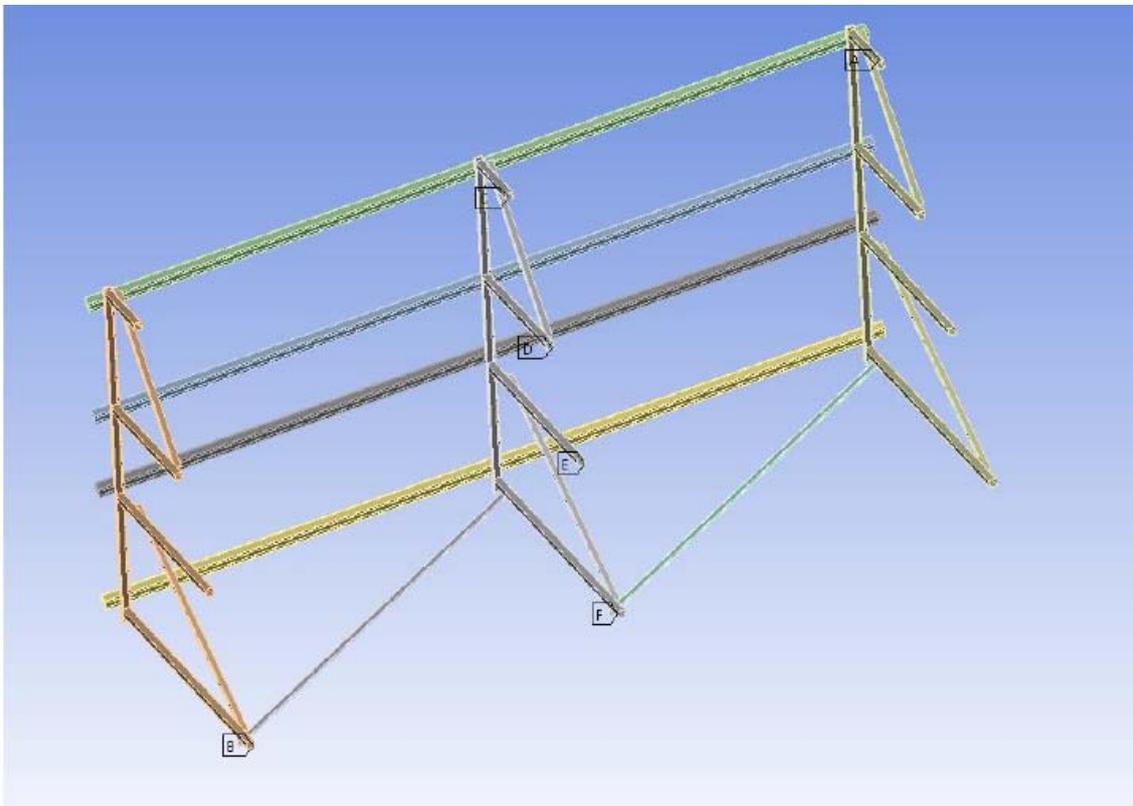


Ilustración 9. Estructura. Condiciones de contorno

## 2.6.6.- TENSIÓN EQUIVALENTE DE VON MISES

Tras el cálculo estructural mediante el método de los Elementos Finitos obtenemos, que la tensión equivalente máxima de Von Mises que debe resistir la estructura es de 207,37 MPa, para la combinación de viento de succión y peso de las placas, en estado límite último:

$$1.5 * \text{Viento de succión} - 0.8 * \text{Peso de las placas}$$

Para la combinación de viento de presión, nieve y peso de las placas, la tensión equivalente de Von Mises que debe resistir la estructura es de 159,59 MPa, según la condición de estado límite último.

$$1.5 * \text{Viento de presión} + 0.75 * \text{Carga de Nieve} + 1.35 * \text{Peso de las placas}$$

Para la combinación de nieve, viento de presión y peso de las placas, la tensión equivalente de Von Mises que debe resistir la estructura es de 204,20 MPa, según la condición de estado límite último.

$$1.5 * \text{Carga de Nieve} + 0.9 * \text{Viento de Presión} + 1.35 * \text{Peso de las placas}$$

La hipótesis de cálculo más desfavorable sería la combinación de *Viento de succión – Peso de placas*. Esta tensión, se da en el empotramiento que simula el anclaje del bastidor al apoyo tubular, estando su valor por debajo de su límite elástico. Por tanto, según los cálculos, ningún nodo de la estructura sufrirá tensión suficiente para llegar al fallo estático. El coeficiente de seguridad frente al límite elástico es de:

