

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



“DISEÑO DE PLANTA SOLAR  
FOTOVOLTAICA DE 4MW EN CIEZA  
(MURCIA) Y CÁLCULO DE LAS  
INSTALACIONES DE BT Y AT NECESARIAS  
PARA SU PUESTA EN MARCHA, ASÍ COMO  
EL ESTUDIO DE VIABILIDAD DE LA  
PLANTA”

TRABAJO FIN DE GRADO

DICIEMBRE 2022

AUTOR: Pascual Herrera Ramírez

TUTOR: Juan Manuel Sánchez Eugenio

## ÍNDICE

DOCUMENTO N° 1: <b>MEMORIA</b> .....	2
Anejo n° 1.- Cálculos Justificativos .....	89
Anejo n° 2.- Control de Calidad.....	175
Anejo n° 3.- Puesta en Marcha .....	187
Anejo n° 4.- Gestión de Residuos .....	198
Anejo n° 5.- Estudio de Viabilidad .....	219
 DOCUMENTO N° 2: <b>PLIEGO DE CONDICIONES</b> .....	 225
 DOCUMENTO N° 3: <b>PRESUPUESTO</b> .....	 358
 DOCUMENTO N° 4: <b>PLANOS</b> .....	 398
 DOCUMENTO N° 5: <b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b> .....	 419

**DOCUMENTO N° 1**

## **MEMORIA**

**PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO  
CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE  
4.000,00 kWn y 4.992,00 kWp**



**TÉRMINO MUNICIPAL DE CIEZA (MURCIA)**

**AUTOR**

**PASCUAL HERRERA RAMÍREZ**

**DICIEMBRE 2022**

# ÍNDICE

- 1.- ANTECEDENTES
- 2.- OBJETO DEL PROYECTO
- 3.- TITULAR
- 4.- EMPLAZAMIENTO
  - 4.1.- Localización**
  - 4.2.- Superficie del área de afección**
  - 4.3- Climatología**
- 5.- NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN
- 6.- AFECCIONES
  - 6.1.- Afecciones al suelo**
  - 6.2.- Accesos al parque solar**
- 7.- CARACTERÍSTICAS DEL PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO
  - 7.1.- Descripción general del Parque**
  - 7.2.- Producción obtenida**
  - 7.3.- Descripción de instalaciones**
    - 7.3.1.- Panel Fotovoltaico
    - 7.3.2.- Inversor
    - 7.3.3.- Estructura soporte - Seguidor Solar
    - 7.3.4.- Centro de Transformación
    - 7.3.5.- Centro de Maniobra y Medida
- 8.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN
  - 8.1.- Descripción general**
  - 8.2.- Cableado**
    - 8.2.1.- Solar en corriente continua
    - 8.2.2.- Baja tensión en corriente continua
    - 8.2.3.- Baja tensión en corriente alterna
  - 8.3.- Canalizaciones**
    - 8.3.1.- Corriente continua
    - 8.3.2.- Corriente alterna

# ÍNDICE

## **8.4.- Esquemas de conexión**

8.4.1.- Corriente continua

8.4.2.- Corriente alterna

## **8.5.- Protecciones**

8.5.1.- Corriente continua

8.5.2.- Corriente alterna

## **8.6.- Puesta a Tierra**

## **9.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN**

### **9.2.- Canalizaciones**

### **9.3.- Protecciones**

9.3.1.- Contra sobreintensidades

9.3.2.- Contra cortocircuitos

9.3.3.- Contra sobrecargas

9.3.4.- Contra sobretensiones

### **9.4. Puesta a tierra**

## **10.- ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

## **11.- SISTEMA DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN**

## **12.- SERVICIOS AUXILIARES**

## **13.- OBRA CIVIL**

## **14.- POTENCIA PREVISTA PARA CONSUMO DE SERVICIOS AUXILIARES**

## **15.- CONCLUSIÓN**

# ÍNDICE

## ANEJOS

ANEJO N° 1.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

ANEJO N° 2.- CONTROL DE CALIDAD

ANEJO N° 3.- PUESTA EN MARCHA

ANEJO N° 4.- GESTIÓN DE RESIDUOS

ANEJO N° 5.- VIABILIDAD ECONÓMICA



## 1.- ANTECEDENTES

Un sistema fotovoltaico de conexión a red, SFCR, es aquel que aprovecha la energía del sol para transformarla en energía eléctrica que cede a la red de distribución para que pueda ser consumida por cualquier usuario conectado a ella.

Durante los últimos años, en el campo de la actividad fotovoltaica, los sistemas de conexión a la red eléctrica constituyen la aplicación que mayor expansión ha experimentado. La extensión a gran escala de este tipo de aplicaciones ha requerido el desarrollo de una ingeniería específica que permite, por un lado, optimizar su diseño y funcionamiento y, por otro, evaluar su impacto en el conjunto del sistema eléctrico, siempre cuidando la integración de los sistemas y respetando el entorno arquitectónico y ambiental.

Hay que destacar la gran fiabilidad y larga duración de los sistemas fotovoltaicos. Por otra parte, no requieren apenas de mantenimiento y presentan una gran simplicidad y facilidad de instalación.

Por otro lado, el gran modularidad de estas instalaciones permite abordar proyectos de forma escalonada y adaptarse a las necesidades de cada usuario sea en función de sus necesidades o recursos económicos.

La energía fotovoltaica es una de las que menos emisiones contaminantes produce en la generación de electricidad, si se tiene en cuenta todo el ciclo del combustible. Por ejemplo, frente a las 1.066 t/GW h de contaminantes producidos por el carbón o las 826 t/GW h del gas natural (en ciclo combinado), la energía fotovoltaica produce apenas 6 t/GW h. Además, hay que tener en cuenta los impactos añadidos en otros tipos de energía, como la minería en el caso del carbón, los vertidos de petróleo, los residuos nucleares, las afecciones al ciclo del agua (hidroeléctrica), etc. Desde este punto de vista, la fotovoltaica es en estos momentos la que menor impacto produce en la generación de electricidad.

Este Proyecto se fundamenta y justifica en que actualmente la energía solar fotovoltaica presenta un gran interés energético general, incidiendo positivamente en el escenario energético global puesto que contribuye a disminuir la dependencia de fuentes energéticas exteriores, reduce el consumo de combustibles fósiles y utiliza una fuente de energía renovable y autóctona, cumple con las directrices gubernamentales en materia energética y todo ello con unos niveles de eficiencia y rentabilidad apreciables.

Los beneficios que origina la conexión a red de los parques fotovoltaicos, además de los económicos pueden dividirse en beneficios sociales y en beneficios medioambientales.

#### Medioambientales

- Beneficiosa para el Medio Ambiente, por producir energía eléctrica a partir de la energía solar, energía Renovable e Inagotable.
- Contribuye a disminuir el efecto invernadero provocado principalmente por las emisiones de CO<sub>2</sub>.
- No genera contaminación acústica y todos los elementos de los sistemas fotovoltaicos son recuperables y reciclables.

#### Sociales

- Participa en los compromisos adquiridos para la reducción de gases de efecto invernadero y cumplimiento del Protocolo de Kyoto.
- Da lugar a una acción de responsabilidad social corporativa (RSC) que es un indicador de calidad en la gestión y gobierno de una empresa.
- Genera en la empresa beneficios, con una buena imagen de cara a los consumidores, o un valor que antes no tenía, y ayuda a que sus empleados se sientan más motivados.

## 2.- OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente Proyecto es el de definir las características técnicas del Parque Solar Fotovoltaico conectado a la Red de potencia nominal 4.000,00 kWn y potencia pico 4.992,00 kWp.

La presente instalación fotovoltaica se ubicará en el Paraje denominado “Ascoy” del término municipal de Cieza (Murcia).

La Tecnología utilizada es la Fotovoltaica, correspondiente al grupo b.1, subgrupo b.1.1 conforme al artículo 2 del Real Decreto 413/2014, siendo la capacidad para la que se solicita la conexión a red de 4.000,00 kW nominales.

La instalación estará formada por un campo solar constituido por 8.320 módulos bifaciales de la marca TRINASOLAR modelo Vertex TSM-DEG20C.20 de 600 Wp de potencia, lo que supone una potencia máxima pico de 4.992,00 kWp.

Los 8.320 módulos se ubicarán sobre 130 seguidores solares a 1 eje de la marca SOLTEC modelo SOLARFIGHTER 1V64, orientados perfectamente al sur y con inclinación  $\pm 60^\circ$  respecto a la horizontal. Cada seguidor tendrá 2 String de 32 módulos cada uno, que irán conectados a 20 inversores de la marca HUAWEI modelo SUN2000-215KTL-H0.

Los inversores una vez transformada la corriente continua en alterna, conectarán con los cuadros de baja tensión ubicados en los 4 centros de transformación de 1.250 KVA.

La siguiente tabla resume la configuración del parque:

Módulo	Seguidor	Inversor	Potencia nominal	Potencia pico
8.320 ud	130 ud x 2 string de 32 módulos	20 ud	4.000 kW	4.992 kW

Los inversores numerados del 1 al 5 conectarán en el cuadro de baja tensión ubicado en el Centro de Transformación CT1, los numerados del 6 al 10 conectarán en el cuadro de baja tensión ubicado en el Centro de Transformación CT2, los numerados del 11 al 15 conectarán en el cuadro de baja tensión ubicado en el Centro de Transformación CT3 y los numerados del 16 al 20 conectarán en el cuadro de baja tensión ubicado en el Centro de Transformación CT4.

El Centro de Transformación CT2 se conectará a través de una línea subterránea de media tensión a 20 kV con el Centro de Transformación CT1 y este a su vez conectará con el Centro de Maniobra y Medida CMM.

El Centro de Transformación CT3 se conectará a través de una línea subterránea de media tensión a 20 kV con el Centro de Transformación CT4 y este a su vez conectará con el Centro de Maniobra y Medida CMM.

El Centro de Maniobra y Medida CMM medirá la energía producida por el Parque Solar Fotovoltaico y se conectará con el Punto de Conexión dado por la Compañía Distribuidora.

### 3.- TITULAR

<b>Nombre</b>
UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ
<b>Domicilio social</b>
Avenida de la Universidad, s/n
<b>Población y provincia</b>
03202 Elche (Alicante)

### 4.- EMPLAZAMIENTO

<b>Emplazamiento</b>
Paraje denominado "Ascoy"

Polígono Catastral 30. Parcela 10. Subparcelas "a" y "j".
<b>Población y Provincia</b>
30530 Cieza (Murcia)
<b>Coordenadas UTM</b>
X: 648019 – Y: 4234706

#### 4.1.- Localización

La planta solar fotovoltaica se sitúa en el término municipal de Cieza (Murcia).



El acceso a las instalaciones se realizará por los caminos rurales existentes, no teniéndose que aperturar nuevos caminos.

#### 4.2.- Superficie del área de afección

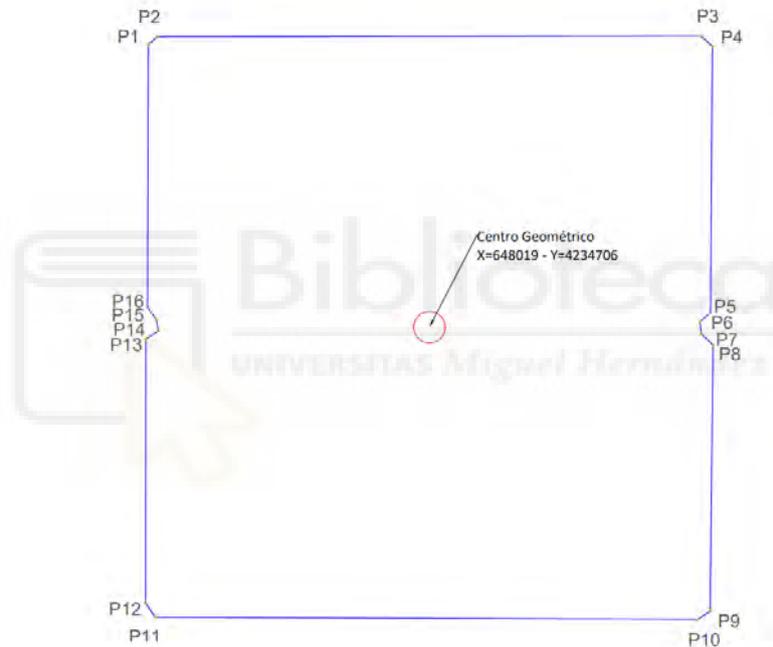
La planta solar fotovoltaica se sitúa en la Comunidad Autónoma de Murcia, en el término municipal de Cieza.

La superficie de la parcela es de 130.295,02 m<sup>2</sup>, siendo la envolvente poligonal de la zona ocupada por los módulos fotovoltaicos de 66.996,94 m<sup>2</sup>, y la superficie de las construcciones de 88,52 m<sup>2</sup>.

Las coordenadas UTM ETRS89 del centro geométrico de la envolvente de la instalación son las siguientes:

X: 648019

Y: 4234706



CUADRO DE CONSTRUCCION					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	7.66	132°59'51"	656114.38	4236466.62
P2	P2 - P3	340.73	137°16'2"	656120.00	4236471.83
P3	P3 - P4	10.13	138°23'44"	656460.73	4236472.40
P4	P4 - P5	168.76	131°8'9"	656468.32	4236465.69
P5	P5 - P6	8.81	130°13'24"	656467.22	4236296.93
P6	P6 - P7	7.71	237°25'57"	656460.46	4236291.29
P7	P7 - P8	10.20	218°28'23"	656461.44	4236283.64
P8	P8 - P9	168.36	133°38'28"	656468.74	4236276.52
P9	P9 - P10	9.33	124°47'59"	656466.97	4236108.18
P10	P10 - P11	340.54	145°32'55"	656459.25	4236102.93
P11	P11 - P12	10.85	123°56'55"	656118.71	4236104.44
P12	P12 - P13	166.75	146°16'18"	656112.69	4236113.47
P13	P13 - P14	9.37	124°12'20"	656112.79	4236280.21
P14	P14 - P15	7.22	243°23'57"	656120.54	4236285.47
P15	P15 - P16	9.59	208°57'32"	656119.59	4236292.63
P16	P16 - P1	166.29	143°18'7"	656113.89	4236300.33

Area: 130295.02 m<sup>2</sup>  
 Area: 13.02950 ha  
 Perimetro: 1442.30 ml

### 4.3- Climatología

La climatología de la zona de estudio se encuentra en el área de influencia del clima subtropical. El ombroclima en el que se encuadra es el correspondiente a la región mediterránea, subpiso bioclimático termo mediterráneo semiárido.

#### Temperatura

La temperatura media anual en el área estudiada se sitúa en torno a los 17,13° C en 2020, según los datos de la estación CI42 "La Carrichosa"; siendo diciembre y enero los meses más fríos y junio, julio y agosto los meses más cálidos.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T	9,40	10,61	13,27	15,77	19,22	23,65	26,52	26,26	22,56	18,04	12,33	9,58	17,27

Temperaturas medias mensuales (°C) en la estación agrometeorológica CI42 "La Carrichosa". Periodo 2000-2020.  
 Fuente: SIAM. Sistema de Información Agrario de Murcia

#### Humedad

La humedad relativa media anual en el área estudiada se sitúa en torno 715,26 mm a en el periodo 2000-2020, según los datos de la estación CI42 "La

Carrichosa”; siendo diciembre y enero los meses húmedos fríos y junio, julio y agosto los meses de menor humedad.

%	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
HRMAXABS	97,80	92,98	92,88	92,20	92,07	91,40	85,65	91,17	87,31	92,60	93,00	93,22	1102,28
HRMAX	84,85	81,71	81,32	77,75	76,78	70,76	62,23	72,42	76,10	83,37	85,43	84,67	937,40
HRMED	67,09	59,80	57,24	57,45	55,94	52,40	49,80	56,67	59,31	66,67	65,52	67,36	715,26
HRMINABS	23,26	18,51	15,62	17,06	15,67	15,96	12,83	13,87	15,09	19,16	22,19	25,26	214,49
HRMIN	46,12	38,88	37,09	39,61	38,17	37,17	33,06	38,43	41,06	45,75	42,27	46,36	483,98

Humedad y humedad relativa (máxima y mínima) en mm en la estación agrometeorológica CI42 “La Carrichosa”.  
 Periodo 2000-2020. Fuente: SIAM. Sistema de Información Agrario de Murcia

### Precipitación

La zona de estudio presento una precipitación anual de 225,3 mm en 2020, según los datos de la estación más próxima al ámbito de estudio CI42 “La Carrichosa” sita en el paraje de La Carrichosa, en el término municipal de Cieza, el mes más lluvioso durante el 2020 fue marzo con 80,1 mm.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
P	14,40	11,65	31,60	32,44	24,09	11,90	2,00	12,10	34,58	22,44	30,67	22,17	250,05

Precipitaciones medias mensuales (mm) en la estación agrometeorológica CI42 “La Carrichosa”.  
 Periodo 2000-2020. Fuente: SIAM. Sistema de Información Agrario de Murcia

### Insolación y Evapotranspiración

La evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) calculada en base al método Penman-Monteith, según la FAO, alcanzó valores de 1.180,47 mm en 2020 en la estación CI42 “La Carrichosa”.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
ET <sub>o</sub>	40,05	57,60	90,68	109,86	146,29	171,02	186,95	162,30	108,06	71,24	42,00	32,17	1.218,22

Evapotranspiración de referencia (mm) en la estación agrometeorológica CI42 “La Carrichosa”.  
 Periodo 2000-2020. Fuente: SIAM. Sistema de Información Agrario de Murcia

Por otro lado, la insolación media anual calculada a través de las medias mensuales de horas de sol en el periodo 2008-2020 es de 3.105,69 horas de sol en la estación CI42 “La Carrichosa”.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
HSOL (h)	168,62	205,23	261,00	279,08	326,38	331,85	341,31	320,23	265,31	245,00	187,23	174,46	3105,69

Insolación (Hsol), en la estación agrometeorológica CI42 “La Carrichosa”.  
 Periodo 2008-2020. Fuente: SIAM. Sistema de Información Agrario de Murcia

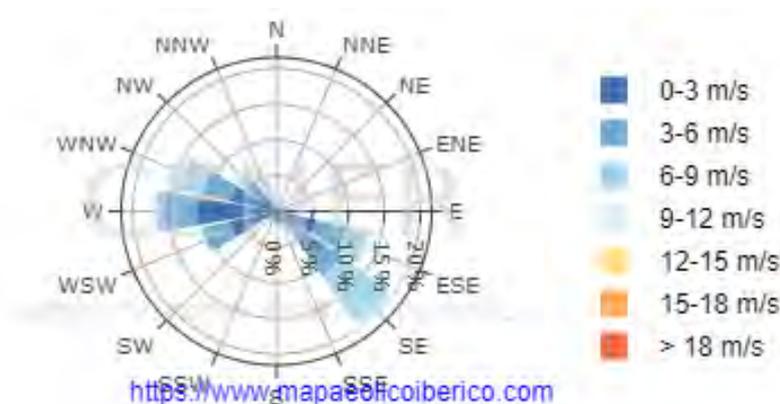
### Viento

Las medias de velocidad del viento (máxima y media) en el periodo 2000-2020 en la estación CI42 “La Carrichosa”, se exponen en el siguiente cuadro:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
VVMAX (m/s)	13,07	13,82	13,83	10,73	10,35	9,73	9,36	9,87	9,13	9,43	11,66	11,94	11,08
VVMED (m/s)	1,46	1,60	1,60	1,46	1,34	1,37	1,46	1,33	1,04	0,86	1,05	1,08	1,30
DVMED (°)	176,08	171,76	127,80	89,65	68,45	76,32	80,70	80,17	74,81	86,04	174,78	174,14	115,06

Velocidad del viento (máxima y mínima) en m/s en la estación agrometeorológica CI42 “La Carrichosa”.  
 Periodo 2000-2020. Fuente: SIAM. Sistema de Información Agrario de Murcia

Por otro lado, de acuerdo con los datos proporcionados por el Atlas Eólico de España, se obtiene la siguiente rosa de los vientos en la ubicación señalada:



Rosa de los vientos en la posición geográfica de la instalación.  
 Fuente: Atlas Eólico de España

## 5.- NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN

### Reglamentos y Disposiciones:

- 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.
- Orden de 25 de abril de 2001, de la Consejería de Tecnologías, Industria y Comercio, por la que se establecen procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica de tensión superior a 1 kV, por los que se regulan los procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica a tramitar por Región de Murcia y su régimen de revisión e inspección.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 337/2014 de 9 de Mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Orden de 23 de marzo de 2004, de la Consejería de Economía, Industria e Innovación, por la que se regula el procedimiento de priorización de acceso y conexión a la red eléctrica para evacuación de energía de las instalaciones de producción en régimen especial.
- Real decreto 1454/2005, de 2 de diciembre, por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico. (Modifica el RO 2019/1997, el RO 1955/2000, el RO 1164/2001, el RO 2018/1997, el RO 143512002 y el RO 436/2004).
- Ley 17/2007, de 4 de julio, por el que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a los dispuestos en la

Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad.

- Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1669/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del sector Eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Ley 18/2014, de 15 de octubre, de aprobación de medidas urgentes para el crecimiento, la competitividad y la eficiencia.
- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- Real Decreto 15/2018 de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto-Ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- Real decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de y transporte y distribución de energía eléctrica.
- Circular 2/2001, de 20 de enero, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología y condiciones del acceso y de la conexión a las redes de transporte y distribución de las instalaciones de producción de energía eléctrica.
- Real Decreto-Ley 6/2022, de 29 de marzo, por el que se adoptan medidas urgentes en el marco del Plan nacional de respuesta a las

consecuencias económicas y sociales de la guerra de ucrania.

- Normas UNE de obligado cumplimiento.
- Normas particulares de la empresa distribuidora.
- Plan General Municipal de Ordenación de Cieza.

## 6.- AFECCIONES

En cuanto a los servicios afectados por la nueva actividad, su impacto se puede considerar mínimo. Los servicios afectados se detallan a continuación:

- Proximidad a cauces. Las instalaciones fotovoltaicas se encuentran a más de 200 m de distancia de la Rambla del Judío.
- Interconexión Eléctrica. Las instalaciones necesitan de interconexión eléctrica con las redes de distribución tanto como para el vertido de la energía generada como para el consumo energético de los servicios auxiliares en el caso de no existir generación suficiente para cubrir las necesidades propias de consumo.
- Saneamiento. Las aguas pluviales verterán de igual forma que en la actualidad ya que apenas se modifica la topografía del terreno.
- Abastecimiento de agua potable. Dado que no existe servicio de suministro de agua potable, se dispondrá de un depósito de 1000 litros de capacidad para el aprovisionamiento a los sistemas consumidores de agua, así como para las labores de mantenimiento de la planta fotovoltaica.

### **6.1.- Afecciones al suelo**

La erosión será originada en diversas actuaciones del proyecto, siendo en su mayoría en la fase de construcción, como son la mejora de accesos, infraestructuras provisionales (casetas, baños, etc.), movimiento de tierras y maquinaria fundamentalmente.

Estas acciones determinarán la desaparición temporal de suelo fértil en las zonas afectadas directamente, así como la modificación del terreno y la aparición de fenómenos erosivos.

En todo caso, estas alteraciones serán minimizadas con la aplicación de las medidas preventivas y correctoras adecuadas.

Asimismo, durante las diversas etapas de la construcción, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje y se dispondrán de modo que no se produzca erosión.

## **6.2.- Accesos al parque solar**

Se realizarán siempre por caminos existentes tanto públicos como privados, tomando siempre como punto de partida la Carretera Nacional 301.

## **7.- CARACTERÍSTICAS DEL PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO**

### **7.1.- Descripción general del Parque**

El Proyecto consiste en una planta solar fotovoltaica de generación, que mediante el efecto fotovoltaico que se produce en el módulo fotovoltaico al incidir la radiación solar sobre él, se produce una corriente continua.

Los módulos fotovoltaicos que están colocados sobre una estructura están eléctricamente conectados en series entre sí (conocidos como strings), y posteriormente estos strings se conectan en paralelo en los Inversores tipo String en el que a través de electrónica de potencia se convierte la corriente continua en corriente alterna.

Desde estos inversores se llevan los circuitos de baja tensión de corriente alterna hasta el transformador, La salida en corriente alterna del inversor está eléctricamente conectada con el transformador elevador del centro de transformación para elevar la tensión de salida del inversor hasta el nivel de media tensión en corriente alterna de la planta.

Los centros de transformación se completan con las celdas necesarias para disponer de las protecciones necesarias para evacuar la energía en condiciones de seguridad.

Además de los componentes principales, la planta contará con una serie de componentes estándar (sistema de monitorización, etc.) que serán definidos en una fase posterior del proyecto.

La instalación posee elementos de protección tales como el interruptor automático de la interconexión o interruptor general manual que permite aislar eléctricamente la instalación fotovoltaica del resto de la red eléctrica.

La instalación incorpora todos los elementos necesarios para garantizar en todo momento la protección física de la persona, la calidad de suministro y no provocar averías en la red.

La potencia de diseño de la instalación será la marcada por la suma de las potencias de salida de los inversores que componen la planta.

Puesto que se trata de una instalación conectada a red, y el objetivo final de la planta es vender la energía eléctrica generada, se dispondrá de los equipos de medida de energía necesarios con el fin de medir, tanto mediante visualización directa, como a través de la conexión vía módem que se habilite, la energía producida.

Los componentes principales que forman el núcleo tecnológico de la planta son:

- Generador fotovoltaico
- Estructura metálica con Seguidor a 1 eje
- Sistema inversor
- Centro de transformación (CT)
- Sistema conexiones eléctricas
- Protecciones eléctricas

La instalación estará formada por un campo solar constituido por 8.320 módulos bifaciales de la marca TRINASOLAR modelo Vertex TSM-DEG20C.20

de 600 Wp de potencia, lo que supone una potencia máxima pico de 4.992,00 kWp.

Los 8.320 módulos se ubicarán sobre 130 seguidores solares a 1 eje de la marca SOLTEC modelo SOLARFIGHTER 1V64, orientados perfectamente al sur y con inclinación  $\pm 60^\circ$  respecto a la horizontal. Cada seguidor tendrá 2 String de 32 módulos cada uno, que irán conectados a 20 inversores de la marca HUAWEI modelo SUN2000-215KTL-H0.

Los inversores una vez transformada la corriente continua en alterna, conectarán con los cuadros de baja tensión ubicados en los 4 centros de transformación de 1.250 KVA.

La siguiente tabla resume la configuración del parque:

Módulo	Seguidor	Inversor	Potencia nominal	Potencia pico
8.320 ud	130 ud x 2 string de 32 módulos	20 ud	4.000 kW	4.992 kW

Los inversores numerados del 1 al 5 conectarán en el cuadro de baja tensión ubicado en el Centro de Transformación CT1, los numerados del 6 al 10 conectarán en el cuadro de baja tensión ubicado en el Centro de Transformación CT2, los numerados del 11 al 15 conectarán en el cuadro de baja tensión ubicado en el Centro de Transformación CT3 y los numerados del 16 al 20 conectarán en el cuadro de baja tensión ubicado en el Centro de Transformación CT4.

El Centro de Transformación CT2 se conectará a través de una línea subterránea de media tensión a 20 kV con el Centro de Transformación CT1 y este a su vez conectará con el Centro de Maniobra y Medida CMM.

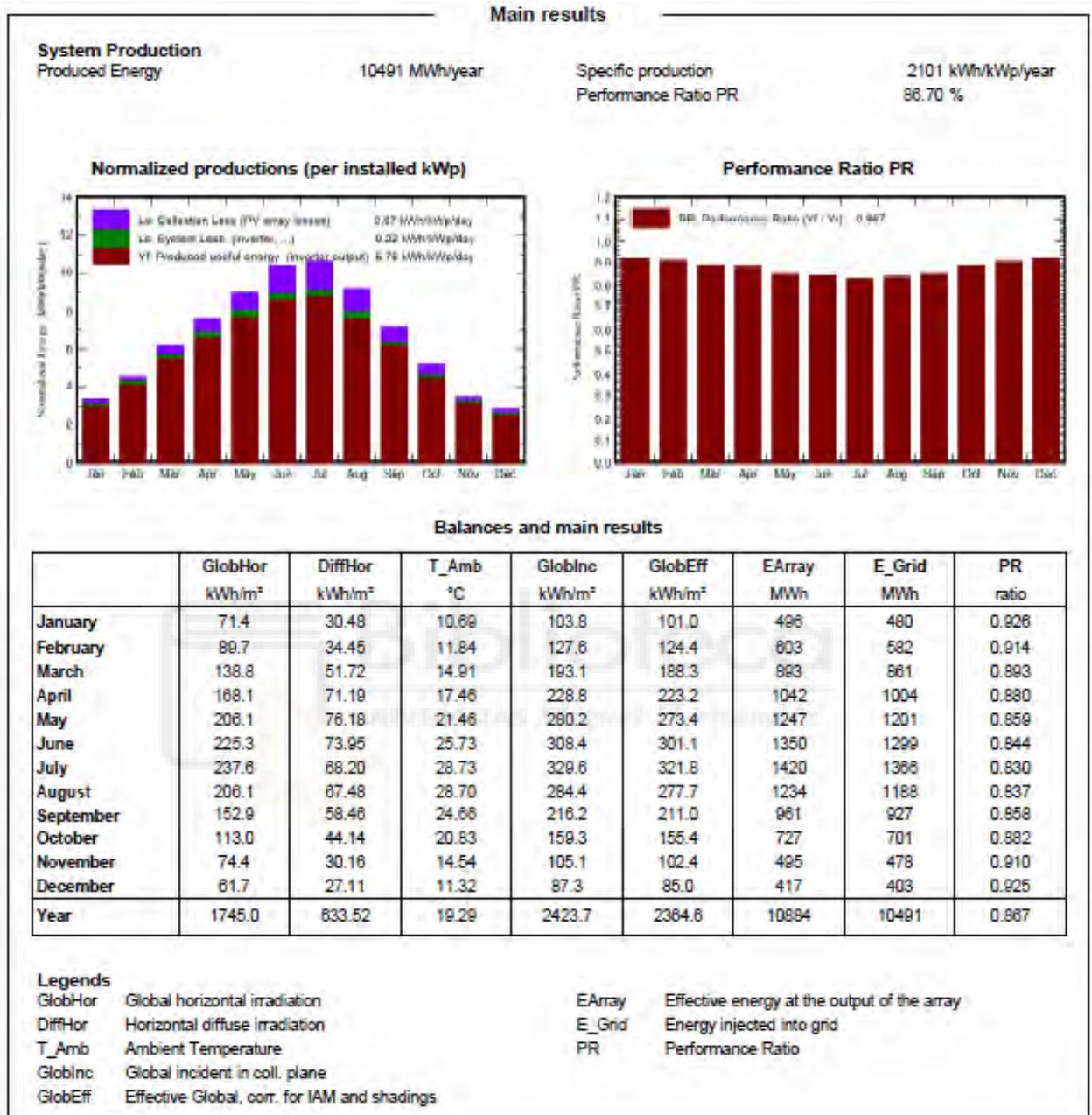
El Centro de Transformación CT3 se conectará a través de una línea subterránea de media tensión a 20 kV con el Centro de Transformación CT4 y este a su vez conectará con el Centro de Maniobra y Medida CMM.

El Centro de Maniobra y Medida CMM se conectará con el Punto de Conexión dado por la Compañía Distribuidora.

En la siguiente tabla se muestra un cuadro resumen con las características:

Parque Solar Fotovoltaico de 4.000,00 kWn y 4.992,00 kWp		
<b>POTENCIA (kW)</b>	Nominal	4.000,00
	Pico	4.992,00
<b>SITUACIÓN (ETRS89)</b>	X	648019
	Y	4234706
<b>SUPERFICIE</b>	Parcela	130.295,02 m <sup>2</sup>
	Envolvente placas	66.996,94 m <sup>2</sup>
<b>PANELES</b>	Número	8.320
	Modelo	TSM-DEG20C.20
	Fabricante	TRINA SOLAR
	Potencia	600 Wp
<b>INVERSOR</b>	Número	20
	Modelo	SUN2000-215KTL-H0
	Fabricante	HUAWEI
	Potencia	200 KWn
<b>SEGUIDOR</b>	Número	130
	Modelo	SOLARFIGHTER 1V64
	Fabricante	SOLTEC
	Tecnología	Seguimiento 1 Eje
	String	2 de 32 módulos
<b>TRANSFORMADOR</b>	Número	4
	Potencia	1.250 KVA
	Tensión	20 kV
	Fabricante	ORMAZABAL
<b>PRODUCCIÓN</b>	10.491 MWh/año	

## 7.2.- Producción obtenida



La instalación fotovoltaica proyectada supondrá una reducción de 4.039,03 toneladas equivalente de CO<sub>2</sub> calculadas como sigue:

$$\text{Reducción de emisiones de CO}_2 \text{ equivalentes} = 10.491.000,00 \text{ kWh} \times 0,385 \frac{\text{kg CO}_2 \text{ eq}}{\text{kWh}} = 4.039.035 \text{ kg CO}_2 \text{ eq}$$

## 7.3.- Descripción de instalaciones

### 7.3.1.- Panel Fotovoltaico

Se instalarán 8.320 paneles fotovoltaicos bifaciales de 120 células de la marca TRINASOLAR modelo Vertex TSM-DEG20C.20 de 600 Wp, siendo su tensión de máxima potencia  $V_{mpp}$  34,60 V, Corriente de máxima potencia  $I_{mpp}$  17,34 A, tensión de circuito abierto  $V_{oc}$  41,70 V y su corriente a circuito abierto  $I_{sc}$  18,42A, con unas dimensiones de 2172x1303x35 mm.

Mono   Multi   Solutions



**PRODUCT: TSM-DEG20C20**  
**PRODUCT RANGE: 580-600W**

**600W**

MAXIMUM POWER OUTPUT

**0~+5W**

POSITIVE POWER TOLERANCE

**21.2%**

MAXIMUM EFFICIENCY



- 

**High customer value**

  - Lower LCOE (Levelized Cost of Energy), reduced BOS (Balance of System) cost, shorter payback time
  - Lowest guaranteed first year and annual degradation;
  - Designed for compatibility with existing mainstream system components
  - Higher return on Investment
- 

**High power up to 600W**

  - Up to 21.2% module efficiency with high density interconnect technology
  - Multi-busbar technology for better light trapping effect, lower series resistance and improved current collection
- 

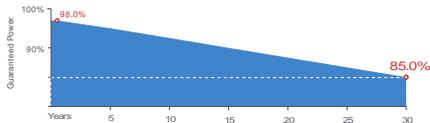
**High reliability**

  - Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
  - Ensured PID resistance through cell process and module material control
  - Resistant to harsh environments such as salt, ammonia, sand, high temperature and high humidity areas
  - Mechanical performance up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load
- 

**High energy yield**

  - Excellent IAM (Incident Angle Modifier) and low irradiation performance, validated by 3rd party certifications
  - The unique design provides optimized energy production under inter-row shading conditions
  - Lower temperature coefficient (-0.34%) and operating temperature
  - Up to 25% additional power gain from back side depending on albedo

Trina Solar's Vertex Bifacial Dual Glass Performance Warranty



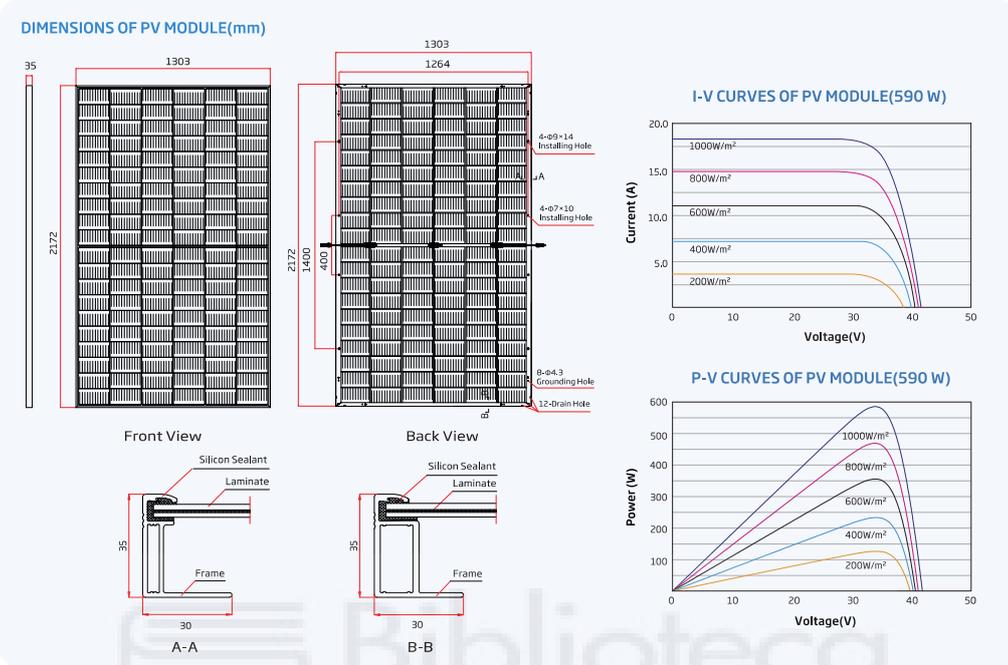
Years	Guaranteed Power (%)
0	98.0%
30	85.0%

Comprehensive Products and System Certifications



IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716/UL61730  
 ISO 9001: Quality Management System  
 ISO 14001: Environmental Management System  
 ISO 14064: Greenhouse Gases Emissions Verification  
 ISO 45001: Occupational Health and Safety Management System





**ELECTRICAL DATA (STC)**

Peak Power Watts- $P_{MAX}$ (Wp)*	580	585	590	595	600
Power Tolerance- $P_{MAX}$ (W)	0 ~ +5				
Maximum Power Voltage- $V_{MPP}$ (V)	33.8	34.0	34.2	34.4	34.6
Maximum Power Current- $I_{MPP}$ (A)	17.16	17.21	17.25	17.30	17.34
Open Circuit Voltage- $V_{OC}$ (V)	40.9	41.1	41.3	41.5	41.7
Short Circuit Current- $I_{SC}$ (A)	18.21	18.26	18.31	18.36	18.42
Module Efficiency $\eta_m$ (%)	20.5	20.7	20.8	21.0	21.2

STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5. \*Measuring tolerance: ±3%.

**Electrical characteristics with different power bin (reference to 10% Irradiance ratio)**

Total Equivalent power - $P_{MAX}$ (Wp)	621	626	631	637	642
Maximum Power Voltage- $V_{MPP}$ (V)	33.8	34.0	34.2	34.4	34.6
Maximum Power Current- $I_{MPP}$ (A)	18.36	18.41	18.46	18.51	18.55
Open Circuit Voltage- $V_{OC}$ (V)	40.9	41.1	41.3	41.5	41.7
Short Circuit Current- $I_{SC}$ (A)	19.48	19.54	19.59	19.65	19.71
Irradiance ratio (rear/front)	10%				

Power Bifaciality: 70±5%.

**ELECTRICAL DATA (NOCT)**

Maximum Power- $P_{MAX}$ (Wp)	439	443	447	451	454
Maximum Power Voltage- $V_{MPP}$ (V)	31.5	31.7	31.9	32.0	32.2
Maximum Power Current- $I_{MPP}$ (A)	13.93	13.97	14.01	14.06	14.10
Open Circuit Voltage- $V_{OC}$ (V)	38.5	38.7	38.9	39.1	39.3
Short Circuit Current- $I_{SC}$ (A)	14.68	14.72	14.76	14.80	14.84

NOCT: Irradiance at 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

**MECHANICAL DATA**

Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	120 cells
Module Dimensions	2172×1303×35 mm (85.51×51.30×1.38 inches)
Weight	35.3 kg (77.8 lb)
Front Glass	2.0 mm (0.08 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	EVA/POE
Back Glass	2.0 mm (0.08 inches), Heat Strengthened Glass (White Grid Glass)
Frame	35mm(1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm <sup>2</sup> (0.006 inches <sup>2</sup> ), Portrait: 280/280 mm(11.02/11.02 inches) Length can be customized
Connector	MC4 EVO2 / TS4*

\*Please refer to regional datasheet for specified connector.

**TEMPERATURE RATINGS**

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of $P_{MAX}$	-0.34%/°C
Temperature Coefficient of $V_{OC}$	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of $I_{SC}$	0.04%/°C

**MAXIMUM RATINGS**

Operational Temperature	-40~+85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC)
	1500V DC (UL)
Max Series Fuse Rating	35A

**WARRANTY**

12 year Product Workmanship Warranty  
 30 year Power Warranty  
 2% first year degradation  
 0.45% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

**PACKAGING CONFIGURATION**

Modules per box: 25/36 pieces  
 Modules per 40' container: 549 pieces



CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.

© 2021 Trina Solar Limited. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

Version number: TSM\_EN\_2021\_B

www.trinasolar.com

### 7.3.2.- Inversor

El inversor fotovoltaico es el equipo encargado de la conversión de la corriente continua en baja tensión generada por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna en baja tensión a la misma frecuencia de la red eléctrica del punto de interconexión.

Los inversores de conexión a red disponen de un sistema de control que permite un funcionamiento completamente automatizado. Debido a la característica de intermitencia y dependencia del recurso solar para variar la tensión e intensidad del módulo, el inversor debe contar con un rango de tensiones de entrada amplio que permita obtener la máxima eficiencia posible en el rango más amplio de funcionamiento.

La potencia de los inversores, así como el factor de potencia se controla y limita mediante los equipos de control de la planta, en concreto a través del sistema de monitorización (SCADA) y del controlador de los inversores (Power Plant Controller o PPC por sus siglas en inglés). Esto permite de forma dinámica reducir el nivel de potencia activa o variar la potencia reactiva para ayudar en la gestión de la red eléctrica en el punto de interconexión.

En la salida del inversor al transformador, irá equipado con un interruptor magnetotérmico de capacidad adecuada a la potencia.

El inversor incluye fusibles en la entrada de CC e interruptor automático en la salida CA.

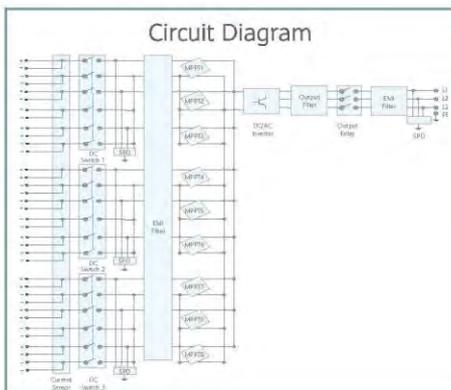
Los inversores a utilizar será de la marca HAUWEI modelo SUN2000-215KTL-H0 con una salida nominal 200 kW y una tensión de salida máxima de 1500V, y dispondrá de al menos 18 entradas y 9 MPPT.

El inversor cuenta con protección anti-islanding, protección sobrecorriente AC, protección de polaridad inversa DC, protección sobretensiones DC y AC tipo II y detección de fallos de resistencia de aislamiento.

### SUN2000-215KTL-H0 Smart String Inverter



- 9 MPP Trackers
- 99.0% Max. Efficiency
- String-level Management
- Smart I-V Curve Diagnosis Supported
- MBUS Supported
- Fuse Free Design
- Surge Arresters for DC & AC
- IP66 Protection



SOLAR.HUAWEI.COM

SUN2000-215KTL-H0  
**Technical Specifications**

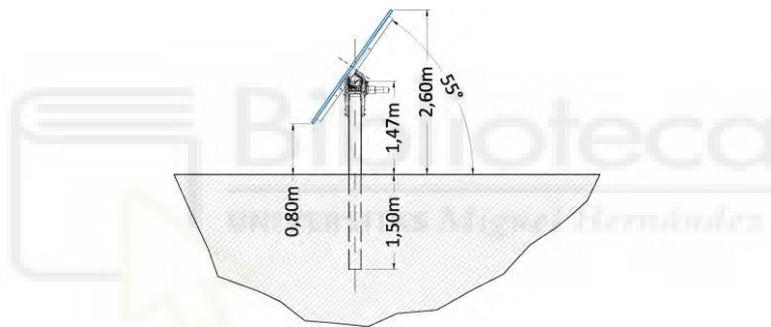
Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.00%
European Efficiency	≥98.60%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	30 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	50 A
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPP Trackers	9
Output	
Nominal AC Active Power	200,000 W
Max. AC Apparent Power	215,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	215,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A
Max. Output Current	155.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	≤86 kg (189.6 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

SOLAR.HUAWEI.COM

### 7.3.3.- Estructura soporte - Seguidor Solar

Se emplearán seguidores solares bifaciales a un eje del fabricante SOLTEC o similar modelo SF7, en una configuración de vela de 1V64 con 2 string de 32 paneles fotovoltaicos por unidad de seguimiento.

Las estructuras irán hincadas directamente al suelo a una profundidad de unos 1,5 - 2 m. En aquellos casos en que se requiera por la aparición de afloramientos rocosos, se realizará pre-taladro o la utilización de pernos de anclaje y en el caso de terrenos más blandos se podrán introducir tornillos de anclaje o solución similar, incluso combinadas. La distancia mínima de los módulos al suelo será 0,8 metros para permitir una cubierta vegetal homogénea.



Para seleccionar los postes se elabora un estudio geotécnico, estudiando la profundidad necesaria de hincado de los postes y su dimensión óptima. De esta manera se garantiza el mejor aprovechamiento de los materiales.

Estos seguidores solares están formados por un conjunto de alineaciones orientadas Norte-Sur inclinados  $\pm 60^\circ$  respecto a la horizontal, que giran alrededor de su eje con el objetivo de realizar el seguimiento solar desde Este a Oeste. Las alineaciones Norte-Sur está conectadas por un eje transmisor central que, mediante rodamientos esféricos, se encarga de lograr el movimiento cenital coordinado mediante un único actuador lineal.

Para evitar sombras entre alineaciones consecutivas, el seguidor cuenta con un sistema de backtracking, lo que anula la pérdida debida a sombras. Además,

se dejará entre filas una distancia mínima de seguridad, que puede optimizarse dependiendo de la inclinación del terreno, que inicialmente se ha considerado de 6,00 m entre ejes, en la dirección de Este-Oeste.

En aplicación de la norma vigente, la estructura en la que apoyan los módulos y su fijación al terreno deberá ser capaz de soportar tanto los esfuerzos de los propios equipos (módulos, motores y caja de conexión) así como los elementos externos que normalmente pueden influir en la instalación, incluidas las posibles sobrecargas debidas a viento o nieve.

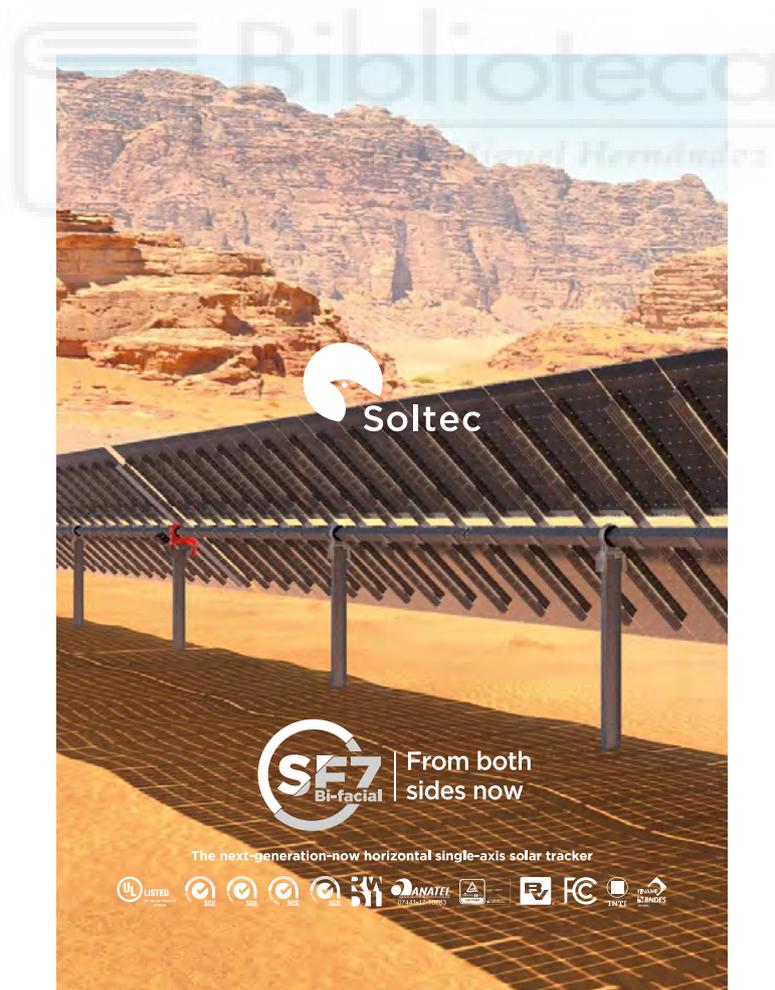
Los materiales utilizados para la construcción de los seguidores son acero de alta resistencia S275JR y S375JR magnelis, acero galvanizado y G-90, con lo que las estructuras estarán protegidas contra la corrosión. La tornillería de la estructura podrá ser de acero galvanizado o inoxidable. La de fijación de módulos estará sin embargo realizada en acero inoxidable. El modelo de fijación garantizará las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos.

Todas las mañanas al amanecer, la unidad inicia la rotación del eje, apuntando los módulos hacia el este, hasta el límite del ángulo de inclinación para ese día. Siguiendo el algoritmo de control incluido en el sistema de seguimiento solar, el variador está variando el ángulo de inclinación, por lo tanto, la orientación de los módulos, terminando al final del día en su límite de ángulo de inclinación hacia el oeste.

A fin de asegurar la menor visibilidad de las placas desde las parcelas próximas y el camino más cercano, se ha previsto una barrera vegetal perimetral, formada por plantas autóctonas de bajo requerimiento hídrico. Debe tenerse en cuenta que en parte del perímetro ya aparece vegetación arbórea que actúa a modo de barrera visual, donde únicamente será necesario plantar puntualmente algunos ejemplares en las zonas de menor densidad.

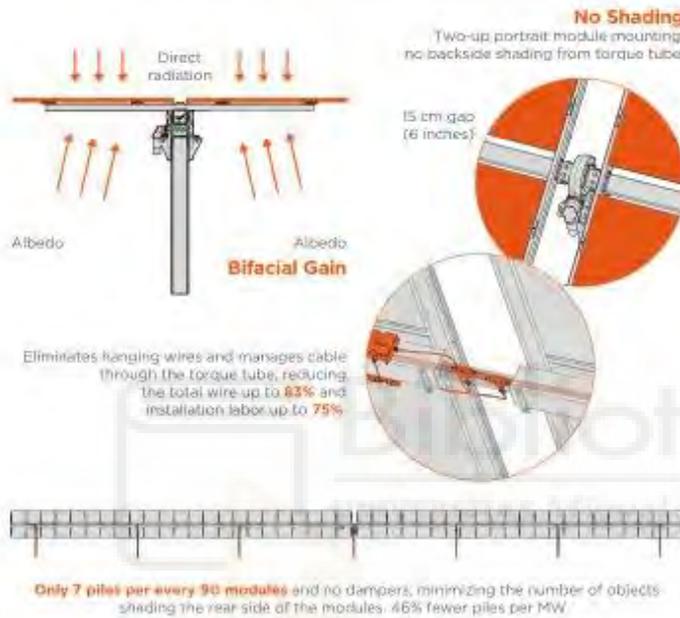
El modelo seleccionado es el SF7 bifacial de Soltec, y está dotado de las siguientes características:

- Sistema de seguimiento: Eje singular horizontal con columnas independientes.
- Alimentación: Autoalimentado con panel fotovoltaico dedicado y batería de reserva.
- Comunicaciones: Full Wireless.
- Control de seguimiento: algoritmo astronómico de la trayectoria solar y sistema backtracking para evitar la generación de sombras entre filas contiguas.
- Sistemas automáticos de protección: detección automática de condiciones meteorológicas adversas (vientos extremos, cargas de nieve, etc) mediante estación meteorológica y sensores de campo.



# Bifacial Yield Boost

The SF7 standard configuration enables cost-effective installation, operation, and innovation such as the bifacial tracking solution.



**SPAIN / Headquarters**  
 Pol. Ind. La Serrata  
 Gabriel Campillo, s/n. 30500  
 Molina de Segura, Murcia, Spain  
 info@soltec.com  
 +34 968 603 153

**MADRID**  
 Nôñez de Baltica 33, 11A  
 28001 Madrid  
 info@soltec.com  
 +34 91 449 72 03

**UNITED STATES**  
 usa@soltec.com  
 +1 510 440 8302

**BRAZIL**  
 brasil@soltec.com  
 +55 071 3026 4900

**MEXICO**  
 mexico@soltec.com  
 +52 155 5557 3144

**CHILE**  
 chile@soltec.com  
 +56 2 25738559

**PERU**  
 peru@soltec.com  
 +51 1422 7279

**INDIA**  
 india@soltec.com  
 +91 924 4568202

**AUSTRALIA**  
 australia@soltec.com  
 +61 2 8067 8811

**CHINA**  
 china@soltec.com  
 +86 21 51285799

**ARGENTINA**  
 argentina@soltec.com  
 +54 9 114 829 1476

**EGYPT**  
 egypt@soltec.com

**B&V Bankability report**  
**DNV GL Technology**  
 Review available  
**RWDI WIND TUNNEL TESTED**

**7 year background**  
**Industrial operation**



[www.soltec.com](http://www.soltec.com)

Copyright © 2017 Soltec. All rights reserved. Soltec Energías Renovables S.L. #SF7-803003

### 7.3.4.- Centro de Transformación

Este proyecto contempla cuatro Centros de Transformación de 1.250 KVA.

#### 7.3.4.1.- Características constructivas

La envolvente que se ha proyectado para estos Centros de transformación es el modelo Edificio de Hormigón Monobloque PFU-5/20.

Se confeccionará una acera perimetral de 0,50m de ancho para facilitar el anillo perimetral de tierras y para conseguir mejor protección frente a una posible entrada de agua de lluvia.

Los Edificios PFU para Centros de Transformación, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

#### Dimensiones

Las dimensiones de la caseta son las siguientes:

- Longitud: 6800 mm
- Fondo: 2380 mm
- Altura: 3045 mm
- Altura vista: 2585 mm
- Peso: 17.460 kg



Las dimensiones interiores son las siguientes:

- Longitud: 5900 mm
- Fondo: 2200 mm
- Altura: 2355 mm

Las dimensiones de la excavación son las siguientes:

- Longitud: 6880 mm
- Fondo: 3180 mm
- Profundidad: 560 mm

La acometida a los Centros de transformación será subterránea, el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 20 kV y una frecuencia de 50 Hz.

Tanto el Centro de Transformación CT2 y CT3 están situados en punta, los cuales parten con una línea subterránea de media tensión hasta los Centros de Transformación CT1 y CT4 respectivamente, hasta enlazar con el centro de maniobra y medida CMM.

#### 7.3.4.2.- Características eléctricas

##### 7.3.4.2.1.- Características de la red de alimentación

El Centro de Transformación CT2 está situado en punta y desde éste partirá la línea subterránea de media tensión hasta el Centro de transformación CT1, a su vez el Centro de Transformación CT3 está también situado en punta y desde éste partirá la línea subterránea de media tensión hasta el Centro de transformación CT4. Desde el CT1 y CT4 partirán las líneas que enlazarán con el Centro de Maniobra y Medida transportando toda la energía generada por el parque solar.

Las redes de meda tensión que se proyectan son a una tensión de 20 kV y 50 Hz de frecuencia.

##### 7.3.4.2.2.- Características de la apartamenta de media tensión

#### **2 Ud. CELDA CGMcosmos-L DE LÍNEA CON AISLAMIENTO Y CORTE EN SF6**

Celda de Media Tensión modular de entrada / salida de cables con las siguientes características particulares:

### Valores Eléctricos

Tensión asignada Ur:	24 kV
Intensidad asignada:	400 A
Intensidad de corta duración Ik:	16 kA eficaz – 40 kA cresta 1 s
clase IAC AF/AFL (opcional):	16 kA 1 s



### Construcción

Compartimentos individuales con separación metálica de embarrado – interruptor, de conexión de cables con pasatapas frontales con las 3 fases a la misma altura, mecanismo de maniobras, con esquema sinóptico del circuito principal en la cubierta, y expansión de gases inferior trasera.

Interruptor trifásico categoría E3 (5 CC) según norma IEC 60265-1 de corte en gas SF6 de 3 posiciones conectado – seccionado – puesto a tierra con seccionador de puesta a tierra categoría E2 (5 CC) de capacidad de cierre sobre cortocircuito según norma IEC 62271-102. Ambas secuencias, interruptor y seccionador, ensayadas sobre un mismo elemento.

Mecanismo de maniobra operado mediante palanca, velocidad de accionamiento independiente del operador, manual tipo B con endurancia para el interruptor de clase M1, 1000 maniobras, según norma IEC / UNE-EN 60265-1. Intercambiable en obra en cualquier posición del interruptor sin necesidad de cortar servicio, incorporando elemento de sujeción del interruptor con el mecanismo retirado condenable por candado.

Interruptor: 2 NA + 2 NC

Seccionador de PaT: 1 NA + 1 NC

Indicación de posición segura del interruptor (ensayo de cadena cinemática según IEC 62271-102).

3 Pasatapas de 630 A, tipo C, según norma EN 50181 para conexión mediante terminales atornillables (Ormazabal recomienda conectores Euromold).

Conjunto de Unión formado por 3 adaptadores elastoméricos con control del campo eléctrico.

### Seguridad

Indicador luminoso autoalimentado de presencia de tensión ekorVPIS de Ormazabal de acuerdo a norma IEC 61958.

Alarma sonora autoalimentada de prevención de puesta a tierra ekorSAS de Ormazabal que se activa cuando habiendo tensión eléctrica en la acometida de Media Tensión, se introduce la palanca en el acceso al eje de accionamiento del seccionador de puesta a tierra. Rango de funcionamiento de acuerdo a IEC 61958.

Protección de personas y bienes ante los efectos de un arco interno, según los criterios del Anexo A de la norma IEC 62271-200 en todos los compartimentos clase IAC AFL (opcional).

### Dimensiones y Peso

Ancho: .....365 mm

Alto: .....1740 mm

Fondo: .....735 mm

Peso: .....100 kg.

### **1 Ud. CELDA CGMCOSMOS-V DE INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CON AISLAMIENTO EN SF6 Y CORTE EN VACÍO – (PROTECCIÓN DE TRAF0)**

Celda de Media Tensión modular de interruptor automático con las siguientes características particulares:

### Valores Eléctricos

Tensión asignada Ur:	24 kV
Intensidad asignada:	400 A
Intensidad de corta duración Ik:	16 kA eficaz – 40 kA cresta 1 s
Clase IAC AF/AFL:	16 kA 1 s



### Construcción

Compartimentos individuales con separación metálica de embarrado – seccionador / interruptor automático, de conexión de cables con pasatapas frontales con las 3 fases a la misma altura, mecanismo de maniobras, con esquema sinóptico del circuito principal en la cubierta, y expansión de gases inferior trasera.

Seccionador – Seccionador de puesta a tierra categoría E2 (5 CC) de capacidad de cierre sobre cortocircuito según norma IEC 62271-102.

Interruptor automático trifásico de corte en vacío según norma IEC 62271-100, secuencia nominal CO - 15 s – CO. Endurancia eléctrica a intensidad asignada de 2000 maniobras y 30 CC (50% DC).

Mecanismo de maniobra de seccionador operado mediante palanca, velocidad de accionamiento independiente del operador, manual tipo B con endurancia para el seccionador de 2000 maniobras, según norma IEC 62271-102. Intercambiable en obra en cualquier posición sin necesidad de cortar servicio, incorporando elemento de sujeción del seccionador con el mecanismo retirado condenable por candado.

Mecanismo de maniobra de interruptor automático accionado por resortes operado mediante botonera frontal y carga de muelles mediante palanca, manual tipo AV con bobinas de apertura y cierre. Endurancia M1, 2000 maniobras, según norma IEC / UNE-EN 62271-100.

Unidad de protección integrada en la celda ekorRPG, marca ORMAZABAL, con display digital para tarado / consulta local y comunicable (RS232 para configuración local, RS485 y fibra óptica opcional). Funciones de protección 50/51 + 50N/51N y disparo mediante señal externa. Incluye captadores de intensidad instalados en los pasatapas de la celda.

Indicación de posición segura (ensayo de cadena cinemática según IEC 62271-102).

3 Pasatapas apantallados tipo C, según norma EN 50181 para conexión mediante terminales atornillables (Ormazabal recomienda conectores Euromold).

Conjunto de Unión formado por 3 adaptadores elastoméricos con control del campo eléctrico.

#### Seguridad

Indicador luminoso autoalimentado de presencia de tensión ekorVPIS de Ormazabal de acuerdo a norma IEC 61958.

Protección de personas y bienes ante los efectos de un arco interno, según los criterios del Anexo A de la norma IEC 62271-200 en todos los compartimentos clase IAC AFL (opcional).

#### Dimensiones y Peso

Ancho: .....480 mm

Alto: .....1740 mm

Fondo: .....845 mm

Peso: .....240 kg

### Unidad de Protección: ekorRPG

Unidad digital de protección desarrollada para su aplicación en la función de protección general o transformadores de gran potencia. Aporta a la protección de fusibles protección contra sobrecargas y defectos fase-tierra de bajo valor. Es autoalimentado a partir de 5 A a través de transformadores de intensidad toroidales, comunicable y configurable por software con histórico de disparos.

#### *Características:*

- Rango de potencias: hasta 15000 kVA
- Funciones de Protección:
- Sobreintensidad
- Fases (3 x 50/51)
- Neutro (50N / 51N)
- Neutro Sensible (50Ns / 51Ns) (s/modelo)
- Disparo exterior: Función de protección (49T)
- Detección de faltas a tierra desde 0,5 A
- Posibilidad de pruebas por primario y secundario
- Configurable por software (RS-232) y comunicable (RS-485)
- Histórico de disparos
- Medidas de intensidad: I1, I2, I3 e I0
- Contacto de salida para Test



#### *Elementos:*

Relé electrónico que dispone en su carátula frontal de teclas y display digital para realizar el ajuste y visualizar los parámetros de protección, medida y control. Para la comunicación dispone de un puerto frontal RS232 y en la parte trasera un puerto RS485 protocolo MODBUS (5 kV).

Los sensores de intensidad son transformadores toroidales que tienen una relación de 1000 A / 1 A ó 300 A / 1 A. Para la opción de protección homopolar ultrasensible se coloca un toroidal adicional que abarca las tres fases. En el

caso de que el equipo sea autoalimentado (desde 5 A por fase) se debe colocar 1 sensor adicional por fase.

La tarjeta de de alimentación acondiciona la señal de los transformadores de autoalimentación y la convierte en una señal de CC para alimentar el relé de forma segura. Dispone de una entrada de 230 Vca para alimentación auxiliar exterior con un nivel de aislamiento de 10 kV.

El disparador biestable es un actuador electromecánico de bajo consumo integrado en el mecanismo de maniobra del interruptor.

*Otras características:*

I<sub>th</sub>/I<sub>din</sub> = 20 kA /50 kA

Temperatura= -10 °C a 60 °C

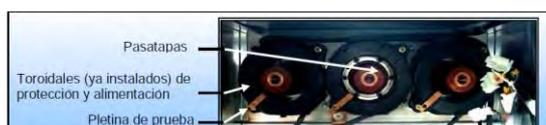
Frecuencia = 50 Hz; 60 Hz ± 1 %

Ensayos: - De aislamiento según 60255-5

- De compatibilidad electromagnética. CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011
- Climáticos según CEI 60068-2-X
- Mecánicos según CEI 60255-21-X
- De potencia según CEI 60265 y CEI 60056

Así mismo este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 89/336/EEC y con la CEI 60255. Esta conformidad es resultado de un ensayo realizado según el artículo 10 de la directiva, y recogido en el protocolo B131-01-69-EE acorde a las normas genéricas EN 50081 y EN 50082.

Toroidales instalados en los pasatapas



## 1 Ud. TRANSFORMADOR DE POTENCIA 1.250 KVA

Transformador trifásico de distribución, marca ORMAZABAL, familia organi, 1250 KVA según IEC 60076-1 y según directiva 2009/125/CE ecodiseño TIER 2.

Refrigeración natural en aceite éster vegetal, 100 % biodegradable según IEC 61099 con punto de combustión superior a 350 °C. Hermético de llenado integral, bobinados en Aluminio.

Potencia 1.250 kVA de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 800 V en vacío (B2).

Potencia nominal	1250 kVA
Tensión primaria	20 kV
Tensión secundaria	0.80 kV En Vacío.
Regulación de tensión	+2.5, +5, 7.5, +10%
Grupo de conexión.	Dyn11
Frecuencia	50 Hz
Tensión de corcocircuito	6 %
Bobinados MT / BT:	Aluminio / Aluminio.
Método refrigeración:	Aceite éster vegetal.

Ensayos de rutina según IEC 60076-1.

Accesorios incluidos:

Pasatapas AT Porcelana.

Pasabarras Unipolar BT.

Ruedas.

Dispositivo de vaciado y toma de muestras.

Dispositivo de llenado.

Termómetro con 2 contactos (alarma y disparo).

2 Terminales de tierra en la cuba.

Conmutador de regulación (maniobrable sin tensión).

Placa de características..

2 Cáncamos de elevación.

4 Cáncamos de arriostamiento.

4 Cáncamos de arrastre.

#### 7.3.4.2.3.- Características material vario de Alta Tensión

##### Embarrado general

Las celdas proyectada habrán sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características.

El embarrado general de las celdas SM6 se construye con tres barras de cobre dispuestas en paralelo.

##### Piezas de conexión

La conexión del embarrado se efectúa sobre los bornes superiores de la envolvente del interruptor –seccionador con la ayuda de repartidores de campo con tornillos imperdibles integrados de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2.8 m.da.N

##### Aisladores de apoyo

Están integradas en las celdas formando parte de su fabricado.

##### Aisladores de paso

La conexión de cables se realiza por la parte frontal, mediante unos pasatapas estándar, que cumplen la Norma UNESA 5205A y serán de tipo roscado para las funciones de línea y enchufables para los de protección.

##### Interconexión de Alta Tensión

Los puentes A.T. Celda de protección-Trafo será de cable seco 12/20 KV tipo HEPRZ-1, unipolares de Al 3x150 mm<sup>2</sup> de sección con terminales Elastimold de 24 KV, enchufables modelo K158-LR.

#### 7.3.4.2.4.- Características de la aparamenta de Baja Tensión

Cuadros BT : Interruptor automático 1250 A.

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), es un conjunto de aparataje de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente de los inversores a una tensión de 800 V y conectar con el transformador para su distribución en AT a 20.000 V.

El cuadro tiene las siguientes características

Interruptor automático tripolar de 1.250 A

5 interruptores automáticos magnetotérmicos tripolares

Interconexiones de BT:

Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes transformador-cuadro

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RV de 4x185 Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

#### 7.3.4.2.5.-Medida de la energía eléctrica

La medida se ubicará en el centro de Maniobra y Medida.

#### 7.3.4.2.6.- Puesta a tierra

En todo centro de transformación cabe distinguir dos sistemas de puesta a tierra:

##### *Puesta a tierra de protección*

Sistema de puesta a tierra de protección, constituido por las líneas de tierra y los correspondientes electrodos de puesta a tierra que conexionan directamente a tierra las partes conductoras de los elementos de la instalación no sometidos normalmente a tensión eléctrica, pero que pudieran ser puestos en tensión por averías o contactos accidentales, a fin de proteger a las personas contra contactos con tensiones peligrosas.

La línea de tierra perteneciente al sistema de puesta a tierra de Protección deberá conectar los siguientes elementos:

Cuba del transformador/res.

Envolvente metálica del cuadro B.T.

Envolventes de las celdas de alta tensión (en dos puntos).

Puertas o tapas metálicas de acceso y rejillas metálicas accesibles del centro de transformación.

Pantallas del cable (extremos de líneas de llegada y líneas de salida de celdas y ambos extremos de línea de conexión al transformador).

Pantallas de los cables correspondientes al paso aéreo-subterráneo en el caso de que el CT se alimente desde una línea aérea.

Cualquier armario metálico instalado en el centro de transformación.

El electrodo a emplear será la de un bucle perimetral con la cimentación, cuadrado, a una distancia horizontal de 1 m. como mínimo, formado por conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup>. de sección, enterrado como mínimo a 0,50 m. de profundidad, al que se conectarán en cada uno de sus vértices ocho picas de acero cobrizado de 2 m. de longitud y 14 mm. de diámetro, en ningún caso debe ser superior a 50  $\Omega$ . Si no es posible alcanzar este valor, mediante la configuración tipo, y hasta conseguir los 50  $\Omega$ , se añadirán, a dicha configuración, picas en hilera, de igual longitud, separadas 3 m. entre sí.

#### *Puesta a tierra de servicio*

Sistema\* de puesta a tierra de servicio, constituido por la línea de tierra y los correspondientes electrodos de puesta a tierra que conexionan directamente a tierra el neutro de baja tensión.

Se realizará mediante un cable de cobre aislado de 1 KV y 50 mm<sup>2</sup>. de sección, que partiendo del cuadro de B.T., se extenderá por el terreno a una profundidad mínima de 0,5 m., conectándose al mismo 4 electrodos de pica cilíndrica de acero-cobre de 14 mm. de diámetro y 2 m. de longitud, separados entre sí una distancia de 3 m y unidos entre sí mediante conductor desnudo de cobre 50 mm<sup>2</sup>.

### Cajas de seccionamiento

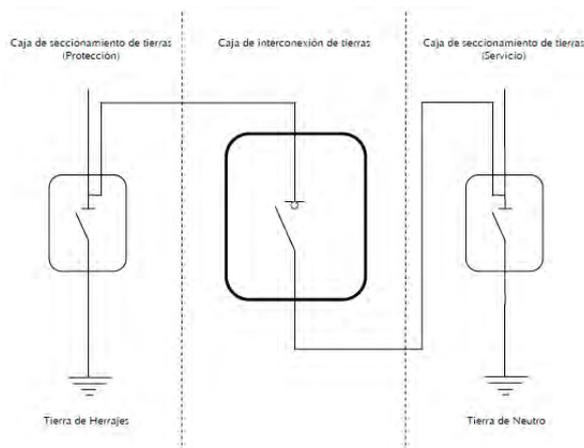
Cada uno de los dos sistemas de puesta a tierra estará conectado a una caja de seccionamiento independiente.

Las cajas de seccionamiento de tierras de servicio y tierras de protección se componen de una envolvente y contienen en su interior un puente de tierras fabricado con pletinas de cobre o aluminio, según proceda, de 20x3 mm. Las cajas dispondrán de una pletina seccionable accionada por dos tornillos. El citado puente de tierra descansará en un zócalo aislante de poliéster con fibra de vidrio. La tapa será transparente. El conjunto deberá poseer un grado de protección IP 54 e IK 08, según las normas UNE 20324 y UNE-EN 50102 respectivamente y deberá soportar el siguiente ensayo:

Nivel de aislamiento: 20 kV cresta a onda de impulso tipo rayo y 10 kV eficaces en ensayo de corta duración a frecuencia industrial, en posición de montaje.

La caja de seccionamiento de tierra de protección se colocará de tal forma que el recorrido de la línea de tierra desde la caja de seccionamiento al electrodo de puesta a tierra sea lo más corta posible.

Además, se instalara una caja de unión de tierras, que permita unir o separar los electrodos de protección y servicio y señalar la posición habitual. El esquema de interconexión de la caja de unión de tierras, se da en la figura 2.



Para unir los dos sistemas de puesta a tierra con la caja de unión de tierras, se emplearán cables unipolares de cobre o aluminio, aislados, de 16 mm<sup>2</sup> de sección como mínimo.

El conjunto de cajas de seccionamiento de tierra (protección-servicio) y caja de interconexión de tierras antes descrito, podrá ir ubicado en una única envolvente, conteniendo dos o las tres partes del conjunto, en función de las características de la instalación. El conjunto cumplirá las mismas características eléctricas y mecánicas que a nivel individual y las especificaciones necesarias para las instalaciones de Iberdrola.

#### 7.3.4.3.- Instalaciones secundarias

##### 7.3.4.3.1.- Alumbrado

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

##### 7.3.4.3.2.- Baterías de Condensadores

No se instalarán baterías de condensadores.

##### 7.3.4.3.3.- Protección contra Incendios

Se incluirá un extintor de CO<sub>2</sub> de 5 Kg y eficacia 89B, y un extintor de polvo de 6 kg y eficacia 21A-144B-C.

#### 7.3.4.3.4.- Ventilación

La ventilación del centro de transformación se realizará mediante las rejas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto.

Estas rejas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

La justificación técnica de la correcta ventilación del centro se encuentra en el apartado 2.6 de este proyecto.

#### 7.3.4.3.5.- Medidas de Seguridad

Las celdas dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales descritos a continuación:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el interruptor de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Las celdas de entrada y salida serán de aislamiento integral y corte en SF<sub>6</sub>, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, evitando de esta forma la pérdida del suministro en los centros de transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del centro de transformación.

Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de media tensión y baja tensión. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

La puerta de acceso al CT llevará el Lema Corporativo y estará cerrada con llave.

Las puertas de acceso al CT y, cuando las hubiera, las pantallas de protección, llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico.

En un lugar bien visible del CT se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente.

Salvo que en los propios aparatos figuren las instrucciones de maniobra, en el CT, y en lugar bien visible habrá un cartel con las citadas instrucciones.

Deberán estar dotados de bandeja o bolsa portadocumentos.

Para realizar maniobras en A.T. el CT dispondrá de banqueta o alfombra aislante, guantes aislante y pértiga.

### 7.3.5.- Centro de maniobra y medida

#### 7.3.5.1.- Características constructivas

La envolvente que se ha proyectado para este Centro de Maniobra y Medida es el modelo **Edificio de Hormigón Monobloque PFU-4/20**.

Se confeccionará una acera perimetral de 0,50m de ancho para facilitar el anillo perimetral de tierras y para conseguir mejor protección frente a una posible entrada de agua de lluvia.

Los Edificios PFU para Centros de Transformación, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

#### Envolvente

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve

completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

#### Placa piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

#### Acceso

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura

de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

### Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

### Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

### Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad ISO 9001.

### Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

### Dimensiones

Las dimensiones de la caseta son las siguientes:

Longitud: 4460 mm  
Fondo: 2380 mm  
Altura: 3045 mm  
Altura vista: 2585 mm  
Peso: 13.465 kg



Las dimensiones interiores son las siguientes:

Longitud: 4280 mm

Fondo: 2200 mm

Altura: 2355 mm

Las dimensiones de la excavación son las siguientes:

Longitud: 5260 mm

Fondo: 3180 mm

Profundidad: 560 mm

La acometida a los Centros de transformación será subterránea, el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 20 kV y una frecuencia de 50 Hz.

#### 7.3.5.2.- Características eléctricas del Centro de Maniobra y Medida

##### 7.3.5.2.1.- Características de la red de alimentación

El Centro de maniobra y Medida está enlazado mediante línea subterránea de media tensión 20 kV con cable unipolar de 150 mm<sup>2</sup> HEPRZ1 con características que se detallan en el punto 10.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 250 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

##### 7.3.5.2.2.- Características de la apartamentada de alta tensión

#### **CELDA CGMcosmos-L DE LÍNEA CON AISLAMIENTO Y CORTE EN SF6**

Celda de Media Tensión modular de entrada / salida de cables con las siguientes características particulares:

##### Valores Eléctricos

- ✚ Tensión asignada Ur: 24 kV
- ✚ Intensidad asignada: 400 A
- ✚ Intensidad de corta duración Ik: 16 kA eficaz – 40 kA



cresta 1 s

 clase IAC AF/AFL (opcional) 16 kA 1 s

### Construcción

Compartimentos individuales con separación metálica de embarrado – interruptor, de conexión de cables con pasatapas frontales con las 3 fases a la misma altura, mecanismo de maniobras, con esquema sinóptico del circuito principal en la cubierta, y expansión de gases inferior trasera.

Interruptor trifásico categoría E3 (5 CC) según norma IEC 60265-1 de corte en gas SF6 de 3 posiciones conectado – seccionado – puesto a tierra con seccionador de puesta a tierra categoría E2 (5 CC) de capacidad de cierre sobre cortocircuito según norma IEC 62271-102. Ambas secuencias, interruptor y seccionador, ensayadas sobre un mismo elemento.

Mecanismo de maniobra operado mediante palanca, velocidad de accionamiento independiente del operador, manual tipo B con endurencia para el interruptor de clase M1, 1000 maniobras, según norma IEC / UNE-EN 60265-1. Intercambiable en obra en cualquier posición del interruptor sin necesidad de cortar servicio, incorporando elemento de sujeción del interruptor con el mecanismo retirado condenable por candado.

Indicación de posición segura del interruptor (ensayo de cadena cinemática según IEC 62271-102).

3 Pasatapas de 630 A, tipo C, según norma EN 50181 para conexión mediante terminales atornillables (Ormazabal recomienda conectores Euromold).

Conjunto de Unión formado por 3 adaptadores elastoméricos con control del campo eléctrico.

### Seguridad

Indicador luminoso autoalimentado de presencia de tensión ekorVPIS de Ormazabal de acuerdo a norma IEC 61958.

Alarma sonora autoalimentada de prevención de puesta a tierra ekorSAS de Ormazabal que se activa cuando habiendo tensión eléctrica en la acometida de Media Tensión, se introduce la palanca en el acceso al eje de accionamiento del seccionador de puesta a tierra. Rango de funcionamiento de acuerdo a IEC 61958.

Protección de personas y bienes ante los efectos de un arco interno, según los criterios del Anexo A de la norma IEC 62271-200 en todos los compartimentos clase IAC AFL (opcional).

### Dimensiones y Peso

Ancho: .....365 mm  
Alto: .....1740 mm  
Fondo: .....735 mm  
Peso: .....100 kg.

### **CELDA CGMcosmos-M DE MEDIDA**

Celda de Media Tensión modular de medida con las siguientes características particulares:

#### Valores Eléctricos

Tensión asignada Ur:	24 kV
Intensidad asignada:	400 A

#### Construcción

Envoltorio metálica destinada alojar los transformadores de medida de tensión e intensidad, permitiendo comunicar con el embarrado del conjunto general de celdas, mediante cable seco.



### Dimensiones y Peso

Ancho: .....800 mm

Alto: .....1750 mm

Fondo: .....1025 mm

Peso: .....165 kg

### Elementos opcionales

Interconexión de potencia con celdas contiguas formada por cable de 3(1x150)mm<sup>2</sup> Cu de 12/24 kV (aprox. 4m/fase).

3 Transformadores de tensión, de relación 22000:√3/110:√3-110:3 de 10 VA CL 0.5, 50 VA CL 3P.

3 Transformadores de intensidad, de relación X-X/5 A, de 10 VA en clase 0.5S.

Cerradura de enclavamiento de puerta.

### **CELDA MODULAR CGMcosmos-V DE INTERRUPTOR AUTOMÁTICO, con aislamiento en SF6 y corte en vacío**

Celda de Media Tensión modular de interruptor automático con las siguientes características particulares:

#### Valores Eléctricos

Tensión asignada Ur: 24 kV

Intensidad asignada: 400 A

Intensidad de corta duración Ik: 16 kA eficaz – 40 kA cresta 1 s

#### Construcción

Compartimentos individuales con separación metálica de embarrado – seccionador / interruptor automático, de conexión de cables con pasatapas frontales con las 3 fases a la misma altura, mecanismo de maniobras, con esquema sinóptico del circuito principal en la cubierta, y expansión de gases inferior trasera.



Seccionador – Seccionador de puesta a tierra según norma IEC 62271-102.

**Interruptor automático trifásico de corte en vacío** según norma IEC 62271-100, con capacidad de reenganche: secuencia nominal O – 0,3 s – CO - 15 s – CO. Endurancia eléctrica a intensidad asignada hasta 10000 maniobras y 100 CC (50% DC).

Mecanismo de maniobra de seccionador operado mediante palanca antirreflex, manual con endurancia para el seccionador de 1000 maniobras, según norma IEC 62271-102.

Mecanismo de maniobra de interruptor automático accionado por resortes operado mediante botonera frontal y carga de muelles mediante palanca, **con mando motorizado a 48 Vcc** tipo RAMV con bobinas de apertura y cierre. Endurancia M2, 10000 maniobras, según norma IEC / UNE-EN 62271-100.