$$X_{succión} = LE/\sigma_{max} = 225/207,37 = 1,085$$

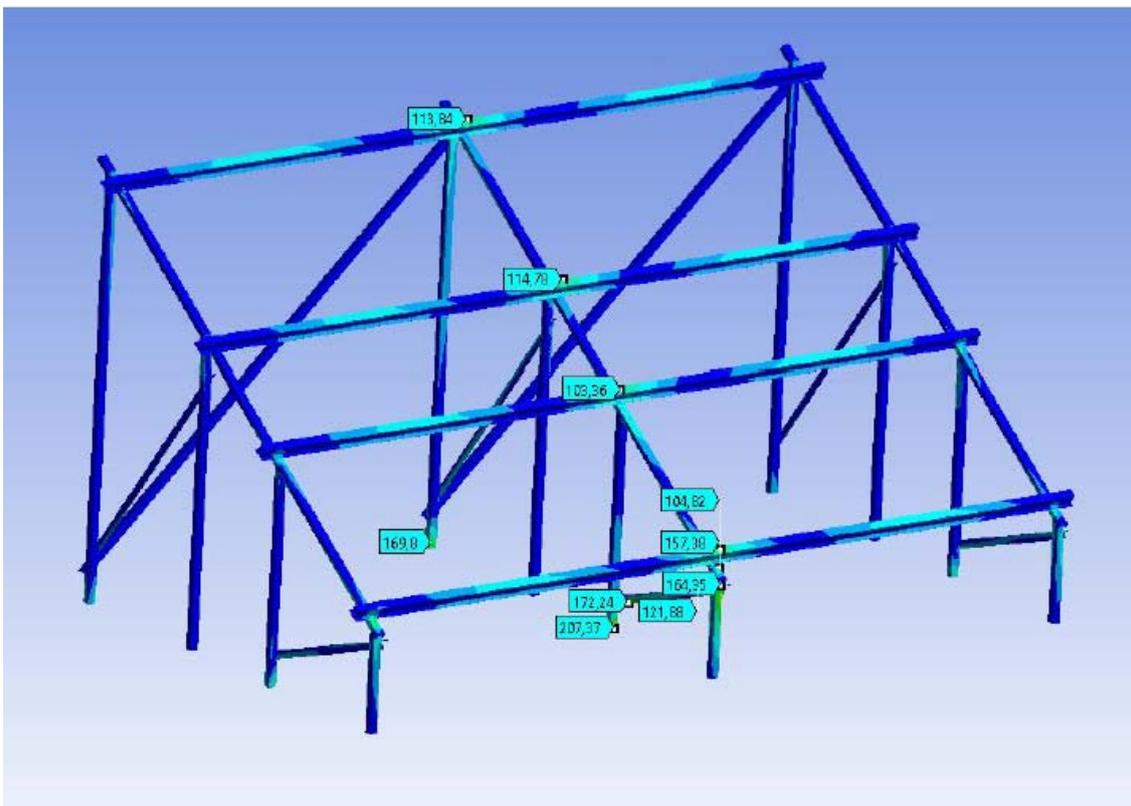


Ilustración 10. Estructura. Tensión equivalente de Von Mises 1

$$X_{\text{presión}} = LE/\sigma_{\text{max}} = 225/159,59 = 1,41$$

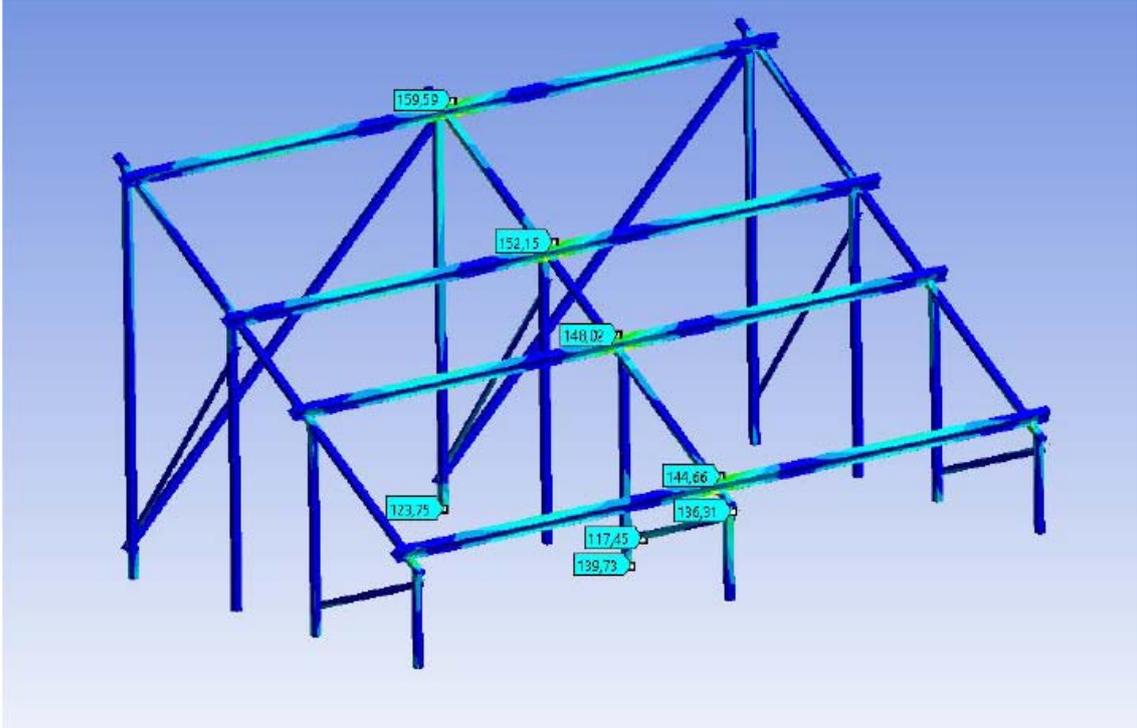


Ilustración 11. Estructura. Tensión equivalente de Von Mises 2

$$X_{\text{nieve}} = LE/\sigma_{\text{max}} = 225/204,2 = 1,102$$

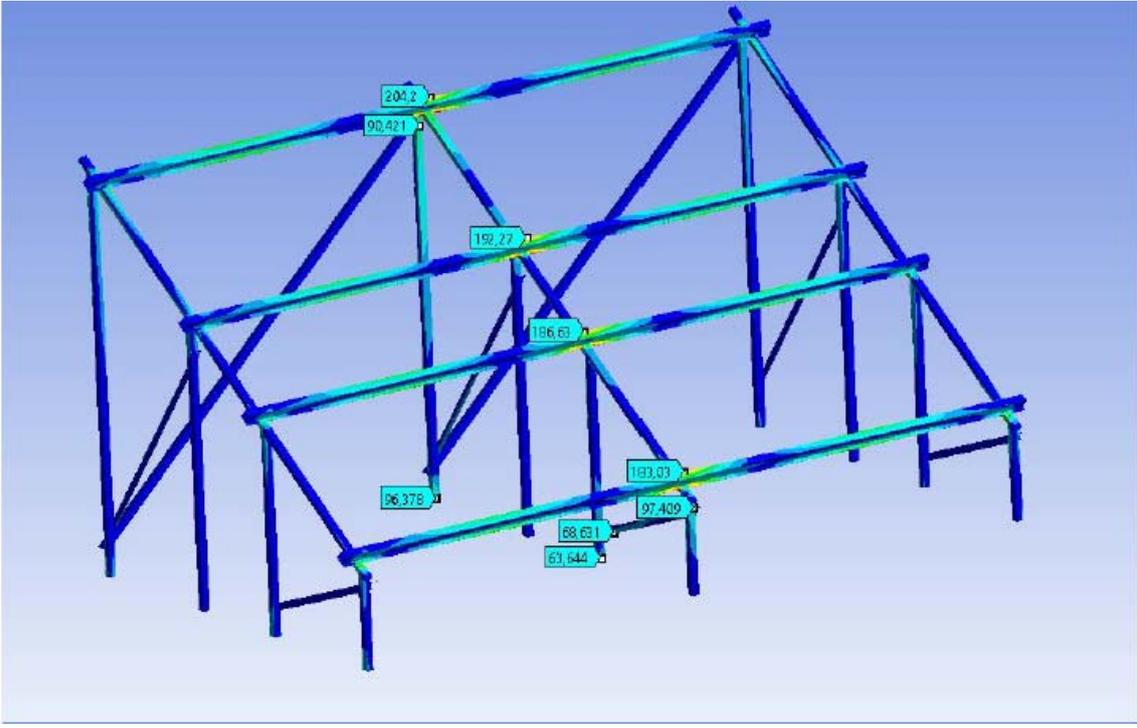


Ilustración 12. Estructura. Tensión equivalente de Von Mises 3

## 2.6.7.- DEFORMACIONES

En cuanto a deformaciones, la máxima toma el valor de 19,725 mm, en la zona donde indica la ilustración. Por tanto, se puede concluir que la estructura no sufre deformaciones que revistan importancia para su función.

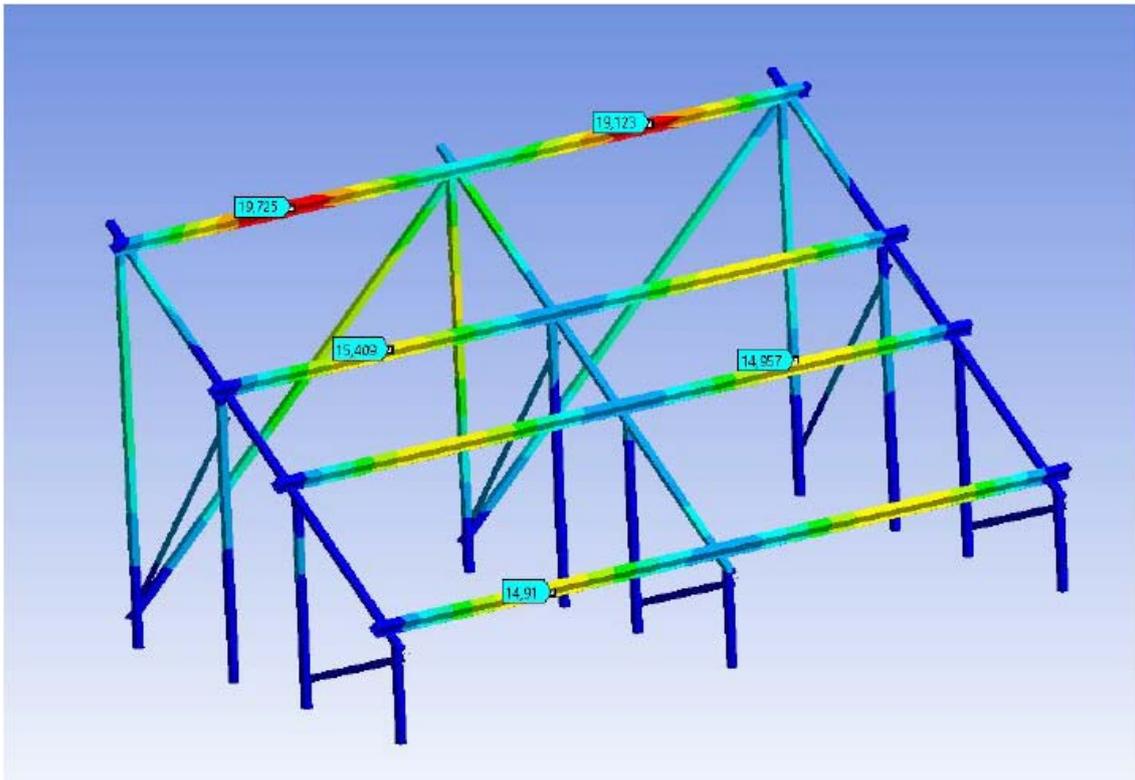


Ilustración 13. Estructura. Deformaciones

## 2.6.8.- REACCIONES

Las fuerzas que las acciones climáticas y el propio peso de la estructura ejercen sobre la misma unas fuerzas que derivan en unas reacciones sobre los apoyos y estas repercutirán sobre la solera previamente construida.

### SUCCIÓN

-	$RA_x = -1121 \text{ N}$	$RA_y = 3339,4 \text{ N}$	$RA_z = 190,6 \text{ N}$
-	$RB_x = 7358,9 \text{ N}$	$RB_y = -7488,6 \text{ N}$	$RB_z = -128,53 \text{ N}$
-	$RC_x = -74,71 \text{ N}$	$RC_y = -377,88 \text{ N}$	$RC_z = 62,495 \text{ N}$
-	$RD_x = 2262,1 \text{ N}$	$RD_y = -6367,7 \text{ N}$	$RD_z = 395,61 \text{ N}$

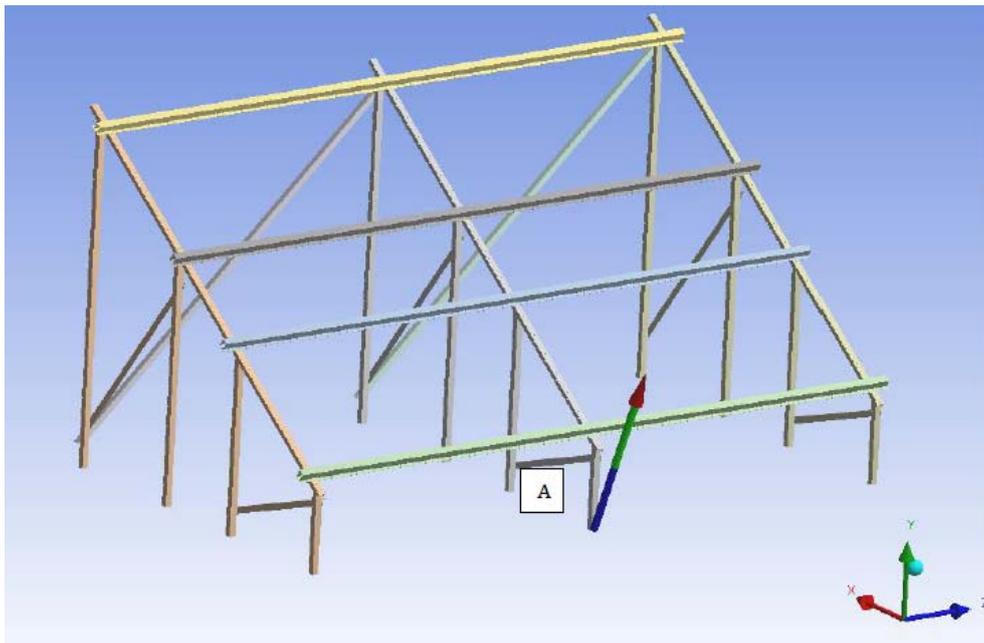


Ilustración 14. Estructura. Reacciones 1

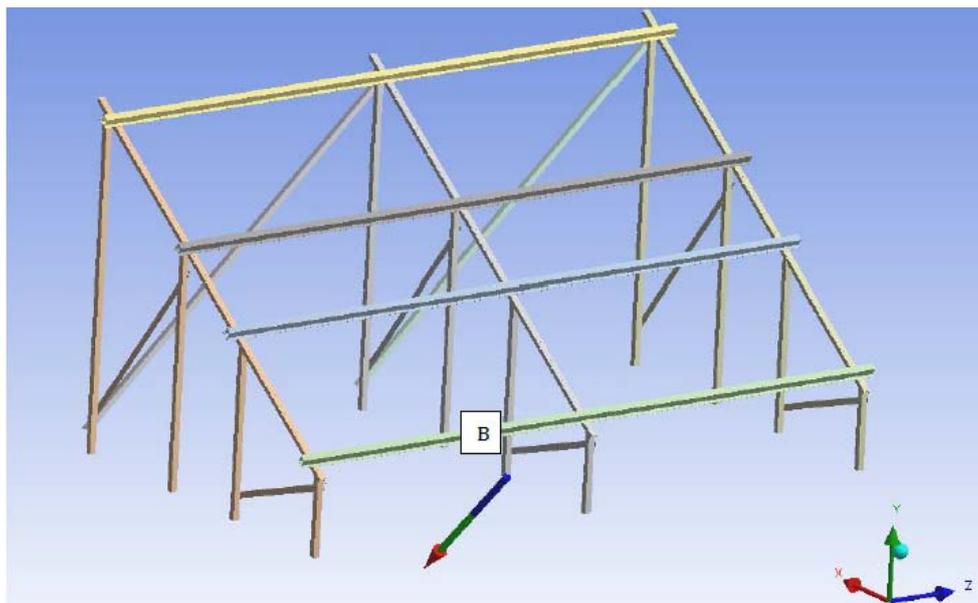


Ilustración 15. Reacciones 2

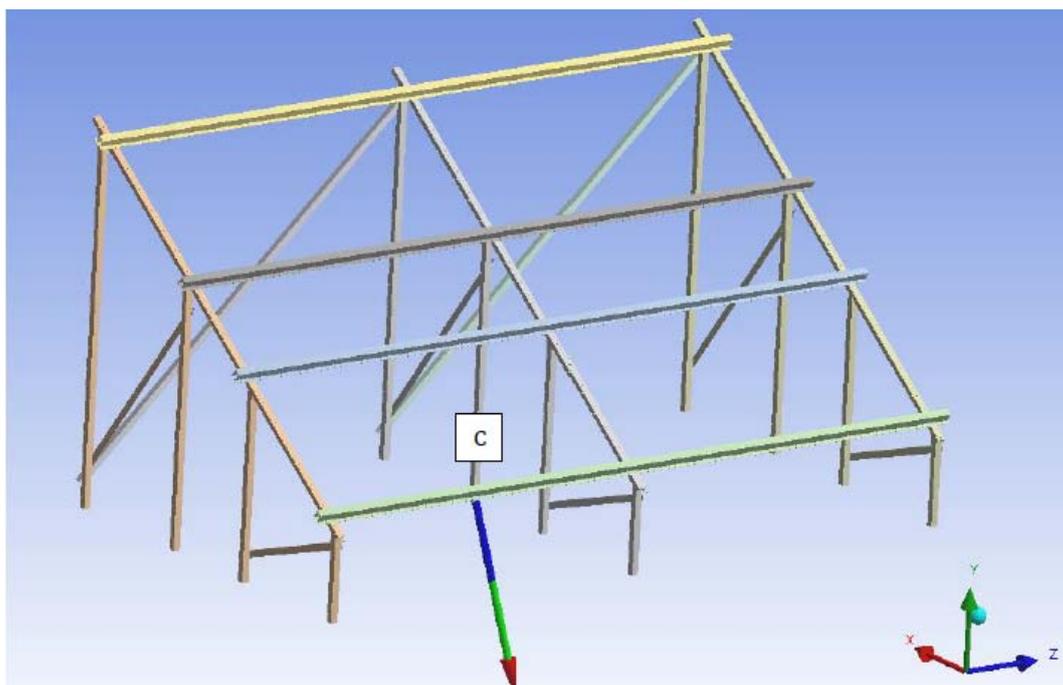


Ilustración 16. Reacciones 3

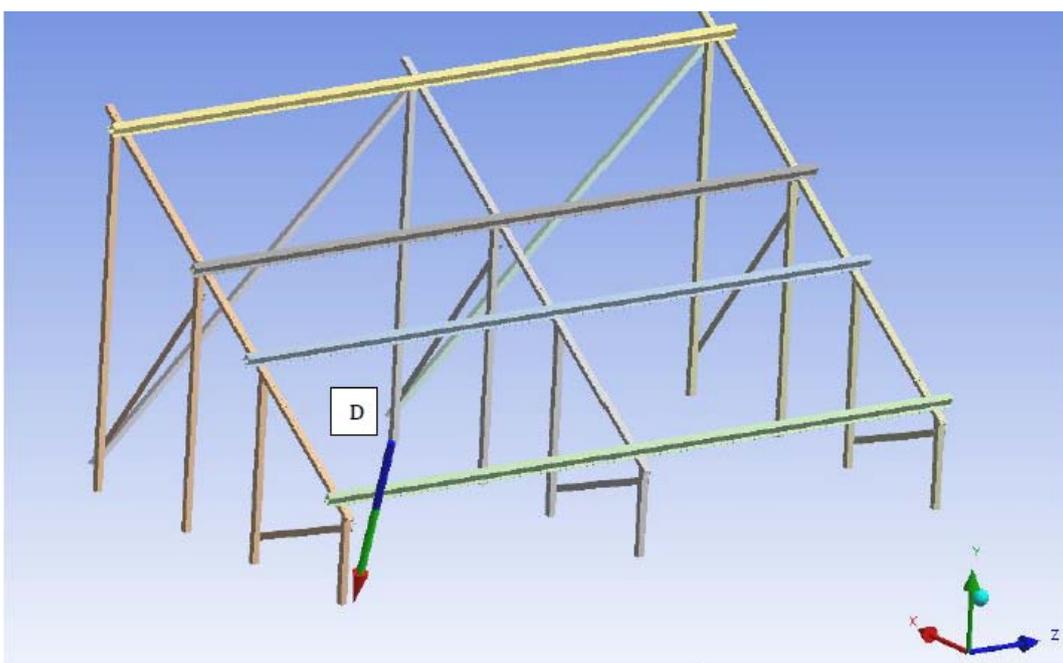


Ilustración 17. Reacciones 4

En el empotramiento encontraremos que las reacciones generadas por succión no superan los 10500 N, reacción compuesta de las reacciones mostradas en el apartado 2.6.8 reacciones.

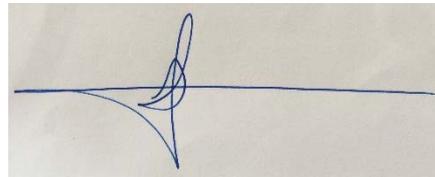
Determinando, por tanto, que la estructura cumple con todas las características necesarias para resistir las cargas especificadas en el código técnico.

DOCUMENTO N° 2 MEMORIA JUSTIFICATIVA	PROYECTO "INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 61440 Wp AISLADA DE RED DESTINADA A BOMBEO"	Página 20 de 20
--	---	-----------------

## 2.7.- CONCLUSIÓN

Esperando que hayan quedado suficientemente justificadas las instalaciones cuya ejecución se pretende, se solicita la aprobación de los Organismos Competentes, quedando a disposición de los mismos para cuantas consultas o aclaraciones requieran.

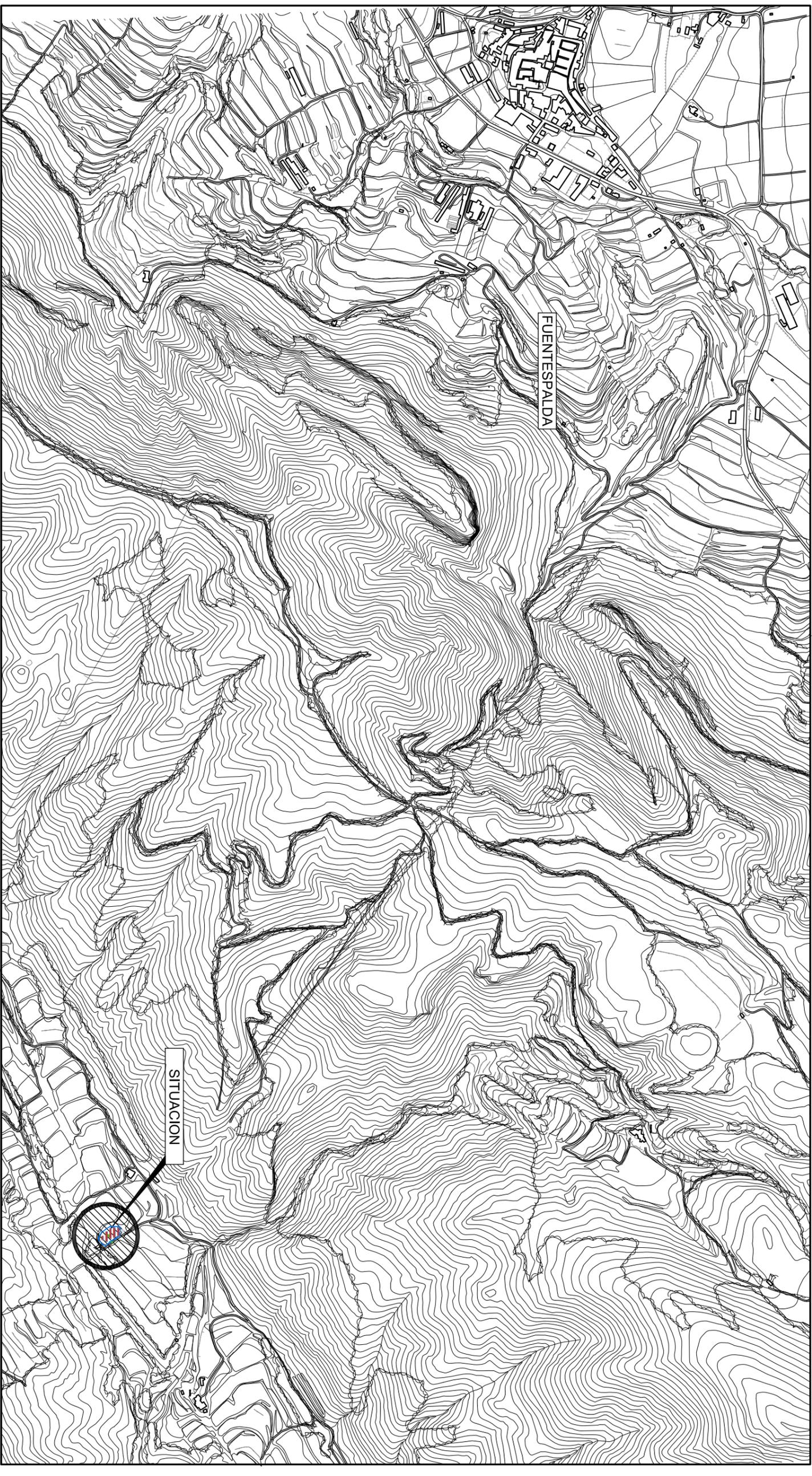
**En Alborje, a 15 de Octubre de 2018**



Firmado: Ion Romero Hernández. Ingeniero Técnico Industrial, esp. Mecánica. N° Colegiado 9542 COITIAIAR.

DOCUMENTO 3:

PLANOS



FUENTESPALDA

SITUACION

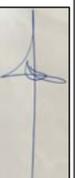
**PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN:  
FUENTESPALDA (TERUEL)**

PLANO DE SITUACION



**ION ROMERO HERNÁNDEZ**  
INGENIERO TÉCNICO  
Coleg. COITIAI n° 9542

FIRMADO:



PROMOTOR:  
EXCMO. AYUNTAMIENTO DE FUENTESPALDA

FECHA : OCTUBRE 2018  
ESCALA : 1/10.000





**ION ROMERO HERNÁNDEZ**  
INGENIERO TÉCNICO  
Coleg. COITIAI n° 9542

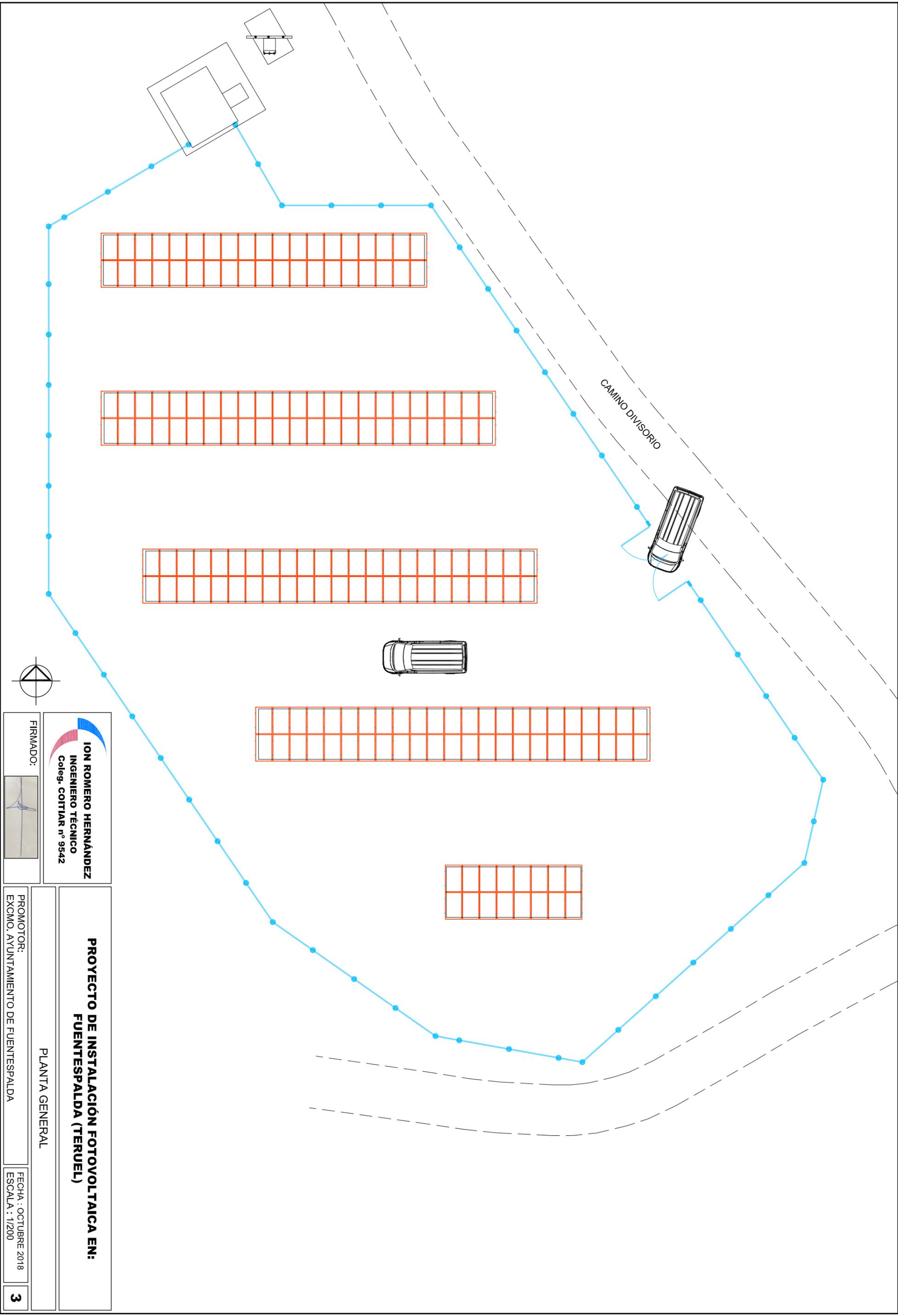
FIRMADO: 

**PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN:  
FUENTESPALDA (TERUEL)**

PLANO DE EMPLAZAMIENTO

PROMOTOR:  
EXCMO. AYUNTAMIENTO DE FUENTESPALDA

FECHA : OCTUBRE 2018  
ESCALA: 1/1.000




**ION ROMERO HERNÁNDEZ**  
 INGENIERO TÉCNICO  
 Coleg. COITIAI n.º 9542

FIRMADO:

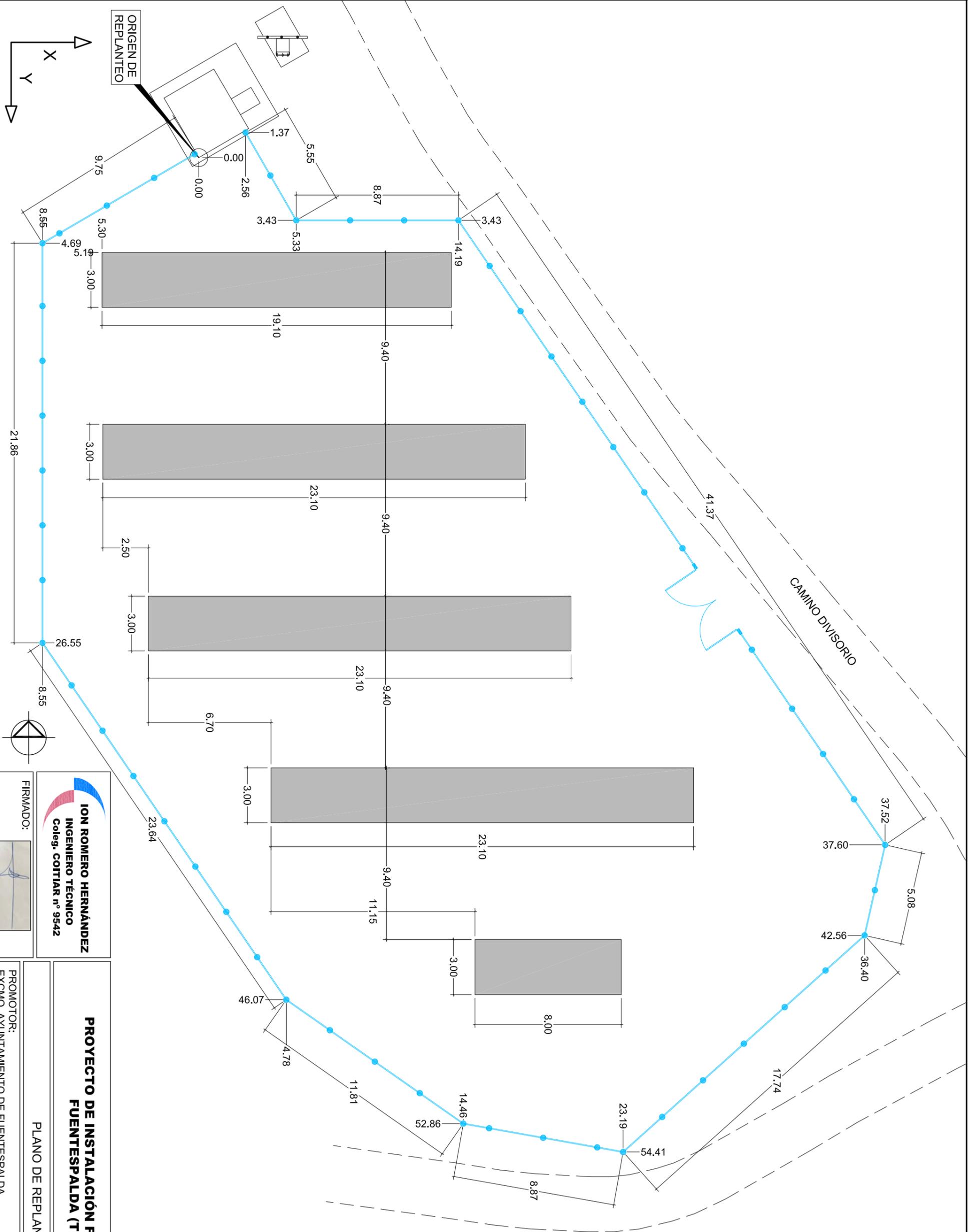


**PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN:**  
**FUENTESPALDA (TERUEL)**

PLANTA GENERAL

PROMOTOR:  
 EXCMO. AYUNTAMIENTO DE FUENTESPALDA

FECHA : OCTUBRE 2018  
 ESCALA : 1/200



**ION ROMERO HERNÁNDEZ**  
**INGENIERO TÉCNICO**  
 Coleg. COITIAI n° 9542

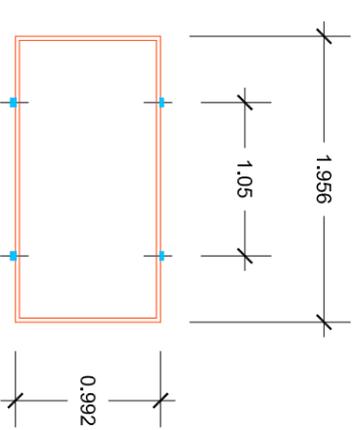
FIRMADO:

**PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN:**  
**FUENTESPALDA (TERUEL)**

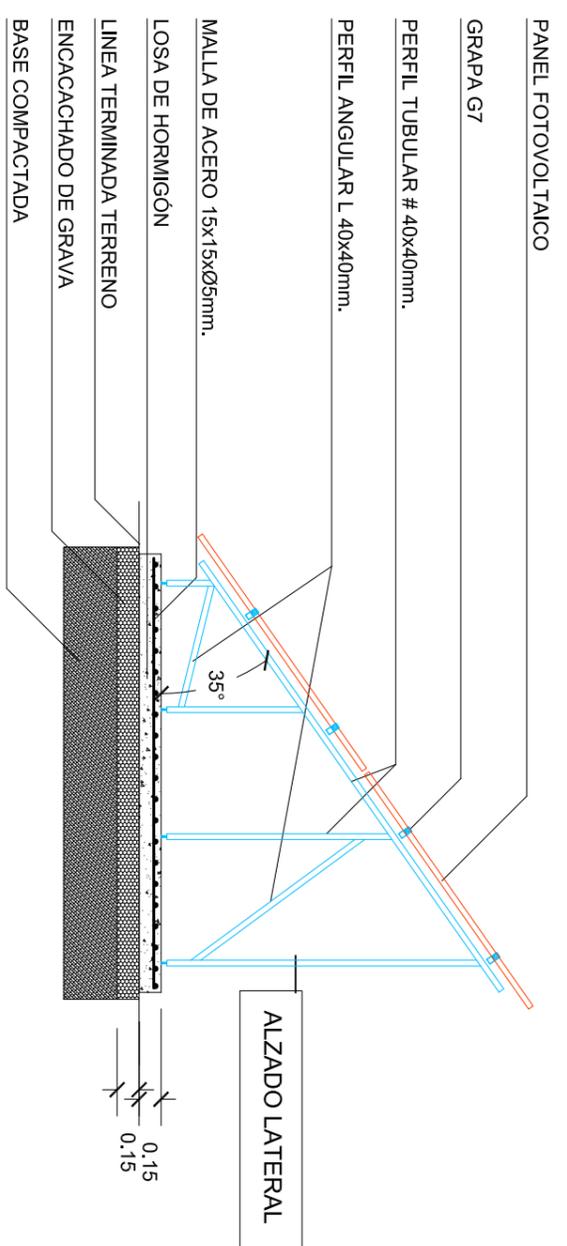
PLANO DE REPLANTEO

PROMOTOR:  
 EXCMO. AYUNTAMIENTO DE FUENTESPALDA

FECHA : OCTUBRE 2018  
 ESCALA : 1/200

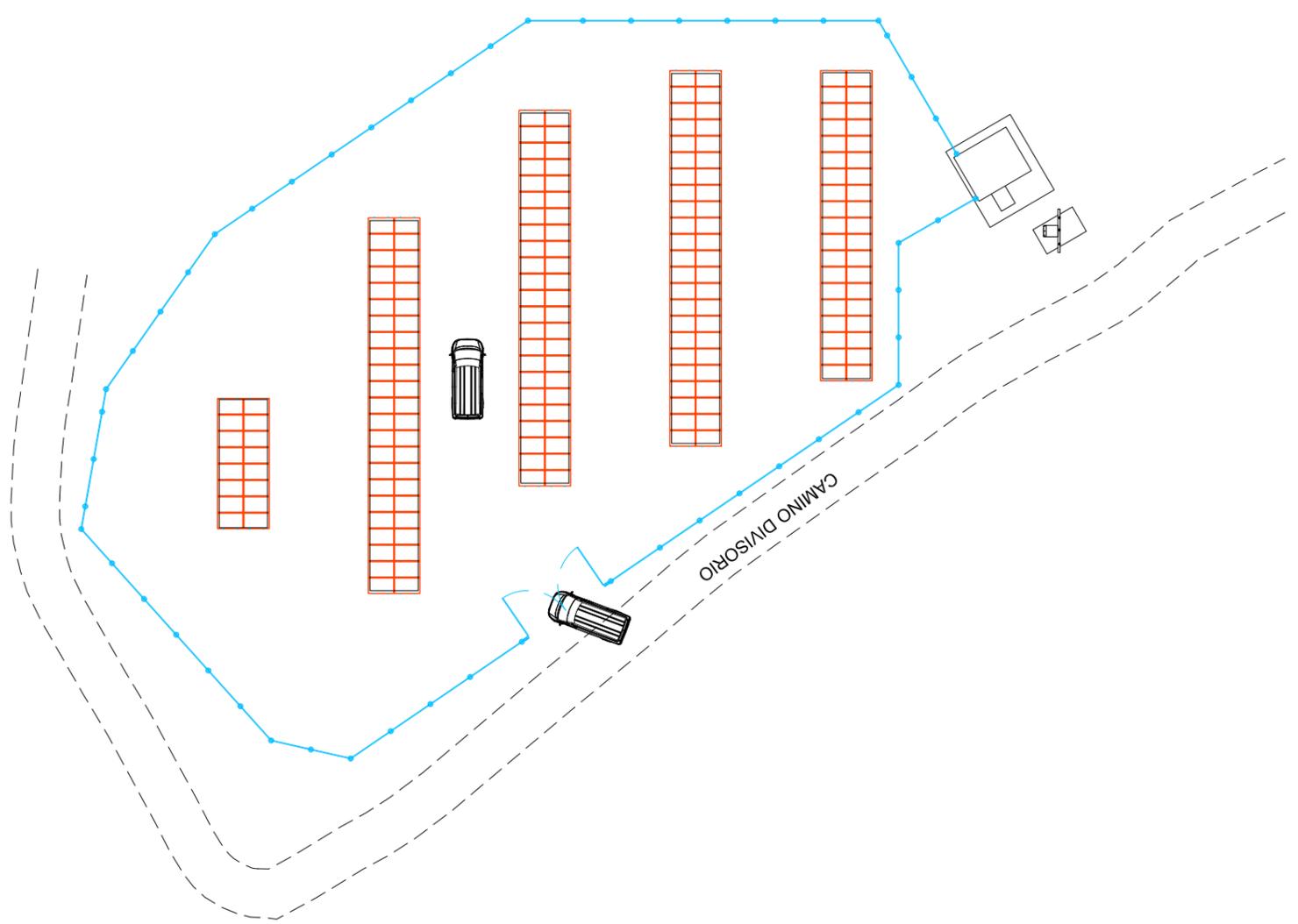


PLANTA



ALZADO LATERAL

DETALLE PANELES FOTOVOLTAICOS. escala 1/50



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN escala: 1/400



**ION ROMERO HERNÁNDEZ**  
**INGENIERO TÉCNICO**  
 Coleg. COITIAR nº 9542

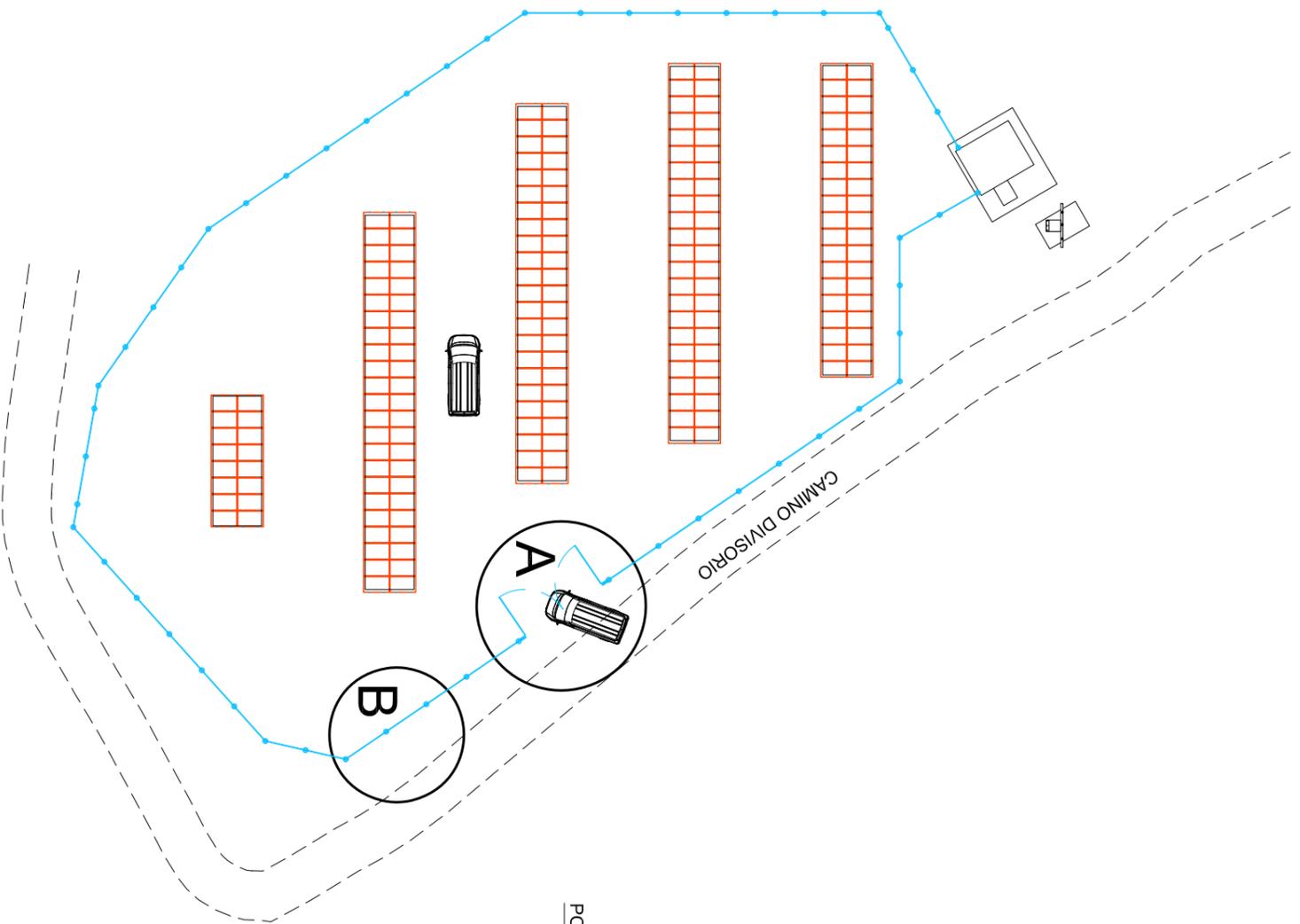
FIRMADO:

**PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN:**  
**FUENTESPALDA (TERUEL)**

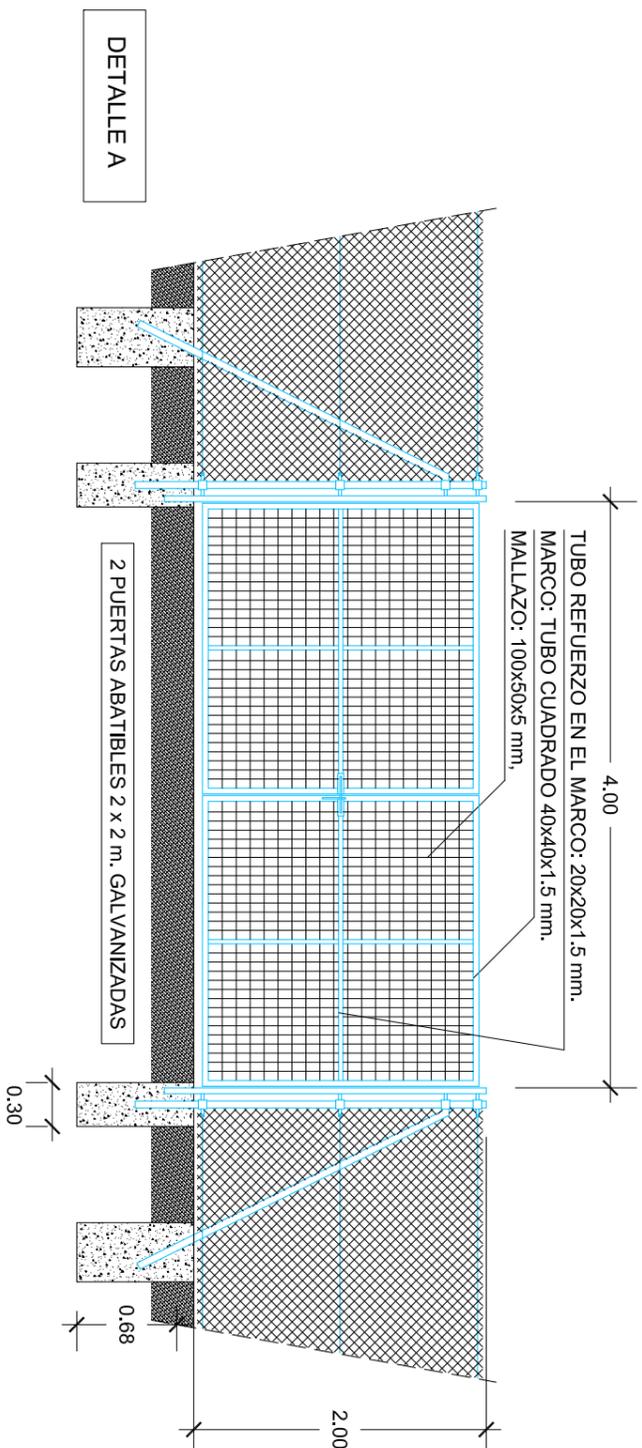
PANELES FOTOVOLTAICOS - DETALLES

PROMOTOR:  
 EXCMO. AYUNTAMIENTO DE FUENTESPALDA

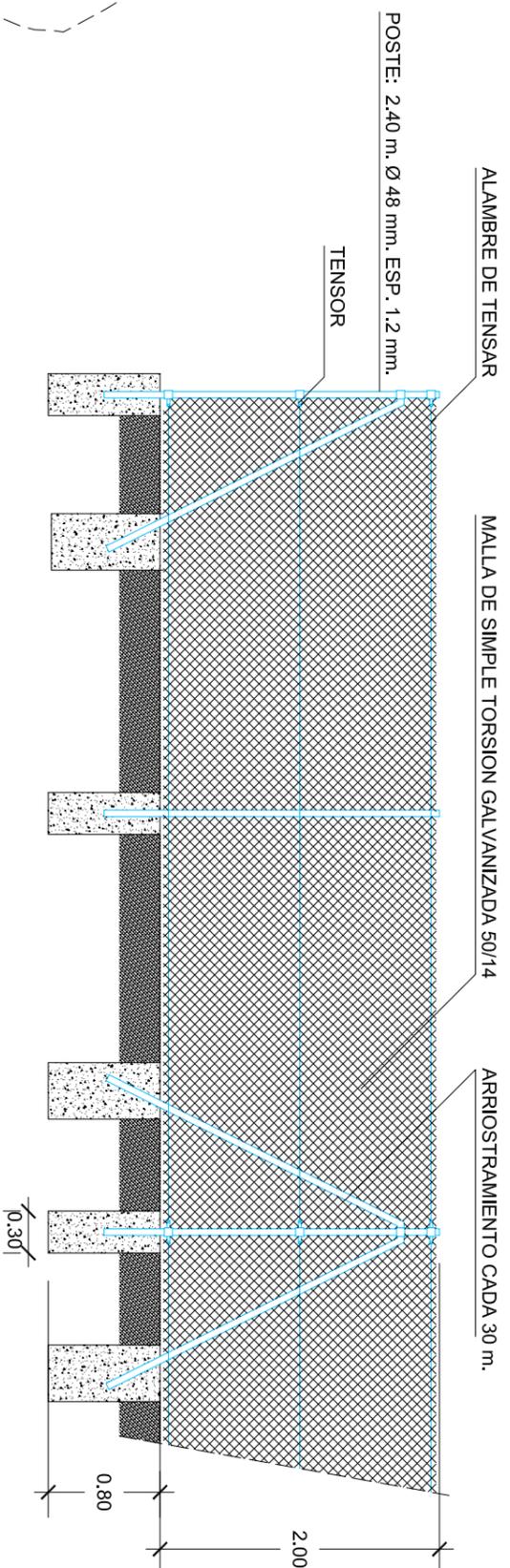
FECHA : OCTUBRE 2018  
 ESCALA : 1/50



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN escala: 1/400



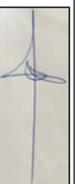
DETALLE A



DETALLE B

**ION ROMERO HERNÁNDEZ**  
INGENIERO TÉCNICO  
Coleg. COITIAI n° 9542

FIRMADO:

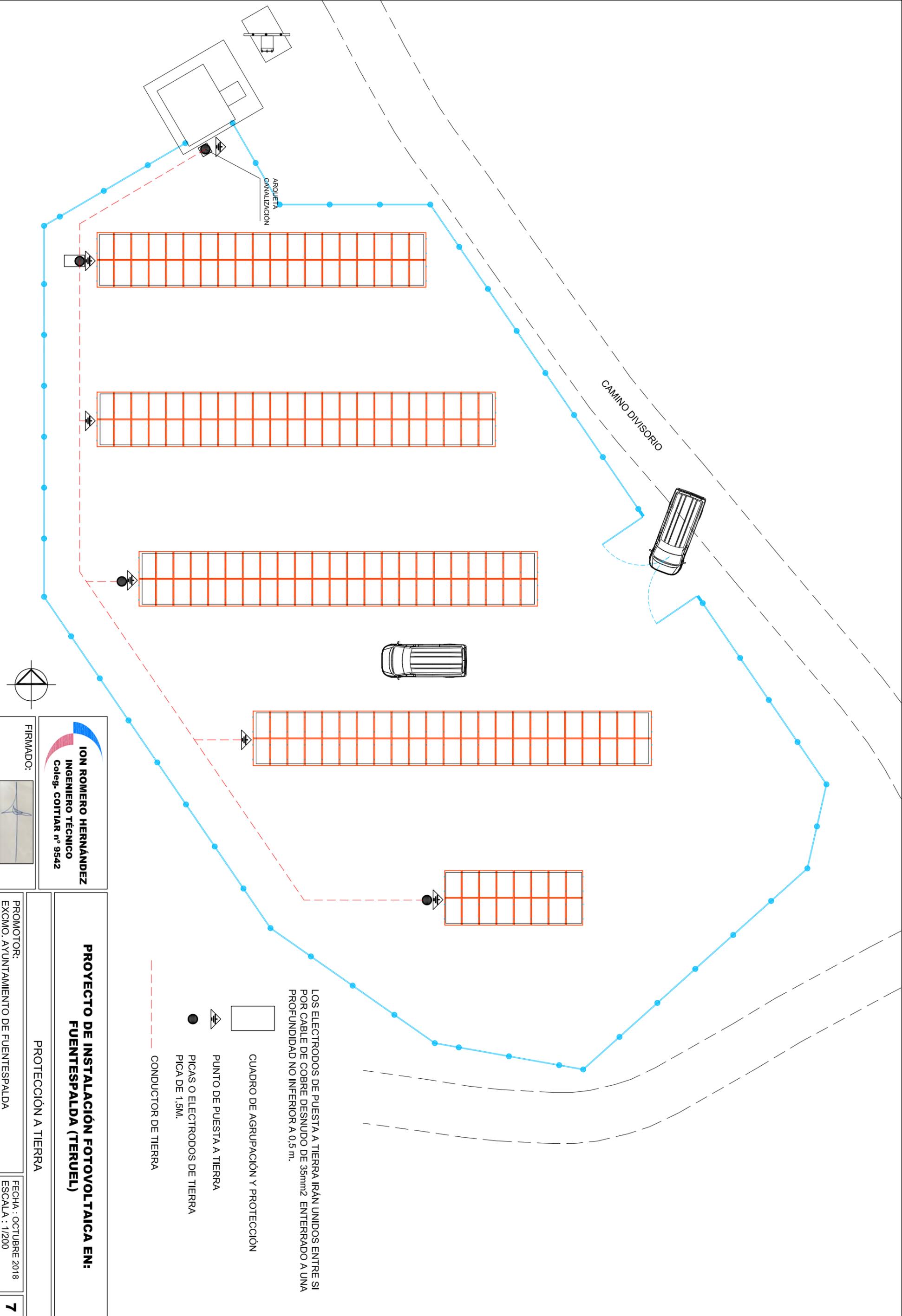


**PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN:  
FUENTESPALDA (TERUEL)**

PLANO DE VERJA Y DETALLES

PROMOTOR:  
EXCMO. AYUNTAMIENTO DE FUENTESPALDA

FECHA : OCTUBRE 2018  
ESCALA : 1/50



LOS ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA IRÁN UNIDOS ENTRE SI POR CABLE DE COBRE DESNUDO DE 35mm<sup>2</sup> ENTERRADO A UNA PROFUNDIDAD NO INFERIOR A 0,5 m.

-  CUADRO DE AGRUPACIÓN Y PROTECCIÓN
-  PUNTO DE PUESTA A TIERRA
-  PICAS O ELECTRODOS DE TIERRA PICA DE 1,5M.
-  CONDUCTOR DE TIERRA

**PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN:  
FUENTESPALDA (TERUEL)**

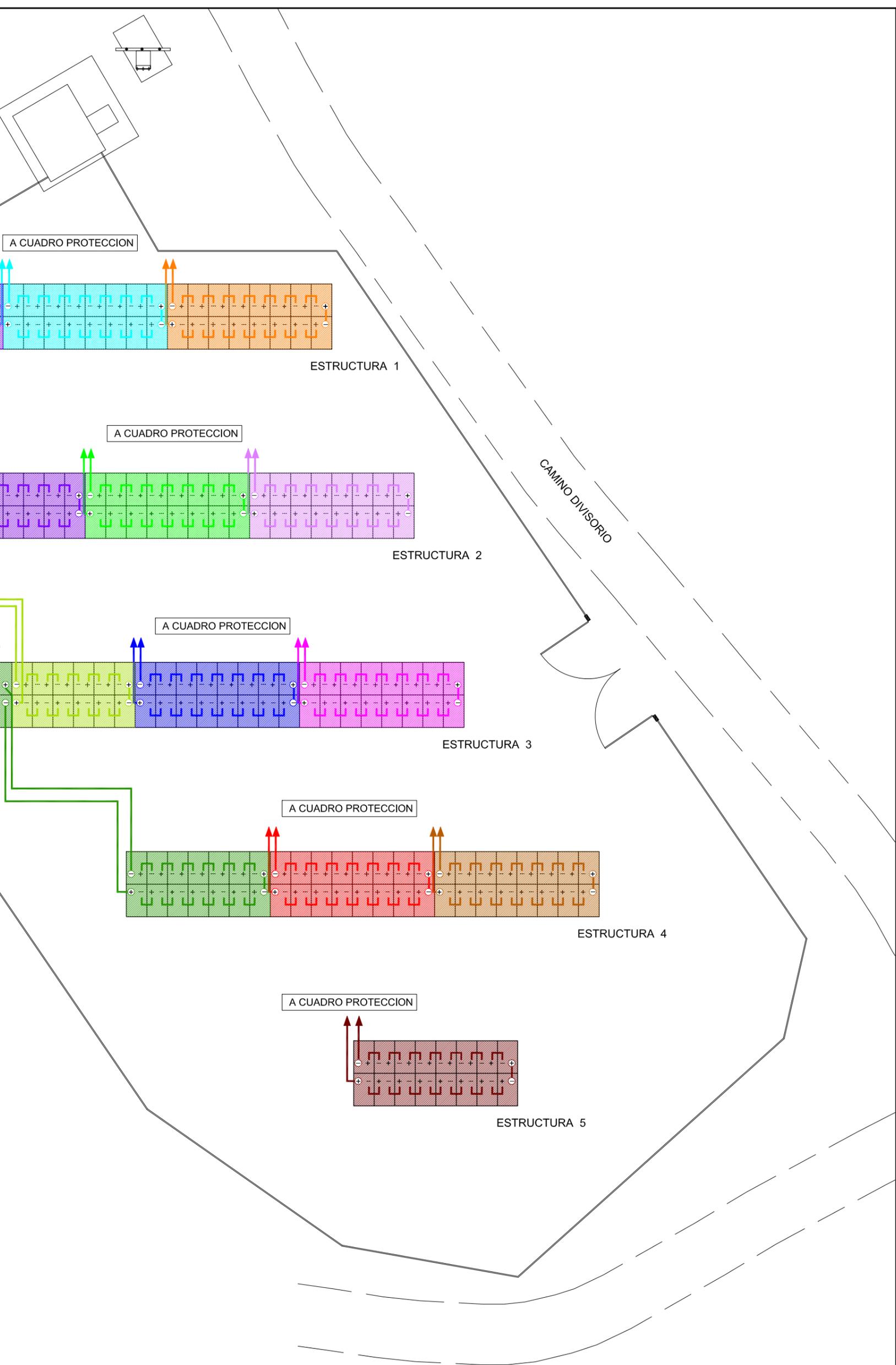
PROTECCIÓN A TIERRA

**ION ROMERO HERNÁNDEZ**  
INGENIERO TÉCNICO  
Coleg. COITIAJ n° 9542

FIRMADO: 

PROMOTOR:  
EXCMO. AYUNTAMIENTO DE FUENTESPALDA

FECHA : OCTUBRE 2018  
ESCALA : 1/200



	SERIE 1
	SERIE 2
	SERIE 3
	SERIE 4
	SERIE 5
	SERIE 6
	SERIE 7
	SERIE 8
	SERIE 9
	SERIE 10
	SERIE 11
	SERIE 12



FIRMADO:  
  
**ION ROMERO HERNÁNDEZ**  
 INGENIERO TÉCNICO  
 Coleg. COITIAI n° 9542

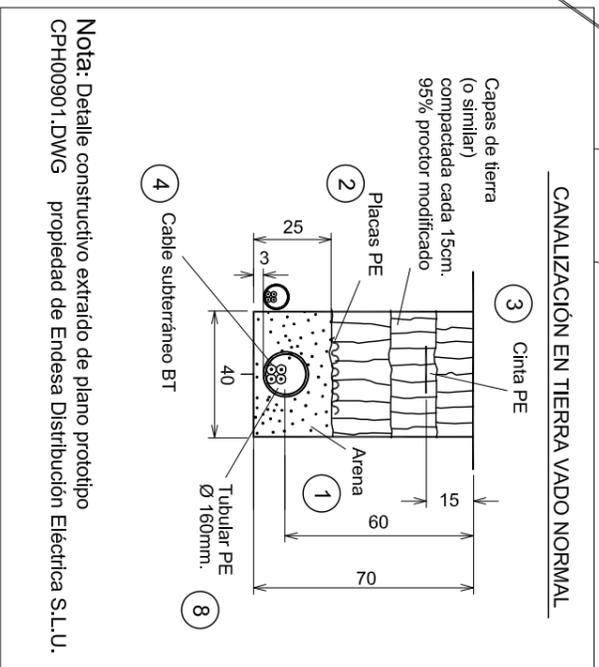
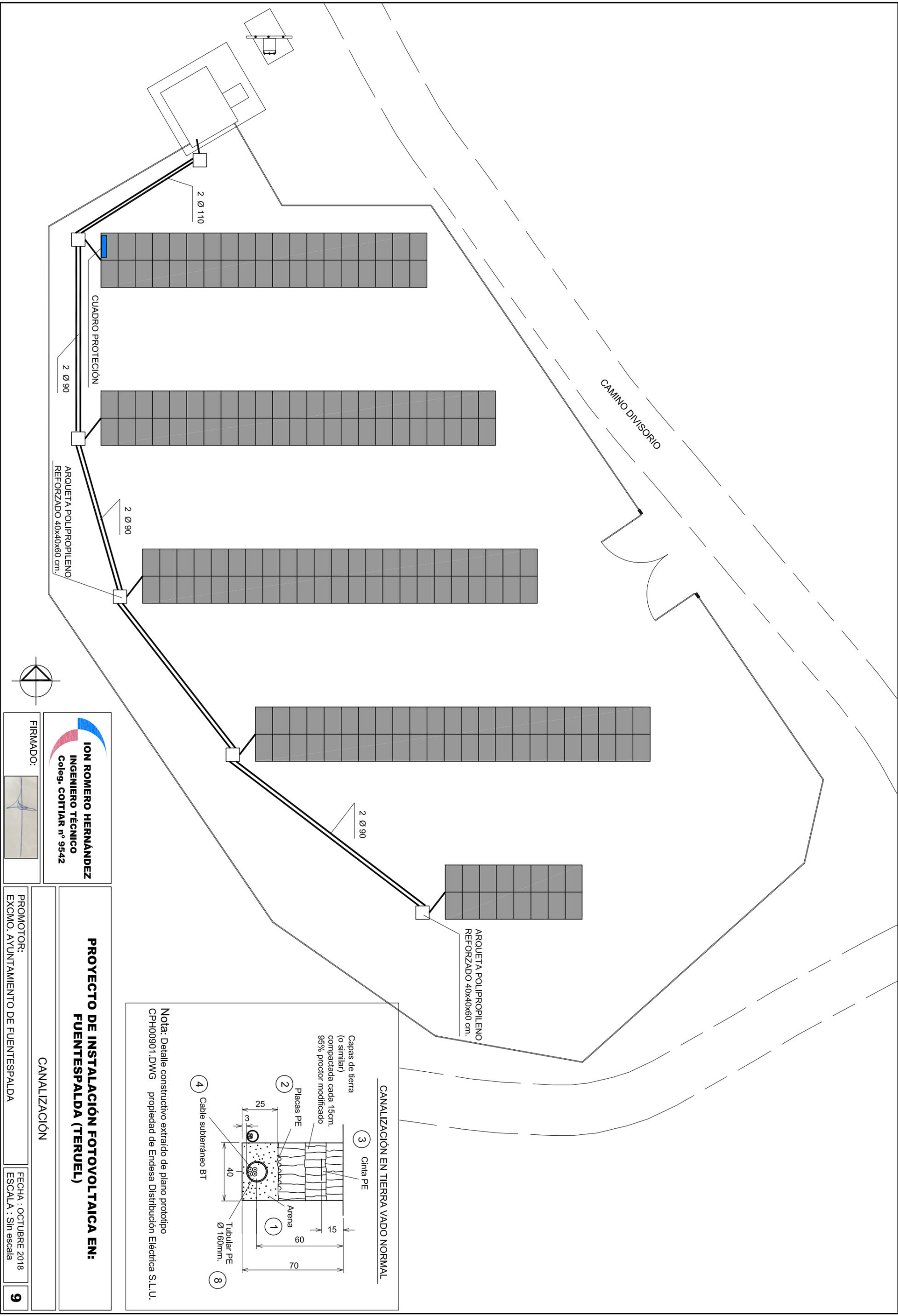
**PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN:**  
**FUENTESPALDA (TERUEL)**