Indicación de posición segura (ensayo de cadena cinemática según IEC 62271-102).

3 Pasatapas de 630 A, tipo C, según norma EN 50181 para conexión mediante terminales atornillables (Ormazabal recomienda conectores Euromold).

Conjunto de Unión formado por 3 adaptadores elastoméricos con control del campo eléctrico.

### Seguridad

Indicador luminoso autoalimentado de presencia de tensión ekorVPIS de Ormazabal de acuerdo a norma IEC 61958.

Protección de personas y bienes ante los efectos de un arco interno.

### Dimensiones y Peso

Ancho: .....480 mm

Alto: .....2.140 mm

Fondo: .....845 mm

Peso: .....240 kg

### **Unidad de Protección Multifuncional ekorRPS Solar**

1 Relé de protección multifunción de alimentador y controlador de posición ekorRPS con la siguientes funciones:

Protección;

Sobreintensidad de fase (50/51)

Sobreintensidad de tierra (50N/51N)

Subtensión (27)

Sobretensión (59)

Comprobación Sincronismo (25)

Máxima y Mínima frecuencia (81 M-m)

Anti-isla

Reconectador automático

Control

Comunicaciones



1 Bloque de pruebas de 4 elementos para protección del secundario del transformador de intensidad.

1 Interruptor automático magnetotérmico IV con contactos auxiliares (1NA + 1NC) para la protección de la estrella del transformador de tensión.

1 Interruptor automático magnetotérmico II con contactos auxiliares (1NA + 1NC) para la protección del triángulo abierto del transformador de tensión.

2 Interruptor automático magnetotérmico II con contactos auxiliares (1NA + 1NC), para protección de los equipos de control y mando.

1 Resistencia antiferroresonancia, 50 ohmios, 2 Amperios.

2 Conector Weidmüller para alimentación y comunicación de los relés.

s/n Pequeño material y accesorios.

s/n Mano de obra de calderería y cableado.

1 Kit de 3 toroidales con relación de transformación 1000/1 tipo Ormazabal, integrados en los pasatapas, con los siguientes rangos de medida:

- Medida de fases: 5 A – 1200 A
- Medida de tierra: 0.5 A – 480 A

### **CELDA CGMcosmos-P de PROTECCIÓN Y MEDIDA DE TENSIÓN EN BARRAS, con aislamiento y corte en SF6**

Celda de Media Tensión modular de protección con fusibles para protección de transformadores con potencia igual o inferior a 2000 kVA, en función de la tensión de red, con las siguientes características particulares:

#### Valores Eléctricos

- Tensión asignada Ur: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración 16 kA eficaz – 40 kA cresta 1 s
- Intensidad de corta duración 1 kA eficaz – 2,5 kA cresta 1 s
- clase IAC AF/AFL (opcional): 20 kA 1 s



#### Construcción

Compartimentos individuales con separación metálica de embarrado – interruptor, de conexión de cables y compartimentos portafusible con pasatapas frontales con las 3 fases a la misma altura, mecanismo de maniobras, con esquema sinóptico del circuito principal en la cubierta, y expansión de gases inferior trasera.

Interruptor trifásico categoría E3 según norma IEC 60265-1 de corte en gas SF6 de 3 posiciones conectado – seccionado – puesto a tierra, antes y después de los contactos de los fusibles, con seccionador de puesta a tierra categoría E2 (5 CC) de capacidad de cierre sobre cortocircuito según norma

IEC 62271-102. Ambas secuencias, interruptor y seccionador, ensayadas sobre un mismo elemento.

Mecanismo de maniobra operado mediante palanca, velocidad de accionamiento independiente del operador, manual con retención tipo BR con bobina de disparo a 230 Vca y mecanismo de disparo combinado interruptor – fusible con intensidad de transferencia de 1600 A, según IEC 62271-105. Endurancia para el interruptor de clase M1, 1000 maniobras, según norma IEC 60265-1 y para el seccionador de puesta a tierra de clase M0, 1000 maniobras. Intercambiable en obra en cualquier posición del interruptor sin necesidad de cortar servicio, incorporando elemento de sujeción del interruptor con el mecanismo retirado condenable por candado. Incorpora un contacto de señalización de posición del interruptor – seccionador:

- Interruptor / Seccionador / Seccionador de PaT: 1 NAC

Compartimentos portafusibles independientes para cada fase aislados en gas situados en posición horizontal para fusibles limitadores de corriente de 24 kV, según IEC 60282-1.

Indicación de posición segura del interruptor (ensayo de cadena cinemática según IEC 62271-102).

### **3 TT. Relación $22.000\sqrt{3} / 110\sqrt{3} - 110:3$ , 10 VA cl.0,5 , 25 VA, cl.3P**

Conjunto de Unión formado por 3 adaptadores elastoméricos con control del campo eléctrico.

#### Seguridad

1 Indicador luminoso autoalimentado de presencia de tensión eKorVPIS de Ormazabal de acuerdo a norma IEC 61958.

Protección de personas y bienes ante los efectos de un arco interno, según los criterios del Anexo A de la norma IEC 62271-200 en todos los compartimentos clase IAC AFL (opcional).

#### Dimensiones y Peso

- Ancho: .....470 mm
- Alto: .....1740 mm
- Fondo:.....735 mm
- Peso: .....150 kg

#### **CELDA CGMcosmos-L DE LÍNEA CON AISLAMIENTO Y CORTE EN SF6**

Celda de Media Tensión modular de entrada / salida de cables con las siguientes características particulares:

#### Valores Eléctricos

- Tensión asignada Ur: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración I<sub>k</sub> 16 kA eficaz – 40 kA cresta 1 s
- clase IAC AF/AFL (opcional): 16 kA 1 s



#### Construcción

Compartimentos individuales con separación metálica de embarrado – interruptor, de conexión de cables con pasatapas frontales con las 3 fases a la misma altura, mecanismo de maniobras, con esquema sinóptico del circuito principal en la cubierta, y expansión de gases inferior trasera.

Interruptor trifásico categoría E3 (5 CC) según norma IEC 60265-1 de corte en gas SF6 de 3 posiciones conectado – seccionado – puesto a tierra con seccionador de puesta a tierra categoría E2 (5 CC) de capacidad de cierre sobre cortocircuito según norma IEC 62271-102. Ambas secuencias, interruptor y seccionador, ensayadas sobre un mismo elemento.

Mecanismo de maniobra operado mediante palanca, velocidad de accionamiento independiente del operador, manual tipo B con durabilidad para el interruptor de clase M1, 1000 maniobras, según norma IEC / UNE-EN 60265-1. Intercambiable en obra en cualquier posición del interruptor sin necesidad de cortar servicio, incorporando elemento de sujeción del interruptor con el mecanismo retirado condenable por candado.

Indicación de posición segura del interruptor (ensayo de cadena cinemática según IEC 62271-102).

3 Pasatapas de 630 A, tipo C, según norma EN 50181 para conexión mediante terminales atornillables (Ormazabal recomienda conectores Euromold).

Conjunto de Unión formado por 3 adaptadores elastoméricos con control del campo eléctrico.

### Seguridad

Indicador luminoso autoalimentado de presencia de tensión ekoVPIS de Ormazabal de acuerdo a norma IEC 61958.

Alarma sonora autoalimentada de prevención de puesta a tierra ekoSAS de Ormazabal que se activa cuando habiendo tensión eléctrica en la acometida de Media Tensión, se introduce la palanca en el acceso al eje de accionamiento del seccionador de puesta a tierra. Rango de funcionamiento de acuerdo a IEC 61958.

Protección de personas y bienes ante los efectos de un arco interno, según los criterios del Anexo A de la norma IEC 62271-200 en todos los compartimentos clase IAC AFL (opcional).

### Dimensiones y Peso

- Ancho: .....365 mm
- Alto: .....1740 mm
- Fondo: .....735 mm
- Peso: .....100 kg.

### **ARMARIO CARGADOR-BATERIA MURAL/SOBRECELDA**

Armario mural o sobrecelda conteniendo en su interior, debidamente montados y conexicionados los siguientes aparatos y materiales:



1 Equipo cargador-batería tipo ekorBAT200, homologado por IB, protegido contra cortocircuitos, con las siguientes características técnicas:

### Alimentación

- Tensión: 230 Vca  $\pm$  30% monofásica.
- Frecuencia: 50 Hz
- Aislamiento a la entrada de 10kV/1min.

### Rectificador

- Tensión nominal de salida: 48 Vcc  $\pm$  15%.
- Intensidad de salida: 5 A.

### Batería

- Batería de Pb vida mínima de 5 años.
- Capacidad nominal: 17 Ah a 48 Vcc.

1 Interruptor magnetotérmico bipolar para protección y mando de la entrada de 220 Vac.

1 Interruptor magnetotérmico bipolar para protección de los equipos de control de las celdas.

Interconexiones entre el armario de control y las celdas de media tensión mediante manguera con conectores Weidmuller.

#### 7.3.5.2.3.- Características material vario de Alta Tensión

##### Embarrado general

Las celdas proyectada habrán sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características.

El embarrado general de las celdas SM6 se construye con tres barras de cobre dispuestas en paralelo.

##### Piezas de conexión

La conexión del embarrado se efectúa sobre los bornes superiores de la envolvente del interruptor –seccionador con la ayuda de repartidores de campo con tornillos imperdibles integrados de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2.8 m.da.N

##### Aisladores de apoyo

Están integradas en las celdas formando parte de su fabricado.

##### Aisladores de paso

La conexión de cables se realiza por la parte frontal, mediante unos pasatapas estándar, que cumplen la Norma UNESA 5205A y serán de tipo roscado para las funciones de línea y enchufables para los de protección

#### 7.3.5.2.4.- Medida de la energía eléctrica

Los elementos y sus características están descritos dentro del punto 7.3.5.2.3. en la celda de medida SGMcosmos-M.

## Puesta a tierra

En todo centro de transformación cabe distinguir dos sistemas de puesta a tierra:

### *Puesta a tierra de protección*

Sistema de puesta a tierra de protección, constituido por las líneas de tierra y los correspondientes electrodos de puesta a tierra que conexionan directamente a tierra las partes conductoras de los elementos de la instalación no sometidos normalmente a tensión eléctrica, pero que pudieran ser puestos en tensión por averías o contactos accidentales, a fin de proteger a las personas contra contactos con tensiones peligrosas.

La línea de tierra perteneciente al sistema de puesta a tierra de Protección deberá conectar los siguientes elementos:

- Cuba del transformador/res.
- Envolvente metálica del cuadro B.T.
- Envoltentes de las celdas de alta tensión (en dos puntos).
- Puertas o tapas metálicas de acceso y rejillas metálicas accesibles del centro de transformación.
- Pantallas del cable (extremos de líneas de llegada y líneas de salida de celdas y ambos extremos de línea de conexión al transformador).
- Pantallas de los cables correspondientes al paso aéreo-subterráneo en el caso de que el CT se alimente desde una línea aérea.
- Cualquier armario metálico instalado en el centro de transformación.

El electrodo a emplear será la de un bucle perimetral con la cimentación, cuadrado, a una distancia horizontal de 1 m. como mínimo, formado por conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup>. de sección, enterrado como mínimo a 0,50 m. de profundidad, al que se conectarán en cada uno de sus vértices ocho picas de acero cobrizado de 2 m. de longitud y 14 mm. de diámetro, en ningún caso debe ser superior a 50  $\Omega$ . Si no es posible alcanzar este valor, mediante la

configuración tipo, y hasta conseguir los 50  $\Omega$ , se añadirán, a dicha configuración, picas en hilera, de igual longitud, separadas 3 m. entre sí.

#### *Puesta a tierra de servicio*

No procede

#### 7.3.5.3.- Instalaciones secundarias

##### Alumbrado

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

##### Baterías de Condensadores

No se instalarán baterías de condensadores.

##### Protección contra Incendios

Se incluirá un extintor de CO<sub>2</sub> de 5 Kg y eficacia 89B, y un extintor de polvo de 6 kg y eficacia 21A-144B-C.

##### Ventilación

La ventilación del centro de transformación se realizará mediante las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto.

Estas rejillas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

### Medidas de Seguridad

Las celdas dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales descritos a continuación:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el interruptor de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Las celdas de entrada y salida serán de aislamiento integral y corte en SF<sub>6</sub>, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, evitando de esta forma la pérdida del suministro en los centros de transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del centro de transformación.

Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

Los mandos de la aparatada estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparatada protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de media tensión y baja tensión. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

## 8.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN

### **8.1.- Descripción General**

La instalación se compone de dos partes bien diferenciadas desde el punto de vista eléctrico.

Una de ellas es la parte correspondiente a corriente continua en baja tensión, que contemplará la conexión entre módulos e inversores.

La segunda de ellas será en corriente alterna, diferenciando la parte de baja tensión, conexión entre los inversores con los cuadros de baja tensión ubicados en los centros de transformación y la parte de media tensión de abonado a 20 kV, que conectará los centros de transformación y el centro de Maniobra y Medida.

### **8.2.- Cableado**

#### 8.2.1.- Solar en corriente continua

Los módulos fotovoltaicos se conectarán eléctricamente a través del cableado solar en serie respetando la polaridad y el número máximo de módulos en una misma serie.

Los cables de corriente continua entre strings y el inversor de string han sido diseñados con una caída de voltaje media máxima de 0,5% en las condiciones estándares (STC) de 25°C, 1000 w/m<sup>2</sup> y índice de densidad del aire de 1.5 (IAM).

En cumplimiento del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) los cables deben ser 0,6/1 kV ( $U_0 = 1,8$  kV) conductor de cobre de un solo núcleo,

flexible, no propagación de llama y libre de halógenos, resistente a la absorción de agua, rayos ultravioleta, agentes químicos, grasas y aceites, la abrasión y los impactos. Además, los cables de corriente continua se deben fabricar como cable flexible de Clase 5 con protección solar UV especial (ZZ-F). Estos cables irán fijados a la estructura y bajo tubo en zanja hasta llegar a la caja de protecciones de corriente continua.

Los componentes eléctricos de baja tensión deberán ser capaces de soportar la tensión máxima de funcionamiento del inversor solar y del equipo de corriente continua (1500 Vcc). La sección del cableado será de 6, 10 y 16 mm<sup>2</sup> Cu.

#### 8.2.2.- Baja tensión en corriente continua

Los cables de baja en corriente continua desde las cajas de protecciones de corriente continua hasta los inversores han sido diseñados con una caída media máxima del voltaje de 1 % en las condiciones STC. En cumplimiento del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) los cables son de cobre, flexible de Clase 5 con protección solar UV especial (ZZ-F). La sección del cableado será de 6, 10 y 16 mm<sup>2</sup> Cu.

Los componentes eléctricos de baja tensión en corriente alterna deberán ser capaces de soportar la tensión máxima de funcionamiento del equipo.

#### 8.2.3.- Baja tensión en corriente alterna

Los cables de corriente alterna de baja tensión se emplearán para conectar la salida en corriente alterna del inversor con el cuadro de baja tensión.

En general, los cables serán resistentes a la absorción de agua, el frío, la radiación UV, agentes químicos, grasas o aceites, abrasión e impactos.

El conductor será de Aluminio, dispondrá de aislamiento XLPE o HEPR, pantalla metálica y cubierta exterior de poliolefina. Las secciones tipo a

considerar para el cable enterrado serán de 150/185/240/300/400 mm<sup>2</sup> e irán directamente enterrados en zanjas.

El cableado en corriente alterna de baja tensión entre el inversor y el cuadro de baja tensión, dispone de una conexión diseñada y preparada en fábrica que permite una instalación más rápida y segura al no disponer de elementos en tensión accesibles una vez finalizada la instalación.

### **8.3.- Canalizaciones**

#### **8.3.1.- Corriente continua**

El cableado de la parte de corriente continua discurrirá parcialmente enterrado bajo tubo y parte aéreo y sobre la propia estructura.

Las uniones serie de los módulos se realizarán mediante conexiones rápidas y especiales de Clase II, realizándose ésta por la parte posterior a los mismos. Los cables irán embridados a las estructuras soportes y pasarán desde la estructura al suelo bajo tubo de protección. Desde este punto partirán hacia los inversores en canalización enterrada.

#### **8.3.2.- Corriente alterna**

En cuanto a las canalizaciones en corriente continua cabe diferenciar entre las correspondientes a baja tensión (conexión entre los inversores y los transformadores) y las correspondientes a media tensión.

Las zanjas por las que se conducirán los cables de baja tensión tendrán una profundidad máxima de 1,05 m y su anchura máxima será de 0,60 m. Las zanjas serán del tipo que figuran en el plano nº 08. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales. Por encima del cable se dispondrá otra capa de arena o material con características equivalentes.

Para proteger el cable frente a excavaciones, estos deben de tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta de la existencia del cableado. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

Existirán arquetas de 0,60x0,60 m en cambios de dirección o cruces. Cuando sea necesario más espacio como en la entrada de los inversores, se usarán arquetas de 0,90 x 0,90 m.

## **8.4.- Esquema de conexión**

### **8.4.1.- Corriente continua**

La solución que se adopta para proteger a las personas frente a derivaciones en el lado DC del sistema se compone de dos medidas:

- Configuración Flotante del Generador: Los dos polos están aislados de tierra. Al no existir un camino de retorno para la corriente, esta medida garantiza una protección en el caso de un primer defecto. Esta situación es equivalente a la que se logra con el interruptor diferencial que se prescribe en el RD 1699/2011, de 18 de noviembre, en su artículo 11.2., aunque tiene la notoria ventaja de que no precisa aparellaje alguno, puesto que la protección es una característica intrínseca de esta configuración. El único requisito que exige su implantación es que la resistencia de aislamiento,  $R_{ISO}$ , entre generador y tierra, anterior a la ocurrencia de la derivación, sea tan alta como para limitar la corriente de derivación a un máximo de 100 mA. En la práctica esto es equivalente a imponer que  $R_{ISO} \geq 1.25 \cdot V_{oc} / 100 \text{ mA}$ . Esta condición es no sólo muy fácil de cumplir (las resistencias de aislamiento en generadores reales suelen ser del orden de los M $\Omega$ ), sino también muy fácil de comprobar, por lo que el recurso a ella es altamente recomendable.
- Vigilancia permanente del aislamiento: Consiste en la incorporación de un dispositivo capaz de medir el valor de  $R_{ISO}$  y de avisar en caso de

que, por ocurrencia de algún defecto en la instalación, no se cumpla la condición de seguridad definida en el párrafo anterior. De esta forma, el defecto puede ser reparado antes de que ocurra un segundo defecto que, ahora sí, podría resultar fatal, ya que el primer defecto representa un camino por el que la corriente de retorno podría circular con comodidad. Los inversores elegidos cuentan con un vigilante de aislamiento.

#### 8.4.2.- Corriente alterna

El esquema elegido es el esquema TT, definido en la ITC-08 del Reglamento de Baja Tensión. Por tanto, el neutro de la red trifásica creada en la centralización de los inversores, se unirá al neutro del lado de baja tensión del transformador del centro de transformación correspondiente. Además, las masas de la instalación se unirán a un sistema de tierra independiente al sistema de tierras del mencionado centro.

#### **8.5.- Protecciones**

El sistema de protecciones del parque solar cumplirá con lo establecido en el artículo 11 del R.D. 1699/2011, de 18 de noviembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión. De este modo, se hace una distinción entre protecciones en el lado de corriente continua y protecciones en el lado de corriente alterna.

##### 8.5.1.- Corriente continua

En la parte de continua la protección que se pondrá son los propios fusibles de cada inversor, así como los varistores, tanto de DC como de AC. De este modo se consigue impedir que cualquier subgrupo pase a trabajar en ningún momento como carga y soportando corrientes inversas superiores a su propia corriente de cortocircuito.

### 8.5.2.- Corriente alterna

Los inversores elegidos contarán con las protecciones exigidas en el Real Decreto 1699/2011 de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de eléctrica de pequeña potencia:

- Elementos de corte general.
- Interruptor diferencial automático.
- Interruptor automático de conexión.
- Protecciones de máxima y mínima frecuencia y máxima y mínima tensión.

El ajuste de estas últimas se realizará conforme a la Tabla 1 del Artículo 14 del Real Decreto mencionado anteriormente.

Parámetro	Umbral de protección	Tiempo máximo de actuación
Sobretensión –fase 1.	Un + 10%	1,5 s
Sobretensión – fase 2.	Un + 15%	0,2 s
Tensión mínima.	Un - 15%	1,5 s
Frecuencia máxima.	50,5 Hz	0,5 s
Frecuencia mínima.	48 Hz	3 s

### **8.6.- Puesta a Tierra**

Se dotará a la instalación de una malla de tierra inferior enterrada a 0,80 m de profundidad, que se extenderá hacia el exterior del cerramiento perimetral y que permita reducir las tensiones de paso y de contacto a niveles admisibles, anulando el peligro de electrocución del personal que transite tanto por el interior como por el exterior de la instalación.

La puesta a tierra de la planta estará formada por una red radial que une todas las masas de la planta con un conductor de tierra enterrado bajo zanja, utilizando para ello cable desnudo de cobre enterrado de sección adecuada. El valor de la resistencia de puesta a tierra se determinará aplicando la legislación de referencia y será función de la resistividad del terreno.

Según lo establecido en el apartado 6.1 de la ITC-RAT 13, se conectarán a las tierras de protección todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pueden estarlo como consecuencia de averías, accidentes, sobretensiones por descargas atmosféricas o tensiones inductivas.

Por este motivo, se unirán a la malla de tierra:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Las puertas metálicas de los locales.
- Las armaduras metálicas de los cables.
- Las tuberías y conductos metálicos.
- Las carcasas de transformadores.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.
- Pantalla de separación de los circuitos primario y secundario de los transformadores de medida o protección.

Se conectarán directamente a tierra, sin uniones desmontables intermedias, los siguientes elementos, que se consideran puestas a tierra de servicio:

- los neutros de los transformadores, que lo precisen, en instalaciones o redes con neutro a tierra de forma directa o a través de resistencias o bobinas.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida o protección, salvo que existan pantallas metálicas de separación conectadas a tierra entre los circuitos de alta y baja tensión de los transformadores.

Las conexiones previstas se fijarán a la estructura y carcasas del aparellaje mediante tornillos y grapas especiales de aleación de cobre, que permitan no superar la temperatura de 200 °C en las uniones y que aseguren la permanencia de la unión. Se hará uso de soldaduras aluminotérmicas Cadweld de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.

## 9.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MEDIA TENSIÓN

El parque solar esta formado por cuatro centros de transformación de 1.150 KVA, que elevarán la tensión desde los 800 V de generación hasta los 20 kV para su inyección en la red. Desde estos cuatro centros de transformación se transportará la energía hasta el centro de maniobra y medida, punto habilitado para las operaciones de control y maniobra del parque solar, así como para la realización de las lecturas fiscales de la energía producida.

La longitud total de las líneas se representa en la siguiente tabla:

Líneas Media Tensión					
Identificación	Tramo	Tipo	Origen	Final	Longitud
Línea 1	1	Subterránea	CT2	CT1	75,00 m
	2	Subterránea	CT1	CMM	379,00 m
Línea 2	1	Subterráneo	CT3	CT4	187,00 m
	2	Subterránea	CT4	CMM	152,00 m
					<b>793,00 m</b>

### 9.1.- Cableado

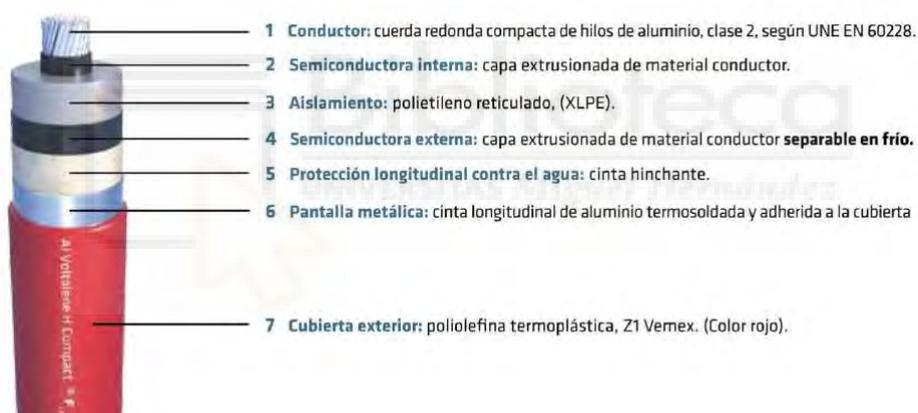
La conexión en media tensión de los centro de transformación a las celdas de entrada del centro de maniobra y medida se realizará mediante terna de cable unipolar RH5Z1 que discurrirá de forma subterránea por zanja. Dichos conductores estarán dispuestos a una profundidad de 1 metro, salvo cruzamientos con otras canalizaciones que obliguen a variar la profundidad de estas líneas.

El cálculo de sección se efectúa de forma que la caída de tensión máxima en las líneas sea inferior a 1,5 %.

De forma genérica, los cables estarán formados por un conductor flexible, unipolar de aluminio en construcción extra flexible, aislado con polietileno de cadena cruzada (XLPE) con capa semiconductor externa extrusionada de material conductor separable en frío, pantalla metálica con cinta longitudinal de aluminio termosoldada y adherida a la cubierta y cubierta exterior de poliolefina

termoplástica DMZ1 Vermex de color rojo. Estarán fabricados de acuerdo a la norma UNE 211620 y presentarán unas prestaciones elevadas frente a sobrecargas y cortocircuitos y certificado con método de ensayo (IEC-60-332-1) En este caso, para la interconexión se empleará una terna de cables unipolares RH5Z1, enterrado bajo tubo, cumpliendo con los correspondientes criterios de caída de tensión y cortocircuito.

Líneas Media Tensión					
Identificación	Tramo	Tipo	Origen	Final	Longitud
Línea 1	1	95 mm <sup>2</sup> AL	CT2	CT1	75,00 m
	2	150 mm <sup>2</sup> AL	CT1	CMM	379,00 m
Línea 2	1	95 mm <sup>2</sup> AL	CT3	CT4	187,00 m
	2	150 mm <sup>2</sup> AL	CT4	CMM	152,00 m



## 9.2.- Canalizaciones

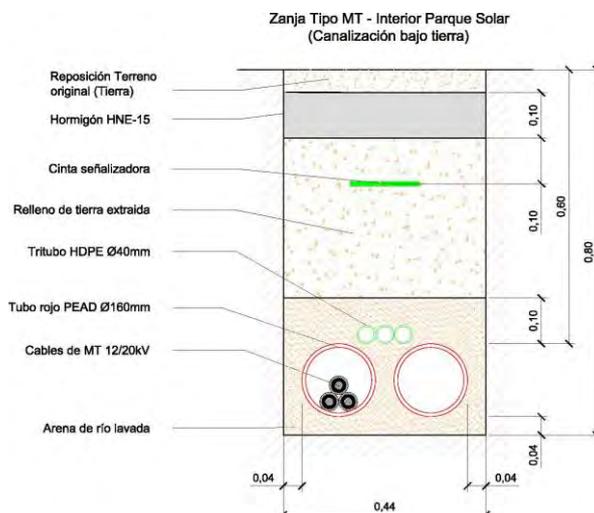
La canalización por la que se ha optado en los tramos de línea con origen en los centros de transformación y final en el centro de maniobra y medida será en canalización entubada y cumplirán con los requisitos mínimos exigidos en el reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctrica de alta tensión (RD 223-2008) y en su ITC-LAT-06.

Estará constituida por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito eléctrico. Las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03.

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de la tubular. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. En la entrada de las arquetas las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad y además debe permitir las operaciones de tendido de los tubos y cumplir con las condiciones de paralelismo, cuando lo haya.

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, será de 0,6 m, para asegurar estas cotas, la zanja tendrá una profundidad mínima 0,80 m, y tendrá una anchura de 0,44m que permite las operaciones de apertura y tendido para la colocación de dos tubos de 160 mm  $\square$ , según el detalle. Si la canalización se realizara con medios manuales, debe aplicarse la normativa vigente sobre riesgos laborales para permitir desarrollar con seguridad el trabajo de las personas en el interior de la zanja.



En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,04 m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación, se colocará otra capa de arena con un espesor de al menos 0.10 m sobre los tubos y envolviéndolos completamente. Encima de esta capa de arena se colocará un multiducto de control MTT 3x40. Sobre esta capa de arena y a 0,10 m del firme se instalará una cinta de señalización a todo lo largo del trazado del cable las características de las cintas de aviso de cables eléctricos serán las establecidas en la NI 29.00.01, "Cinta de plástico para señalización de cables subterráneos".



Para el relleno de la zanja y dejando libre el firme, se utilizará todo-uno, zahorra o arena. Después se colocará una capa de tierra vegetal o firme de hormigón no estructural HNE 15,0 de unos 0,12 m de espesor. Y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Los tres tubos irán colocados en dos planos según el plano adjunto. Al objeto de impedir la entrada del agua, suciedad y material orgánico, los extremos de los tubos deberán estar sellados. Los tubos que se coloquen como reserva deberán estar provistos de tapones de las características que se describen en la NI 52.95.03.

El recorrido y dimensiones de la zanja se puede apreciar en los planos adjuntos.

### **9.3.- Protecciones**

#### **9.3.1.- Contra sobreintensidades**

Las líneas deberán estar debidamente protegidas contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas contra cortocircuitos y, cuando proceda, contra sobrecargas. Para ello se colocarán cortacircuitos fusibles o interruptores automáticos, con emplazamiento en el inicio de las líneas. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de éste.

En cuanto a la ubicación y agrupación de los elementos de protección de los transformadores, así como los sistemas de protección de las líneas, se aplicará lo establecido en la del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir, durante su actuación, proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta, se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menor posible.

El proyectista analizará la existencia de fenómenos de ferorresonancias por combinación de las intensidades capacitivas con las magnetizantes de transformadores durante el seccionamiento unipolar de líneas sin carga, en

cuyo caso se utilizará de seccionamiento tripolar en lugar de seccionamiento unipolar.

### 9.3.2.- Contra cortocircuitos

La protección contra cortocircuito por medio de fusibles o interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no exceda de la máxima admisible asignada en cortocircuito.

Las intensidades máximas admisibles de cortocircuito en los conductores y pantallas, correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas las siguientes tablas:

**Densidades máximas de corriente de cortocircuito en los conductores de aluminio, en A/mm<sup>2</sup>, de tensión nominal 12/20 y 18/30 kV.**

Tipo de Aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, $t_{cc}$ , en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
XLPE	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

$\Delta\theta^*$  es la diferencia entre la temperatura de servicio permanente y la temperatura de cortocircuito (Incremento de temperatura  $160 \theta$  en °C)

**Intensidades de cortocircuito admisible en la pantalla de cobre, en kA.**

Aislamiento	Sección mm <sup>2</sup>	Duración en segundos								
		0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	16	6,08	4,38	3,58	2,87	2,12	1,72	1,59	1,41	1,32
	25	8,46	6,85	4,85	4,49	3,32	2,77	2,49	2,12	2,01
XLPE	16	6,08	4,38	3,58	2,87	2,12	1,72	1,59	1,41	1,32
	25	8,46	6,85	4,85	4,49	3,32	2,77	2,49	2,12	2,01

Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas, y a estos efectos el fabricante del cable deberá aportar la documentación justificativa correspondiente.

### 9.3.3.- Contra sobrecargas

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

### 9.3.4.- Contra sobretensiones

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observará el cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones [ITC-RAT 12](#) Y [ITC-RAT 13](#), respectivamente, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, aprobado por Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2 Y UNE-EN 60099-5.

## **9.4. Puesta a tierra**

### Puesta a tierra de cubiertas metálicas

Se conectarán a tierra las pantallas y armaduras de todas las fases en cada

uno de los extremos y en puntos intermedios. Esto garantiza que no existan grandes tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

#### Condiciones especiales de la instalación de puesta a tierra en galerías visitables

Se dispondrá una instalación de puesta a tierra única, accesible a lo largo de toda la galería, formada por el tipo y número de electrodos necesarios. Será dimensionada a la máxima corriente de defecto (defecto fase - tierra) que se prevea poder evacuar.

Se pondrán a tierra las pantallas metálicas de los cables al realizará cada uno de los empalmes y terminaciones.

El valor de la resistencia global de puesta a tierra de la galería debe ser tal que, durante la evacuación de un defecto, no se supere un cierto valor de tensión de defecto establecido por el proyectista. Además, las tensiones de contacto que puedan aparecer tanto en el interior de la galería como en el exterior (si hay transferencia de potencial debido a tubos u otros elementos metálicos que salgan al exterior), no deben superar los valores admisibles de tensión de contacto aplicada en el Reglamento de Líneas de Alta tensión, según la Instrucción Técnica ITC-LAT 07.

#### 10.- ESTACIÓN METEOROLÓGICA

Se colocará una estación meteorológica multifunción para medir la velocidad del viento, temperatura, humedad relativa y pluviosidad.

La estación meteorológica con sensores y mástil (para dirección del viento, velocidad del viento, temperatura, humedad relativa, pluviometría) / función de alarma / puerto USB / software de análisis.

Consta de:

- Estación central con pantalla táctil digital
- Sensor de temperatura

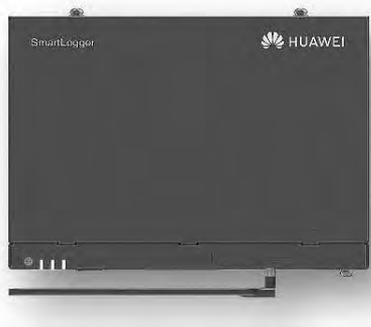
- Pluviómetro
- Anemómetro
- Modulo solar
- Sensor de dirección del viento
- Mástil
- Software de análisis

## 11.- SISTEMA DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN

El sistema de control y monitorización de la instalación debe mostrar y almacenar una serie de datos relacionados con el estado de la instalación en cualquier momento. Está dividido en tres subsistemas principales:

- Subsistema de adquisición: Está formado por los elementos que reciben los valores de cada una de las variables a medir y las transforman en señales de tensión (rango mV) o de intensidad (rango mA).
- Subsistema de transmisión: Está formado por los elementos de conexión entre el subsistema de adquisición y el equipo donde se va a realizar el tratamiento de los datos adquiridos. Esta conexión puede ser local (vía RS-485 o bien onda portadora) o remota (vía módem).
- Subsistema de tratamiento de la información: Estará formado por el equipo PC que recibirá vía local o remota la información procedente del subsistema de adquisición.

El **SmartLogger** monitoriza y gestiona sistemas de alimentación fotovoltaica. Se encarga de la convergencia de todos los puertos, la conversión de protocolos, la obtención y el almacenamiento de datos, y la monitorización y el mantenimiento centralizado de los dispositivos de sistemas de alimentación fotovoltaica.



El HUAWEI SmartLogger 3000A tiene un servidor Web al que podremos acceder para realizar la configuración y se debe de acompañar de un vatímetro compatible con el

inversor para que haga las lecturas de consumo de corriente sobre la instalación eléctrica en la que se instala.

Se utiliza en sistemas de alimentación fotovoltaica, admitiendo lo siguiente:

- Operaciones locales en el SmartLogger usando la aplicación para teléfonos móviles a través de la WLAN integrada.
- Conexión en red RS485, lo que permite que el SmartLogger se conecte a lo siguiente:
  - Dispositivos Huawei, como inversores solares y módulos PID.
  - Inversores solares, instrumentos de monitorización del entorno (EMI), estaciones de transformación y medidores de potencia de terceros que usan el protocolo Modbus-RTU.
  - Medidores de potencia que usan el protocolo DL/T645.
  - Dispositivos que usan el protocolo IEC103.
- Conexión en red con MBUS, lo que permite que el SmartLogger se conecte a PIDPVBOX e inversores solares de Huawei que admiten la comunicación vía MBUS.
- Conexión a sistemas de gestión:
  - Se conecta a un sistema de gestión que usa el protocolo TCP Modbus a través de una red cableada o inalámbrica.
  - Se conecta a un sistema de gestión que usa el protocolo IEC104 en la LAN a través de una red cableada.

Especificaciones técnicas	SmartLogger3000A
<b>Gestión de dispositivos</b>	
Máx. Número de dispositivos	80
<b>Interfaz de comunicación</b>	
WAN	WAN x 1, 10 / 100 / 1000 Mbps
LAN	LAN x 1, 10 / 100 / 1000 Mbps
RS485	COM x 3, 1200 / 2400 / 4800 / 9600 / 19200 / 115200
MBUS	MBUS x 1, 115.2 kbps, Compatible con PLC
2G / 3G / 4G	LTE(FDD) : B1, B2, B3, B4, B5, B7, B8, B20
Entrada / salida digital / analógica	DI x 4, DO x 2, AI x 4
DO activo	12V, 100mA (conexión con relé, sensor)
<b>Protocolo de comunicación</b>	
Ethernet	Modbus-TCP, IEC 60870-5-104
RS485	Modbus-RTU, IEC 60870-5-103 (estándar), DL / T
<b>Interacción</b>	
LED	LED Indicator x 3 – RUN, ALM, 4G
WEB	Web incrustada
USB	USB 2.0 x 1
APP	Comunicación por WLAN para la puesta en servicio
<b>Ambiente</b>	
Rango de temperatura de	-40°C ~ 60°C
Temperatura de almacenaje	-40°C ~ 70°C
Humedad relativa (sin	5% ~ 95%
Max. Altitud de operación	4.000 m
<b>Alimentación</b>	
Fuente de alimentación de CA	100 V ~ 240 V, 50 Hz / 60 Hz
Fuente de alimentación de CC	12 V / 24 V
Consumo de energía	Si
<b>Datos Generales</b>	
Dimensiones (W x H x D)	225 x 160 x 44 mm (sin orejas de montaje y antena)
Peso	2 kg
Grado de protección	IP20
Opciones de instalación	Montaje en pared, montaje en riel DIN, montaje de

## 12.- SERVICIOS AUXILIARES

Los servicios auxiliares que dispondrá la planta fotovoltaica serán:

- Monitorización.
- Alumbrado.
- Climatización sala de servicios auxiliares.

### 13.- OBRA CIVIL

La obra civil que será necesaria ejecutar para la instalación consiste fundamentalmente en las siguientes operaciones:

#### Limpieza y preparación del terreno

Se ha considerado la limpieza de todo el recinto de la parcela gestionando adecuadamente los residuos y el desbroce de aquellas zonas donde irán ubicadas las estructuras que soportan los módulos fotovoltaicos, los viales internos y aquellas zonas donde se instalen casetas (tanto provisionales como permanentes) así como las zonas donde se ubiquen los centros de transformación.

#### Movimiento de tierras

El movimiento de tierras será el mínimo necesario para la correcta instalación de todas las estructuras fotovoltaicas dentro de sus tolerancias, de tal manera que el impacto sobre las condiciones existentes del terreno sea mínimo.

Se mantendrán las pendientes e hidrología existentes y se evitarán las acumulaciones de agua, permitiendo así la correcta evacuación de las aguas pluviales de escorrentía mediante la ejecución de los drenajes adecuados.

En cualquier caso, se harán los mínimos movimientos de tierras necesarios para adecuarlo a su utilización y conforme al posterior informe hidrológico.

#### Viales

Los viales internos serán del ancho suficiente para permitir el acceso a todos los centros de transformación de la planta y a la caseta de servicios auxiliares.

La sección tipo considerada consta de una capa de 20cm de suelo seleccionado compactado al 98% del Proctor modificado.

El acceso a la planta se realizará mediante los viales existentes en la zona y, en caso de ser necesario, éstos se acondicionarán para garantizar el correcto acceso de vehículos pesados a la obra, considerando el tonelaje y los radios de giro.

La anchura mínima será de 3,50 metros.

### Sistema de drenaje

El diseño del sistema de drenaje se abordará estrechamente ligado con el movimiento de tierras y explanaciones, en caso de tener que llevarlas a cabo.

Se tratará de aprovechar al máximo las líneas de flujo principal existentes, modificándolas o reordenándolas, diseñando y dimensionando cada uno de los elementos de drenaje que garanticen una correcta y óptima evacuación de aguas.

### Vallado perimetral cinagético

El cerramiento perimetral exterior se realizará rodeando la parcela donde se va a disponer el parque solar fotovoltaico.