CONEXIÓN MODULOS

PROMOTOR:  
 EXCMO. AYUNTAMIENTO DE FUENTESPALDA

FECHA : OCTUBRE 2018  
 ESCALA : Sin escala

**8**



**PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN:  
FUENTESPALDA (TERUEL)**

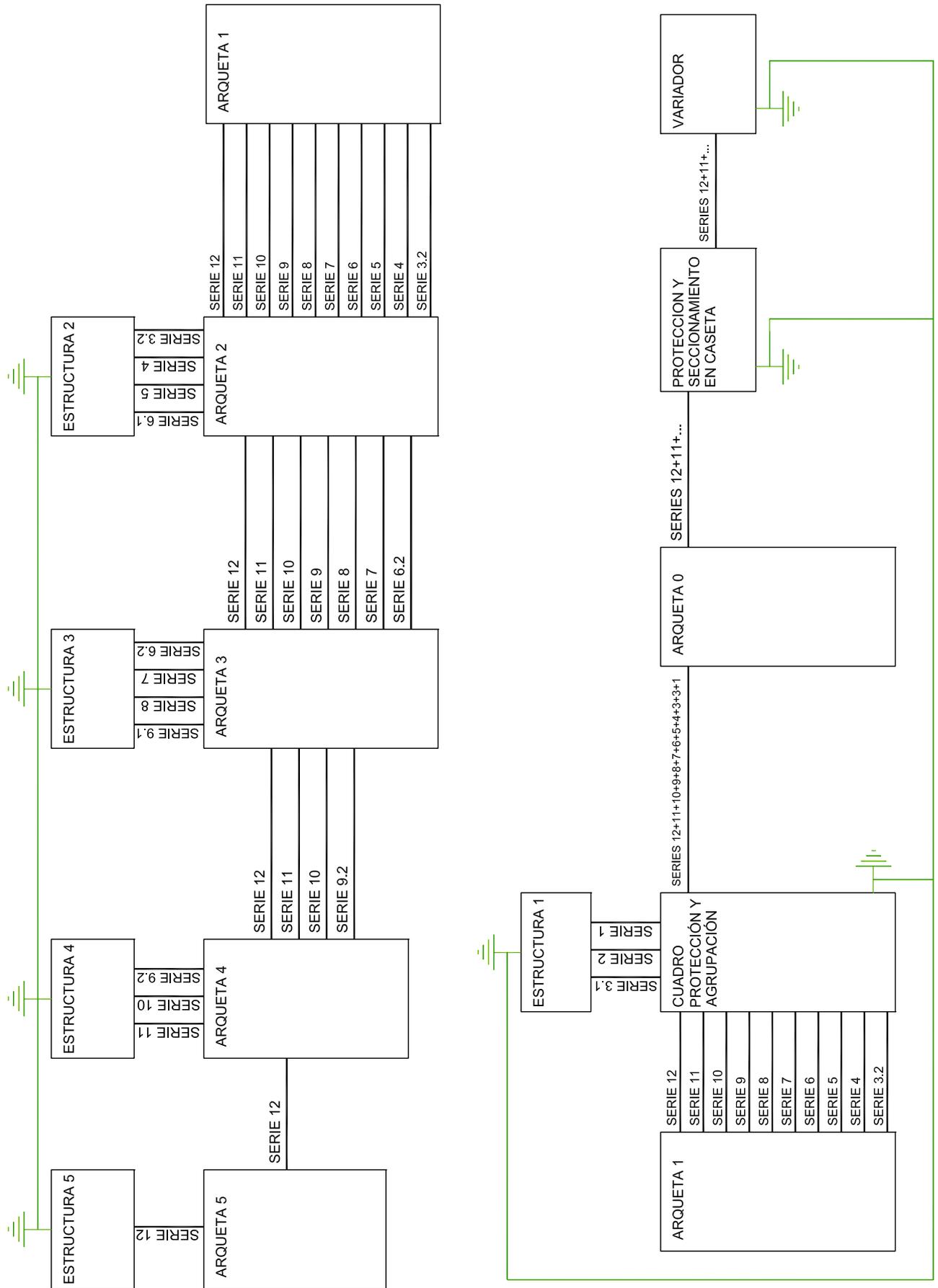
CANALIZACIÓN

**ION ROMERO HERNÁNDEZ**  
INGENIERO TÉCNICO  
Coleg. COITIAI n.º 9542

FIRMADO:

PROMOTOR:  
EXCMO. AYUNTAMIENTO DE FUENTESPALDA

FECHA : OCTUBRE 2018  
ESCALA : Sin escala



**ION ROMERO HERNÁNDEZ**  
**INGENIERO TÉCNICO**  
**Coleg. COITIAR nº 9542**

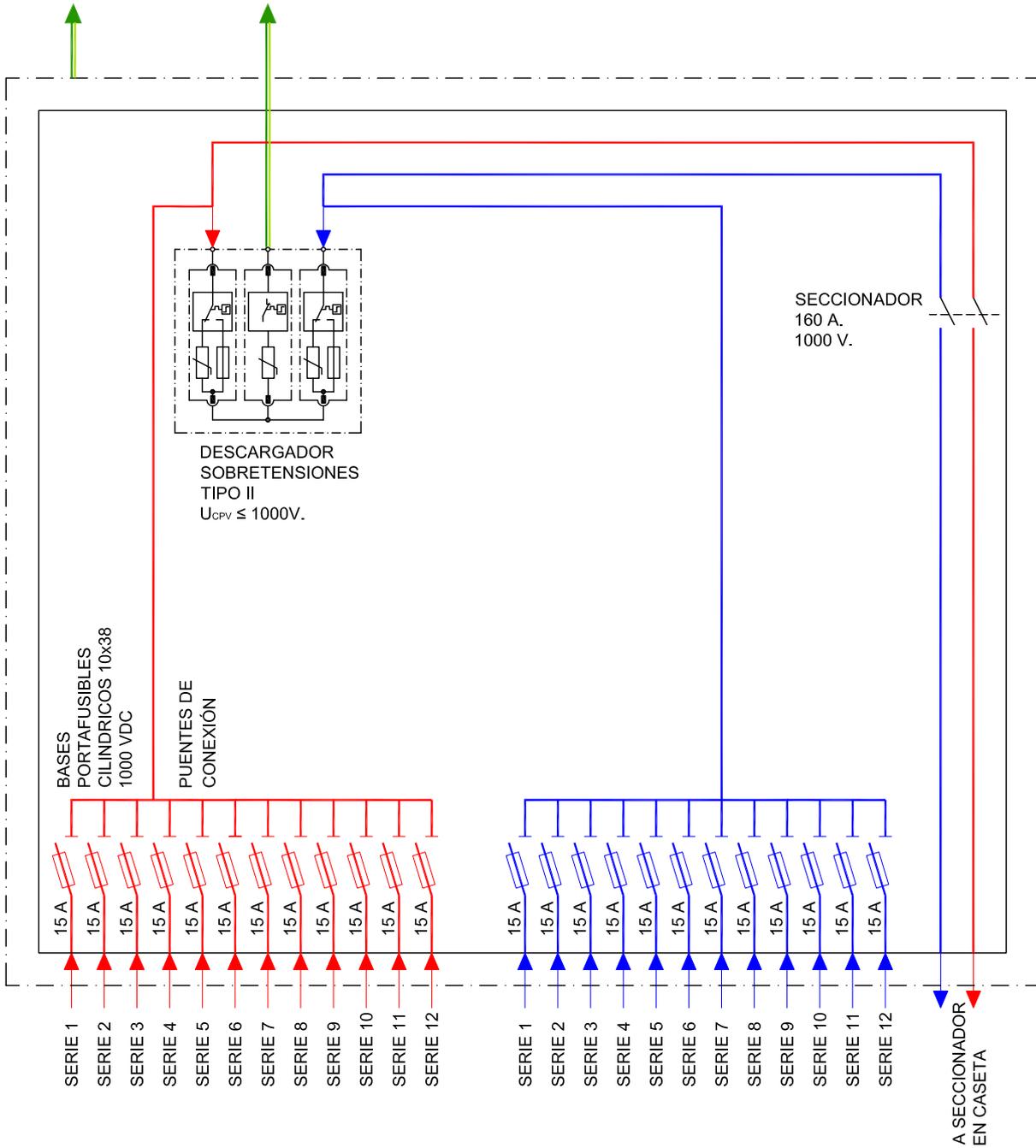
**PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN:  
 FUENTESPALDA (TERUEL)**

FIRMADO: 