Para ello, se construirá un cerramiento perimetral a base de malla cinagética, formada con alambres horizontales y verticales de acero de alta resistencia y galvanizado triple reforzado (galvanizados al fuego y triple capa de cinc) que le confiera una larga duración. Los alambres verticales se sujetarán a los horizontales mediante nudos tipo bisagra.

Los postes verticales tendrán un diámetro interior de 48 mm y las riostras o tornapuntas indicadas en planos tendrán un diámetro interior de 45 mm. La longitud total de los postes será de 2 m. La base de los postes tendrá forma atrompetada para su mejor fijación.

La cabeza superior de los postes estará cerrada mediante un tapón de material plástico. El acero de los alambres de la malla y de los hilos tensores será del tipo adecuado para su obtención por trefilado con contenido máximo de carbono comprendido entre una décima y veintiocho centésimas por ciento (0,10% y 0,25%) y límites superiores de fósforo y azufre de cuatro y cinco centésimas por ciento (0,04% y 0,5%) respectivamente.

El alambre se galvanizará en caliente mediante inmersión en baño de zinc fundido, obtenido por métodos electrolíticos, con un contenido mínimo en peso de zinc del noventa y nueve con noventa y cinco centésimas por ciento (99,95%).

#### Zanjas y arquetas

El tendido de cable, tanto de baja tensión como de media tensión, se realizará mediante zanjas, la cuales serán excavadas mediante medios mecánicos y sus dimensiones y detalles constructivos cumplirán con la normativa vigente de aplicación.

Los cables dentro de las zanjas irán directamente enterrados o bajo tubo, según el tipo de cable.

#### Acceso de vehículos

El acceso de vehículos a la instalación fotovoltaica se realizará a través de un portón con 5 metros de ancho, suficiente para la correcta entrada y salida de camiones de alto tonelaje. El portón de acceso de vehículos estará formado por 2 hojas batientes de 2,50 metros cada una, y una altura de 2 metros sobre el nivel del suelo, con bastidores en perfiles de acero galvanizado y paneles Acmafor galvanizados, lo que le otorga una gran terminación y durabilidad.

#### Estructura soporte con seguimiento solar

Se procederá a la colocación de la estructura metálica de acero galvanizado con seguidor solar a 1 eje hincada directamente al suelo.

Tras la colocación de la estructura se procederá a ensamblar los herrajes de fijación de los módulos, estos se montarán sobre carriles metálicos.

#### Alumbrado parque solar fotovoltaico

El abastecimiento de energía eléctrica durante la construcción se llevará a cabo, siempre que sea posible, mediante una acometida provisional de obra. En caso contrario se optará por el alquiler de grupo electrógeno de potencia suficiente para llevar a cabo la correcta ejecución de la obra.

Tras finalizar la construcción, el alumbrado se abastecerá de la red eléctrica de baja tensión existente en la zona, propiedad de la Compañía Distribuidora.

#### Zona de Acopio

Dentro del recinto del parque fotovoltaico se considerará una zona de acopio de material, así como la ubicación de contenedores para el almacenamiento de materiales. El área estimada de la zona de acopio es de 600 m<sup>2</sup> aproximadamente.

#### Justificación de la No Existencia de Vertidos Residuales

Durante la construcción será necesario el abastecimiento de agua, que se hará mediante bidones o cisternas de 1.000 litros.

Por tanto, no se generarán vertidos residuales en el parque fotovoltaico ni durante la construcción ni tras la finalización de esta.

#### 14.- POTENCIA PREVISTA PARA EL CONSUMO DE SERVICIOS AUXILIARES

La potencia a contratar prevista para los servicios auxiliares, tales como, Alumbrado, Sistemas de Control y Monitorización, Sistemas de seguridad, etc. se prevé en 15 Kw.

Dicho suministro procederá de la línea de baja tensión existente en la zona y procedente del Centro de Transformación propiedad de la Compañía Distribuidora.

### 15.- CONCLUSIÓN

Una vez descrito y justificado el presente texto, damos por finalizada la redacción del DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA de la Instalación Fotovoltaica del Proyecto de Parque Solar Fotovoltaico Conectado a Red de 4.000,00 kWn y 4.992,00 kWp.

En Cieza, Diciembre de 2022



ANEJO N° 1

# CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

**PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO  
CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE  
4.000,00 kWn y 4.992,00 kWp**



# ÍNDICE

1.- FÓRMULAS

2.- CÁLCULOS INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

**2.1.- Datos Geográficos y Climatológicos**

**2.2.- Datos Generales**

**2.3.- Datos Módulos Fotovoltaicos**

**2.4.- Potencia Pico Instalada "P"**

**2.5.- Energía Generada**

**2.6.- Cálculo Circuito Eléctrico**

2.6.1.- Características generales de la red

2.6.2.- Resultados

3.- CONCLUSIÓN



## 1.- FÓRMULAS

### **Fórmulas, Intensidad de empleo (Ib); caída de tensión (dV)**

Línea Trifásica equilibrada

$$I = P / (3 \cdot U \cdot \cos(\phi) \cdot r) \quad dV = I \cdot (R \cdot \cos(\phi) + X \cdot \sin(\phi))$$

Línea Monofásica

$$I = P / (U \cdot \cos(\phi) \cdot r) \quad dV = 2 \cdot I \cdot (R \cdot \cos(\phi) + X \cdot \sin(\phi))$$

En donde:

P = Potencia activa en vatios (w)

U = Tensión de servicio en voltios (V), fase\_fase o fase\_neutro

I = Intensidad en amperios (A)

dV = Caída de tensión simple(V)

Cos $\phi$  = Coseno de  $\phi$ , factor de potencia

r = Rendimiento (eficiencia para líneas motor)

R = Resistencia eléctrica conductor ( $\Omega$ )

X = Reactancia eléctrica conductor ( $\Omega$ )

### **Sistema eléctrico en general (desequilibrado o equilibrado)**

$$SR = PR + QR \cdot i \quad |SR| = (PR^2 + QR^2)$$

$$IR = SR^*/VR^* \quad IN = IR + IS + IT$$

Siendo,

**SR** = Potencia compleja fasor R; **SR\*** = Conjugado; |SR| = Potencia aparente (VA)

**IR** = Intensidad fasorial R

**VR** = Tensión fasorial R, (RN origen de fasores de tensión en 3F+N, RS en 3F)

**IN** = Intensidad fasorial Neutro

Igual resto de fases

### cdt Fase\_Neutro

$$dVR = ZR \cdot IR + ZN \cdot IN \quad dVR1\_2 = |VR1| - |VR2|$$

### cdt Fase\_Fase

$$dVRS = ZR \cdot IR - ZS \cdot IS \quad dVRS1\_2 = |VRS1| - |VRS2|$$

Siendo,

**dVR** = Caída de tensión compleja fase R\_neutro

dVR1\_2 = Caída de tensión genérica R\_neutro de 1 a 2 (V)

**dVRS** = Caída de tensión compleja fase R\_fase S

dVRS1\_2 = Caída de tensión genérica R\_S de 1 a 2 (V)

### Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1 + \alpha (T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{max}-T_0) (I/I_{max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

$\rho$  = Resistividad del conductor a la temperatura T.

$\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.017241 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$Al = 0.028264 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.003929$$

$$Al = 0.004032$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T<sub>0</sub> = Temperatura ambiente (°C):

$$\text{Cables enterrados} = 25^\circ\text{C}$$

$$\text{Cables al aire} = 40^\circ\text{C}$$

T<sub>max</sub> = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

Barras Blindadas = 85°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I<sub>max</sub> = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

### Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I<sub>b</sub>: intensidad utilizada en el circuito.

I<sub>z</sub>: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

I<sub>n</sub>: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I<sub>n</sub> es la intensidad de regulación escogida.

I<sub>2</sub>: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I<sub>2</sub> se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 I<sub>n</sub> como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 I<sub>n</sub>).

### Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\varnothing = P/\sqrt{(P^2+ Q^2)}.$$

$$\operatorname{tg}\varnothing = Q/P.$$

$$Q_c = P(\operatorname{tg}\varnothing_1 - \operatorname{tg}\varnothing_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \sqrt{3}; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times \sqrt{3}; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Qc = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

Ø1 = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

Ø2 = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

$\square$  =  $2 \times \text{Pixf}$  ; f = 50 Hz.

C = Capacidad condensadores (F);  $\times 1000000(\mu\text{F})$ .

### Fórmulas Cortocircuito

\*  $I_{k3} = ct U / \square^3 (ZQ+ZT+ZL)$

\*  $I_{k2} = ct U / 2 (ZQ+ZT+ZL)$

\*  $I_{k1} = ct U / \square^3 (2/3 \cdot ZQ+ZT+ZL+(Z_N \text{ ó } ZPE))$

¡ATENCIÓN!: La suma de las impedancias es vectorial, son números complejos y se suman partes reales por un lado (R) e imaginarias por otro (X).

\* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

R<sub>t</sub>: R<sub>1</sub> + R<sub>2</sub> + .....+ R<sub>n</sub> (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

X<sub>t</sub>: X<sub>1</sub> + X<sub>2</sub> + ..... + X<sub>n</sub> (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Siendo:

I<sub>k3</sub>: Intensidad permanente de c.c. trifásico (simétrico).

I<sub>k2</sub>: Intensidad permanente de c.c. bifásico (F-F).

I<sub>k1</sub>: Intensidad permanente de c.c. Fase-Neutro o Fase PE (conductor de protección).

ct: Coeficiente de tensión.(Condiciones de cc según I<sub>kmax</sub> o I<sub>kmin</sub>), UNE\_EN 60909.

U: Tensión F-F.

ZQ: Impedancia de la red de Alta Tensión que alimenta nuestra instalación. Scc (MVA) Potencia cc AT.

$$ZQ = ct U^2 / Scc \quad XQ = 0.995 ZQ \quad RQ = 0.1 XQ$$

UNE\_EN 60909

ZT: Impedancia de cc del Transformador. Sn (KVA) Potencia nominal Trafo, ucc% e urcc% Tensiones cc Trafo.

$$ZT = (ucc\%/100) (U^2 / Sn) \quad RT = (urcc\%/100) (U^2 / Sn) \quad XT = (ZT^2 - RT^2)^{1/2}$$

ZL,ZN,ZPE: Impedancias de los conductores de fase, neutro y protección eléctrica respectivamente.

$$R = \square L / S \cdot n$$

$$X = Xu \cdot L / n$$



R: Resistencia de la línea.

X: Reactancia de la línea.

L: Longitud de la línea en m.

$\square$ : Resistividad conductor, (Ikmax se evalúa a 20°C, Ikmin a la temperatura final de cc según condiciones generales de cc).

S: Sección de la línea en mm<sup>2</sup>. (Fase, Neutro o PE)

Xu: Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n: n° de conductores por fase.

Curvas válidas.(Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B                      IMAG = 5 In

CURVA C                      IMAG = 10 In

CURVA D                      IMAG = 20 In

## Fórmulas Embarrados

### Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_x \cdot n)$$

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n)$$

Siendo,

$\sigma_{\max}$ : Tensión máxima en las pletinas (kg/cm<sup>2</sup>)

$I_{\text{pcc}}$ : Intensidad permanente de c.c. (kA)

L: Separación entre apoyos (cm)

d: Separación entre pletinas (cm)

n: nº de pletinas por fase

$W_x$ : Módulo resistente por pletina eje x-x (cm<sup>3</sup>)

$W_y$ : Módulo resistente por pletina eje y-y (cm<sup>3</sup>)

$\sigma_{\text{adm}}$ : Tensión admisible material (kg/cm<sup>2</sup>)

### Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sigma_{\text{tcc}})$$

Siendo,

$I_{\text{pcc}}$ : Intensidad permanente de c.c. (kA)

$I_{\text{cccs}}$ : Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)

S: Sección total de las pletinas (mm<sup>2</sup>)

tcc: Tiempo de duración del cortocircuito (s)

$K_c$ : Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

## Fórmulas L<sub>máx</sub>

$$L_{\text{máx}} = 0.8 \cdot U \cdot S \cdot k_1 / (1.5 \cdot \sigma_{20} \cdot (1+m) \cdot I_a \cdot k_2)$$

Siendo,

$L_{\text{máx}}$  = Longitud máxima (m), para protección de personas por corte de la alimentación con dispositivos de corriente máxima.

U = Tensión (V),  $U_{ff}/\sqrt{3}$  en sistemas TN e IT con neutro distribuido,  $U_{ff}$  en IT con neutro NO distribuido.

S: Sección (mm<sup>2</sup>), S<sub>fase</sub> en sistemas TN e IT con neutro NO distribuido, S<sub>neutro</sub> en sistemas IT con neutro distribuido.

k<sub>1</sub> = Coeficiente por efecto inductivo en las líneas, 1 S<120mm<sup>2</sup>, 0.9 S=120mm<sup>2</sup>, 0.85 S=150mm<sup>2</sup>, 0.8 S=185mm<sup>2</sup>, 0.75 S>=240mm<sup>2</sup>.

$\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a 20°C.

$$\rho_{Cu} = 0.017241 \text{ ohmios}\cdot\text{mm}^2/\text{m}$$

$$\rho_{Al} = 0.028264 \text{ ohmios}\cdot\text{mm}^2/\text{m}$$

m = S<sub>fase</sub>/S<sub>neutro</sub> sistema TN\_C, S<sub>fase</sub>/S<sub>protección</sub> sistema TN\_S, S<sub>neutro</sub>/S<sub>protección</sub> sistema IT neutro distribuido, S<sub>fase</sub>/S<sub>protección</sub> sistema IT neutro NO distribuido.

I<sub>a</sub>: Fusibles, I<sub>F5</sub> = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5sg.

Interruptores automáticos, I<sub>mag</sub> (A):

CURVA B	IMAG = 5 I <sub>n</sub>
CURVA C	IMAG = 10 I <sub>n</sub>
CURVA D	IMAG = 20 I <sub>n</sub>

k<sub>2</sub> = 1 sistemas TN, 2 sistemas IT.

### **Fórmulas Resistencia Tierra**

#### Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

R<sub>t</sub>: Resistencia de tierra (Ohm)

$\rho$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

#### Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

$\rho$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

#### Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

$\rho$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

#### Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

$\rho$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

Lc: Longitud total del conductor (m)

Lp: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

## 2.- CÁLCULOS INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

### **2.1.- Datos Geográficos y Climatológicos**

Ciudad: Cieza

Provincia: Murcia

Altitud s.n.m.(m): 272

Longitud (°): -1.41 W

Latitud (°): 38.28 N

Temperatura mínima histórica (°C): -5

Densidad aire localidad (Kg/m<sup>2</sup>): 1.22071

Zona Climática: V

Radiación Solar Global media diaria anual sup. horizontal(MJ/m<sup>2</sup>): H >= 18

Recurso Fotovoltaico. Número de "horas de sol pico" (HSP) sobre la superficie de paneles (horas/día; G=1000 W/m<sup>2</sup>), Angulo de inclinación 30°:

## 2.2.- Datos Generales

Configuración Instalación: Conectada a la red

Tensión:

Contínua - U(V): 1141,56

Alterna UFF(V): 800

Caída tensión máxima (%):

Corriente contínua: 1.5

Corriente alterna: 1.5

Cos  $\phi$  : 0.8

Rendimiento global anual de la Inst. Fotovoltaica (%): 82,97

## 2.3.- Datos Módulos Fotovoltaicos

Dimensiones:

Longitud (mm): 2172

Anchura (mm): 1303

Altura (mm): 33

Potencia máxima (W): 600

Tensión de vacío (V): 41.70

Corriente de c.c. (A): 18.42

Voltaje máxima potencia (V): 34.60

Corriente máxima potencia (A): 17.34

Eficiencia módulo (%): 21.20

Coef. T<sup>a</sup> PMax (%/°C): -0.34

Coef. T<sup>a</sup> Isc (%/°C): 0.04

Coef. T<sup>a</sup> Voc (%/°C): -0.25

NOCT (°C): 43

## 2.4.- Potencia Pico Instalada "P"

P (kWp): 4.992,00  
 N° módulos: 8.320  
 Inversor (10 Uds): 20x200 kW

## 2.5.- Energía Generada

Project summary			
<b>Geographical Site</b> Ascoy España	<b>Situation</b> Latitude Longitude Altitude Time zone	38.28 °N -1.41 °W 272 m UTC+1	<b>Project settings</b> Albedo 0.20
<b>Meteo data</b> Ascoy Meteonorm 8.0 (1996-2015), Sat=100% - Sintético			

System summary			
<b>Grid-Connected System</b> Simulation for year no 1	<b>Trackers single array</b>		<b>User's needs</b> Unlimited load (grid)
<b>PV Field Orientation</b> Tracking plane, horizontal N-S axis Axis azimuth 0 °	<b>Near Shadings</b> Linear shadings		
<b>System information</b> <b>PV Array</b>	<b>Inverters</b>		
Nb. of modules 8320 units Pnom total 4992 kWp	Nb. of units 20 units Pnom total 4300 kWac Pnom ratio 1.161		

Results summary			
Produced Energy 10491 MWh/year	Specific production 2101 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR 86.70 %	

General parameters		
<b>Grid-Connected System</b>	<b>Trackers single array</b>	
<b>PV Field Orientation</b>	<b>Trackers configuration</b>	<b>Models used</b>
Orientation Tracking plane, horizontal N-S axis Axis azimuth 0°		Transposition Perez Diffuse Perez, Meteorom Circumsolar separate
<b>Horizon</b>	<b>Near Shadings</b>	<b>User's needs</b>
Free Horizon	Linear shadings	Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics			
<b>PV module</b>		<b>Inverter</b>	
Manufacturer	Trina Solar	Manufacturer	Huawei Technologies
Model	TSM-600DEG20C.20	Model	SUN2000-215KTL-H0
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	600 Wp	Unit Nom. Power	215 kWac
Number of PV modules	8320 units	Number of inverters	20 unit
Nominal (STC)	4992 kWp	Total power	4300 kWac
Modules	260 Strings x 32 In series	Operating voltage	600-1500 V
<b>At operating cond. (50°C)</b>		Phom ratio (DC:AC)	1.16
Pmpp	4544 kWp	<b>Total inverter power</b>	
U mpp	1004 V	Total power	4300 kWac
I mpp	4524 A	Nb. of inverters	20 units
<b>Total PV power</b>		Phom ratio	1.16
Nominal (STC)	4992 kWp		
Total	8320 modules		
Module area	23547 m <sup>2</sup>		
Cell area	22015 m <sup>2</sup>		

Array losses			
<b>Array Soiling Losses</b>		<b>Thermal Loss factor</b>	
Loss Fraction	2.2 %	Module temperature according to irradiance	
		Uc (const)	29.0 W/m <sup>2</sup> K
		Uv (wind)	0.0 W/m <sup>2</sup> K/m/s
<b>LID - Light Induced Degradation</b>		<b>Module Quality Loss</b>	
Loss Fraction	1.3 %	Loss Fraction	-0.3 %
<b>Strings Mismatch loss</b>		<b>Module average degradation</b>	
Loss Fraction	0.1 %	Year no	1
		Loss factor	0.4 %/year
		<b>Mismatch due to degradation</b>	
		Imp RMS dispersion	0.1 %/year
		Vmp RMS dispersion	0.1 %/year
<b>IAM loss factor</b>			
Incidence effect (IAM): User defined profile			
0°	30°	50°	60°
1.000	1.000	0.999	0.995
			0.972
			0.938
			0.838
			0.599
			0.000

### System losses

**Auxiliaries loss**  
 Proportional to Power 3.0 W/kW  
 0.0 kW from Power thresh.

### AC wiring losses

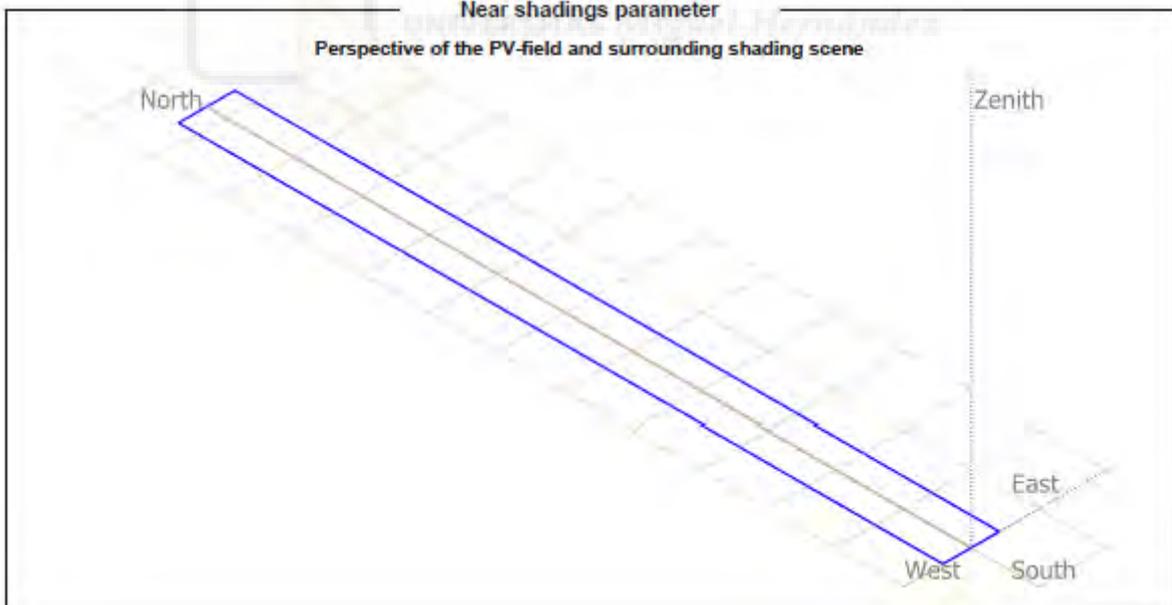
**Inv. output line up to MV transfo**  
 Inverter voltage 800 Vac tri  
 Loss Fraction 0.90 % at STC  
**Inverter: SUN2000-215KTL-H0**  
 Wire section (20 Inv.) Copper 20 x 3 x 70 mm<sup>2</sup>  
 Average wires length 87 m  
**MV line up to Injection**  
 MV Voltage 20 kV  
 Average each inverter  
 Wires Copper 3 x 50 mm<sup>2</sup>  
 Length 2166 m  
 Loss Fraction 0.50 % at STC

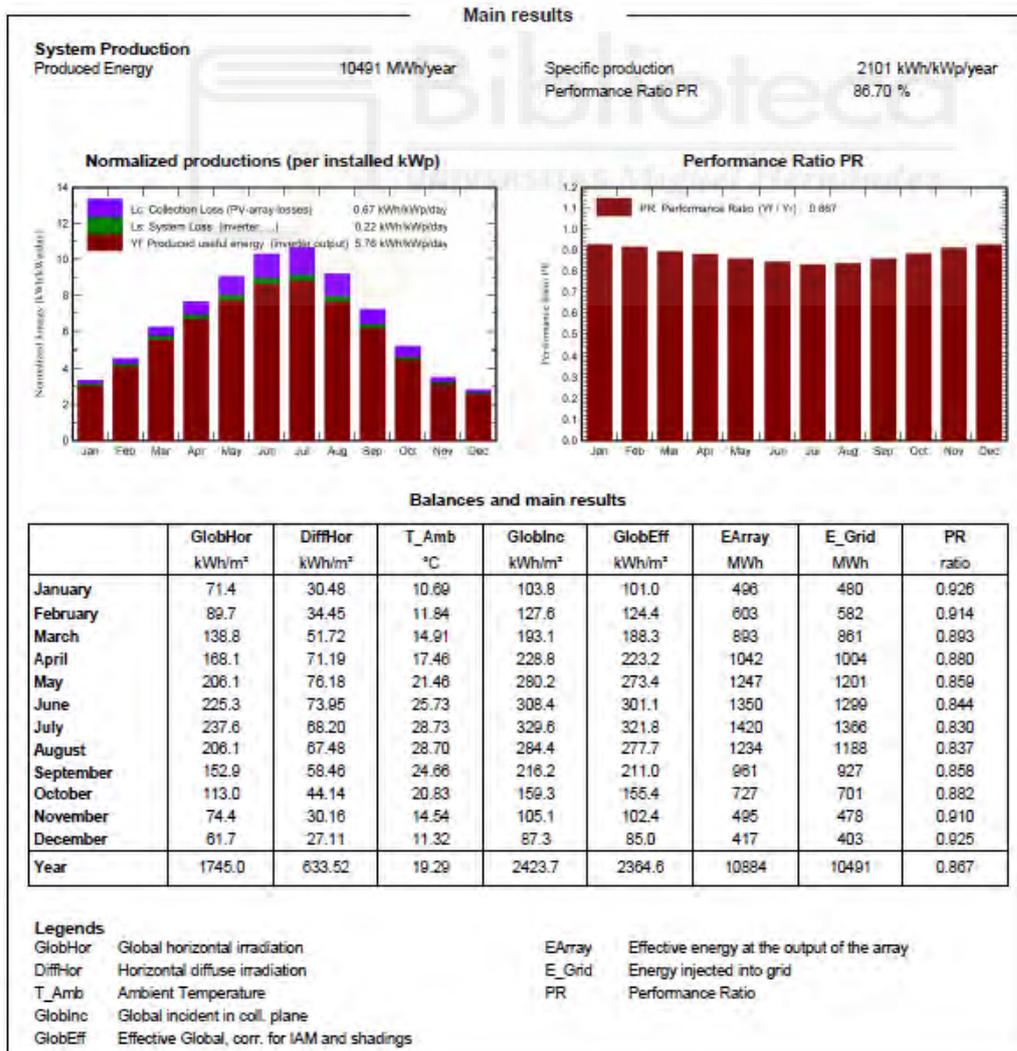
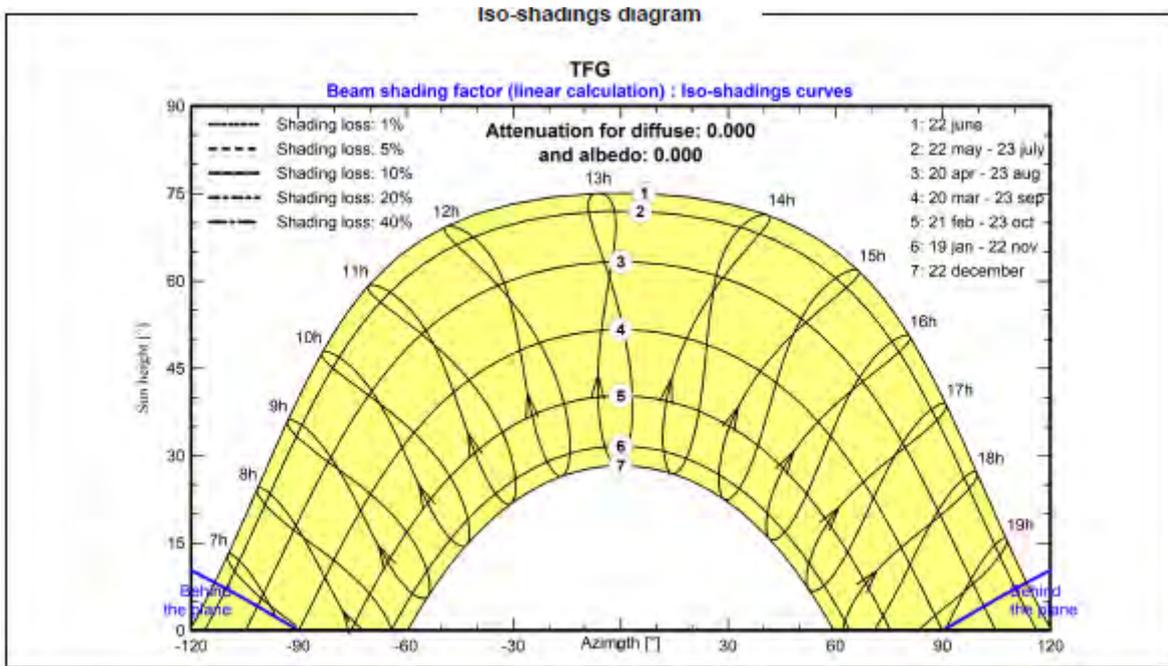
### AC losses in transformers

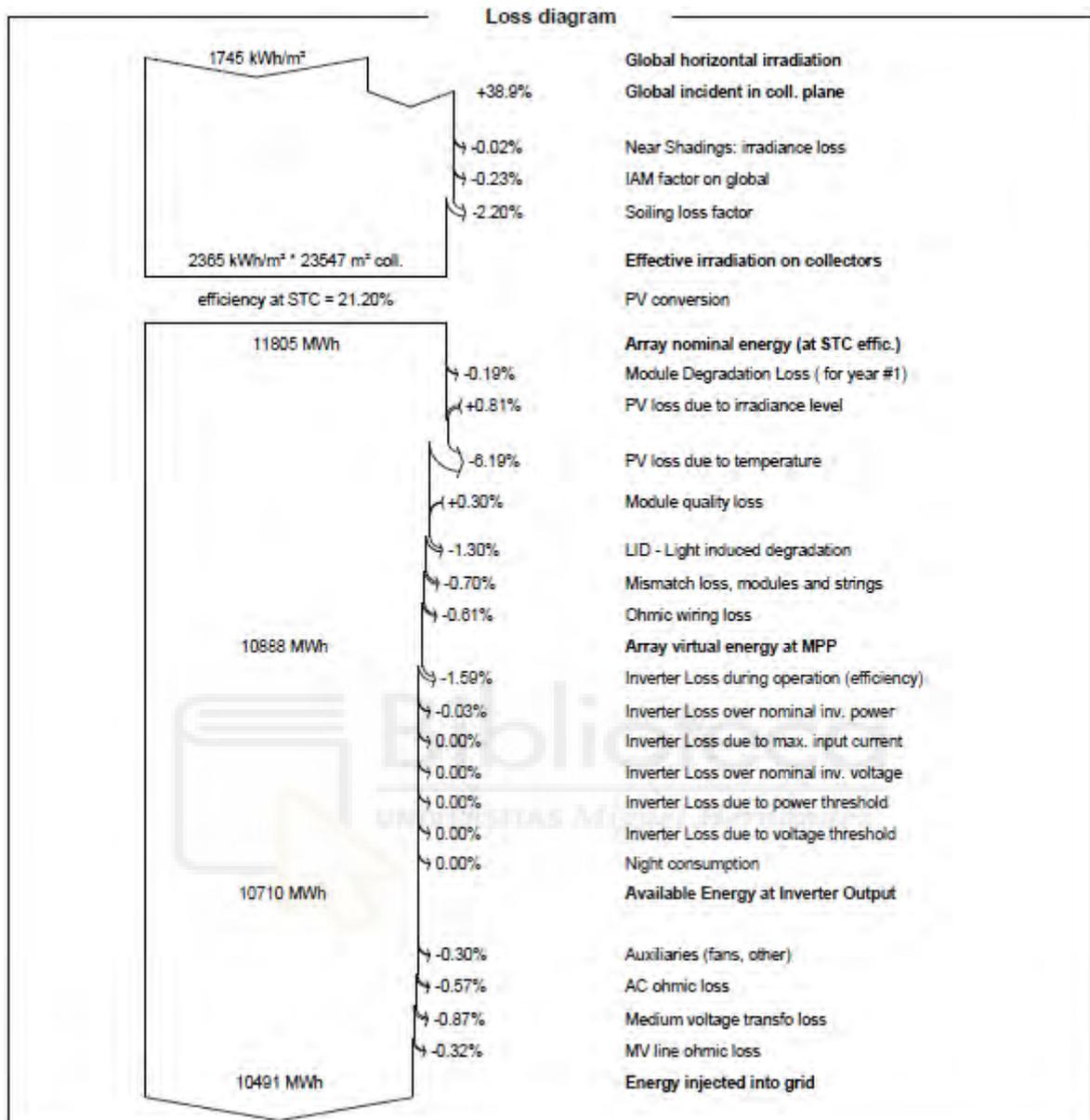
**MV transfo**  
 Grid voltage 20 kV  
**Operating losses at STC**  
 Nominal power at STC 4911 kVA  
 Iron loss (24/24 Connexion) 1.96 kW/Inv.  
 Loss Fraction 0.08 % at STC  
 Coils equivalent resistance 3 x 2.22 mΩ/Inv.  
 Loss Fraction 0.85 % at STC

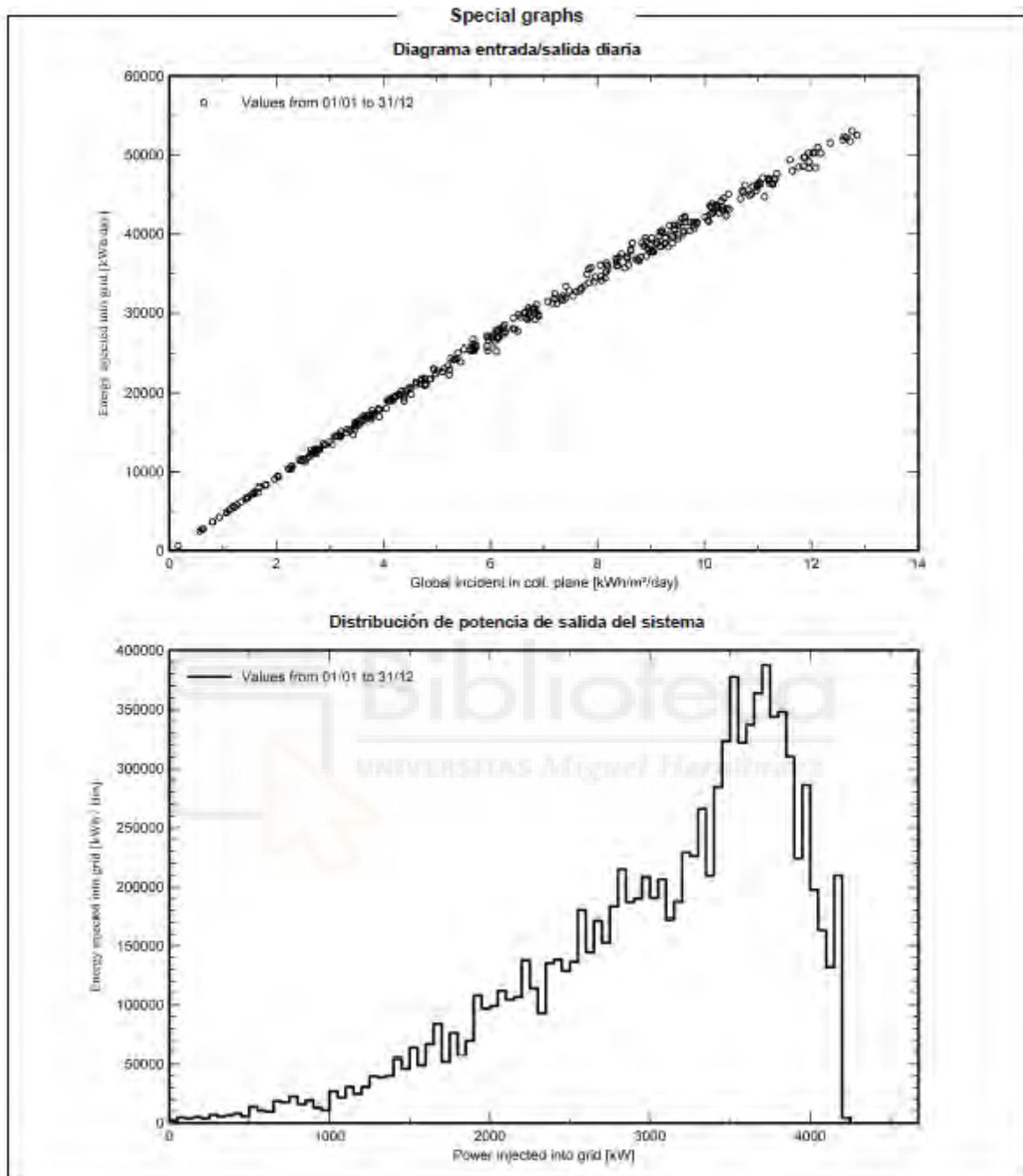
### Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene









## 2.6.- Cálculo Circuito Eléctrico

### 2.6.1.- Características generales de la red

Tensión:

Continúa - U(V): 1.141,56

Alterna UFF(V): 800

Cos  $\phi$  : 0,80

## 2.6.2.- Resultados

### **RESULTADOS OBTENIDOS PARA LAS DISTINTAS RAMAS Y NUDOS CT1**

- Potencia total instalada:

1248600 W

TOTAL.... 1248600 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 1248600

Reparto de Fases - Líneas Monofásicas

- Potencia Fase R (W): 499200

- Potencia Fase S (W): 250200

- Potencia Fase T (W): 499200

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 800 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 30 m; Cos  $j_R$  : 0.8; Cos  $j_S$  : 0.8; Cos  $j_T$  : 0.8; Xu(mW/m): 0.08;

- Coeficiente de simultaneidad: R = 1; S = 1; T = 1;

- Potencias: P(w): 999999.94 Q(var): 749999.88

- Intensidades fasores: IR = 721.69-541.27i; IS = -829.59-354.37i; IT = 107.91+895.63j; IN = 0

- Intensidades valor eficaz: IR = 902.11; IS = 902.11; IT = 902.11; IN = 0

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 902.11

Se eligen conductores Unipolares 3(4x185+TTx95)mm<sup>2</sup>Al

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-Al Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 945 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm. Sección útil: 15301 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 85.56; S = 85.56; T = 85.56; N = 40

e(parcial):

Simple: RN = 1.83 V, 0.4%; SN = 1.83 V, 0.4%; TN = 1.83 V, 0.4%;

Compuesta: RS = 3.16 V, 0.4%; ST = 3.16 V, 0.4%; TR = 3.16 V, 0.4%;

e(total):

Simple: **RN = 1.83 V, 0.4%**; SN = 1.83 V, 0.4%; TN = 1.83 V, 0.4%;

Compuesta: RS = 3.16 V, 0.4%; ST = 3.16 V, 0.4%; TR = 3.16 V, 0.4%;

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 1250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 924 A.

## **SUBCUADRO**

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

INVERSOR 1	249600 W
INVERSOR 2	250200 W
iNVERSOR 3	249600 W
iNVERSOR 4	249600 W
iNVERSOR 5	249600 W
TOTAL....	1248600 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 1248600

Reparto de Fases - Líneas Monofásicas

- Potencia Fase R (W): 499200

- Potencia Fase S (W): 250200

- Potencia Fase T (W): 499200

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

**Cuadro General de Mando y Protección**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál c. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
	999999.94	30	3(4x185+TTx95)Al	902.11	945	0.4	0.4	300x60

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxi ma (m)	Fase
	30	3(4x185+TTx95)Al	11.679	15	11.254	8769.35	1000;10 ln		

**Subcuadro**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
INVERSOR 1	200000	55	4x150Al	180.42	230	0.49	0.88	180
INVERSOR 2	200000	26	4x150+TTx95Al	180.42	230	0.23	0.63	180
iNVERSOR 3	200000	47	4x150+TTx95Al	180.42	230	0.41	0.81	180
iNVERSOR 4	200000	35	4x150+TTx95Al	180.42	230	0.31	0.7	180
iNVERSOR 5	200000	63	4x150+TTx95Al	180.42	230	0.56	0.95	180

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxi ma (m)	Fase
INVERSOR 1	55	4x150Al	11.254	15 10	9.571	5875.58	250;10 ln 250;10 ln		
INVERSOR 2	26	4x150+TTx95Al	11.254	15 15	10.432	7676.14	250;10 ln 250;10 ln		
iNVERSOR 3	47	4x150+TTx95Al	11.254	15 10	9.801	6302.55	250;10 ln 250;10 ln		
iNVERSOR 4	35	4x150+TTx95Al	11.254	15 15	10.157	7040.02	250;10 ln 250;10 ln		
iNVERSOR 5	63	4x150+TTx95Al	11.254	15 10	9.347	5494.33	250;10 ln 250;10 ln		

### Subcuadro INVERSOR 1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Inversor 1	200000	5	4x150Al	180.42	230	0.04	0.93	180
CUADRO CC-INVER 1	249600	5	9(2x6+TTx6)Cu	360.27	630	0.12	0.12	9(50)

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxi ma (m)	Fase
Inversor 1	5	4x150Al	9.571		9.43	5632.28			
CUADRO CC-INVER 1	5	9(2x6+TTx6)Cu	4.158		4.122	2953.9			R

### Subcuadro CUADRO CC-INVER 1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
MMPT-1	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S1	19200	61	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.97	1.1	50
S2	19200	98	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.55	1.68	50
MMPT-2	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S3	19200	55	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.87	1	50
S4	19200	92	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.46	1.59	50
MMPT-3	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S5	19200	49	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.78	0.91	50
S6	19200	86	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.36	1.49	50
MMPT-4	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S7	19200	43	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.68	0.81	50
S8	19200	89	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.41	1.54	50
MMPT-5	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S9	19200	47	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.75	0.87	50
MMPT-6	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S10	19200	95	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.5	1.63	50
MMPT-7	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S11	19200	53	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.84	0.96	50
MMPT-8	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S12	19200	101	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.6	1.72	50
MMPT-9	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S13	19200	59	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.94	1.06	50

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
MMPT-1	0.3	2x6Cu	4.122		4.104	2927.36			R
S1	61	2x6+TTx6Cu	4.104	50	1.769	911.89	32	223.25	R
S2	98	2x6+TTx6Cu	4.104	50	1.268	632.13	32	223.25	R
MMPT-2	0.3	2x6Cu	4.122		4.104	2927.36			R
S3	55	2x6+TTx6Cu	4.104	50	1.888	981.8	32	223.25	R
S4	92	2x6+TTx6Cu	4.104	50	1.33	665.36	32	223.25	R
MMPT-3	0.3	2x6Cu	4.122		4.104	2927.36			R
S5	49	2x6+TTx6Cu	4.104	50	2.021	1063	32	223.25	R
S6	86	2x6+TTx6Cu	4.104	50	1.398	702.23	32	223.25	R
MMPT-4	0.3	2x6Cu	4.122		4.104	2927.36			R
S7	43	2x6+TTx6Cu	4.104	50	2.173	1158.36	32	223.25	R
S8	89	2x6+TTx6Cu	4.104	50	1.363	683.3	32	223.25	R
MMPT-5	0.3	2x6Cu	4.122		4.104	2927.36			R
S9	47	2x6+TTx6Cu	4.104	50	2.07	1093.05	32	223.25	R
MMPT-6	0.3	2x6Cu	4.122		4.104	2927.36			R
S10	95	2x6+TTx6Cu	4.104	50	1.298	648.32	32	223.25	R
MMPT-7	0.3	2x6Cu	4.122		4.104	2927.36			R
S11	53	2x6+TTx6Cu	4.104	50	1.93	1007.49	32	223.25	R
MMPT-8	0.3	2x6Cu	4.122		4.104	2927.36			R
S12	101	2x6+TTx6Cu	4.104	50	1.239	616.72	32	223.25	R
MMPT-9	0.3	2x6Cu	4.122		4.104	2927.36			R
S13	59	2x6+TTx6Cu	4.104	50	1.807	934.08	32	223.25	R

Subcuadro INVERSOR 2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo, Canal, Band.
Inversor 2	200000	5	4x150Al	180.42	230	0.04	0.67	180
CUADRO CC-INVER 2	250200	5	9(2x6+TTx6)Cu	361.13	630	0.12	0.12	9(50)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
Inversor 2	5	4x150Al	10.432		10.278	7313.77			
CUADRO CC-INVER 2	5	9(2x6+TTx6)Cu	4.908		4.868	3830			S

**Subcuadro CUADRO CC-INVER 2**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota I (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
MMPT-1	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S1	19200	61	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.97	1.1	50
S2	19200	98	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.55	1.68	50
MMPT-2	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S3	19200	55	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.87	1	50
S4	19200	92	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.46	1.59	50
MMPT-3	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S5	19200	49	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.78	0.91	50
S6	19200	86	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.36	1.49	50
MMPT-4	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S7	19200	43	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.68	0.81	50
S8	19200	89	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.41	1.54	50
MMPT-5	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S9	19200	47	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.75	0.87	50
MMPT-6	19800	0.3	2x6Cu	28.58	70	0	0.12	50
S10	19800	95	2x6+TTx6Cu	28.58	70	1.55	1.68	50
MMPT-7	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S11	19200	53	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.84	0.96	50
MMPT-8	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S12	19200	101	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.6	1.72	50
MMPT-9	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S13	19200	59	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.94	1.06	50

**Cortocircuito**

Denominación	Longitud d (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xIn	Lmáxi ma (m)	Fase
MMPT-1	0.3	2x6Cu	4.868		4.846	3792.15			S
S1	61	2x6+TTx6Cu	4.846	50	1.926	995.56	32	223.25	S
S2	98	2x6+TTx6Cu	4.846	50	1.346	671.15	32	223.25	S
MMPT-2	0.3	2x6Cu	4.868		4.846	3792.15			S
S3	55	2x6+TTx6Cu	4.846	50	2.067	1079.47	32	223.25	S
S4	92	2x6+TTx6Cu	4.846	50	1.416	708.74	32	223.25	S
MMPT-3	0.3	2x6Cu	4.868		4.846	3792.15			S
S5	49	2x6+TTx6Cu	4.846	50	2.228	1178.39	32	223.25	S
S6	86	2x6+TTx6Cu	4.846	50	1.493	750.75	32	223.25	S
MMPT-4	0.3	2x6Cu	4.868		4.846	3792.15			S
S7	43	2x6+TTx6Cu	4.846	50	2.413	1296.58	32	223.25	S

S8	89	2x6+TTx6Cu	4.846	50	1.453	729.15	32	223.25	S
MMPT-5	0.3	2x6Cu	4.868		4.846	3792.15			S
S9	47	2x6+TTx6Cu	4.846	50	2.287	1215.4	32	223.25	S
MMPT-6	0.3	2x6Cu	4.868		4.846	3792.15			S
S10	95	2x6+TTx6Cu	4.846	50	1.38	689.44	32	223.25	S
MMPT-7	0.3	2x6Cu	4.868		4.846	3792.15			S
S11	53	2x6+TTx6Cu	4.846	50	2.118	1110.6	32	223.25	S
MMPT-8	0.3	2x6Cu	4.868		4.846	3792.15			S
S12	101	2x6+TTx6Cu	4.846	50	1.313	653.79	32	223.25	S
MMPT-9	0.3	2x6Cu	4.868		4.846	3792.15			S
S13	59	2x6+TTx6Cu	4.846	50	1.971	1022.07	32	223.25	S

### Subcuadro INVERSOR 3

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Inversor 3	200000	5	4x150Al	180.42	230	0.04	0.85	180
CUADRO CC-INVER 3	249600	5	9(2x6+TTx6)Cu	360.27	630	0.12	0.12	9(50)

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxi ma (m)	Fase
Inversor 3	5	4x150Al	9.801		9.657	6030.05			
CUADRO CC-INVER 3	5	9(2x6+TTx6)Cu	4.347		4.31	3160.7			T

### Subcuadro CUADRO CC-INVER 3

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
MMPT-1	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S1	19200	60	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.95	1.08	50
S2	19200	97	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.53	1.66	50
MMPT-2	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S3	19200	54	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.86	0.99	50
S4	19200	91	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.44	1.57	50
MMPT-3	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S5	19200	48	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.76	0.89	50
S6	19200	86	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.36	1.49	50
MMPT-4	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S7	19200	43	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.68	0.81	50
S8	19200	88	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.39	1.52	50

MMPT-5	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S9	19200	47	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.75	0.87	50
MMPT-6	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S10	19200	94	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.49	1.61	50
MMPT-7	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S11	19200	53	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.84	0.96	50
MMPT-8	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S12	19200	99	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.57	1.69	50
MMPT-9	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S13	19200	55	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.87	1	50

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
MMPT-1	0.3	2x6Cu	4.31		4.29	3131.29			T
S1	60	2x6+TTx6Cu	4.29	50	1.83	945.03	32	223.25	T
S2	97	2x6+TTx6Cu	4.29	50	1.299	647.92	32	223.25	T
MMPT-2	0.3	2x6Cu	4.31		4.29	3131.29			T
S3	54	2x6+TTx6Cu	4.29	50	1.956	1020.28	32	223.25	T
S4	91	2x6+TTx6Cu	4.29	50	1.364	682.87	32	223.25	T
MMPT-3	0.3	2x6Cu	4.31		4.29	3131.29			T
S5	48	2x6+TTx6Cu	4.29	50	2.1	1108.17	32	223.25	T
S6	86	2x6+TTx6Cu	4.29	50	1.423	714.98	32	223.25	T
MMPT-4	0.3	2x6Cu	4.31		4.29	3131.29			T
S7	43	2x6+TTx6Cu	4.29	50	2.234	1193.46	32	223.25	T
S8	88	2x6+TTx6Cu	4.29	50	1.398	701.78	32	223.25	T
MMPT-5	0.3	2x6Cu	4.31		4.29	3131.29			T
S9	47	2x6+TTx6Cu	4.29	50	2.125	1124.27	32	223.25	T
MMPT-6	0.3	2x6Cu	4.31		4.29	3131.29			T
S10	94	2x6+TTx6Cu	4.29	50	1.33	664.94	32	223.25	T
MMPT-7	0.3	2x6Cu	4.31		4.29	3131.29			T
S11	53	2x6+TTx6Cu	4.29	50	1.979	1033.97	32	223.25	T
MMPT-8	0.3	2x6Cu	4.31		4.29	3131.29			T
S12	99	2x6+TTx6Cu	4.29	50	1.278	637.04	32	223.25	T
MMPT-9	0.3	2x6Cu	4.31		4.29	3131.29			T
S13	55	2x6+TTx6Cu	4.29	50	1.934	1006.94	32	223.25	T

**Subcuadro iINVERSOR 4**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Inversor 4	200000	5	4x150Al	180.42	230	0.04	0.75	180
CUADRO CC-INVER 4	249600	5	9(2x6+TTx6)Cu	360.27	630	0.12	0.12	9(50)

**Cortocircuito**

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxi ma (m)	Fase
Inversor 4	5	4x150Al	10.157		10.007	6717.8			
CUADRO CC-INVER 4	5	9(2x6+TTx6)Cu	4.656		4.617	3518.77			R

**Subcuadro CUADRO CC-INVER 4**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
MMPT-1	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S1	19200	61	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.97	1.1	50
S2	19200	98	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.55	1.68	50
MMPT-2	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S3	19200	58	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.92	1.05	50
S4	19200	92	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.46	1.59	50
MMPT-3	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S5	19200	49	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.78	0.91	50
S6	19200	86	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.36	1.49	50
MMPT-4	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S7	19200	43	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.68	0.81	50
S8	19200	89	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.41	1.54	50
MMPT-5	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S9	19200	47	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.75	0.87	50
MMPT-6	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S10	19200	95	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.5	1.63	50
MMPT-7	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S11	19200	53	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.84	0.96	50
MMPT-8	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S12	19200	101	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.6	1.72	50
MMPT-9	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S13	19200	59	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.94	1.06	50

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
MMPT-1	0.3	2x6Cu	4.617		4.596	3484.61			R
S1	61	2x6+TTx6Cu	4.596	50	1.874	967.99	32	223.25	R
S2	98	2x6+TTx6Cu	4.596	50	1.32	658.53	32	223.25	R
MMPT-2	0.3	2x6Cu	4.617		4.596	3484.61			R
S3	58	2x6+TTx6Cu	4.596	50	1.939	1006.05	32	223.25	R
S4	92	2x6+TTx6Cu	4.596	50	1.388	694.69	32	223.25	R
MMPT-3	0.3	2x6Cu	4.617		4.596	3484.61			R
S5	49	2x6+TTx6Cu	4.596	50	2.159	1139.99	32	223.25	R
S6	86	2x6+TTx6Cu	4.596	50	1.462	734.99	32	223.25	R
MMPT-4	0.3	2x6Cu	4.617		4.596	3484.61			R
S7	43	2x6+TTx6Cu	4.596	50	2.333	1250.28	32	223.25	R
S8	89	2x6+TTx6Cu	4.596	50	1.424	714.28	32	223.25	R
MMPT-5	0.3	2x6Cu	4.617		4.596	3484.61			R
S9	47	2x6+TTx6Cu	4.596	50	2.215	1174.6	32	223.25	R
MMPT-6	0.3	2x6Cu	4.617		4.596	3484.61			R
S10	95	2x6+TTx6Cu	4.596	50	1.353	676.13	32	223.25	R
MMPT-7	0.3	2x6Cu	4.617		4.596	3484.61			R
S11	53	2x6+TTx6Cu	4.596	50	2.056	1076.41	32	223.25	R
MMPT-8	0.3	2x6Cu	4.617		4.596	3484.61			R
S12	101	2x6+TTx6Cu	4.596	50	1.289	641.82	32	223.25	R
MMPT-9	0.3	2x6Cu	4.617		4.596	3484.61			R
S13	59	2x6+TTx6Cu	4.596	50	1.917	993.04	32	223.25	R

Subcuadro iINVERSOR 5

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Inversor 5	200000	5	4x150Al	180.42	230	0.04	1	180
CUADRO CC-INVER 5	249600	5	9(2x6+TTx6)Cu	360.27	630	0.12	0.12	9(50)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
Inversor 5	5	4x150Al	9.347		9.211	5276.87			
CUADRO CC-INVER 5	5	9(2x6+TTx6)Cu	3.981		3.947	2769.18			T

**Subcuadro CUADRO CC-INVER 5**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota I (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
MMPT-1	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S1	19200	61	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.97	1.1	50
S2	19200	98	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.55	1.68	50
MMPT-2	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S3	19200	53	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.84	0.97	50
S4	19200	92	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.46	1.59	50
MMPT-3	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S5	19200	49	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.78	0.91	50
S6	19200	86	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.36	1.49	50
MMPT-4	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S7	19200	43	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.68	0.81	50
S8	19200	89	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.41	1.54	50
MMPT-5	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S9	19200	47	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.75	0.87	50
MMPT-6	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S10	19200	95	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.5	1.63	50
MMPT-7	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S11	19200	53	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.84	0.96	50
MMPT-8	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S12	19200	101	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.6	1.72	50
MMPT-9	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S13	19200	59	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.94	1.06	50

**Cortocircuito**

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xIn	Lmáxi ma (m)	Fase
MMPT-1	0.3	2x6Cu	3.947		3.929	2745.22			T
S1	61	2x6+TTx6Cu	3.929	50	1.731	891.22	32	223.25	T
S2	98	2x6+TTx6Cu	3.929	50	1.248	622.15	32	223.25	T
MMPT-2	0.3	2x6Cu	3.947		3.929	2745.22			T
S3	53	2x6+TTx6Cu	3.929	50	1.884	982.33	32	223.25	T
S4	92	2x6+TTx6Cu	3.929	50	1.308	654.31	32	223.25	T
MMPT-3	0.3	2x6Cu	3.947		3.929	2745.22			T
S5	49	2x6+TTx6Cu	3.929	50	1.971	1035.04	32	223.25	T
S6	86	2x6+TTx6Cu	3.929	50	1.373	689.92	32	223.25	T
MMPT-4	0.3	2x6Cu	3.947		3.929	2745.22			T
S7	43	2x6+TTx6Cu	3.929	50	2.115	1125.27	32	223.25	T

S8	89	2x6+TTx6Cu	3.929	50	1.34	671.65	32	223.25	T
MMPT-5	0.3	2x6Cu	3.947		3.929	2745.22			T
S9	47	2x6+TTx6Cu	3.929	50	2.017	1063.51	32	223.25	T
MMPT-6	0.3	2x6Cu	3.947		3.929	2745.22			T
S10	95	2x6+TTx6Cu	3.929	50	1.277	637.83	32	223.25	T
MMPT-7	0.3	2x6Cu	3.947		3.929	2745.22			T
S11	53	2x6+TTx6Cu	3.929	50	1.884	982.33	32	223.25	T
MMPT-8	0.3	2x6Cu	3.947		3.929	2745.22			T
S12	101	2x6+TTx6Cu	3.929	50	1.22	607.22	32	223.25	T
MMPT-9	0.3	2x6Cu	3.947		3.929	2745.22			T
S13	59	2x6+TTx6Cu	3.929	50	1.767	912.41	32	223.25	T

## **RESULTADOS OBTENIDOS PARA LAS DISTINTAS RAMAS Y NUDOS CT2**

- Potencia total instalada:

1248600 W

TOTAL.... 1248600 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 1248600

Reparto de Fases - Líneas Monofásicas

- Potencia Fase R (W): 499200

- Potencia Fase S (W): 250200

- Potencia Fase T (W): 499200

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 800 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 30 m; Cos j\_R : 0.8; Cos j\_S : 0.8; Cos j\_T : 0.8; Xu(mW/m): 0.08;

- Coeficiente de simultaneidad: R = 1; S = 1; T = 1;

- Potencias: P(w): 999999.94 Q(var): 749999.88

- Intensidades fasores: IR = 721.69-541.27i; IS = -829.59-354.37i; IT = 107.91+895.63i; IN = 0

- Intensidades valor eficaz: IR = 902.11; IS = 902.11; IT = 902.11; IN = 0

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 902.11

Se eligen conductores Unipolares 3(4x185+TTx95)mm<sup>2</sup>Al

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-Al Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 945 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm. Sección útil: 15301 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 85.56; S = 85.56; T = 85.56; N = 40

e(parcial):

Simple: RN = 1.83 V, 0.4%; SN = 1.83 V, 0.4%; TN = 1.83 V, 0.4%;

Compuesta: RS = 3.16 V, 0.4%; ST = 3.16 V, 0.4%; TR = 3.16 V, 0.4%;

e(total):

Simple: **RN = 1.83 V, 0.4%**; SN = 1.83 V, 0.4%; TN = 1.83 V, 0.4%;

Compuesta: RS = 3.16 V, 0.4%; ST = 3.16 V, 0.4%; TR = 3.16 V, 0.4%;

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 1250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 924 A.

## **SUBCUADRO**

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

INVERSOR 6	249600 W
INVERSOR 7	250200 W
iNVERSOR 8	249600 W
iNVERSOR 9	249600 W
iNVERSOR 10	249600 W
TOTAL....	1248600 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 1248600

## Reparto de Fases - Líneas Monofásicas

- Potencia Fase R (W): 499200
- Potencia Fase S (W): 250200
- Potencia Fase T (W): 499200

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

### Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál c. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
	999999.94	30	3(4x185+TTx95)Al	902.11	945	0.4	0.4	300x60

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xIn	Lmáxi ma (m)	Fase
	30	3(4x185+TTx95)Al	11.679	15	11.254	8769.35	1000;10 In		

#### Subcuadro

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
INVERSOR 6	200000	83	4x150Al	180.42	230	0.73	1.13	180
INVERSOR 7	200000	51	4x150+TTx95Al	180.42	230	0.45	0.85	180
iNVERSOR 8	200000	22	4x150+TTx95Al	180.42	230	0.19	0.59	180
iNVERSOR 9	200000	63	4x150+TTx95Al	180.42	230	0.56	0.95	180
iNVERSOR 10	200000	101	4x150+TTx95Al	180.42	230	0.89	1.29	180

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xIn	Lmáxi ma (m)	Fase
INVERSOR 6	83	4x150Al	11.254	15	10	8.816	250;10 In 250;10 In		
INVERSOR 7	51	4x150+TTx95Al	11.254	15	10	9.685	250;10 In 250;10 In		
iNVERSOR 8	22	4x150+TTx95Al	11.254	15	15	10.556	250;10 In 250;10		

							In		
iINVERSOR 9	63	4x150+TTx95Al	11.254	15 10	9.347	5494.33	In 250;10		
							In		
iINVERSOR 10	101	4x150+TTx95Al	11.254	15 10	8.371	4155.65	In 250;10		
							In		

### Subcuadro INVERSOR 6

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Inversor 7	200000	5	4x150Al	180.42	230	0.04	1.17	180
CUADRO CC-INVER 6	249600	5	9(2x6+TTx6)Cu	360.27	630	0.12	0.12	9(50)

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxi ma (m)	Fase
Inversor 7	5	4x150Al	8.816		8.689	4541.01			
CUADRO CC-INVER 6	5	9(2x6+TTx6)Cu	3.589		3.56	2386.64			R

### Subcuadro CUADRO CC-INVER 6

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
MMPT-1	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S1	19200	61	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.97	1.1	50
S2	19200	98	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.55	1.68	50
MMPT-2	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S3	19200	55	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.87	1	50
S4	19200	92	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.46	1.59	50
MMPT-3	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S5	19200	49	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.78	0.91	50
S6	19200	86	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.36	1.49	50
MMPT-4	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S7	19200	43	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.68	0.81	50
S8	19200	89	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.41	1.54	50
MMPT-5	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S9	19200	47	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.75	0.87	50
MMPT-6	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S10	19200	95	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.5	1.63	50
MMPT-7	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50

S11	19200	53	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.84	0.96	50
MMPT-8	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S12	19200	101	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.6	1.72	50
MMPT-9	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S13	19200	59	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.94	1.06	50

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
MMPT-1	0.3	2x6Cu	3.56		3.544	2367.94			R
S1	61	2x6+TTx6Cu	3.544	50	1.641	843.44	32	223.25	R
S2	98	2x6+TTx6Cu	3.544	50	1.201	598.53	32	223.25	R
MMPT-2	0.3	2x6Cu	3.56		3.544	2367.94			R
S3	55	2x6+TTx6Cu	3.544	50	1.742	902.92	32	223.25	R
S4	92	2x6+TTx6Cu	3.544	50	1.256	628.22	32	223.25	R
MMPT-3	0.3	2x6Cu	3.56		3.544	2367.94			R
S5	49	2x6+TTx6Cu	3.544	50	1.855	971.18	32	223.25	R
S6	86	2x6+TTx6Cu	3.544	50	1.316	660.97	32	223.25	R
MMPT-4	0.3	2x6Cu	3.56		3.544	2367.94			R
S7	43	2x6+TTx6Cu	3.544	50	1.983	1050.24	32	223.25	R
S8	89	2x6+TTx6Cu	3.544	50	1.286	644.18	32	223.25	R
MMPT-5	0.3	2x6Cu	3.56		3.544	2367.94			R
S9	47	2x6+TTx6Cu	3.544	50	1.896	996.21	32	223.25	R
MMPT-6	0.3	2x6Cu	3.56		3.544	2367.94			R
S10	95	2x6+TTx6Cu	3.544	50	1.228	613.02	32	223.25	R
MMPT-7	0.3	2x6Cu	3.56		3.544	2367.94			R
S11	53	2x6+TTx6Cu	3.544	50	1.778	924.61	32	223.25	R
MMPT-8	0.3	2x6Cu	3.56		3.544	2367.94			R
S12	101	2x6+TTx6Cu	3.544	50	1.175	584.7	32	223.25	R
MMPT-9	0.3	2x6Cu	3.56		3.544	2367.94			R
S13	59	2x6+TTx6Cu	3.544	50	1.673	862.4	32	223.25	R

#### Subcuadro INVERSOR 7

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo, Canal, Band.
Inversor 7	200000	5	4x150Al	180.42	230	0.04	0.89	180
CUADRO CC-INVER 7	250200	5	9(2x6+TTx6)Cu	361.13	630	0.12	0.12	9(50)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
Inversor 7	5	4x150Al	9.685		9.543	5825.54			
CUADRO CC-INVER 7	5	9(2x6+TTx6)Cu	4.251		4.215	3054.36			S

Subcuadro CUADRO CC-INVER 7

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
MMPT-1	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S1	19200	61	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.97	1.1	50
S2	19200	98	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.55	1.68	50
MMPT-2	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S3	19200	55	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.87	1	50
S4	19200	92	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.46	1.59	50
MMPT-3	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S5	19200	49	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.78	0.91	50
S6	19200	86	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.36	1.49	50
MMPT-4	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S7	19200	43	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.68	0.81	50
S8	19200	89	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.41	1.54	50
MMPT-5	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S9	19200	47	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.75	0.87	50
MMPT-6	19800	0.3	2x6Cu	28.58	70	0	0.12	50
S10	19800	95	2x6+TTx6Cu	28.58	70	1.55	1.68	50
MMPT-7	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S11	19200	53	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.84	0.96	50
MMPT-8	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S12	19200	101	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.6	1.72	50
MMPT-9	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S13	19200	59	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.94	1.06	50

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
MMPT-1	0.3	2x6Cu	4.215		4.195	3026.42			S
S1	61	2x6+TTx6Cu	4.195	50	1.789	922.58	32	223.25	S
S2	98	2x6+TTx6Cu	4.195	50	1.278	637.24	32	223.25	S
MMPT-2	0.3	2x6Cu	4.215		4.195	3026.42			S
S3	55	2x6+TTx6Cu	4.195	50	1.91	994.21	32	223.25	S

S4	92	2x6+TTx6Cu	4.195	50	1.341	671.02	32	223.25	S
MMPT-3	0.3	2x6Cu	4.215		4.195	3026.42			S
S5	49	2x6+TTx6Cu	4.195	50	2.047	1077.56	32	223.25	S
S6	86	2x6+TTx6Cu	4.195	50	1.41	708.54	32	223.25	S
MMPT-4	0.3	2x6Cu	4.215		4.195	3026.42			S
S7	43	2x6+TTx6Cu	4.195	50	2.203	1175.65	32	223.25	S
S8	89	2x6+TTx6Cu	4.195	50	1.375	689.28	32	223.25	S
MMPT-5	0.3	2x6Cu	4.215		4.195	3026.42			S
S9	47	2x6+TTx6Cu	4.195	50	2.097	1108.44	32	223.25	S
MMPT-6	0.3	2x6Cu	4.215		4.195	3026.42			S
S10	95	2x6+TTx6Cu	4.195	50	1.309	653.7	32	223.25	S
MMPT-7	0.3	2x6Cu	4.215		4.195	3026.42			S
S11	53	2x6+TTx6Cu	4.195	50	1.954	1020.56	32	223.25	S
MMPT-8	0.3	2x6Cu	4.215		4.195	3026.42			S
S12	101	2x6+TTx6Cu	4.195	50	1.249	621.58	32	223.25	S
MMPT-9	0.3	2x6Cu	4.215		4.195	3026.42			S
S13	59	2x6+TTx6Cu	4.195	50	1.828	945.31	32	223.25	S

#### Subcuadro INVERSOR 8

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Inversor 8	200000	5	4x150Al	180.42	230	0.04	0.63	180
CUADRO CC-INVER 8	249600	5	9(2x6+TTx6)Cu	360.27	630	0.12	0.12	9(50)

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxi ma (m)	Fase
Inversor 8	5	4x150Al	10.556		10.401	7601.88			
CUADRO CC-INVER 8	5	9(2x6+TTx6)Cu	5.026		4.986	3980.94			T

#### Subcuadro CUADRO CC-INVER 8

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
MMPT-1	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S1	19200	60	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.95	1.08	50
S2	19200	97	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.53	1.66	50
MMPT-2	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S3	19200	54	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.86	0.99	50
S4	19200	91	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.44	1.57	50

MMPT-3	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S5	19200	48	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.76	0.89	50
S6	19200	86	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.36	1.49	50
MMPT-4	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S7	19200	43	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.68	0.81	50
S8	19200	88	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.39	1.52	50
MMPT-5	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S9	19200	47	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.75	0.87	50
MMPT-6	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S10	19200	94	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.49	1.61	50
MMPT-7	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S11	19200	53	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.84	0.96	50
MMPT-8	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S12	19200	99	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.57	1.69	50
MMPT-9	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S13	19200	55	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.87	1	50

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
MMPT-1	0.3	2x6Cu	4.986		4.963	3941.53			T
S1	60	2x6+TTx6Cu	4.963	50	1.972	1021.75	32	223.25	T
S2	97	2x6+TTx6Cu	4.963	50	1.368	683	32	223.25	T
MMPT-2	0.3	2x6Cu	4.986		4.963	3941.53			T
S3	54	2x6+TTx6Cu	4.963	50	2.12	1110.27	32	223.25	T
S4	91	2x6+TTx6Cu	4.963	50	1.441	721.97	32	223.25	T
MMPT-3	0.3	2x6Cu	4.986		4.963	3941.53			T
S5	48	2x6+TTx6Cu	4.963	50	2.29	1215.09	32	223.25	T
S6	86	2x6+TTx6Cu	4.963	50	1.507	757.98	32	223.25	T
MMPT-4	0.3	2x6Cu	4.986		4.963	3941.53			T
S7	43	2x6+TTx6Cu	4.963	50	2.451	1318.27	32	223.25	T
S8	88	2x6+TTx6Cu	4.963	50	1.48	743.16	32	223.25	T
MMPT-5	0.3	2x6Cu	4.986		4.963	3941.53			T
S9	47	2x6+TTx6Cu	4.963	50	2.32	1234.45	32	223.25	T
MMPT-6	0.3	2x6Cu	4.986		4.963	3941.53			T
S10	94	2x6+TTx6Cu	4.963	50	1.404	701.95	32	223.25	T
MMPT-7	0.3	2x6Cu	4.986		4.963	3941.53			T
S11	53	2x6+TTx6Cu	4.963	50	2.147	1126.5	32	223.25	T
MMPT-8	0.3	2x6Cu	4.986		4.963	3941.53			T
S12	99	2x6+TTx6Cu	4.963	50	1.346	670.92	32	223.25	T
MMPT-9	0.3	2x6Cu	4.986		4.963	3941.53			T

S13	55	2x6+TTx6Cu	4.963	50	2.094	1094.49	32	223.25	T
-----	----	------------	-------	----	-------	---------	----	--------	---

### Subcuadro INVERSOR 9

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo, Canal, Band.
Inversor 9	200000	5	4x150Al	180.42	230	0.04	1	180
CUADRO CC-INVER 9	249600	5	9(2x6+TTx6)Cu	360.27	630	0.12	0.12	9(50)

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxi ma (m)	Fase
Inversor 9	5	4x150Al	9.347		9.211	5276.87			
CUADRO CC-INVER 9	5	9(2x6+TTx6)Cu	3.981		3.947	2769.18			R

### Subcuadro CUADRO CC-INVER 9

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo, Canal, Band.
MMPT-1	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S1	19200	61	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.97	1.1	50
S2	19200	98	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.55	1.68	50
MMPT-2	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S3	19200	58	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.92	1.05	50
S4	19200	92	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.46	1.59	50
MMPT-3	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S5	19200	49	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.78	0.91	50
S6	19200	86	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.36	1.49	50
MMPT-4	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S7	19200	43	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.68	0.81	50
S8	19200	89	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.41	1.54	50
MMPT-5	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S9	19200	47	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.75	0.87	50
MMPT-6	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S10	19200	95	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.5	1.63	50
MMPT-7	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S11	19200	53	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.84	0.96	50
MMPT-8	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S12	19200	101	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.6	1.72	50
MMPT-9	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S13	19200	59	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.94	1.06	50

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
MMPT-1	0.3	2x6Cu	3.947		3.929	2745.22			R
S1	61	2x6+TTx6Cu	3.929	50	1.731	891.22	32	223.25	R
S2	98	2x6+TTx6Cu	3.929	50	1.248	622.15	32	223.25	R
MMPT-2	0.3	2x6Cu	3.947		3.929	2745.22			R
S3	58	2x6+TTx6Cu	3.929	50	1.785	923.38	32	223.25	R
S4	92	2x6+TTx6Cu	3.929	50	1.308	654.31	32	223.25	R
MMPT-3	0.3	2x6Cu	3.947		3.929	2745.22			R
S5	49	2x6+TTx6Cu	3.929	50	1.971	1035.04	32	223.25	R
S6	86	2x6+TTx6Cu	3.929	50	1.373	689.92	32	223.25	R
MMPT-4	0.3	2x6Cu	3.947		3.929	2745.22			R
S7	43	2x6+TTx6Cu	3.929	50	2.115	1125.27	32	223.25	R
S8	89	2x6+TTx6Cu	3.929	50	1.34	671.65	32	223.25	R
MMPT-5	0.3	2x6Cu	3.947		3.929	2745.22			R
S9	47	2x6+TTx6Cu	3.929	50	2.017	1063.51	32	223.25	R
MMPT-6	0.3	2x6Cu	3.947		3.929	2745.22			R
S10	95	2x6+TTx6Cu	3.929	50	1.277	637.83	32	223.25	R
MMPT-7	0.3	2x6Cu	3.947		3.929	2745.22			R
S11	53	2x6+TTx6Cu	3.929	50	1.884	982.33	32	223.25	R
MMPT-8	0.3	2x6Cu	3.947		3.929	2745.22			R
S12	101	2x6+TTx6Cu	3.929	50	1.22	607.22	32	223.25	R
MMPT-9	0.3	2x6Cu	3.947		3.929	2745.22			R
S13	59	2x6+TTx6Cu	3.929	50	1.767	912.41	32	223.25	R

Subcuadro iINVERSOR 10

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Inversor 10	200000	5	4x150Al	180.42	230	0.04	1.33	180
CUADRO CC-INVER 10	249600	5	9(2x6+TTx6)Cu	360.27	630	0.12	0.12	9(50)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
Inversor 10	5	4x150Al	8.371		8.254	4023.11			
CUADRO CC-INVER 10	5	9(2x6+TTx6)Cu	3.289		3.264	2117.1			T

**Subcuadro CUADRO CC-INVER 10**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota I (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
MMPT-1	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S1	19200	61	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.97	1.1	50
S2	19200	98	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.55	1.68	50
MMPT-2	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S3	19200	53	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.84	0.97	50
S4	19200	92	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.46	1.59	50
MMPT-3	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S5	19200	49	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.78	0.91	50
S6	19200	86	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.36	1.49	50
MMPT-4	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S7	19200	43	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.68	0.81	50
S8	19200	89	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.41	1.54	50
MMPT-5	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S9	19200	47	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.75	0.87	50
MMPT-6	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S10	19200	95	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.5	1.63	50
MMPT-7	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S11	19200	53	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.84	0.96	50
MMPT-8	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S12	19200	101	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.6	1.72	50
MMPT-9	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S13	19200	59	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.94	1.06	50

**Cortocircuito**

Denominación	Longitud d (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xIn	Lmáxi ma (m)	Fase
MMPT-1	0.3	2x6Cu	3.264		3.25	2101.94			T
S1	61	2x6+TTx6Cu	3.25	50	1.567	804.62	32	223.25	T
S2	98	2x6+TTx6Cu	3.25	50	1.161	578.75	32	223.25	T
MMPT-2	0.3	2x6Cu	3.264		3.25	2101.94			T
S3	53	2x6+TTx6Cu	3.25	50	1.692	878.17	32	223.25	T
S4	92	2x6+TTx6Cu	3.25	50	1.213	606.45	32	223.25	T
MMPT-3	0.3	2x6Cu	3.264		3.25	2101.94			T
S5	49	2x6+TTx6Cu	3.25	50	1.762	920.08	32	223.25	T
S6	86	2x6+TTx6Cu	3.25	50	1.269	636.91	32	223.25	T
MMPT-4	0.3	2x6Cu	3.264		3.25	2101.94			T
S7	43	2x6+TTx6Cu	3.25	50	1.877	990.77	32	223.25	T

S8	89	2x6+TTx6Cu	3.25	50	1.24	621.31	32	223.25	T
MMPT-5	0.3	2x6Cu	3.264		3.25	2101.94			T
S9	47	2x6+TTx6Cu	3.25	50	1.799	942.53	32	223.25	T
MMPT-6	0.3	2x6Cu	3.264		3.25	2101.94			T
S10	95	2x6+TTx6Cu	3.25	50	1.187	592.28	32	223.25	T
MMPT-7	0.3	2x6Cu	3.264		3.25	2101.94			T
S11	53	2x6+TTx6Cu	3.25	50	1.692	878.17	32	223.25	T
MMPT-8	0.3	2x6Cu	3.264		3.25	2101.94			T
S12	101	2x6+TTx6Cu	3.25	50	1.137	565.81	32	223.25	T
MMPT-9	0.3	2x6Cu	3.264		3.25	2101.94			T
S13	59	2x6+TTx6Cu	3.25	50	1.597	821.85	32	223.25	T

### **RESULTADOS OBTENIDOS PARA LAS DISTINTAS RAMAS Y NUDOS CT3**

- Potencia total instalada:

1248600 W

TOTAL.... 1248600 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 1248600

Reparto de Fases - Líneas Monofásicas

- Potencia Fase R (W): 499200

- Potencia Fase S (W): 250200

- Potencia Fase T (W): 499200

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 800 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 30 m; Cos  $j_R$  : 0.8; Cos  $j_S$  : 0.8; Cos  $j_T$  : 0.8; Xu(mW/m): 0.08;

- Coeficiente de simultaneidad: R = 1; S = 1; T = 1;

- Potencias: P(w): 999999.94 Q(var): 749999.88

- Intensidades fasores: IR = 721.69-541.27i; IS = -829.59-354.37i; IT = 107.91+895.63j; IN = 0

- Intensidades valor eficaz: IR = 902.11; IS = 902.11; IT = 902.11; IN = 0

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 902.11

Se eligen conductores Unipolares 3(4x185+TTx95)mm<sup>2</sup>Al

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-Al Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 945 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm. Sección útil: 15301 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 85.56; S = 85.56; T = 85.56; N = 40

e(parcial):

Simple: RN = 1.83 V, 0.4%; SN = 1.83 V, 0.4%; TN = 1.83 V, 0.4%;

Compuesta: RS = 3.16 V, 0.4%; ST = 3.16 V, 0.4%; TR = 3.16 V, 0.4%;

e(total):

Simple: **RN = 1.83 V, 0.4%**; SN = 1.83 V, 0.4%; TN = 1.83 V, 0.4%;

Compuesta: RS = 3.16 V, 0.4%; ST = 3.16 V, 0.4%; TR = 3.16 V, 0.4%;

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 1250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 924 A.