UNIFILAR 1

PROMOTOR:  
 EXCMO. AYUNTAMIENTO DE FUENTESPALDA

FECHA : OCTUBRE 2018  
 ESCALA : Sin escala



**ION ROMERO HERNÁNDEZ**  
**INGENIERO TÉCNICO**  
 Coleg. COITIAR nº 9542

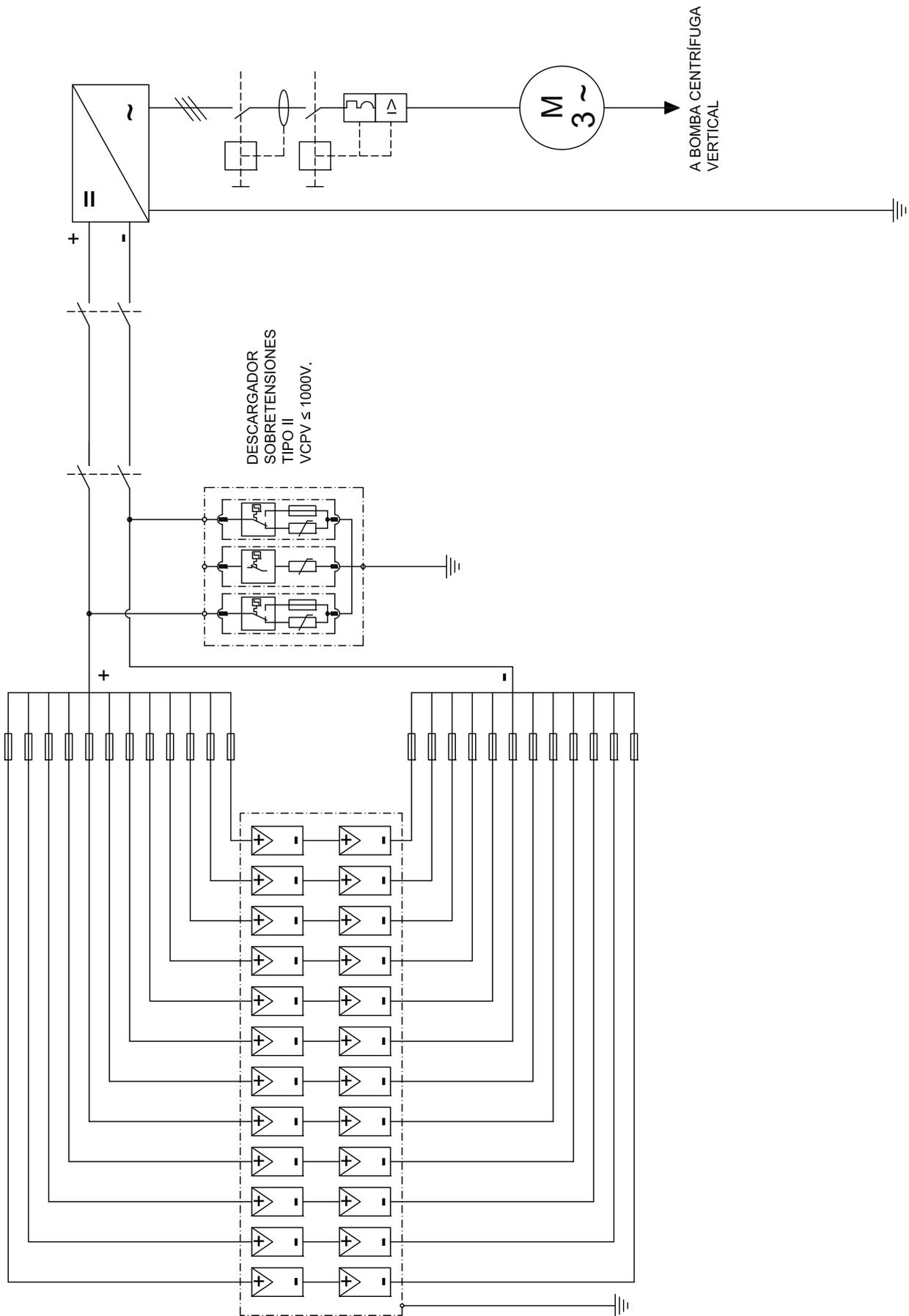
**PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN:  
 FUENTESPALDA (TERUEL)**

FIRMADO: 

UNIFILAR 2

PROMOTOR:  
 EXCMO. AYUNTAMIENTO DE FUENTESPALDA

FECHA : OCTUBRE 2018  
 ESCALA : 1/100



**ION ROMERO HERNÁNDEZ**  
**INGENIERO TÉCNICO**  
 Coleg. COITIAR nº 9542

**PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN:  
 FUENTESPALDA (TERUEL)**

FIRMADO: 

UNIFILAR 3

PROMOTOR:  
 EXCMO. AYUNTAMIENTO DE FUENTESPALDA

FECHA : OCTUBRE 2018  
 ESCALA : 1/100

DOCUMENTO 4:

PRESUPUESTO

**Presupuesto parcial nº 1**

Num.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
<b>1.1.- MÓDULOS FOTOVOLTAICOS Y SOPORTACIÓN</b>					
1.1.1	UD	Paneles fotovoltaicos marca Vikram Solar o similar de 320 w de potencia y una tolerancia de +/- 3% con una garantía de producción de 25 años y fabricación de 10 años, totalmente instalados y conectados.	192,000	210,08	40.335,36
1.1.2	UD	Soportación necesaria para la colocación de los módulos fotovoltaicos.	192,000	95,06	18.251,52
<b>Total 1.1.- MÓDULOS FOTOVOLTAICOS Y SOPORTACIÓN:</b>					<b>58.586,88</b>
<b>1.2.- CABLEADO Y CANALIZACIONES</b>					
1.2.1	m	Circuito cableado C.C. con conductor 6 mm y conexiones con conectores multicontac. realizando las series necesarias entre paneles y protecciones de C.C.	100,000	35,97	3.597,00
<b>Total 1.2.- CABLEADO Y CANALIZACIONES:</b>					<b>3.597,00</b>
<b>1.3.- CONVERTIDOR DE FRECUENCIA</b>					
1.3.1	UD	Variador de frecuencia marca VMC modelo S100 de 30 KW, para transformar la corriente continua producida por los paneles fotovoltaicos, en corriente alterna.	1,000	3.211,13	3.211,13
1.3.2	UD	Diseño, monataje, instalación y puesta en marcha de un cuadro de control para variador bombeo solar.	1,000	2.713,27	2.713,27
<b>Total 1.3.- CONVERTIDOR DE FRECUENCIA:</b>					<b>5.924,40</b>
<b>1.4.- MONITORIZACIÓN</b>					
1.4.1	UD	Sistema de control de bombeo solar CBS, dispositivo que realiza el seguimiento de punto de máxima potencia y ajusta dinámicamente el convertidor de frecuencia para conseguir el máximo aprovechamiento de la energía solar disponible en cada momento.	1,000	696,93	696,93
<b>Total 1.4.- MONITORIZACIÓN:</b>					<b>696,93</b>
<b>1.5.- PUESTA A TIERRA Y PROTECCIONES</b>					
1.5.1	UD	Caja de Protección cc para cortocircuito y sobretensiones de las series de paneles.	1,000	896,20	896,20
1.5.2	UD	Instalación de un protector contra sobretensiones transitorias en los circuitos de corriente continua en el cuadro de mando y protección, este elemento protegerá la instalación en los siguiente casos: - Caidas fortuitas de rayos cerca de las instalaciones (sobretensiones transitorias) creando picos muy elevados de tensión que ocasionarían daños considerables en la instalación.	1,000	473,04	473,04
1.5.3	UD	Puesta a tierra.	2,000	107,20	214,40
<b>Total 1.5.- PUESTA A TIERRA Y PROTECCIONES:</b>					<b>1.583,64</b>
<b>1.6.- OBRA CIVIL</b>					
1.6.1	m	Construcción de solera de hormigón con estructura de hierro corrugado, en solera de hormigón lineal de 0,15 m de altura x 3 m de anchura.	45,600	208,00	9.484,80

**Presupuesto parcial nº 1**

Num.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.6.2	m	Metro lineal de valla 50/14 galvanizada de 2 m de altura con portes de acero con cremallera tipo europa 50 mm, separación de postes 4m, refuerzos 36 mts aprox. montaje completo incluso perforación de pozos en suelo de tierra, relleno de hormigón, colocación y alineado de postes.	150,000	20,96	3.144,40
1.6.3	UD	Puerta abatible, con marco de perfil de 40x40 y relleno de mallazo 200x50x5 mm, de 4x2 en dos hojas.	1,000	429,13	429,13
1.6.4	m	Adecuación infraestructura	1.750,000	9,04	15.819,80
<b>Total 1.6.- OBRA CIVIL:</b>					<b>28.878,13</b>

**1.7.- INSTALACIONES DE SEGURIDAD**

1.7.1	UD	Sistema de alarma y protección para robo con detección por cable cosido a paneles, detector de movimiento en local técnico totalmente instalado y conectado a central de alarmas.( No incluido la cuota anual de mantenimiento central de alarmas).	1,000	4.567,52	4.567,52
<b>Total 1.7.- INSTALACIONES DE SEGURIDAD:</b>					<b>4.567,52</b>

**1.8.- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AUXILIAR CASETA**

1.8.1	UD	Kit de 320 Wp para alimentación de sistemas de alarmas y control de parametros constantes de la instalación solar fotovoltaica compuestos por: - Panel solar 320 Wp - Maximizador HPPT 100V/30A - Batería de AGM 250A/H sin mantenimiento - Inversor 12V=230V - 800W - Instalación eléctrica caseta	1,000	1.099,80	1.099,80
<b>Total 1.8.- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AUXILIAR CASETA:</b>					<b>1.099,80</b>

**Total presupuesto parcial nº 1 : 104.934,30**

## Presupuesto de ejecución material

	<b>Importe (€)</b>
<b>1</b>	<b>104.934,30</b>
1.1.- MÓDULOS FOTOVOLTAICOS Y SOPORTACIÓN	58.586,88
1.2.- CABLEADO Y CANALIZACIONES	3.597,00
1.3.- CONVERTIDOR DE FRECUENCIA	5.924,40
1.4.- MONITORIZACIÓN	696,93
1.5.- PUESTA A TIERRA Y PROTECCIONES	1.583,64
1.6.- OBRA CIVIL	28.878,13
1.7.- INSTALACIONES DE SEGURIDAD	4.567,52
1.8.- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AUXILIAR CASETA	1.099,80
<b>Total .....</b>	<b>104.934,30</b>

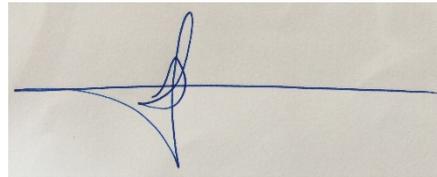
Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CIENTO CUATRO MIL NOVECIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS.

### Resumen de presupuesto

Capítulo	Importe (€)
<b>1</b>	
1.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS Y SOPORTACIÓN .....	58.586,88
1.2 CABLEADO Y CANALIZACIONES .....	3.597,00
1.3 CONVERTIDOR DE FRECUENCIA .....	5.924,40
1.4 MONITORIZACIÓN .....	696,93
1.5 PUESTA A TIERRA Y PROTECCIONES .....	1.583,64
1.6 OBRA CIVIL .....	28.878,13
1.7 INSTALACIONES DE SEGURIDAD .....	4.567,52
1.8 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AUXILIAR CASETA .....	1.099,80
<b>Total 1 .....</b>	<b>104.934,30</b>
<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>104.934,30</b>
13% de gastos generales	13.641,46
6% de beneficio industrial	6.296,06
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>124.871,82</b>
21% IVA	26.223,08
<b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)</b>	<b>151.094,90</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y UN MIL NOVENTA Y CUATRO EUROS CON NOVENTA CÉNTIMOS.

**En Alborgue, a 15 de Octubre de 2018**



Firmado: Ion Romero Hernández. Ingeniero Técnico Industrial, esp. Mecánica. N° Colegiado 9542 COITIAI.