## **SUBCUADRO**

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

INVERSOR 11	249600 W
INVERSOR 12	250200 W
iNVERSOR 13	249600 W
iNVERSOR 14	249600 W
iNVERSOR 15	249600 W
TOTAL....	1248600 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 1248600

### Reparto de Fases - Líneas Monofásicas

- Potencia Fase R (W): 499200
- Potencia Fase S (W): 250200
- Potencia Fase T (W): 499200

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

### Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
	999999.94	30	3(4x185+TTx95) Al	902.11	945	0.4	0.4	300x60

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xIn	Lmáxima (m)	Fase
	30	3(4x185+TTx95) Al	11.679	15	11.254	8769.35	1000;10In		

#### Subcuadro

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
INVERSOR 11	200000	37	4x150Al	180.42	230	0.33	0.72	180
INVERSOR 12	200000	71	4x150+TTx95Al	180.42	230	0.63	1.02	180
INVERSOR 13	200000	49	4x150+TTx95Al	180.42	230	0.43	0.83	180
INVERSOR 14	200000	12	4x150+TTx95Al	180.42	230	0.11	0.5	180
INVERSOR 15	200000	59	4x150+TTx95Al	180.42	230	0.52	0.92	180

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xIn	Lmáxima (m)	Fase
INVERSOR 11	37	4x150Al	11.254	15 15	10.097	6908.5	250;10In 250;10In		
INVERSOR 12	71	4x150+TTx95Al	11.254	15 10	9.13	5153.45	250;10In 250;10In		
INVERSOR 13	49	4x150+TTx95Al	11.254	15 10	9.743	6191.23	250;10In 250;10In		

								In		
INVERSOR 14	12	4x150+TTx95Al	11.254	15 15	10.87	8330.93	In 250;10	250;10		
INVERSOR 15	59	4x150+TTx95Al	11.254	15 10	9.458	5679.58	In 250;10	250;10		

#### Subcuadro INVERSOR 11

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Inversor 11	200000	5	4x150Al	180.42	230	0.04	0.77	180
CUADRO CC-INVER 11	249600	5	9(2x6+TTx6)Cu	360.27	630	0.12	0.12	9(50)

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxi ma (m)	Fase
Inversor 11	5	4x150Al	10.097		9.948	6594.98			
CUADRO CC-INVER 11	5	9(2x6+TTx6)Cu	4.602		4.564	3454.76			R

#### Subcuadro CUADRO CC-INVER 11

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
MMPT-1	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S1	19200	61	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.97	1.1	50
S2	19200	98	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.55	1.68	50
MMPT-2	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S3	19200	55	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.87	1	50
S4	19200	92	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.46	1.59	50
MMPT-3	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S5	19200	49	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.78	0.91	50
S6	19200	86	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.36	1.49	50
MMPT-4	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S7	19200	43	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.68	0.81	50
S8	19200	89	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.41	1.54	50
MMPT-5	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S9	19200	47	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.75	0.87	50
MMPT-6	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S10	19200	95	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.5	1.63	50
MMPT-7	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50

S11	19200	53	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.84	0.96	50
MMPT-8	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S12	19200	101	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.6	1.72	50
MMPT-9	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S13	19200	59	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.94	1.06	50

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
MMPT-1	0.3	2x6Cu	4.564		4.543	3421.42			R
S1	61	2x6+TTx6Cu	4.543	50	1.863	962.07	32	223.25	R
S2	98	2x6+TTx6Cu	4.543	50	1.315	655.79	32	223.25	R
MMPT-2	0.3	2x6Cu	4.564		4.543	3421.42			R
S3	55	2x6+TTx6Cu	4.543	50	1.995	1040.22	32	223.25	R
S4	92	2x6+TTx6Cu	4.543	50	1.382	691.64	32	223.25	R
MMPT-3	0.3	2x6Cu	4.564		4.543	3421.42			R
S5	49	2x6+TTx6Cu	4.543	50	2.145	1131.8	32	223.25	R
S6	86	2x6+TTx6Cu	4.543	50	1.455	731.58	32	223.25	R
MMPT-4	0.3	2x6Cu	4.564		4.543	3421.42			R
S7	43	2x6+TTx6Cu	4.543	50	2.316	1240.44	32	223.25	R
S8	89	2x6+TTx6Cu	4.543	50	1.418	711.05	32	223.25	R
MMPT-5	0.3	2x6Cu	4.564		4.543	3421.42			R
S9	47	2x6+TTx6Cu	4.543	50	2.199	1165.9	32	223.25	R
MMPT-6	0.3	2x6Cu	4.564		4.543	3421.42			R
S10	95	2x6+TTx6Cu	4.543	50	1.348	673.24	32	223.25	R
MMPT-7	0.3	2x6Cu	4.564		4.543	3421.42			R
S11	53	2x6+TTx6Cu	4.543	50	2.043	1069.1	32	223.25	R
MMPT-8	0.3	2x6Cu	4.564		4.543	3421.42			R
S12	101	2x6+TTx6Cu	4.543	50	1.284	639.22	32	223.25	R
MMPT-9	0.3	2x6Cu	4.564		4.543	3421.42			R
S13	59	2x6+TTx6Cu	4.543	50	1.905	986.81	32	223.25	R

#### Subcuadro INVERSOR 12

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo, Canal, Band.
Inversor 12	200000	5	4x150Al	180.42	230	0.04	1.07	180
CUADRO CC-INVER 12	250200	5	9(2x6+TTx6)Cu	361.13	630	0.12	0.12	9(50)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
Inversor 12	5	4x150Al	9.13		8.997	4958.66			
CUADRO CC-INVER 12	5	9(2x6+TTx6)Cu	3.816		3.784	2603.8			S

Subcuadro CUADRO CC-INVER 12

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo, Canal, Band.
MMPT-1	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S1	19200	61	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.97	1.1	50
S2	19200	98	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.55	1.68	50
MMPT-2	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S3	19200	55	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.87	1	50
S4	19200	92	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.46	1.59	50
MMPT-3	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S5	19200	49	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.78	0.91	50
S6	19200	86	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.36	1.49	50
MMPT-4	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S7	19200	43	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.68	0.81	50
S8	19200	89	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.41	1.54	50
MMPT-5	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S9	19200	47	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.75	0.87	50
MMPT-6	19800	0.3	2x6Cu	28.58	70	0	0.12	50
S10	19800	95	2x6+TTx6Cu	28.58	70	1.55	1.68	50
MMPT-7	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S11	19200	53	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.84	0.96	50
MMPT-8	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S12	19200	101	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.6	1.72	50
MMPT-9	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S13	19200	59	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.94	1.06	50

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
MMPT-1	0.3	2x6Cu	3.784		3.767	2582.13			S
S1	61	2x6+TTx6Cu	3.767	50	1.693	871.48	32	223.25	S
S2	98	2x6+TTx6Cu	3.767	50	1.229	612.48	32	223.25	S
MMPT-2	0.3	2x6Cu	3.784		3.767	2582.13			S
S3	55	2x6+TTx6Cu	3.767	50	1.802	935.12	32	223.25	S

S4	92	2x6+TTx6Cu	3.767	50	1.287	643.62	32	223.25	S
MMPT-3	0.3	2x6Cu	3.784		3.767	2582.13			S
S5	49	2x6+TTx6Cu	3.767	50	1.923	1008.51	32	223.25	S
S6	86	2x6+TTx6Cu	3.767	50	1.35	678.04	32	223.25	S
MMPT-4	0.3	2x6Cu	3.784		3.767	2582.13			S
S7	43	2x6+TTx6Cu	3.767	50	2.06	1094.01	32	223.25	S
S8	89	2x6+TTx6Cu	3.767	50	1.318	660.39	32	223.25	S
MMPT-5	0.3	2x6Cu	3.784		3.767	2582.13			S
S9	47	2x6+TTx6Cu	3.767	50	1.967	1035.53	32	223.25	S
MMPT-6	0.3	2x6Cu	3.784		3.767	2582.13			S
S10	95	2x6+TTx6Cu	3.767	50	1.257	627.67	32	223.25	S
MMPT-7	0.3	2x6Cu	3.784		3.767	2582.13			S
S11	53	2x6+TTx6Cu	3.767	50	1.84	958.4	32	223.25	S
MMPT-8	0.3	2x6Cu	3.784		3.767	2582.13			S
S12	101	2x6+TTx6Cu	3.767	50	1.202	598.01	32	223.25	S
MMPT-9	0.3	2x6Cu	3.784		3.767	2582.13			S
S13	59	2x6+TTx6Cu	3.767	50	1.728	891.73	32	223.25	S

#### Subcuadro iINVERSOR 13

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Inversor 13	200000	5	4x150Al	180.42	230	0.04	0.87	180
CUADRO CC-INVER 13	249600	5	9(2x6+TTx6)Cu	360.27	630	0.12	0.12	9(50)

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxi ma (m)	Fase
Inversor 13	5	4x150Al	9.743		9.6	5926.34			
CUADRO CC-INVER 13	5	9(2x6+TTx6)Cu	4.298		4.262	3106.77			T

#### Subcuadro CUADRO CC-INVER 13

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
MMPT-1	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S1	19200	60	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.95	1.08	50
S2	19200	97	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.53	1.66	50
MMPT-2	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S3	19200	54	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.86	0.99	50
S4	19200	91	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.44	1.57	50

MMPT-3	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S5	19200	48	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.76	0.89	50
S6	19200	86	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.36	1.49	50
MMPT-4	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S7	19200	43	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.68	0.81	50
S8	19200	88	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.39	1.52	50
MMPT-5	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S9	19200	47	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.75	0.87	50
MMPT-6	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S10	19200	94	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.49	1.61	50
MMPT-7	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S11	19200	53	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.84	0.96	50
MMPT-8	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S12	19200	99	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.57	1.69	50
MMPT-9	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S13	19200	55	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.87	1	50

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
MMPT-1	0.3	2x6Cu	4.262		4.242	3078.1			T
S1	60	2x6+TTx6Cu	4.242	50	1.819	939.39	32	223.25	T
S2	97	2x6+TTx6Cu	4.242	50	1.293	645.27	32	223.25	T
MMPT-2	0.3	2x6Cu	4.262		4.242	3078.1			T
S3	54	2x6+TTx6Cu	4.242	50	1.944	1013.71	32	223.25	T
S4	91	2x6+TTx6Cu	4.242	50	1.358	679.92	32	223.25	T
MMPT-3	0.3	2x6Cu	4.262		4.242	3078.1			T
S5	48	2x6+TTx6Cu	4.242	50	2.086	1100.43	32	223.25	T
S6	86	2x6+TTx6Cu	4.242	50	1.416	711.75	32	223.25	T
MMPT-4	0.3	2x6Cu	4.262		4.242	3078.1			T
S7	43	2x6+TTx6Cu	4.242	50	2.219	1184.49	32	223.25	T
S8	88	2x6+TTx6Cu	4.242	50	1.392	698.67	32	223.25	T
MMPT-5	0.3	2x6Cu	4.262		4.242	3078.1			T
S9	47	2x6+TTx6Cu	4.242	50	2.111	1116.3	32	223.25	T
MMPT-6	0.3	2x6Cu	4.262		4.242	3078.1			T
S10	94	2x6+TTx6Cu	4.242	50	1.325	662.15	32	223.25	T
MMPT-7	0.3	2x6Cu	4.262		4.242	3078.1			T
S11	53	2x6+TTx6Cu	4.242	50	1.966	1027.22	32	223.25	T
MMPT-8	0.3	2x6Cu	4.262		4.242	3078.1			T
S12	99	2x6+TTx6Cu	4.242	50	1.273	634.48	32	223.25	T
MMPT-9	0.3	2x6Cu	4.262		4.242	3078.1			T

S13	55	2x6+TTx6Cu	4.242	50	1.922	1000.53	32	223.25	T
-----	----	------------	-------	----	-------	---------	----	--------	---

#### Subcuadro INVERSOR 14

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo, Canal, Band.
Inversor 14	200000	5	4x150Al	180.42	230	0.04	0.55	180
CUADRO CC-INVER 14	249600	5	9(2x6+TTx6)Cu	360.27	630	0.12	0.12	9(50)

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxi ma (m)	Fase
Inversor 14	5	4x150Al	10.87		10.712	8144.63			
CUADRO CC-INVER 14	5	9(2x6+TTx6)Cu	5.335		5.295	4392.25			R

#### Subcuadro CUADRO CC-INVER 14

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo, Canal, Band.
MMPT-1	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S1	19200	61	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.97	1.1	50
S2	19200	98	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.55	1.68	50
MMPT-2	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S3	19200	58	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.92	1.05	50
S4	19200	92	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.46	1.59	50
MMPT-3	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S5	19200	49	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.78	0.91	50
S6	19200	86	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.36	1.49	50
MMPT-4	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S7	19200	43	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.68	0.81	50
S8	19200	89	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.41	1.54	50
MMPT-5	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S9	19200	47	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.75	0.87	50
MMPT-6	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S10	19200	95	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.5	1.63	50
MMPT-7	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S11	19200	53	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.84	0.96	50
MMPT-8	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S12	19200	101	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.6	1.72	50
MMPT-9	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S13	19200	59	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.94	1.06	50

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
MMPT-1	0.3	2x6Cu	5.295		5.272	4349.68			R
S1	61	2x6+TTx6Cu	5.272	50	2.012	1041.7	32	223.25	R
S2	98	2x6+TTx6Cu	5.272	50	1.387	691.75	32	223.25	R
MMPT-2	0.3	2x6Cu	5.295		5.272	4349.68			R
S3	58	2x6+TTx6Cu	5.272	50	2.086	1085.91	32	223.25	R
S4	92	2x6+TTx6Cu	5.272	50	1.461	731.78	32	223.25	R
MMPT-3	0.3	2x6Cu	5.295		5.272	4349.68			R
S5	49	2x6+TTx6Cu	5.272	50	2.343	1243.56	32	223.25	R
S6	86	2x6+TTx6Cu	5.272	50	1.544	776.66	32	223.25	R
MMPT-4	0.3	2x6Cu	5.295		5.272	4349.68			R
S7	43	2x6+TTx6Cu	5.272	50	2.549	1375.8	32	223.25	R
S8	89	2x6+TTx6Cu	5.272	50	1.501	753.56	32	223.25	R
MMPT-5	0.3	2x6Cu	5.295		5.272	4349.68			R
S9	47	2x6+TTx6Cu	5.272	50	2.409	1284.81	32	223.25	R
MMPT-6	0.3	2x6Cu	5.295		5.272	4349.68			R
S10	95	2x6+TTx6Cu	5.272	50	1.423	711.21	32	223.25	R
MMPT-7	0.3	2x6Cu	5.295		5.272	4349.68			R
S11	53	2x6+TTx6Cu	5.272	50	2.222	1168.32	32	223.25	R
MMPT-8	0.3	2x6Cu	5.295		5.272	4349.68			R
S12	101	2x6+TTx6Cu	5.272	50	1.352	673.33	32	223.25	R
MMPT-9	0.3	2x6Cu	5.295		5.272	4349.68			R
S13	59	2x6+TTx6Cu	5.272	50	2.061	1070.77	32	223.25	R

Subcuadro iINVERSOR 15

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Inversor 15	200000	5	4x150Al	180.42	230	0.04	0.96	180
CUADRO CC-INVER 15	249600	5	9(2x6+TTx6)Cu	360.27	630	0.12	0.12	9(50)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
Inversor 15	5	4x150Al	9.458		9.32	5449.62			
CUADRO CC-INVER 15	5	9(2x6+TTx6)Cu	4.068		4.033	2858.96			T

**Subcuadro CUADRO CC-INVER 15**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota I (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
MMPT-1	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S1	19200	61	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.97	1.1	50
S2	19200	98	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.55	1.68	50
MMPT-2	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S3	19200	53	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.84	0.97	50
S4	19200	92	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.46	1.59	50
MMPT-3	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S5	19200	49	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.78	0.91	50
S6	19200	86	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.36	1.49	50
MMPT-4	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S7	19200	43	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.68	0.81	50
S8	19200	89	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.41	1.54	50
MMPT-5	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S9	19200	47	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.75	0.87	50
MMPT-6	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S10	19200	95	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.5	1.63	50
MMPT-7	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S11	19200	53	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.84	0.96	50
MMPT-8	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S12	19200	101	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.6	1.72	50
MMPT-9	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S13	19200	59	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.94	1.06	50

**Cortocircuito**

Denominación	Longitud d (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xIn	Lmáxi ma (m)	Fase
MMPT-1	0.3	2x6Cu	4.033		4.015	2833.74			T
S1	61	2x6+TTx6Cu	4.015	50	1.75	901.44	32	223.25	T
S2	98	2x6+TTx6Cu	4.015	50	1.258	627.1	32	223.25	T
MMPT-2	0.3	2x6Cu	4.033		4.015	2833.74			T
S3	53	2x6+TTx6Cu	4.015	50	1.907	994.75	32	223.25	T
S4	92	2x6+TTx6Cu	4.015	50	1.319	659.79	32	223.25	T
MMPT-3	0.3	2x6Cu	4.033		4.015	2833.74			T
S5	49	2x6+TTx6Cu	4.015	50	1.996	1048.84	32	223.25	T
S6	86	2x6+TTx6Cu	4.015	50	1.385	696.02	32	223.25	T
MMPT-4	0.3	2x6Cu	4.033		4.015	2833.74			T
S7	43	2x6+TTx6Cu	4.015	50	2.144	1141.57	32	223.25	T

S8	89	2x6+TTx6Cu	4.015	50	1.351	677.42	32	223.25	T
MMPT-5	0.3	2x6Cu	4.033		4.015	2833.74			T
S9	47	2x6+TTx6Cu	4.015	50	2.043	1078.08	32	223.25	T
MMPT-6	0.3	2x6Cu	4.033		4.015	2833.74			T
S10	95	2x6+TTx6Cu	4.015	50	1.288	643.03	32	223.25	T
MMPT-7	0.3	2x6Cu	4.033		4.015	2833.74			T
S11	53	2x6+TTx6Cu	4.015	50	1.907	994.75	32	223.25	T
MMPT-8	0.3	2x6Cu	4.033		4.015	2833.74			T
S12	101	2x6+TTx6Cu	4.015	50	1.229	611.93	32	223.25	T
MMPT-9	0.3	2x6Cu	4.033		4.015	2833.74			T
S13	59	2x6+TTx6Cu	4.015	50	1.787	923.12	32	223.25	T

### **RESULTADOS OBTENIDOS PARA LAS DISTINTAS RAMAS Y NUDOS CT4**

- Potencia total instalada:

1248600 W

TOTAL.... 1248600 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 1248600

Reparto de Fases - Líneas Monofásicas

- Potencia Fase R (W): 499200

- Potencia Fase S (W): 250200

- Potencia Fase T (W): 499200

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 800 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 30 m; Cos j\_R : 0.8; Cos j\_S : 0.8; Cos j\_T : 0.8; Xu(mW/m): 0.08;

- Coeficiente de simultaneidad: R = 1; S = 1; T = 1;

- Potencias: P(w): 999999.94 Q(var): 749999.88

- Intensidades fasores: IR = 721.69-541.27i; IS = -829.59-354.37i; IT = 107.91+895.63i; IN = 0

- Intensidades valor eficaz: IR = 902.11; IS = 902.11; IT = 902.11; IN = 0

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 902.11

Se eligen conductores Unipolares 3(4x185+TTx95)mm<sup>2</sup>Al

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-Al Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 945 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 300x60 mm. Sección útil: 15301 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): R = 85.56; S = 85.56; T = 85.56; N = 40

e(parcial):

Simple: RN = 1.83 V, 0.4%; SN = 1.83 V, 0.4%; TN = 1.83 V, 0.4%;

Compuesta: RS = 3.16 V, 0.4%; ST = 3.16 V, 0.4%; TR = 3.16 V, 0.4%;

e(total):

Simple: **RN = 1.83 V, 0.4%**; SN = 1.83 V, 0.4%; TN = 1.83 V, 0.4%;

Compuesta: RS = 3.16 V, 0.4%; ST = 3.16 V, 0.4%; TR = 3.16 V, 0.4%;

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 1250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 924 A.

## **SUBCUADRO**

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

INVERSOR 16	249600 W
INVERSOR 17	250200 W
iNVERSOR 18	249600 W
iNVERSOR 19	249600 W
iNVERSOR 20	249600 W
TOTAL....	1248600 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 1248600

### Reparto de Fases - Líneas Monofásicas

- Potencia Fase R (W): 499200
- Potencia Fase S (W): 250200
- Potencia Fase T (W): 499200

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

### Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
	999999.94	30	3(4x185+TTx95) Al	902.11	945	0.4	0.4	300x60

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xIn	Lmáxima (m)	Fase
	30	3(4x185+TTx95) Al	11.679	15	11.254	8769.35	1000;10In		

#### Subcuadro

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
INVERSOR 16	200000	120	4x150Al	180.42	230	1.06	1.45	180
INVERSOR 17	200000	82	4x150+TTx95Al	180.42	230	0.72	1.12	180
INVERSOR 18	200000	44	4x150+TTx95Al	180.42	230	0.39	0.78	180
INVERSOR 19	200000	20	4x150+TTx95Al	180.42	230	0.18	0.57	180
INVERSOR 20	200000	67	4x150+TTx95Al	180.42	230	0.59	0.99	180

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xIn	Lmáxima (m)	Fase
INVERSOR 16	120	4x150Al	11.254	15	7.937	3690.89	250;10In 250;10In		
INVERSOR 17	82	4x150+TTx95Al	11.254	15	8.841	4741.58	250;10In 250;10In		
INVERSOR 18	44	4x150+TTx95Al	11.254	15	9.889	6475.54	250;10In 250;10In		

							In		
INVERSOR 19	20	4x150+TTx95Al	11.254	15 15	10.618	8032.72	In 250;10		
INVERSOR 20	67	4x150+TTx95Al	11.254	15 10	9.238	5319.16	In 250;10		

### Subcuadro INVERSOR 16

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Inversor 16	200000	5	4x150Al	180.42	230	0.04	1.5	180
CUADRO CC-INVER 16	249600	5	9(2x6+TTx6)Cu	360.27	630	0.12	0.12	9(50)

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxi ma (m)	Fase
Inversor 16	5	4x150Al	7.937		7.828	3584.45			
CUADRO CC-INVER 16	5	9(2x6+TTx6)Cu	3.018		2.995	1888.48			R

### Subcuadro CUADRO CC-INVER 16

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
MMPT-1	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S1	19200	61	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.97	1.1	50
S2	19200	98	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.55	1.68	50
MMPT-2	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S3	19200	55	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.87	1	50
S4	19200	92	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.46	1.59	50
MMPT-3	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S5	19200	49	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.78	0.91	50
S6	19200	86	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.36	1.49	50
MMPT-4	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S7	19200	43	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.68	0.81	50
S8	19200	89	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.41	1.54	50
MMPT-5	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S9	19200	47	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.75	0.87	50
MMPT-6	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S10	19200	95	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.5	1.63	50
MMPT-7	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50

S11	19200	53	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.84	0.96	50
MMPT-8	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S12	19200	101	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.6	1.72	50
MMPT-9	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S13	19200	59	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.94	1.06	50

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm²)	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
MMPT-1	0.3	2x6Cu	2.995		2.983	1876.13			R
S1	61	2x6+TTx6Cu	2.983	50	1.497	767.34	32	223.25	R
S2	98	2x6+TTx6Cu	2.983	50	1.122	559.24	32	223.25	R
MMPT-2	0.3	2x6Cu	2.995		2.983	1876.13			R
S3	55	2x6+TTx6Cu	2.983	50	1.581	816.26	32	223.25	R
S4	92	2x6+TTx6Cu	2.983	50	1.17	585.06	32	223.25	R
MMPT-3	0.3	2x6Cu	2.995		2.983	1876.13			R
S5	49	2x6+TTx6Cu	2.983	50	1.673	871.67	32	223.25	R
S6	86	2x6+TTx6Cu	2.983	50	1.223	613.34	32	223.25	R
MMPT-4	0.3	2x6Cu	2.995		2.983	1876.13			R
S7	43	2x6+TTx6Cu	2.983	50	1.777	934.89	32	223.25	R
S8	89	2x6+TTx6Cu	2.983	50	1.196	598.87	32	223.25	R
MMPT-5	0.3	2x6Cu	2.995		2.983	1876.13			R
S9	47	2x6+TTx6Cu	2.983	50	1.707	891.8	32	223.25	R
MMPT-6	0.3	2x6Cu	2.995		2.983	1876.13			R
S10	95	2x6+TTx6Cu	2.983	50	1.146	571.86	32	223.25	R
MMPT-7	0.3	2x6Cu	2.995		2.983	1876.13			R
S11	53	2x6+TTx6Cu	2.983	50	1.611	833.95	32	223.25	R
MMPT-8	0.3	2x6Cu	2.995		2.983	1876.13			R
S12	101	2x6+TTx6Cu	2.983	50	1.1	547.15	32	223.25	R
MMPT-9	0.3	2x6Cu	2.995		2.983	1876.13			R
S13	59	2x6+TTx6Cu	2.983	50	1.524	783	32	223.25	R

#### Subcuadro INVERSOR 17

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo, Canal, Band.
Inversor 17	200000	5	4x150Al	180.42	230	0.04	1.16	180
CUADRO CC-INVER 17	250200	5	9(2x6+TTx6)Cu	361.13	630	0.12	0.12	9(50)

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
Inversor 17	5	4x150Al	8.841		8.714	4573.36			
CUADRO CC-INVER 17	5	9(2x6+TTx6)Cu	3.607		3.578	2403.47			S

Subcuadro CUADRO CC-INVER 17

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo, Canal, Band.
MMPT-1	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S1	19200	61	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.97	1.1	50
S2	19200	98	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.55	1.68	50
MMPT-2	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S3	19200	55	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.87	1	50
S4	19200	92	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.46	1.59	50
MMPT-3	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S5	19200	49	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.78	0.91	50
S6	19200	86	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.36	1.49	50
MMPT-4	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S7	19200	43	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.68	0.81	50
S8	19200	89	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.41	1.54	50
MMPT-5	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S9	19200	47	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.75	0.87	50
MMPT-6	19800	0.3	2x6Cu	28.58	70	0	0.12	50
S10	19800	95	2x6+TTx6Cu	28.58	70	1.55	1.68	50
MMPT-7	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S11	19200	53	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.84	0.96	50
MMPT-8	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S12	19200	101	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.6	1.72	50
MMPT-9	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S13	19200	59	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.94	1.06	50

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
MMPT-1	0.3	2x6Cu	3.578		3.562	2384.54			S
S1	61	2x6+TTx6Cu	3.562	50	1.645	845.71	32	223.25	S
S2	98	2x6+TTx6Cu	3.562	50	1.203	599.67	32	223.25	S
MMPT-2	0.3	2x6Cu	3.578		3.562	2384.54			S
S3	55	2x6+TTx6Cu	3.562	50	1.747	905.52	32	223.25	S

S4	92	2x6+TTx6Cu	3.562	50	1.259	629.47	32	223.25	S
MMPT-3	0.3	2x6Cu	3.578		3.562	2384.54			S
S5	49	2x6+TTx6Cu	3.562	50	1.861	974.18	32	223.25	S
S6	86	2x6+TTx6Cu	3.562	50	1.319	662.36	32	223.25	S
MMPT-4	0.3	2x6Cu	3.578		3.562	2384.54			S
S7	43	2x6+TTx6Cu	3.562	50	1.989	1053.75	32	223.25	S
S8	89	2x6+TTx6Cu	3.562	50	1.288	645.5	32	223.25	S
MMPT-5	0.3	2x6Cu	3.578		3.562	2384.54			S
S9	47	2x6+TTx6Cu	3.562	50	1.902	999.38	32	223.25	S
MMPT-6	0.3	2x6Cu	3.578		3.562	2384.54			S
S10	95	2x6+TTx6Cu	3.562	50	1.23	614.21	32	223.25	S
MMPT-7	0.3	2x6Cu	3.578		3.562	2384.54			S
S11	53	2x6+TTx6Cu	3.562	50	1.783	927.33	32	223.25	S
MMPT-8	0.3	2x6Cu	3.578		3.562	2384.54			S
S12	101	2x6+TTx6Cu	3.562	50	1.177	585.79	32	223.25	S
MMPT-9	0.3	2x6Cu	3.578		3.562	2384.54			S
S13	59	2x6+TTx6Cu	3.562	50	1.678	864.77	32	223.25	S

#### Subcuadro iINVERSOR 18

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Inversor 18	200000	5	4x150Al	180.42	230	0.04	0.83	180
CUADRO CC-INVER 18	249600	5	9(2x6+TTx6)Cu	360.27	630	0.12	0.12	9(50)

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxi ma (m)	Fase
Inversor 18	5	4x150Al	9.889		9.743	6191.23			
CUADRO CC-INVER 18	5	9(2x6+TTx6)Cu	4.421		4.384	3244.55			T

#### Subcuadro CUADRO CC-INVER 18

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
MMPT-1	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S1	19200	60	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.95	1.08	50
S2	19200	97	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.53	1.66	50
MMPT-2	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S3	19200	54	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.86	0.99	50
S4	19200	91	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.44	1.57	50

MMPT-3	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S5	19200	48	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.76	0.89	50
S6	19200	86	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.36	1.49	50
MMPT-4	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S7	19200	43	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.68	0.81	50
S8	19200	88	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.39	1.52	50
MMPT-5	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S9	19200	47	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.75	0.87	50
MMPT-6	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S10	19200	94	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.49	1.61	50
MMPT-7	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S11	19200	53	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.84	0.96	50
MMPT-8	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S12	19200	99	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.57	1.69	50
MMPT-9	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S13	19200	55	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.87	1	50

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
MMPT-1	0.3	2x6Cu	4.384		4.364	3213.99			T
S1	60	2x6+TTx6Cu	4.364	50	1.846	953.62	32	223.25	T
S2	97	2x6+TTx6Cu	4.364	50	1.307	651.94	32	223.25	T
MMPT-2	0.3	2x6Cu	4.384		4.364	3213.99			T
S3	54	2x6+TTx6Cu	4.364	50	1.974	1030.3	32	223.25	T
S4	91	2x6+TTx6Cu	4.364	50	1.372	687.34	32	223.25	T
MMPT-3	0.3	2x6Cu	4.384		4.364	3213.99			T
S5	48	2x6+TTx6Cu	4.364	50	2.121	1120	32	223.25	T
S6	86	2x6+TTx6Cu	4.364	50	1.432	719.88	32	223.25	T
MMPT-4	0.3	2x6Cu	4.384		4.364	3213.99			T
S7	43	2x6+TTx6Cu	4.364	50	2.258	1207.18	32	223.25	T
S8	88	2x6+TTx6Cu	4.364	50	1.408	706.5	32	223.25	T
MMPT-5	0.3	2x6Cu	4.384		4.364	3213.99			T
S9	47	2x6+TTx6Cu	4.364	50	2.147	1136.45	32	223.25	T
MMPT-6	0.3	2x6Cu	4.384		4.364	3213.99			T
S10	94	2x6+TTx6Cu	4.364	50	1.339	669.17	32	223.25	T
MMPT-7	0.3	2x6Cu	4.384		4.364	3213.99			T
S11	53	2x6+TTx6Cu	4.364	50	1.997	1044.26	32	223.25	T
MMPT-8	0.3	2x6Cu	4.384		4.364	3213.99			T
S12	99	2x6+TTx6Cu	4.364	50	1.286	640.93	32	223.25	T
MMPT-9	0.3	2x6Cu	4.384		4.364	3213.99			T

S13	55	2x6+TTx6Cu	4.364	50	1.952	1016.7	32	223.25	T
-----	----	------------	-------	----	-------	--------	----	--------	---

#### Subcuadro INVERSOR 19

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Inversor 19	200000	5	4x150Al	180.42	230	0.04	0.62	180
CUADRO CC-INVER 19	249600	5	9(2x6+TTx6)Cu	360.27	630	0.12	0.12	9(50)

#### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxi ma (m)	Fase
Inversor 19	5	4x150Al	10.618		10.463	7751.28			
CUADRO CC-INVER 19	5	9(2x6+TTx6)Cu	5.086		5.046	4059.36			R

#### Subcuadro CUADRO CC-INVER 19

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
MMPT-1	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S1	19200	61	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.97	1.1	50
S2	19200	98	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.55	1.68	50
MMPT-2	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S3	19200	58	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.92	1.05	50
S4	19200	92	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.46	1.59	50
MMPT-3	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S5	19200	49	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.78	0.91	50
S6	19200	86	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.36	1.49	50
MMPT-4	38400	0.3	2x6Cu	55.43	70	0.01	0.13	50
S7	19200	43	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.68	0.81	50
S8	19200	89	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.41	1.54	50
MMPT-5	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S9	19200	47	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.75	0.87	50
MMPT-6	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S10	19200	95	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.5	1.63	50
MMPT-7	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S11	19200	53	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.84	0.96	50
MMPT-8	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S12	19200	101	2x6+TTx6Cu	27.71	70	1.6	1.72	50
MMPT-9	19200	0.3	2x6Cu	27.71	70	0	0.12	50
S13	19200	59	2x6+TTx6Cu	27.71	70	0.94	1.06	50

## **RESULTADOS OBTENIDOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

### CÁLCULOS

#### Intensidad de Media Tensión

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.1.a)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]

Up tensión primaria [kV]

Ip intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 1250 kVA.

$$I_p = 36,084 \text{ A}$$

#### Intensidad de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 1250 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2.2.a)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]

Us tensión en el secundario [kV]

Is intensidad en el secundario [A]

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

$$I_s = 1718,304 \text{ A.}$$

Cortocircuitos

Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito. se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.2.a)$$

donde:

S<sub>cc</sub> potencia de cortocircuito de la red [MVA]

U<sub>p</sub> tensión de servicio [kV]

I<sub>ccp</sub> corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s}$$

donde:

- P potencia de transformador [kVA]
- E<sub>cc</sub> tensión de cortocircuito del transformador [%]
- U<sub>s</sub> tensión en el secundario [V]
- I<sub>ccs</sub> corriente de cortocircuito [kA]

#### Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es :

- I<sub>ccp</sub> = 10,104 kA

#### Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 1250 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 6%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

- I<sub>ccs</sub> = 28,638 kA

#### Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

### Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

### Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

$$\cdot \quad I_{cc(din)} = 25,26 \text{ kA}$$

### Comprobación por sollicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$\cdot \quad I_{cc(ter)} = 10,104 \text{ kA.}$$

### Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras

que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Transformador

Dimensionado de los puentes de MT

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

Transformador 1

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 36,084 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación

Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformadores de potencia unitaria hasta 1000 kVA
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

## Dimensionado del pozo apagafuegos

Al no haber transformadores de aceite como refrigerante, no es necesaria la existencia de pozos apagafuegos.

## Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

### Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.

### Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

#### De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un

dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

#### Diseño preliminar de la instalación de tierra

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

#### Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

#### Características de la red de alimentación:

· Tensión de servicio:  $U_r = 20 \text{ kV}$

#### Puesta a tierra del neutro:

· Limitación de la intensidad a tierra  $I_{dm} = 500 \text{ A}$

#### Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

·  $V_{bt} = 10.000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra  $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- Resistencia del hormigón  $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.9.4.a)$$

donde:

- Id intensidad de falta a tierra [A]
- Rt resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- Vbt tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{adm} \quad (2.9.4.b)$$

donde:

- Idm limitación de la intensidad de falta a tierra [A]
- Id intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

- Id = 500 A

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- Rt = 20 Ohm

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una  $K_r$  más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (2.9.4.c)$$

donde:

$R_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

$R_o$  resistividad del terreno en [Ohm·m]

$K_r$  coeficiente del electrodo

- Centro de Seccionamiento

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$K_r \leq 0,1333$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

Configuración seleccionada: 50-25/5/42

Geometría del sistema: Anillo rectangular

Distancia de la red: 5.0x2.5 m

Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m

· Número de picas: cuatro

· Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia  $K_r = 0,097$
  - De la tensión de paso  $K_p = 0,0221$
  - 
  - De la tensión de contacto  $K_c = 0,0483$
- Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

- $K_r \leq 0,1333$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 50-25/5/42
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 5.0x2.5 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia  $K_r = 0,097$

- De la tensión de paso  $K_p = 0,0221$
- De la tensión de contacto  $K_c = 0,0483$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad (2.9.4.d)$$

donde:

- $K_r$  coeficiente del electrodo
- $R_o$  resistividad del terreno en [Ohm·m]
- $R'_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Seccionamiento:

$$R'_t = 14,55 \text{ Ohm}$$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

$$I'd = 500 \text{ A}$$

por lo que para el Centro de Transformación:

$$\cdot R't = 14,55 \text{ Ohm}$$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

$$\cdot I'd = 500 \text{ A}$$

Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.9.5.a)$$

donde:

R't    resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

I'd    intensidad de defecto [A]

V'd    tensión de defecto [V]

por lo que, en el Centro de Seccionamiento:

$$\cdot V'd = 7275 \text{ V}$$

por lo que en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'd = 7275 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.5.b)$$

donde:

Kc     coeficiente

Ro     resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'd     intensidad de defecto [A]

V'c     tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Seccionamiento:

$$V'_c = 3622,5 \text{ V}$$

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$V'_c = 3.622 \text{ V}$$

Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.6.a)$$

donde:

Kp coeficiente

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'd intensidad de defecto [A]

V'p tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

· V'p = 1657,5 V en el Centro de Seccionamiento

· V'p = 1657,5 V en el Centro de Transformación

Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Seccionamiento

Los valores admisibles son, para una duración total de la falta igual a:

· t = 0,2 seg

Tensión de paso en el exterior:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \left[ 1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot R_0}{1000} \right] \quad (2.9.7.a)$$

donde:

Uca valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

Ra1 Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

Vp = 31152 V

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{pacc} = 10 * U_{ca} \left[ 1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right] \quad (2.9.7.b)$$

donde:

Vca valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

R'o resistividad del hormigón en [Ohm·m]

Ra1 Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$$Vp(acc) = 76296 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Seccionamiento inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'p = 1657,5 \text{ V} < Vp = 31152 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'p(acc) = 3622,5 \text{ V} < Vp(acc) = 76296 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$V'd = 7275 \text{ V} < Vbt = 10.000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$I_a = 100 \text{ A} < I_d = 500 \text{ A} < I_{dm} = 500 \text{ A}$$

- Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

$$t = 0,2 \text{ s}$$

Tensión de paso en el exterior:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \left[ 1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot R_0}{1000} \right] \quad (2.9.7.a)$$

donde:

$U_{ca}$  valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

$R_0$  resistividad del terreno en [Ohm·m]

$R_{a1}$  Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$$V_p = 31152 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{pacc} = 10 \cdot U_{ca} \left[ 1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot R_o + 3 \cdot R_0^r}{1000} \right] \quad (2.9.7.b)$$

donde:

$V_{ca}$  valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

$R_0$  resistividad del terreno en [Ohm·m]

$R_0^r$  resistividad del hormigón en [Ohm·m]

Ra1 Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_p(\text{acc}) = 76.296 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$\cdot V'_p = 1657,5 \text{ V} < V_p = 31152 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$\cdot V'_p(\text{acc}) = 3.622 \text{ V} < V_p(\text{acc}) = 76.296 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$\cdot V'_d = 7275 \text{ V} < V_{bt} = 10.000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$\cdot I_a = 100 \text{ A} < I_d = 500 \text{ A} < I_{dm} = 500 \text{ A}$$

Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En el Centro de Seccionamiento no existe ninguna tierra de servicios luego no existirá ninguna transferencia de tensiones.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (2.9.8.a)$$

donde:

Ro resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'd intensidad de defecto [A]

D distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

·  $D = 11,937 \text{ m}$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 8/22 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: dos
- Longitud entre picas: 2 metros
- Profundidad de las picas: 0,8 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,194$
- $K_c = 0,0253$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,194 \cdot 150 = 29,1 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de " $K_r$ " inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

## RESULTADOS OBTENIDOS MEDIA TENSIÓN

### Las características generales de la red son:

Tensión(V): 20000

C.d.t. máx.(%): 5

Cos j : 0,8

Coef. Simultaneidad: 1

### Constante cortocircuito Kc:

- PVC, Sección  $\leq 300 \text{ mm}^2$ . KcCu = 115, KcAl = 76
- PVC, Sección  $> 300 \text{ mm}^2$ . KcCu = 102, KcAl = 68
- XLPE. KcCu = 143, KcAl = 94
- EPR. KcCu = 143, KcAl = 94
- HEPR,  $U_0/U > 18/30$ . KcCu = 143, KcAl = 94
- HEPR,  $U_0/U \leq 18/30$ . KcCu = 135, KcAl = 89
- Desnudos. KcCu = 164, KcAl = 107, KcAl-Ac = 135

**A continuación se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:**

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (mW/m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	D.tubol. (mm)	Admisi. (A)/Fci
1	1	2	75	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-36,03	3x95	150	200/1
2	2	6	379	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-72,05	3x150	175	255/1
4	7	9	187	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-36,03	3x95	150	200/1
6	9	6	152	Al/0,15	En.B.Tu.	HEPRZ1 12/20 H16	Unip.	-72,05	3x150	175	255/1

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
1	13,283	19.986,717	0,066*	-36,027 A(-1.248 KVA)
2	11,714	19.988,285	0,059	-36,027 A(-1.248 KVA)
6	0	20.000	0	144,107 A(4.992 kVA)
7	8,611	19.991,389	0,043	-36,027 A(-1.248 KVA)
9	4,698	19.995,303	0,023	-36,027 A(-1.248 KVA)

**NOTA:**

- \* Nudo de mayor c.d.t.

**A continuación se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.**

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama. $3RI^2(kW)$	Pérdida Potencia Activa Total Itinerario. $3RI^2(kW)$
1	1	2	0,09	1,253
2	2	6	1,163	
4	7	9	0,223	0,69
6	9	6	0,467	

**Resultados obtenidos para las protecciones:**

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Un (kV)	U1 (kV)	U2 (kV)	Fusibles;In (Amp)	I.Aut;In/IReg (Amp)	I-Secc;In/Iter/IFus (Amp)
1	1	2	24	125	50		400/118	
2	2	6	24	125	50		400/164	
4	7	9	24	125	50		400/118	
6	9	6	24	125	50		400/164	

In(A). Intensidad nominal del elemento de protección o corte.

Ireg(A). Intensidad de regulación del relé térmico del interruptor automático.

Iter(A). Intensidad nominal del relé térmico asociado al elemento de corte (seccionador interruptor).

IFus(A). Intensidad nominal de los fusibles asociados al elemento de corte (seccionador interruptor).

Un(kV). Tensión más elevada de la red.

U1(kV). Tensión de ensayo al choque con onda de impulso de 1,2/50 microsegundos. kV Cresta.

U2(kV). Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50 Hz, bajo lluvia durante un minuto. kV Eficaces.

### **Caída de tensión total en los distintos itinerarios:**

$$6-2-1 = 0.07 \%$$

$$6-9-7 = 0.04 \%$$

### **Según la configuración de la red, se obtienen los siguientes resultados del cálculo a cortocircuito:**

$$S_{cc} = 250 \text{ MVA.}$$

$$U = 20 \text{ kV.}$$

$$t_{cc} = 0,5 \text{ s.}$$

$$I_{pccM} = 7.216,88 \text{ A.}$$

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>cccs</sub> (A)	Prot. térmica/In	PdeC (kA)
1	1	2	3x95	11.957,18	400	12,5
2	2	6	3x150	18.879,75	400	12,5
4	7	9	3x95	11.957,18	400	12,5
6	9	6	3x150	18.879,75	400	12,5

### **Cálculo de Cortocircuito en Pantallas:**

#### Datos generales:

$$I_{pcc} \text{ en la pantalla} = 1.000 \text{ A.}$$

$$\text{Tiempo de duración c.c. en la pantalla} = 1 \text{ s.}$$

#### Resultados:

$$\text{Sección pantalla} = 16 \text{ mm}^2.$$

$$I_{cc} \text{ admisible en pantalla} = 3.130 \text{ A.}$$

### **RESULTADOS OBTENIDOS SERVICIOS AUXILIARES**

- Potencia total instalada:

Alumbrado	320 W
rack	1000 W
scada tracker	250 W
router	200 W

modem	200 W
switch	200 W
	1000 W
alumbrado	72 W
emergencia	8 W
tomas de corriente	1500 W
	1780 W
TOTAL....	11870 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 6720
- Potencia Instalada Fuerza (W): 5150
- Potencia Máxima Admisible (W)\_Cosfi 0.87: 15012.28
- Potencia Máxima Admisible (W)\_Cosfi 1: 17320.51

#### Reparto de Fases - Líneas Monofásicas

- Potencia Fase R (W): 3100
- Potencia Fase S (W): 4810
- Potencia Fase T (W): 3960

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

#### Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
DERIVACION IND.	12154.17	30	4x25+TTx16Al	24.03	82	0.39	0.39	75
	320	0.3	4x1.5Cu	1.54	14.5	0	0.39	
Alumbrado	320	200	2x1.5+TTx1.5Cu	1.54	14.5	2.98	3.13	16
	1250	0.3	2x4Cu	6.77	31	0.01	0.39	
rack	1000	10	2x2.5+TTx2.5Cu	5.41	20	0.28	0.68	20
scada tracker	250	15	2x2.5+TTx2.5Cu	1.35	20	0.11	0.5	20
	600	0.3	2x1.5Cu	3.25	17	0.01	0.3	

router	200	5	2x2.5+TTx2.5Cu	1.08	20	0.03	0.33	20
modem	200	5	2x2.5+TTx2.5Cu	1.08	20	0.03	0.33	20
switch	200	5	2x2.5+TTx2.5Cu	1.08	20	0.03	0.33	20
	1284.17	0.3	2x1.5Cu	7.18	17	0.02	0.17	
	1284.17	10	2x2.5+TTx2.5Cu	7.18	20	0.37	0.54	20
	1580	0.3	2x1.5Cu	8.5	17	0.02	0.32	
	80	0.3	2x1.5Cu	0.38	17	0	0.32	
alumbrado	72	10	2x1.5+TTx1.5Cu	0.35	14.5	0.03	0.35	16
emergencia	8	5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	14.5	0	0.32	16
	1500	0.3	2x1.5Cu	8.12	17	0.02	0.34	
tomas de corriente	1500	5	2x2.5+TTx2.5Cu	8.12	20	0.21	0.55	20
	1780	168	2x6+TTx6Cu	8.67	34	3.53	3.91	25
	1780	300	2x10+TTx10Cu	8.67	46	3.8	3.96	25
	1780	400	2x16+TTx16Cu	8.67	63	3.21	3.5	32
	1780	468	2x16+TTx16Cu	8.67	63	3.75	4.14	32

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
DERIVACION IND.	30	4x25+TTx16Al	23.358	25	6.333	1639.97	25;C		
	0.3	4x1.5Cu	6.333	10	5.834	1519.22	10;C		
Alumbrado	200	2x1.5+TTx1.5Cu	3.094		0.052	30.18			R
	0.3	2x4Cu	3.386		3.27	1592.48			S
rack	10	2x2.5+TTx2.5Cu	3.27	4.5	1.148	624.8	16;C		S
scada tracker	15	2x2.5+TTx2.5Cu	3.27	4.5	0.866	479.05	16;C		S
	0.3	2x1.5Cu	3.386	4.5	3.094	1519.22	16;C		T
router	5	2x2.5+TTx2.5Cu	3.094	4.5	1.652	873.98	16;C		T
modem	5	2x2.5+TTx2.5Cu	3.094	4.5	1.652	873.98	16;C		T
switch	5	2x2.5+TTx2.5Cu	3.094	4.5	1.652	873.98	16;C		T
	0.3	2x1.5Cu	3.386	4.5	3.094	1519.22	10;C		R
	10	2x2.5+TTx2.5Cu	3.094		1.125	613.15			R
	0.3	2x1.5Cu	3.386	4.5	3.094	1519.22	10;C		T
	0.3	2x1.5Cu	3.094	4.5	2.847	1414.96	10;C		T
alumbrado	10	2x1.5+TTx1.5Cu	2.847	4.5	0.772	429.41	10;C		T
emergencia	5	2x1.5+TTx1.5Cu	2.847	4.5	1.216	659.11	10;C		T
	0.3	2x1.5Cu	3.094	4.5	2.847	1414.96	10;C		T
tomas de corriente	5	2x2.5+TTx2.5Cu	2.847		1.579	838.34			T
	168	2x6+TTx6Cu	3.386	4.5 4.5	0.234	134.59	16;C 16;C		S
	300	2x10+TTx10Cu	3.386	4.5 4.5	0.219	126.27	16;C 16;C		R
	400	2x16+TTx16Cu	3.386	4.5 4.5	0.259	149.12	16;C 16;C		T
	468	2x16+TTx16Cu	3.386	4.5 4.5	0.224	129.15	16;C 16;C		S

**Subcuadro CT-1**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota I (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
	80	0.3	2x1.5Cu	0.38	17	0	3.91	
Alumbrado	72	12	2x1.5+TTx1.5Cu	0.35	14.5	0.04	3.95	16
Emergencia	8	5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	14.5	0	3.92	16
tomas de corriente	1500	5	2x1.5+TTx1.5Cu	7.22	14.5	0.36	4.27	16
Smart logger	200	5	2x2.5+TTx2.5Cu	1.08	20	0.03	3.94	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
	0.3	2x1.5Cu	0.234	4.5	0.232	133.72	10;C		S
Alumbrado	12	2x1.5+TTx1.5Cu	0.232	4.5	0.184	106.08	10;C		S
Emergencia	5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.232	4.5	0.209	120.62	10;C		S
tomas de corriente	5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.234	4.5	0.211	121.33	10;C		S
Smart logger	5	2x2.5+TTx2.5Cu	0.234	4.5	0.219	126.31	16;C		S

**Subcuadro CT-2**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota I (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
	80	0.3	2x1.5Cu	0.38	17	0	3.96	
Alumbrado	72	12	2x1.5+TTx1.5Cu	0.35	14.5	0.04	4	16
Emergencia	8	5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	14.5	0	3.96	16
tomas de corriente	1500	5	2x1.5+TTx1.5Cu	7.22	14.5	0.36	4.31	16
Smart logger	200	5	2x2.5+TTx2.5Cu	1.08	20	0.03	3.98	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
	0.3	2x1.5Cu	0.219	4.5	0.218	125.49	10;C		R
Alumbrado	12	2x1.5+TTx1.5Cu	0.218	4.5	0.175	100.84	10;C		R
Emergencia	5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.218	4.5	0.197	113.89	10;C		R
tomas de corriente	5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.219	4.5	0.199	114.53	10;C		R
Smart logger	5	2x2.5+TTx2.5Cu	0.219	4.5	0.206	118.95	16;C		R

### Subcuadro CT-3

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
	80	0.3	2x1.5Cu	0.38	17	0	3.5	
Alumbrado	72	12	2x1.5+TTx1.5Cu	0.35	14.5	0.04	3.54	16
Emergencia	8	5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	14.5	0	3.51	16
tomas de corriente	1500	5	2x1.5+TTx1.5Cu	7.22	14.5	0.36	3.86	16
Smart logger	200	5	2x2.5+TTx2.5Cu	1.08	20	0.03	3.53	20

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
	0.3	2x1.5Cu	0.259	4.5	0.257	148.04	10;C		T
Alumbrado	12	2x1.5+TTx1.5Cu	0.257	4.5	0.199	114.92	10;C		T
Emergencia	5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.257	4.5	0.229	132.17	10;C		T
tomas de corriente	5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.259	4.5	0.231	133.02	10;C		T
Smart logger	5	2x2.5+TTx2.5Cu	0.259	4.5	0.241	139.02	16;C		T

### Subcuadro CT-4

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tota l (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
	80	0.3	2x1.5Cu	0.38	17	0	4.14	
Alumbrado	72	12	2x1.5+TTx1.5Cu	0.35	14.5	0.04	4.18	16
Emergencia	8	5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.04	14.5	0	4.14	16
tomas de corriente	1500	5	2x1.5+TTx1.5Cu	7.22	14.5	0.36	4.49	16
Smart logger	200	5	2x2.5+TTx2.5Cu	1.08	20	0.03	4.16	20

### Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Ikmaxi (kA)	P de C (kA)	Ikmaxf (kA)	Ikminf (A)	Curva válida, xln	Lmáxima (m)	Fase
	0.3	2x1.5Cu	0.224	4.5	0.223	128.35	10;C		S
Alumbrado	12	2x1.5+TTx1.5Cu	0.223	4.5	0.178	102.68	10;C		S
Emergencia	5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.223	4.5	0.201	116.24	10;C		S
tomas de corriente	5	2x1.5+TTx1.5Cu	0.224	4.5	0.203	116.9	10;C		S
Smart logger	5	2x2.5+TTx2.5Cu	0.224	4.5	0.211	121.51	16;C		S

### CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA

- La resistividad del terreno es 300 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo 35 mm<sup>2</sup>

M. conductor de Acero galvanizado 95 mm<sup>2</sup>

Picas verticales de Cobre 14 mm

de Acero recubierto Cu 14 mm 1 picas de 2m.

de Acero galvanizado 25 mm

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 17.65 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm<sup>2</sup> en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm<sup>2</sup> en Cu.

### 3.- CONCLUSIÓN

Una vez descrito y justificado el presente texto, damos por finalizada la redacción del ANEJO N° 1.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS de la Instalación Fotovoltaica del Proyecto de Parque Solar Fotovoltaico Conectado a Red de 4.000,00 kWn y 4.992,00 kWp.

En Cieza, Diciembre de 2022

**ANEJO N° 2**

**CONTROL DE CALIDAD**

**PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO  
CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE  
4.000,00 kWn y 4.992,00 kWp**



# ÍNDICE

## 1.- OBJETO

## 2.- CONDICIONES DEL PROYECTO

### **2.1.- Generalidades**

### **2.2.- Control del proyecto**

### **2.3.- Condiciones en la ejecución de la obra**

#### 2.3.1.- Generalidades

#### 2.3.2.- Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas

#### 2.3.3.- Control de documentación de los suministros

#### 2.3.4.- Control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica

#### 2.3.5.- Control de recepción mediante ensayos

### **2.4.- Control de ejecución de la obra**

### **2.5.- Control de obra terminada**

#### 2.5.1.- Elementos constructivos

### **2.6.- Documento seguimiento de la obra**

### **2.7.- Documentación obligatoria del seguimiento de la obra**

### **2.8.- Documentación del control de la obra**

### **2.9.- Certificado final de obra**

### **2.10.- Organismos de control autorizados (OCA)**

### **2.11.- Condiciones y medidas para la obtención de las calidades de los materiales y de los precios constructivos**

### **2.12.- Procedimientos para la verificación del sistema del mercado**

## **CE**

## 3.- CONCLUSIÓN

## 1.- OBJETO

Se redacta el presente Plan de Control de Calidad como Anejo del proyecto reseñado con el objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el CTE modificado por RD 1371/2007.

## 2.- CONDICIONES DEL PROYECTO

### **2.1.- Generalidades**

El proyecto describirá la instalación y definirá las obras de ejecución de la misma con el detalle suficiente para que puedan valorarse e interpretarse inequívocamente durante su ejecución.

En particular, y con relación al CTE, aprobado mediante el REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, los Proyectos de Ejecución deben incluir, como parte del contenido documental de los mismos, un Plan de Control que ha de cumplir lo recogido en la Parte I en los artículos 6 y 7, además de lo expresado en el Anejo II., de modo que pueda comprobarse que las soluciones propuestas en el proyecto cumplen las exigencias básicas de este CTE y demás normativa aplicable.

Esta definición incluirá, al menos, la siguiente información:

- Las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen de forma permanente a la instalación proyectada, así como sus condiciones de suministro, las garantías de calidad y el control de recepción que deba realizarse.
- Las características técnicas de cada unidad de obra, con indicación de las condiciones para su ejecución y las verificaciones y controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto. Se precisarán las medidas a adoptar durante la ejecución de las obras y en el uso y mantenimiento de la instalación, para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.

- Las verificaciones y las pruebas de servicio que, en su caso, deban realizarse para comprobar las prestaciones finales de la instalación.
- Las instrucciones de uso y mantenimiento de la instalación terminada, de conformidad con lo previsto en el CTE y demás normativa que sea de aplicación.

## **2.2.- Control del proyecto**

El control del proyecto tiene por objeto verificar el cumplimiento del CTE y demás normativa aplicable y comprobar su grado de definición, la calidad del mismo y todos los aspectos que puedan tener incidencia en la calidad final de la instalación proyectada.

Los DB establecen, en su caso, los aspectos técnicos y formales del proyecto que deban ser objeto de control para la aplicación de los procedimientos necesarios para el cumplimiento de las exigencias básicas.

## **2.3.- Condiciones en la ejecución de la obra**

### **2.3.1.- Generalidades**

Las obras de la instalación se llevarán a cabo con sujeción al proyecto y sus modificaciones autorizadas por el director de obra previa conformidad del promotor, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva, y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra.

Durante la construcción de la obra se elaborará la documentación reglamentariamente exigible. En ella se incluirá, sin perjuicio de lo que establezcan otras Administraciones Públicas competentes, la documentación del control de calidad realizado a lo largo de la obra.

Cuando en el desarrollo de las obras intervengan diversos técnicos para dirigir las obras de proyectos parciales, lo harán bajo la coordinación del director de obra.

Durante la construcción de las obras el director de obra y el director de la ejecución de la obra realizarán, según sus respectivas competencias, los controles siguientes:

- Control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a las obras.
- Control de ejecución de la obra
- Control de la obra terminada.

### 2.3.2.- Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas

El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto.

Este control comprenderá:

- El control de la documentación de los suministros.
- El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad.
- El control mediante ensayos.

### 2.3.3.- Control de documentación de los suministros

Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará al director de ejecución de la obra, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física.

Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al mercado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las

disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

#### 2.3.4.- Control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica

El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

- Los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo.
- Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.

El director de la ejecución de la obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

#### 2.3.5.- Control de recepción mediante ensayos

Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa.

La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

### **2.4.- Control de ejecución de la obra**

Durante la instalación, el director de la ejecución de la obra controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, los materiales que

se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, así como las verificaciones y demás controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la dirección facultativa. En la recepción de la obra ejecutada pueden tenerse en cuenta las certificaciones de conformidad que ostenten los agentes que intervienen, así como las verificaciones que, en su caso, realicen las entidades de control de calidad de la edificación.

Se comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.

En el control de ejecución de la obra se adoptarán los métodos y procedimientos que se contemplen en las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores.

## **2.5.- Control de obra terminada**

En la obra terminada, bien sobre la instalación en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la dirección facultativa y las exigidas por la legislación aplicable.

### 2.5.1.- Elementos constructivos

INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), aprobado por el Real Decreto 842/2.002, de 2 de Agosto, (BOE 18/09/2002).

Fase de recepción de las instalaciones

- Artículo 18. Ejecución y puesta en servicio de las instalaciones.
- ITC-BT-04. Documentación y puesta en servicio de las instalaciones.

- ITC-BT-05. Verificaciones e inspecciones.

## **2.6.- Documento seguimiento de la obra**

En el siguiente se detalla, con carácter indicativo y sin perjuicio de lo que establezcan otras Administraciones Publicas competentes, el contenido de la documentación del seguimiento de la ejecución de la obra, tanto la exigida reglamentariamente, como la documentación del control realizado a lo largo de la obra.

## **2.7.- Documentación obligatoria del seguimiento de la obra**

Las obras de las instalaciones dispondrán de una documentación de seguimiento que se compondrá, al menos, de:

- Libro Plan de Seguridad y Salud de acuerdo con lo previsto en el Decreto 1.627/97, de 24 de octubre.
- El Libro de Incidencias en materia de seguridad y salud, según el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.
- El proyecto, sus anejos y modificaciones debidamente autorizados por el director de obra. El Libro de Incidencias se desarrollará conforme a la legislación específica de seguridad y salud. Tendrán acceso al mismo los agentes que dicha legislación determina.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento será depositada por el director de la obra en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que aseguren su conservación y se comprometan a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

## **2.8.- Documentación del control de la obra**

El control de calidad de las obras realizado incluirá el control de recepción de productos, los controles de la ejecución y de la obra terminada. Para ello:

- El director de la ejecución de la obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones.
- El instalador recabará de los suministradores de productos y facilitará al director de obra y al director de la ejecución de la obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda.

La documentación de calidad preparada por el instalador sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el director de la ejecución de la obra, como parte del control de calidad de la obra.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será depositada por el director de la ejecución de la obra en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

## **2.9.- Certificado final de obra**

En el certificado final de obra, el director de la ejecución de la obra certificará haber dirigido la ejecución material de las obras y controlado cuantitativa y cualitativamente la construcción y la calidad de lo edificado de acuerdo con el proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de la buena construcción.

El director de la obra certificará que la instalación ha sido realizada bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de licencia y la documentación técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento. Al certificado final de obra se le unirán como anejos los siguientes documentos:

- Descripción de las modificaciones que, con la conformidad del promotor, se hubiesen introducido durante la obra, haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de la licencia.
- Relación de los controles realizados durante la ejecución de la obra y sus resultados.

## **2.10.- Organismos de control autorizados (OCA)**

Los Organismos de Control Autorizado (OCA) serán las entidades encargadas de verificar el cumplimiento de las condiciones de seguridad de productos e instalaciones mediante las actividades de certificación, ensayo, inspección o auditorías que fuesen necesarias.

La valoración de la inspección del Organismo de Control autorizado se establece según el número de visitas a la obra y la duración en meses del seguimiento de la ejecución de las infraestructuras que se deben inspeccionar.

## **2.11.- Condiciones y medidas para la obtención de las calidades de los materiales y de los precios constructivos**

Se redacta el presente documento de condiciones y medidas para obtener las calidades de los materiales y de los procesos constructivos en cumplimiento de:

*Plan de Control según lo recogido en el Artículo 6º Condiciones del Proyecto, Artículo 7. Condiciones en la Ejecución de las Obras y Anejo II Documentación del Seguimiento de la Obra de la Parte I del CTE, según REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.*

Con tal fin, la actuación de la dirección facultativa se ajustará a lo dispuesto en la siguiente relación de disposiciones y artículos.

## **2.12.- Procedimientos para la verificación del sistema del mercado CE**

La LOE atribuye la responsabilidad sobre la verificación de la recepción en obra de los productos de construcción al Director de la Ejecución de la Obra que debe, mediante el correspondiente proceso de control de recepción, resolver sobre la aceptación o rechazo del producto. Este proceso afecta, también, a los fabricantes de productos y los constructores (y por tanto a los Jefes de Obra). Con motivo de la puesta en marcha del Real Decreto 1630/1992 (por el que se transponía a nuestro ordenamiento legal la Directiva de Productos de Construcción 89/106/CEE) el habitual proceso de control de recepción de los materiales de construcción está siendo afectado, ya que en este Decreto se establecen unas nuevas reglas para las condiciones que deben cumplir los productos de construcción a través del sistema del mercado CE.

El término producto de construcción queda definido como cualquier producto fabricado para su incorporación, con carácter permanente, a las obras de instalaciones que tengan incidencia sobre los siguientes requisitos esenciales:

- Resistencia mecánica y estabilidad.
- Seguridad en caso de incendio.
- Higiene, salud y medio ambiente.
- Seguridad de utilización.
- Protección contra el ruido.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico

El mercado CE de un producto de construcción indica:

*Que éste cumple con unas determinadas especificaciones técnicas relacionadas con los requisitos esenciales contenidas en las Normas Armonizadas (EN) y en las Guías DITE (Guías para el Documento de Idoneidad Técnica Europeo). Que se ha cumplido el sistema de evaluación de la conformidad establecido por la correspondiente Decisión de la Comisión Europea (Estos sistemas de evaluación se clasifican en los grados 1+, 1, 2+, 2, 3 y 4, y en cada uno de ellos se especifican los controles que se*

*deben realizar al producto por el fabricante y/o por un organismo notificado). El fabricante (o su representante autorizado) será el responsable de su fijación y la Administración competente en materia de industria la que vele por la correcta utilización del mercado CE.*

### 3.- CONCLUSIÓN

Una vez descrito y justificado el presente texto, damos por finalizada la redacción del ANEJO N° 2.- CONTROL DE CALIDAD de la Instalación Fotovoltaica del Proyecto de Parque Solar Fotovoltaico Conectado a Red de 4.000,00 kWn y 4.992,00 kWp.

En Cieza, Diciembre de 2022



**ANEJO N° 3**

**PUESTA EN MARCHA**

**PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO  
CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE  
4.000,00 kWn y 4.992,00 kWp**



# ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- PROTOCOLO DE PUESTA EN MARCHA

**2.1.- Inspección inicial**

2.1.1.- Inspección del sistema de corriente continua (CC)

2.1.2.- Inspección de la protección contra sobretensiones/Descarga eléctrica

2.1.3.- Inspección del sistema de corriente alterna (CA)

2.1.4.- Inspección del etiquetado e identificación

2.1.5.- Inspección de la instalación

**2.2.- Ensayos iniciales**

**2.3.- Informe de verificación**

3.- GARANTÍAS

**4.1.- Inspección visual y térmica (IR) del generador FV**

**4.2.- Verificador PR**

5.- CONCLUSIÓN



## 1.- INTRODUCCIÓN

Para la puesta en marcha de la instalación y con objeto de cumplir la Norma UNE-EN 62.446, inicialmente se deberá realizar una verificación y ensayos iniciales.

## 2.- PROTOCOLO DE PUESTA EN MARCHA

El Protocolo básico de puesta en marcha estándar para las instalaciones fotovoltaicas, se basa en una serie de pasos, en los que se revisan los diferentes componentes y se configuran los elementos “inteligentes”. Para garantizar un correcto funcionamiento de la instalación de energía solar fotovoltaica existe una serie de pasos con el fin de descartar posibles imprevistos.

La verificación inicial se realizará siguiendo las fases siguientes:

- Inspección inicial.
- Ensayos iniciales.
- Informe de verificación inicial.

### **2.1.- Inspección inicial**

La inspección inicial debe ser anterior a los ensayos y se debe realizar antes de energizar la instalación. Dentro de esta inspección inicial se incluirán los siguientes puntos:

#### 2.1.1.- Inspección del sistema de corriente continua (CC)

- Verificación de que el sistema de CC ha sido diseñado, especificado e instalado según requisitos de la Norma IEC 60.364, y ante todo la IEC 60.364-7-712.
- Los componentes de CC han sido dimensionados para una operación continuada en CC a la máxima tensión del sistema y máxima corriente CC de fallo (VOC, STC corregida para el rango de temperatura y según tipo de módulo; y corriente de  $1,25 \cdot ISC$ , STC).
- Uso de protección clase II o aislamiento equivalente en el lado de CC.

- Conductores de las cadenas fotovoltaicas, conductores del generador FV y los conductores principales de CC se han elegido para minimizar el riesgo de fallo a tierra y cortocircuito. Se consigue típicamente usando cables con aislamiento protegido y reforzado (normalmente llamado “doble aislamiento”).
- El cableado eléctrico se ha seleccionado e instalado para soportar las influencias externas como el viento, la formación de hielo, la temperatura y la radiación solar (IEC 60.364-7-712.522.8.3:2002).
- Para sistemas sin protección de sobre-intensidad en las cadenas de módulos: verificar que el valor de la corriente inversa del módulo es mayor que la máxima corriente inversa que puede generarse; También, verificar que los cables de las cadenas de módulos están dimensionados para conducir la máxima corriente de fallo combinada de todas las cadenas en paralelo. (IEC 60.364-7-712.433:2002).
- Para sistemas con sistema de protección de sobre-corriente en las cadenas: verificar que la protección de sobrecorriente está incluida y está correctamente especificada en los códigos locales o en las instrucciones del fabricante para protecciones de módulos FV según la nota de la Norma IEC 60.364-7- 712.433.2:2002.
- Verificar existencia de un seccionador de CC en la parte de CC del variador (IEC 60.364-7- 712.536.2.2.5:2002).
- Verificar que existe al menos una separación simple entre las zonas de CA y CC, y que las conexiones a tierra se han instalado de manera que se evite la corrosión (IEC 60.364-7-712.312.2002).

#### 2.1.2.- Inspección de la protección contra sobretensiones/Descarga eléctrica

- Para minimizar tensiones inducidas por rayo, verificar que se han minimizado el número de zonas con bucles de corriente (IEC 60.364-7-712.444.4:2002).
- Cuando sea requerido por normas locales, verificar que el marco de la estructura del generador, y el marco del módulo están correctamente conectados a tierra. Los conductores de tierra y/o los conductores de la

red equipotencial están instalados, verificando que están paralelos, y amarrados, a los cables de CC. (IEC 60.364-7-712.54:2002).

### 2.1.3.- Inspección del sistema de corriente alterna (CA)

- Que se ha proporcionado una forma de aislar el variador en la parte de CA.
- Todos los interruptores y seccionadores se han conectado de manera que la instalación fotovoltaica esté cableada en el lado de “la carga” y que el suministro esté en el lado de “suministro” (IEC 60.364-7-712.536.2.2.1:2002).
- Los parámetros operacionales del variador han sido programados según la normativa local.

### 2.1.4.- Inspección del etiquetado e identificación

- Todos los circuitos, protecciones, interruptores y terminales están etiquetados convenientemente.
- Todas las cajas de conexión de CC tienen un etiquetado de peligro indicando que las partes activas dentro de la caja están alimentadas por el generador FV y que pueden todavía estar energizadas tras su aislamiento del variador.
- El interruptor principal de CA está claramente etiquetado.
- Suministro doble de etiquetas de peligro están incluidas en el punto de interconexión.
- Se muestra en el emplazamiento un esquema unifilar.
- El tarado de las protecciones del variador y los datos del instalador se muestran en el emplazamiento.
- Se muestra en el emplazamiento el procedimiento de apagado de emergencia.
- Todas las señales y etiquetas tienen apropiado sistema de fijación y durabilidad.

### 2.1.5.- Inspección de la instalación

- Verificar que existe ventilación debajo de los módulos fotovoltaicos para prevenir el sobrecalentamiento y el riesgo de incendio.
- Comprobación de la presencia en la parte posterior de los módulos, de forma claramente visible e indeleble del modelo, nombre del fabricante, número de serie y características eléctricas del módulo, así como deben aparecer los logotipos identificativos referentes a los laboratorios cualificados (CIEMAT, TÜV, JRC Ispra, etc.) que hayan podido proceder a la certificación de los módulos.
- Comprobación de que se cumple la distancia mínima entre filas de módulos o entre módulos y restos de elementos que rodean el generador, dada por el Pliego de Condiciones Técnicas de instalaciones Conectadas a Red del IDAE. Esto garantiza que no existe sombreado o autosombreado durante un mínimo de cuatro horas en torno al medio día del solsticio de invierno.
- Comprobación de que no se producen sombras puntuales arrojadas por elementos próximos al generador.
- Comprobación de la correcta orientación e inclinación de los módulos fotovoltaicos, acorde a lo indicado en el presente proyecto.

### **2.2.- Ensayos iniciales**

Los ensayos iniciales se realizarán siguiendo la Norma IEC 60.364-6.

Los instrumentos de medida y el equipo y métodos de monitorización deben elegirse según las partes relevantes de la Norma IEC 61.557.

En caso de que un ensayo indique la existencia de un error: una vez que el fallo ha sido solucionado, todos los ensayos anteriores se deben repetir para evitar que el fallo hubiera influido en los resultados de dichos ensayos.

Se deben realizar los siguientes ensayos y deberían preferiblemente ser realizados en el siguiente orden:

- Ensayos a todos los circuitos de CA según los requisitos de la Norma IEC 60.364-6.

Una vez que los ensayos en el circuito de CA están realizados, los siguientes ensayos deben realizarse en el circuito de CC que forma el generador FV.

- Continuidad de la protección de tierra y/o los conductores del circuito equipotencial, cuando estén instalados.
- Ensayos de polaridad.
- Ensayo de la tensión de circuito abierto de la cadena.
- Ensayo de medida de corriente de cortocircuito de la cadena.
- Ensayos funcionales.
- Resistencia de aislamiento del circuito de CC.

### **2.3.- Informe de verificación**

Una vez finalizadas las fases anteriores, se deberá realizar un informe que incluirá la siguiente información:

- Resumen describiendo el sistema (nombre, dirección, etc...).
- Lista de circuitos inspeccionados y ensayados.
- Un registro de la inspección.
- Un registro de los resultados del ensayo para cada circuito ensayado.
- Intervalo recomendado para la próxima inspección.
- Firma de las personas que llevan a cabo la verificación.

### **3.- GARANTÍAS**

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

Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador

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

#### 4.- MEDICIÓN Y VERIFICACIÓN DE AHORROS

Una vez completada la puesta en marcha, el contratista llevará a cabo un proceso de Medición y Verificación de los ahorros generados por la mejora de eficiencia energética ejecutada, en este caso, la instalación fotovoltaica de autoconsumo a través de la metodología y bajo el estándar IPMVP (International Performance Measurement & Verification Protocol) a lo largo de las 2 primeras campañas de riego.

El protocolo IPMVP, desarrollado por EVO (Efficiency Valuation Organization) e internacionalmente reconocido, define los principios por los que se tiene que guiar y las posibles opciones a utilizar para realizar un plan de medidas de los ahorros energéticos objetivable, que evalúe exclusivamente el efecto de la actuación de mejora acometida, y no el de otros factores aleatorios (como la precipitación) proporcionando seguridad a todas las partes implicadas (usuario de la instalación, empresa de servicios energéticos, entidad financiera,...) y ayudando a las administraciones públicas a conseguir los objetivos de eficiencia energética y ambiental.

Para ello, se completarán las siguientes fases:

- Plan de Medida y Verificación (M&V) de ahorros consistente en analizar la información disponible y definir los periodos de referencia y demostrativos, las variables a medir y los equipos de medida, calibrándolos para satisfacer los requisitos de precisión.
- Implementación de los equipos de medida necesarios
- Elaboración de informes demostrativos de ahorros al finalizar cada campaña de riego para lo cual se recopilará periódicamente las medidas de consumos, volumen de agua, producción y otras variables para calcular el ahorro en términos energéticos y económicos y emitir el informe demostrativo de ahorro correspondiente al periodo de referencia.

Además del proceso de Medición y Verificación de los ahorros generados, Después de un período inicial de exposición al sol durante un tiempo suficiente para que la irradiación total en el generador FV alcance al menos los 20 kWh/m<sup>2</sup> y, en cualquier caso, no antes de pasado un mes, se realizarán los siguientes ensayos

- Inspección visual y térmica (IR) del generador FV
- Eficiencia eléctrica (*PR*)

#### 4.1.- Inspección visual y térmica (IR) del generador FV

Se tomarán las siguientes medidas:

- Cualquier módulo FV que muestre "defectos visuales importantes" según especifica la norma IEC 61215 será rechazado.
- Deben llevarse a cabo termografías (IR) del sistema FV en condiciones normales de operación de acuerdo a la norma IEC 60904-14 y respetando las condiciones siguientes:
  - La irradiancia sobre el plano debe ser mayor de 700 W/m<sup>2</sup>.
  - Las variaciones en los valores de irradiancia durante los 10 minutos previos a las medidas deben ser inferiores al 20%
- Los puntos calientes observados se caracterizan por la diferencia de temperatura entre la célula solar más fría, *T<sub>CC</sub>* y la de la célula más caliente, *T<sub>HC</sub>*, del módulo fotovoltaico afectado, normalizado a la irradiancia CEM.

$$\Delta T_{HS} = (T_{HC} - T_{CC}) \frac{G}{G^*}$$

Los criterios de aceptación o rechazo de un punto caliente son los siguientes:

- $\Delta T_{HS} \geq 100^{\circ}\text{C}$  supone el rechazo automático, incluso si el punto caliente estuviera causado por cualquier tipo de sombra que afectase al módulo FV.
- $\Delta T_{HS} > 20^{\circ}\text{C}$  en ausencia de sombras supone el rechazo automático.

- $10^{\circ}\text{C} \leq \Delta T_{HS} \leq 20^{\circ}\text{C}$  en ausencia de sombras habrá que medir la pérdida efectiva de potencia, entendida como la reducción de la tensión de operación del módulo respecto a otro módulo sin defectos perteneciente a la misma rama en la que está conectado. El módulo FV será rechazado si tal pérdida efectiva de potencia supera el 20%.
- $\Delta T_{HS} < 10^{\circ}\text{C}$  será siempre aceptable

#### 4.2.- Verificación PR

- La realización del ensayo de *PR* consiste en la observación simultánea de las siguientes condiciones de operación: irradiación efectiva en el plano del generador fotovoltaico,  $G_{ef}$  y temperatura de la célula,  $T_C$ ; y en la comparación de la energía estimada, calculada a partir de las condiciones de operación, con la energía real producida, calculada como la diferencia en las lecturas del contador de energía al principio y al final de las pruebas,  $E_{AC,REAL}$
- El generador FV y los sensores de irradiancia deben tener el mismo grado de suciedad durante toda la prueba de *PR*.
- Los registros en condiciones de operación de  $G_{ef}$  y  $T_C$  deben hacerse con una frecuencia de al menos una vez por minuto.
- El valor de *PRELE* viene dado por:

$$PR = \frac{E_{AC,REAL}}{P^* \frac{\Delta t}{G^*} \sum_i G_{ef,i} [1 + \gamma(T_{C,i} - T_C^*)]}$$

donde  $P^*$  es la potencia nominal del generador,  $G^* = 1.000 \text{ W/m}^2$ ,  $T_C^* = 25^{\circ}\text{C}$ ,  $\Delta t$  es la resolución de la medida de datos (1 minuto o menos), "i" es el índice de tiempos para toda la duración del ensayo,  $\gamma$  es el coeficiente de temperatura de la potencia, cuyo valor es negativo y viene indicado por el fabricante del módulo FV. Todos estos parámetros deben tener los mismos valores que se suponen en la evaluación de rendimiento energético llevada a cabo en la fase de diseño del proyecto.

- El resultado del valor de *PR* debe ser igual o mayor que el 80%, en base a las condiciones de simulación expuestas en el presente proyecto.

## 5.- CONCLUSIÓN

Una vez descrito y justificado el presente texto, damos por finalizada la redacción del ANEJO N° 3.- PUESTA EN MARCHA de la Instalación Fotovoltaica del Proyecto de Parque Solar Fotovoltaico Conectado a Red de 4.000,00 kWn y 4.992,00 kWp.

En Cieza, Diciembre de 2022



**ANEJO N° 4**

# **GESTIÓN DE RESIDUOS**

**PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO  
CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE  
4.000,00 kWn y 4.992,00 kWp**



# ÍNDICE

1.- ANTECEDENTES

2.- NORMATIVA

3.- AGENTES INTERVINIENTES

## **3.1.- Identificación**

3.1.2.- Productor de Residuos

3.1.3.- Poseedor de residuos

3.1.4.- Gestor de residuos

## **3.2.- Obligaciones**

3.2.1.- Productor de residuos

3.2.2.- Poseedor de residuos

3.2.3.- Gestor de residuos

4.- IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN GENERADOS EN LA OBRA, CODIFICADOS SEGÚN LA DIRECTIVA 2008/98/CE

5.- ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

6.- MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA OBRA

7.- OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENEREN EN LA OBRA

8.- MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN OBRA

9.- PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

10.- CONCLUSIÓN

## 1.- ANTECEDENTES

En cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD), conforme a lo dispuesto en el Artículo 4 "Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición", el productor de residuos de construcción y demolición deberá cumplir con las siguientes obligaciones:

- Incluir en el Proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.
- En las de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, hacer un inventario de los residuos peligrosos que se generarán, que deberá incluirse e el estudio de gestión; así como prever su retirada selectiva, con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.
- Disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en este real decreto y, en particular, en el estudio de gestión de residuos de la obra o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.
- En el caso de obras sometidas a licencia urbanística, constituir, cuando proceda, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas, la fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra.

## 2.- NORMATIVA

### **Legislación Europea**

- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos.

- Decisión 2014/955/UE, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Directiva 2005/20, de 9 de marzo, por la que se modifica la Directiva 94/62, relativa a los envases y residuos de envases.
- Directiva 2006/21/CE, de 15 de marzo sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas.
- Reglamento (CE) 1013/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de junio de 2006, relativo a los traslados de residuos.

### **Legislación Nacional**

- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE núm. 38, de 13 de febrero de 2008).
- Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, Reglamento de la Ley 11/1997 (BOE núm. 104, de 01.05.98).
- Ley 6/2003, de 20 de marzo, del impuesto de depósito de residuos.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.
- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento de ejecución de la Ley 20/86, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos aprobado mediante Real Decreto 833/1988. (BOE núm. 169, de 5 de julio de 1997).
- Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases (BOE núm. 99, de 25.04.97).
- Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes en el suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Real Decreto 148/12001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

- Real Decreto 679/2006 por el que se regula la gestión de aceites residuales usados.

### 3.- AGENTES INTERVINIENTES

#### **3.1.- Identificación**

<b>Titular</b>
UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ
<b>Proyectista</b>
Pascual Herrera Ramírez

#### 3.1.2.- Productor de Residuos

Según el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, el artículo 2 "Definiciones", se pueden presentar tres casos:

- La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
- La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.
- El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

En el presente Proyecto, se identifica como el productor de los residuos a la UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ con domicilio social en Avenida de la Universidad, s/n. 032202 Elche.

El emplazamiento de la instalación estará ubicado en Ascoy. Polígono Catastral 30. Parcela 10. Subparcelas "a" y "j", perteneciente al termino municipal de Cieza (Murcia).

### 3.1.3.- Poseedor de residuos

En la presente fase del proyecto no se ha determinado el agente que actuará como Poseedor de los Residuos, siendo responsabilidad del Productor de los residuos (Promotor) su designación antes del comienzo de las obras.

### 3.1.4.- Gestor de residuos

Es la persona física o jurídica, o entidad pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones y la de los vertederos, así como su restauración o gestión ambiental de los residuos, con independencia de ostentar la condición de productor de los mismos. Éste será designado por el Productor de los residuos (Promotor) con anterioridad al comienzo de las obras.

## **3.2.- Obligaciones**

### 3.2.1.- Productor de residuos

Debe incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición, que contendrá como mínimo:

- Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por la Directiva 2008/98/CE, de 18 de diciembre, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, o norma que la sustituya.
- Las medidas para la planificación y optimización de la gestión de los residuos generados en la obra objeto del proyecto.
- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos.
- Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los

residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.

- Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

Está obligado a disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el Real Decreto 105/2008 y, en particular, en el presente estudio o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, deberá preparar un inventario de los residuos peligrosos que se generarán, que deberá incluirse en el estudio de gestión de RCD, así como prever su retirada selectiva, con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.

En los casos de obras sometidas a licencia urbanística, el poseedor de residuos, queda obligado a constituir una fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas correspondientes.

### 3.2.2.- Poseedor de residuos

La persona física o jurídica que ejecute la obra - el contratista, además de las prescripciones previstas en la normativa aplicable, está obligado a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación a los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en los artículos 4.1 y 5 del Real Decreto 105/2008 y las contenidas en el presente estudio. El plan presentado y aceptado por la propiedad, una vez aprobado por la dirección facultativa, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización. La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por la Directiva 2008/98/CE, de 18 de diciembre, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos. En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la

cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en la Ley 7/2022.

Mientras se encuentren en su poder, el poseedor de los residuos estará obligado a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos dentro de la obra en que se produzcan. Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma donde se ubique la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y la documentación acreditativa de la gestión de los residuos, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

### 3.2.3.- Gestor de residuos

Además de las recogidas en la legislación específica sobre residuos, el gestor de residuos de

construcción y demolición cumplirá con las siguientes obligaciones:

- En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden la Directiva 2008/98/CE, de 18 de diciembre, o norma que la sustituya, la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.
- Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro mencionado en el punto anterior. La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.
- Extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, en los términos recogidos en este real decreto, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia. Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.
- En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente

y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el productor, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

#### 4.- IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN GENERADOS EN LA OBRA, CODIFICADOS SEGÚN LA DIRECTIVA 2008/98/CE

Todos los posibles residuos generados en la obra de demolición se han codificado atendiendo a la Directiva 2008/98/CE, de 18 de diciembre, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos, según la Lista Europea de Residuos (LER), dando lugar a los siguientes grupos:

RCD de Nivel I: Tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación El Real Decreto 105/2008 (artículo 3.1.a), considera como excepción de ser consideradas como residuos:

- Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas, reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.

RCD de Nivel II: Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

Se ha establecido una clasificación de RCD generados, según los tipos de materiales

<b>RCD de Nivel I</b>
1 Tierras y pétreos de la excavación
<b>RCD de Nivel II</b>
<b>RCD de naturaleza no pétreo</b>
1 Asfalto
2 Madera
3 Metales (incluidas sus aleaciones)
4 Papel y cartón
5 Plástico
6 Vidrio
7 Yeso
8 Basuras
<b>RCD de naturaleza pétreo</b>
1 Arena, grava y otros áridos
2 Hormigón
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos
4 Piedra
<b>RCD potencialmente peligrosos</b>
1 Otros

#### 5.- ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

Se ha estimado la cantidad de residuos generados en la obra, a partir de las mediciones del proyecto, en función del peso de materiales integrantes en los rendimientos de los correspondientes precios de cada unidad de obra, determinando el peso de los restos de los materiales sobrantes (mermas, roturas, despuntes, etc.) y el del embalaje de los productos suministrados.

A partir del peso del residuo, se ha estimado su volumen mediante una densidad aparente definida por el cociente entre el peso del residuo y el volumen que ocupa una vez depositado en el contenedor.

Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

Material	Código LER	Densidad aparente (t/m <sup>3</sup> )	Peso (t)	Volumen (m <sup>3</sup> )
<b>RCD de Nivel I</b>				
1 Tierra y pétreos de la excavación				
Tierra y piedras distintas de la especificadas en el código 17 05 03.	17 05 04	2,02	4,38	2,17
<b>RCD de Nivel II</b>				
RCD de naturaleza no pétreo				
1 Asfalto				
Asfalto.	17 02 08	1,50	0,00	0,00
2 Madera				
Madera.	17 02 01	0,50	0,75	1,50
3 Metales (incluidas sus aleaciones)				
Envases metálicos.	15 01 04	0,60	0,75	1,25
Aluminio.	17 04 02	1,50	2,00	1,33
Hierro y acero.	17 04 05	2,10	2,00	0,95
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	17 04 11	1,50	1,50	1,00
4 Papel y cartón				
Envases de papel y cartón.	15 01 01	0,75	0,50	0,67
5 Plástico				
Plástico.	17 02 03	0,60	0,75	1,25
6 Vidrio				
Vidrio.	17 02 02	1,00	0,13	0,13
7 Yeso				
Residuos no especificados en otra categoría.	08 01 99	0,90	0,00	0,00
Material de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01.	17 08 02	1,00	0,00	0,00
8 Basura				
Materiales de aislamiento distintos de los especificados en el código 17 06 01 y 17 06 03.	17 06 04	0,60	0,25	0,42
Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03.	17 09 04	1,50	2,00	1,33
Residuos biodegradable	20 02 01	1,50	0,25	0,17
Residuos de la limpieza viaria.	20 03 03	1,50	0,00	0,00
RCD de naturaleza pétreo				
1 Arena, grava y otros áridos				
Residuos de grava y rocas trituradas distintos a los mencionados en el código 01 04 07.	01 04 08	1,50	2,00	1,33
Residuos de arena y arcilla.	01 04 09	1,60	1,75	1,09
2 Hormigón				

Material	Código LER	Densidad aparente (t/m <sup>3</sup> )	Peso (t)	Volumen (m <sup>3</sup> )
Hormigón (hormigones, morteros y prefabricados).	17 01 01	1,50	3,75	2,50
<b>3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos</b>				
Ladrillos	17 01 02	1,25	0,50	0,40
Tejas y materiales cerámicos.	17 01 03	1,25	0,50	0,40
Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.	17 01 07	1,25	0,75	0,60
<b>4 Piedra</b>				
Residuos del corte y serrado de piedra distintos a los mencionados en el código 01 04 07.	01 04 13	1,50	0,50	0,33
<b>RCD potencialmente peligrosos</b>				
<b>1 Otros</b>				
Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.	08 01 11	0,90	0,00	0,00

En la siguiente tabla, se exponen los valores del peso y el volumen de RCD, agrupados por niveles y apartados:

Material	Peso (t)	Volumen (m <sup>3</sup> )
<b>RCD de Nivel I</b>		
1 Tierra y pétreos de la excavación	4,38	2,17
<b>RCD de Nivel II</b>		
<b>RCD de naturaleza no pétreo</b>		
1 Asfalto	0,00	0,00
2 Madera	0,75	1,50
3 Metales (incluidas sus aleaciones)	6,25	4,54
4 Papel y cartón	0,50	0,67
5 Plástico	0,75	1,25
6 Vidrio	0,13	0,13
7 Yeso	0,00	0,00
8 Basura	2,50	1,92
<b>RCD de naturaleza pétreo</b>		
1 Arena, grava y otros áridos	3,75	2,43
2 Hormigón	3,75	2,50
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos	1,75	1,40
4 Piedra	0,50	0,33
<b>RCD potencialmente peligrosos</b>		
1 Otros	0,00	0,00

## 6.- MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA OBRA

En la fase de proyecto se han tenido en cuenta las distintas alternativas compositivas, constructivas y de diseño, optando por aquellas que generan el menor volumen de residuos en la fase de construcción y de explotación.

Con el fin de generar menos residuos en la fase de ejecución, el constructor asumirá la responsabilidad de organizar y planificar la obra, en cuanto al tipo de suministro, acopio de materiales y proceso de ejecución. Como criterio general se adoptarán las siguientes medidas para la prevención de los residuos generados en la obra:

- Todos los agentes intervinientes en la obra deberán conocer sus obligaciones en relación con los residuos y cumplir las órdenes y normas dictadas por la Dirección Técnica.
- Todos los elementos de madera se replantearán junto con el oficial de carpintería, con el fin de optimizar la solución, minimizar su consumo y generar el menor volumen de residuos.
- El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones, se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente, evitándose cualquier trabajo dentro de la obra, a excepción del montaje de los correspondientes kits prefabricados.
- Se solicitará de forma expresa a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos publicitarios, decorativos y superfluos.
- Si se realiza la clasificación de los residuos, habrá que disponer de los contenedores más adecuados para cada tipo de material sobrante. La separación selectiva se deberá llevar a cabo en el momento en que se originan los residuos. Si se mezclan, la separación posterior incrementa los costes de gestión.
- Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deberán estar debidamente etiquetados.

- Se impedirá que los residuos líquidos y orgánicos se mezclen fácilmente con otros y los contaminen. Los residuos se deben depositar en los contenedores, sacos o depósitos adecuados.

En el caso de que se adopten otras medidas alternativas o complementarias para la prevención de los residuos de la obra, se le comunicará de forma fehaciente al Director de Obra y al Jefe de Obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo alguno de la calidad de la obra, ni interferirán en el proceso de ejecución de la misma.

#### 7.- OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENEREN EN LA OBRA

El desarrollo de las actividades de valorización de residuos de construcción y demolición requerirá autorización previa del órgano competente en materia medioambiental de la Comunidad Autónoma correspondiente, en los términos establecidos por la legislación vigente en materia de residuos.

La autorización podrá ser otorgada para una o varias de las operaciones que se vayan a realizar, y sin perjuicio de las autorizaciones o licencias exigidas por cualquier otra normativa aplicable a la actividad. Se otorgará por un plazo de tiempo determinado, y podrá ser renovada por periodos sucesivos.

La autorización sólo se concederá previa inspección de las instalaciones en las que vaya a desarrollarse la actividad y comprobación de la cualificación de los técnicos responsables de su dirección y de que está prevista la adecuada formación profesional del personal encargado de su explotación.

En relación al destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorables "in situ", se expresan las características, su cantidad, el tipo de tratamiento y su destino, en la tabla siguiente:

Material	Código LER	Tratamiento	Destino	Peso (t)	Volumen (m3)
<b>RCD de Nivel I</b>					
1 Tierra y pétreos de la excavación					
Tierra y piedra distintas a las especificadas en el código 17 05 03.	17 05 04	Reutilización	Propia obra	4,38	2,17
<b>RCD de Nivel II</b>					
RCD de naturaleza no pétreo					
1 Asfalto					
Asfalto.	17 02 08	Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,00	0,00
2 Madera					
Madera.	17 02 01	Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,75	1,50
3 Metales (incluidas sus aleaciones)					
Envases metálicos.	15 01 04	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RNP	0,75	1,25
Aluminio.	17 04 02	Reciclado	Gestor autorizado RNP	2,00	1,33
Hierro y acero.	17 04 05	Reciclado	Gestor autorizado RNP	2,00	0,95
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	17 04 11	Reciclado	Gestor autorizado RNP	1,50	1,00
4 Papel y cartón					
Envases de papel y cartón.	15 01 01	Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,50	0,67
5 Plástico					
Plástico.	17 02 03	Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,75	1,25
6 Vidrio					
Vidrio.	17 02 02	Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,13	0,13
7 Yeso					
Residuos no especificados en otra categoría.	08 01 99	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RNP	0,00	0,00
Material de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01.	17 08 02	Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,00	0,00
8 Basura					
Materiales de aislamiento distintos de los especificados en el código 17 06 01 y 17 06 03.	17 06 04	Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,25	0,42
Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03.	17 09 04	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RNP	2,00	1,33
Residuos biodegradables.	20 02 01	Reciclado/Vertedero	Planta reciclaje	0,25	0,17
Residuos de la limpieza viaria.	20 03 03	Reciclado/Vertedero	Planta reciclaje RSU	0,00	0,00
RCD de naturaleza pétreo					
1 Arena, grava y otros áridos					
Residuos de grava y rocas trituradas distintos a los mencionados en el código 01 04 07.	01 04 08	Reciclado	Planta reciclaje RCD	2,00	1,33

Material	Código LER	Tratamiento	Destino	Peso (t)	Volumen (m3)
Residuos de arena y arcilla.	01 04 09	Reciclado	Planta reciclaje RCD	1,75	1,09
<b>2 Hormigón</b>					
Hormigón (hormigones, morteros y prefabricados).	17 01 01	Reciclado/Vertedero	Planta reciclaje RCD	3,75	2,50
<b>3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos</b>					
Ladrillos.	17 01 02	Reciclado	Planta reciclaje RCD	0,50	0,40
Tejas y materiales cerámicos.	17 01 03	Reciclado	Planta reciclaje RCD	0,50	0,40
Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.	17 01 07	Reciclado/Vertedero	Planta reciclaje RCD	0,75	0,60
<b>4 Piedra</b>					
Residuos del corte y serrado de piedra distintos a los mencionados en el código 01 04 07.	01 04 13	Sin tratamiento específico	Restauración / Vertedero	0,50	0,33
<b>RCD potencialmente peligrosos</b>					
<b>1 Otros</b>					
Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.	08 01 11	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs	0,00	0,00
Notas: RCD: Residuos de construcción y demolición RSU: Residuos sólidos urbanos RNPs: Residuos no peligrosos RPs: Residuos peligrosos					

## 8.- MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN OBRA

Los residuos de construcción y demolición se separarán en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Madera: 1 t
- Metales (incluidas sus aleaciones): 2 t
- Papel y cartón: 0,5 t
- Plástico: 0,5 t
- Vidrio: 1 t
- Hormigón: 80 t
- Ladrillos, tejas y materiales cerámicos: 40 t

En la tabla siguiente se indica el peso total expresado en toneladas, de los distintos tipos de residuos generados en la obra objeto del presente estudio, y la obligatoriedad o no de su separación in situ.

Tipo de residuo	Total residuo Obra	Umbral según Norma	Separación "In situ"
	Peso (t)	Peso (t)	
Madera	0,75	1,00	No obligatoria
Metales (incluidas sus aleaciones)	6,25	2,00	Obligatoria
Papel y cartón	0,50	0,50	Obligatoria
Plástico	0,75	0,50	Obligatoria
Vidrio	0,13	1,00	No obligatoria
Hormigón	3,75	80,00	No obligatoria
Ladrillos, tejas y materiales cerámicos	1,75	40,00	No obligatoria

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

Si por falta de espacio físico en la obra no resulta técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el artículo 5. "Obligaciones del poseedor de residuos de construcción y demolición" del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma donde se ubica la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

## 9.- PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Aquellos residuos valorizables, como maderas, plásticos, chatarra, etc., se depositarán en contenedores debidamente señalizados y segregados del resto de residuos, con el fin de facilitar su gestión.

Los contenedores deberán estar pintados con colores vivos, que sean visibles durante la noche, y deben contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro, figurando de forma clara y legible la siguiente información:

- Razón social
- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.)
- Número de teléfono del titular del contenedor/envase
- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

Dicha información deberá quedar también reflejada a través de adhesivos o placas, en los envases industriales u otros elementos de contención.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas pertinentes para evitar que se depositen residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo, con el fin de evitar el depósito de restos ajenos a la obra y el derramamiento de los residuos.

En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD.

Se deberán cumplir las prescripciones establecidas en las ordenanzas municipales, los requisitos y condiciones de la licencia de obra, especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de

reciclaje o deposición, debiendo el constructor o el jefe de obra realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, considerando las posibilidades reales de llevarla a cabo, es decir, que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.

El constructor deberá efectuar un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCD presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final. En el caso de que los residuos se reutilicen en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos o peligrosos de los materiales plásticos, restos de madera, acopios o contenedores de escombros, con el fin de proceder a su adecuada segregación.

Los residuos que contengan amianto cumplirán los preceptos dictados por el Real Decreto 108/1991, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto (artículo 7.), así como la legislación laboral de aplicación. Para determinar la condición de residuos peligrosos o no peligrosos, se seguirá el proceso indicado en la Directiva 2008/98/CE, de 18 de diciembre. Lista de Residuos. Punto 6.

## 10.- CONCLUSIÓN

Una vez descrito y justificado el presente texto, damos por finalizada la redacción del ANEJO N° 4.- GESTIÓN DE RESIDUOS de la Instalación Fotovoltaica del Proyecto de Parque Solar Fotovoltaico Conectado a Red de 4.000,00 kWn y 4.992,00 kWp.

En Cieza, Diciembre de 2022

**ANEJO N° 5**

**ESTUDIO DE VIABILIDAD**

**PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO  
CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE  
4.000,00 kWn y 4.992,00 kWp**



## ÍNDICE

- 1.- PARÁMETROS DE DEFINICIÓN
- 2.- ENERGÍA GENERADA DURANTE UN EJERCICIO
- 3.- INGRESOS ANUALES ESTIMADOS
- 4.- GASTOS ANUALES DE EXPLOTACIÓN
- 5.- PRESUPUESTO DE INVERSIÓN
- 6.- CONCLUSIÓN

### ANEJOS

PROYECCIÓN FINANCIERA A 20 AÑOS



## **1.-PARÁMETROS DE DEFINICIÓN**

El presente Estudio de Viabilidad para la instalación de la Central Solar Fotovoltaica, tiene los siguientes parámetros de definición:

Tipo de instalación: Seguidores a 1 eje  
Vida útil del parque: 20 años  
Potencia instalado: 4.992,00 kWp  
Producción: 10.491,00 MWh/año  
Precio de venta de la energía: 42,00 €/MWh  
Ingresos anuales estimados: 440.622,00 €  
Gastos mantenimiento y explotación: 110.156,00€  
Coste de la inversión: 3.713.498,46 €

## **2.-ENERGÍA GENERADA DURANTE UN EJERCICIO**

### **Datos Geográficos y Climatológicos**

Ciudad: Cieza  
Provincia: Murcia  
Altitud s.n.m.(m): 272  
Longitud (°): -1,41 W  
Latitud (°): 38,28 °N  
Zona Climática: V

### **Potencia Pico Instalada "P"**

Nº módulos: 8.320  
Nº Inversores: 20  
P (kWp): 4.992  
Energía producida (MWh/año): 10.491  
Producción específica (h): 2.101  
Rendimiento: 86,70 %

### **3.-INGRESOS ANUALES ESTIMADOS**

Para el cálculo de los ingresos obtenidos por el Parque Solar Fotovoltaico en el periodo de un ejercicio, se ha tomado como datos.

#### **Precio contratado con comercializadora.**

El precio contratado por 20 años es de 42 €/MWh.

#### **Ingresos estimados**

Los ingresos estimados durante un ejercicio ascienden a la cantidad de CUATROCIENTOS CUARENTA MIL SEISCIENTOS VEINTIDOS EUROS (440.622,00 €)

Ingresos = Energía Generada x Precio contratado con comercializadora

$$\text{Ingresos} = 10.491,00 \times 42,00 = \underline{\underline{440.622,00 \text{ €}}}$$

### **4.- GASTOS ANUALES DE EXPLOTACIÓN**

Los gastos anuales del Parque Solar Fotovoltaico asciende a la cantidad de CIENTO DIEZ MIL CIENTO CINCUENTA Y SEIS EUROS (110.156,00 €), siendo :

Descripción	Importe (€)
Mantenimiento (Seguro, Vigilancia, etc)	110.156,00
	<b>110.156,00</b>

### **5.- PRESUPUESTO DE INVERSIÓN**

El presupuesto de ejecución por de Contrata del Parque Solar Fotovoltaico asciende a la cantidad de TRES MILLONES SETECIENTOS TRECE MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS CON CUARENTA Y SEIS CENTIMOS (3.713.498,46 €) siendo :

Descripción	Importe (€)
Actuaciones previas	69.833,55
Obra civil	93.365,20
Planta Solar Fotovoltaica	2.572.407,12
Instalación Media Tensión	44.049,49
Centro de Transformación	219.515,91
Centro de Maniobra y Medida	69.898,72
Instalación Servicios Auxiliares	40.685,88
Gestión de Residuos	2.128,08
Plan de Calidad	9.702,99
GG + BI	592.911,52
	3.713.498,46

## **6.- CONCLUSIÓN**

Para un periodo de 20 años los resultados son los siguientes.

**Rentabilidad Inversión Proyecto (TIR) es del 6,26 %.**

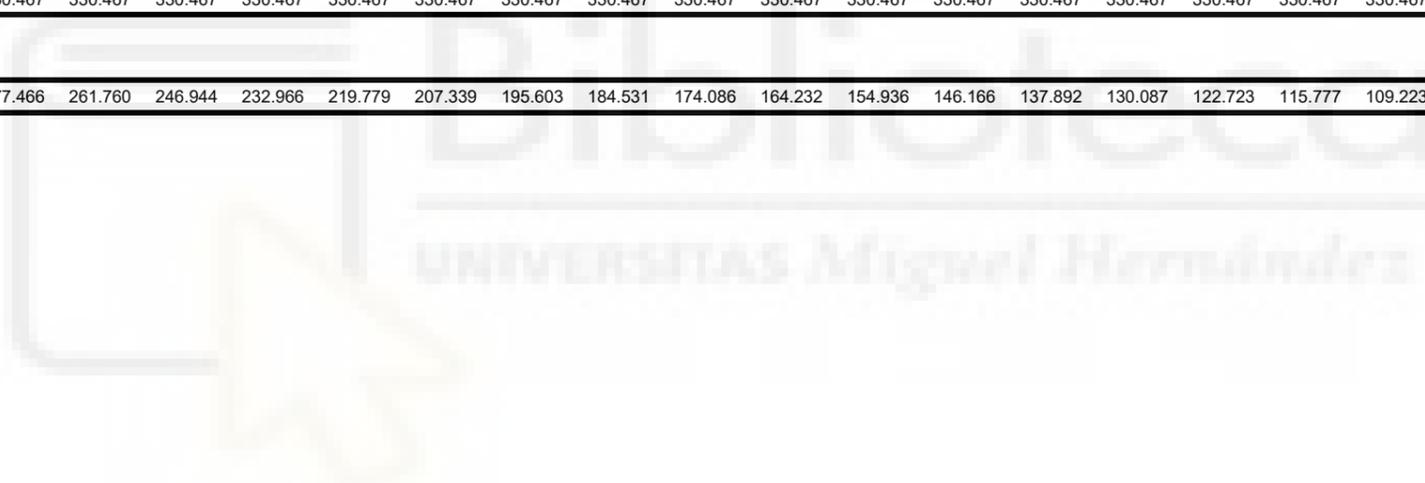
**Valor Actual Neto (VAN) es de 77.926,00 € a 20 Años.**

Por lo tanto, se determina que el estudio de la inversión es viable.

En Cieza, Diciembre de 2022

**PROYECCION FINANCIERA DEL PROYECTO DE INVERSIÓN EN ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA**  
**Instalación solar fotovoltaica de 4.000 KWn y 4.992 KWp**

Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Activo Bruto	3.712.498																					
Ingresos		440.622	440.622	440.622	440.622	440.622	440.622	440.622	440.622	440.622	440.622	440.622	440.622	440.622	440.622	440.622	440.622	440.622	440.622	440.622	440.622	440.622
Gastos de mantenimiento, seguro y vigilancia		110.156	110.156	110.156	110.156	110.156	110.156	110.156	110.156	110.156	110.156	110.156	110.156	110.156	110.156	110.156	110.156	110.156	110.156	110.156	110.156	110.156
Beneficio Bruto		330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467
Cash-flow	-3.712.498	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467	330.467
Rentabilidad inversión Proyecto (TIR)		6,26%																				
Valor Actual Neto por años (VAN)		311.761	294.114	277.466	261.760	246.944	232.966	219.779	207.339	195.603	184.531	174.086	164.232	154.936	146.166	137.892	130.087	122.723	115.777	109.223	103.041	
Valor Actual Neto Total 20 Años (VAN)		77.926																				



**DOCUMENTO N° 2**  
**PLIEGO DE CONDICIONES**

**PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO  
CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE  
4.000,00 kWn y 4.992,00 kWp**



TÉRMINO MUNICIPAL DE CIEZA (MURCIA)

AUTOR

**PASCUAL HERRERA RAMÍREZ**

DICIEMBRE 2022

# ÍNDICE

- 1.- CONDICIONES GENERALES
- 2.- DOCUMENTOS DEL PROYECTO
- 3.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS
- 4.- NORMATIVA LEGAL
  - 4.1.- Normativa particular para componentes de instalaciones fotovoltaicas**
  - 4.2.- Legislación referente al sector eléctrico**
  - 4.3.- Legislación referente a gestión de residuos y protección del medio**
  - 4.4.- Legislación referente a seguridad y salud**
- 5.- DISPOSICIONES GENERALES
  - 5.1.- Representantes del promotor y el contratista**
    - 5.1.1.- Dirección de obra
    - 5.1.2.- Inspección de las obras
    - 5.1.3.- Representante del contratista
    - 5.1.4.- Partes e informes
    - 5.1.5.- Ordenes al contratista
    - 5.1.6.- Diario de las obras
  - 5.2.- Dirección, inspección y vigilancia de las obras**
  - 5.3.- Responsabilidad del contratista**
  - 5.4.- Ensayos, control, mantenimiento y vigilancia**
    - 5.4.1.- Ensayos
    - 5.4.2.- Control de Calidad
    - 5.4.3.- Puesta en Marcha
    - 5.4.4.- Mantenimiento
    - 5.4.5.- Verificaciones
  - 5.5.- Gastos de replanteo y liquidación**
  - 5.6.- Plazo de ejecución**
  - 5.7.- Programa de trabajo**
  - 5.8.- Alteración y/o limitaciones del programa de trabajo**

# ÍNDICE

## **5.9.- Ejecución de las obras**

5.9.1.- Balizamiento, señalización y daños inevitables durante la ejecución de las obras

5.9.2.- Replanteo de las obras

5.9.3.- Obras auxiliares

5.9.4.- Obras mal ejecutadas

## **5.10.- Recepción, plazo de garantía**

## **5.11.- Servicios afectados**

## **5.12.- Limpieza de las obras**

## **5.13.- Seguridad y salud en el trabajo**

## **5.14.- Vertederos**

## **5.15.- Condicionantes medioambientales**

## **5.16.- Materiales**

5.16.1.- Procedencia

5.16.2.- Examen y ensayo

5.16.3.- Transporte y acopio

5.16.4.- Objeciones

5.16.5.- Materiales no especificados en este pliego

## **5.17.- Medición y abono**

5.17.1.- Conceptos incluidos en el precio de las unidades

5.17.2.- Retenciones en el abono de las obras e instalaciones sujetas a prueba

5.17.3.- Gastos de carácter general a cargo del contratista

5.17.4.- Gastos de ensayos y pruebas

5.17.5.- Abono de servicios afectados

5.17.6.- Relación valorada y certificación

5.17.7.- Otras unidades

5.17.8.- Tasas, cánones y permisos

5.17.9.- Tramitación y legalización de instalaciones

# ÍNDICE

## 6.- CONDICIONES TÉCNICAS DE LA OBRA CIVIL

### **6.1.- Condiciones generales para todas las unidades de obra**

### **6.2.- Despeje y desbroce del terreno**

6.2.1.- Definición

6.2.2.- Condiciones generales

6.2.3.- Ejecución

6.2.4.- Medición y abono

### **6.3.- Excavaciones de zanjas, vaciados y cimientos**

6.3.1.- Definición

6.3.2.- Ejecución

6.3.3.- Medición y abono

### **6.4.- Entibaciones**

6.4.1.- Definición

6.4.2.- Condiciones generales

6.4.3.- Ejecución

6.4.4.- Medición y abono

### **6.5.- Rellenos de zanjas**

6.5.1.- Definición

6.5.2.- Condiciones generales

6.5.3.- Materiales

6.5.4.- Ejecución

6.5.5.- Pruebas y ensayos

6.5.6.- Medición y abono

### **6.6.- Carga y transporte de tierras**

6.6.1.- Definición

6.6.2.- Ejecución

6.6.3.- Medición y abono

### **6.7.- Hormigones**

6.7.1.- Definición

6.7.2.- Obras de fábrica de hormigón en masa

6.7.3.- Ejecución de las obras de hormigón armado

# ÍNDICE

## **6.8.- Encofrados**

- 6.8.1.- Definición
- 6.8.2.- Construcción y montaje
- 6.8.3.- Medición y abono

## **6.9.- Armaduras de acero**

- 6.9.1.- Definición
- 6.9.2.- Condiciones generales
- 6.9.3.- Ensayos
- 6.9.4.- Medición y abono

## **6.10.- Marcos prefabricados de hormigón armado**

- 6.10.1.- Definición
- 6.10.2.- Condiciones generales
- 6.10.3.- Ejecución
- 6.10.4.- Medición y abono

## **6.11.- Obras de fábrica**

- 6.11.1.- Fábricas de bloques de hormigón
- 6.11.2.- Fábricas de bloques de ladrillo

## **6.12.- Enlucidos**

## **6.13.- Otras fábricas y trabajos**

## **6.14.- Arquetas y pozos de registro**

## **6.15.- Excavación**

- 6.15.1.- Definición
- 6.15.2.- Clasificación de las excavaciones
- 6.15.3.- Ejecución
- 6.15.4.- Medición y abono

## **6.16.- Perfilado y refino de taludes**

- 6.16.1.- Definición
- 6.16.2.- Ejecución

## **6.17.- Carpintería metálica**

- 6.17.1.- Medición y abono

# ÍNDICE

## **6.18.- Cercados metálicos**

6.18.1.- Definición y ámbito de aplicación

6.18.2.- Materiales

6.18.3.- Ejecución de las obras

6.18.4.- Medición y abono

## **7.- CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA**

### **7.1.- Definición**

### **7.2.- Condiciones generales**

### **7.3.- Garantías**

### **7.4.- Módulos fotovoltaicos**

### **7.5.- Estructura soporte**

### **7.6.- Inversores**

### **7.7.- Cableado**

### **7.8.- Cajas de conexiones**

### **7.9.- Elementos de medida**

7.9.1.- Sistemas de monitorización

### **7.10.- Elementos de conexión a red**

### **7.11.- Armónicos y compatibilidad electromagnética**

### **7.12.- Aparata de protección**

7.12.1.- Cuadros eléctricos

7.12.2.- Interruptores magnetotérmicos

7.12.3.- Fusibles

7.12.4.- Interruptores diferenciales

7.12.5.- Seccionadores

7.12.6.- Embarrados

7.12.7.- Prensaestopas y etiquetas

7.12.8.- Elementos de puesta a tierra

### **7.13.- Medidas de seguridad**

### **7.14.- Control de materiales específicos de obra**

### **7.15.- Criterios de medición**

# ÍNDICE

## 8.- PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

### **8.1.- Generador fotovoltaico**

8.1.1.- Generalidades

8.1.2.- Orientación e inclinación y sombras

### **8.2.- Instalación de baja tensión**

8.2.1.- Generalidades

8.2.2.- Materiales

8.2.3.- Ejecución de las obras

### **8.3.- Instalación de media tensión 20 kV**

8.3.1.- Líneas de media tensión

8.3.2.- Centros de transformación

### **8.4.- Sistema de monitorización**

### **8.5.- Estación metereológica**

### **8.6.- Medición y abono**

## 9.- MATERIALES NO ESPECIFICADOS EN ESTE PLIEGO

## 10.- CONCLUSIONES

### **10.1.- Contradicciones y omisiones del proyecto**

### **10.2.- Declaración de obra completa**

### **10.3.- Representantes de la administración del contratista**

## 11.- CONCLUSIÓN

## 1.- CONDICIONES GENERALES

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas regula todos aquellos trabajos de los diferentes oficios necesarios para la ejecución del proyecto de Parque solar fotovoltaico conectado a red, incluidos todos los materiales y medios auxiliares, así como la definición de la normativa legal a que están sujetos todos los procesos y las personas que intervienen en la obra y el establecimiento previo de unos criterios y medios con que puedan estimar y valorar las obras a realizar.

## 2.- DOCUMENTOS DEL PROYECTO

El presente Pliego de Prescripciones, junto con las Memoria del Proyecto, Estudio de Seguridad y Salud , Presupuesto y Planos, son los documentos que han de servir de base para la realización de las obras. Documentos complementarios serán el Libro de Órdenes y Asistencia en el que la Dirección Técnica, que podrá fijar cuantas Órdenes crea oportunas para la mejor realización de las obras, y todos los planos o documentos de obra que a lo largo de la misma vaya suministrando la Dirección Técnica.

## 3.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

El proyecto consiste en la instalación de una planta fotovoltaica fotovoltaica con conexión a red de generación de energía eléctrica, que permite el aprovechamiento de la energía solar a partir de células fotoeléctricas para transformar la energía procedente del sol en electricidad.

La célula fotoeléctrica es la unidad más pequeña de generación de la planta. Diversas células componen un panel o módulo fotovoltaico. La totalidad de paneles fotovoltaicos, unidos en combinaciones de series y paralelos, componen la parte generadora (denominada generador fotovoltaico) de la instalación.

Los paneles se montan en suelo sobre estructuras con seguidores a 1 eje.

La electricidad, generada como corriente continua en el generador fotovoltaico, es conducida a un inversor cuyas funciones principales son:

- Transformar la corriente continua en alterna.
- Conseguir el mayor rendimiento del campo fotovoltaico.
- Actuar como protección (Tensión fuera de rango, frecuencia inadecuada, cortocircuitos, baja potencia de paneles fotovoltaicos, sobretensiones, etc.)

El funcionamiento de los inversores es totalmente automático. A partir de que los módulos solares generan potencia suficiente, la electrónica de potencia implementada en el inversor supervisa la tensión, la frecuencia de red y la producción de energía.

Los inversores trabajan de forma que toman la máxima potencia posible (seguimiento del punto de máxima potencia) de los módulos solares. Cuando la radiación solar que incide sobre los paneles no es suficiente para suministrar corriente a la red, el inversor deja de funcionar.

Se han respetado las distancias de separación necesarias para minimizar las sombras, siendo necesario para ello evaluar las pendientes del terreno en cada punto de colocación encontrando un pitch que da solución a todas las calles en 6,00 metros.

Se proyecta realizar las siguientes actuaciones:

### **Limpieza y preparación del terreno**

Se ha considerado la limpieza de todo el recinto de la parcela gestionando adecuadamente los residuos y el desbroce de aquellas zonas donde irán ubicadas las estructuras que soportan los módulos fotovoltaicos, los viales internos y aquellas zonas donde se instalen casetas (tanto provisionales como permanentes) así como las zonas donde se ubiquen los centros de transformación.

### **Movimiento de tierras**

El movimiento de tierras será el mínimo necesario para la correcta instalación de todas las estructuras fotovoltaicas dentro de sus tolerancias, de tal manera que el impacto sobre las condiciones existentes del terreno sea mínimo.

Se mantendrán las pendientes e hidrología existentes y se evitarán las acumulaciones de agua, permitiendo así la correcta evacuación de las aguas pluviales de escorrentía mediante la ejecución de los drenajes adecuados.

En cualquier caso, se harán los mínimos movimientos de tierras necesarios para adecuarlo a su utilización y conforme al posterior informe hidrológico.

### **Viales**

Los viales internos serán del ancho suficiente para permitir el acceso a todos los centros de transformación de la planta y a la caseta de servicios auxiliares.

La sección tipo considerada consta de una capa de 20cm de suelo seleccionado compactado al 98% del Proctor modificado.

El acceso a la planta se realizará mediante los viales existentes en la zona y, en caso de ser necesario, éstos se acondicionarán para garantizar el correcto acceso de vehículos pesados a la obra, considerando el tonelaje y los radios de giro.

La anchura mínima será de 3,50 metros.

### **Sistema de drenaje**

El diseño del sistema de drenaje se abordará estrechamente ligado con el movimiento de tierras y explanaciones, en caso de tener que llevarlas a cabo.

Se tratará de aprovechar al máximo las líneas de flujo principal existentes, modificándolas o reordenándolas, diseñando y dimensionando cada uno de los

elementos de drenaje que garanticen una correcta y óptima evacuación de aguas.

### **Vallado perimetral cinegético**

El cerramiento perimetral exterior se realizará rodeando la parcela donde se va a disponer el parque solar fotovoltaico.

Para ello, se construirá un cerramiento perimetral a base de malla cinegética, formada con alambres horizontales y verticales de acero de alta resistencia y galvanizado triple reforzado (galvanizados al fuego y triple capa de cinc) que le confiera una larga duración. Los alambres verticales se sujetarán a los horizontales mediante nudos tipo bisagra.

### **Zanjas y arquetas**

El tendido de cable, tanto de baja tensión como de media tensión, se realizará mediante zanjas, las cuales serán excavadas mediante medios mecánicos y sus dimensiones y detalles constructivos cumplirán con la normativa vigente de aplicación.

Los cables dentro de las zanjas irán directamente enterrados o bajo tubo, según el tipo de cable.

### **Estructura soporte**

Se procederá a la colocación de la estructura metálica de acero galvanizado con seguidor solar a 1 eje hincada directamente al suelo.

Tras la colocación de la estructura se procederá a ensamblar los herrajes de fijación de los módulos, estos se montarán sobre carriles metálicos.

### **Montaje de módulos**

Se colocarán los módulos fotovoltaicos sobre la estructura fijándolos debidamente a la misma.

Los módulos serán conexiónados formando los strings conforme plano de conexiónado.

### **Montaje eléctrico de baja tensión**

Se colocarán los inversores, así como las protecciones de baja tensión en las ubicaciones definidas en la planimetría.

Se dispondrá la red equipotencial de tierras en las zanjas realizadas y se cubrirá según detalle de zanja.

Se procederá al cableado de CC desde los terminales de los strings hasta el inversor previa colocación de tubos de canalización o discurriendo dentro de la perfilera metálica de la estructura.

Se procederá al cableado de CA desde el inversor hasta el cuadro de protección de alterna.

Se llevará a cabo el relleno de zanjas en la capa de CA.

Se procederá al conexiónado de inversores y cuadros de baja tensión.

### **Montaje eléctrico de media tensión**

Se procederá al montaje de los centros de transformación que serán edificios prefabricados.

Se llevará a cabo el tendido del cableado de media tensión a 20 kV sobre las zanjas preparadas para tal fin.

Se procederá al conexiónado entre las celdas de los centros de transformación y el centro de maniobra y medida.

### **Instalación de puesta a tierra**

Se procederá al conexionado de la puesta a tierra de todos los elementos de la instalación según plano de distribución de tierras.

### **Instalación de red de comunicaciones y servicios auxiliares**

El sistema de control y monitorización de la instalación debe mostrar y almacenar una serie de datos relacionados con el estado de la instalación en cualquier momento.

Los servicios auxiliares que dispondrá la planta fotovoltaica serán: Monitorización, Videovigilancia y seguridad Alumbrado y Climatización sala de servicios auxiliares.

### **Instalación de sistemas de seguridad y vigilancia**

Se instalará un sistema de seguridad perimetral en el parque solar, consistente en un sistema de detección perimetral CCTV y video análisis.

## **4.- NORMATIVA LEGAL**

Este Pliego comprende las condiciones que son preceptivas en la ejecución de las obras descritas en este Proyecto. Además del presente Pliego, y siempre que no vayan en contra de sus artículos, será también de aplicación la siguiente normativa, la cual se enumera agrupada según materias y áreas de estudio.

### **4.2.- Normativa particular para componentes de instalaciones fotovoltaicas**

Todos los componentes de la instalación fotovoltaica deben cumplir las normativas nacionales e internacionales, garantizando la calidad, la integridad y un rendimiento óptimo después de su instalación. Particularmente deberán cumplir con:

- IEC 61215 Crystalline Silicon Terrestrial Photovoltaic Modules: Design Qualification and Type approval.

- IEC 61730 Photovoltaic Module Safety Qualification.
- IEC 60364-7-712 Electrical Installations of Buildings – Part 7-712: Requirements for Special Installations or Locations Solar Photovoltaic (PV) Power Supply Systems.

Los aparatos más generales (líneas eléctricas, cables, medidores de energía, edificios y sistemas de protección) deben cumplir con la normativa nacional vigente. Particularmente relevantes son:

- IEC 601000-3-2-3 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current  $\leq 16$  A per phase).
- IEC 61727 Photovoltaic (PV) systems - Characteristics of the utility interface IEC 62305-1:2010 Protection against lightning. Part 1: General principales.
- IEC 62305-4 Protection against lightning. Part 4: Electrical and electronic systems within structures.
- IEC 60309-1 Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes – Part 1: General requirements.
- EN 1991 Eurocode 1: Actions on structures.

Otras normas que deben tenerse en cuenta, especialmente en los procedimientos de control de calidad, son:

- IEC 62446-1:2016 Photovoltaic (PV) systems – Requirements for testing, documentation and maintenance – Part 1: Grid connected systems – Documentation, commissioning tests and inspection.
- IEC 61829:2015 Photovoltaic (PV) array: On-site measurement of I-V characteristics.
- IEC 60891 Photovoltaic devices – Procedures for temperatures and irradiance corrections to measured I-V characteristics
- IEC 61853-1 Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating: Part1: Irradiance and temperature performance measurement and power rating.

- IEC 60904-1 Photovoltaic devices – Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics
- IEC 60904-2 Photovoltaic devices - Part 2: Requirements for photovoltaic reference devices.
- IEC 60904-4 Photovoltaic devices - Part 4: Reference solar devices - Procedures for establishing calibration traceability.
- IEC 60904-5 Photovoltaic devices - Part 5: Determination of the equivalent cell temperature (ECT) of photovoltaic (PV) devices by the open-circuit voltage method.
- IEC 60904-14 Photovoltaic devices – Part 14. Outdoor infrared thermography of photovoltaic modules and plants (proposed IEC 60904-14 or alternatively IEC 60904-12-2).

#### **4.2.- Legislación referente al sector eléctrico**

- Orden de 12 de abril de 1999 por la que se dictan las instrucciones técnicas complementarias al reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsitos de Energía Eléctrica.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Orden de 25 de abril de 2001, de la Consejería de Tecnologías, Industria y Comercio, por la que se establecen procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica de tensión superior a 1 kV, por los que se regulan los procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica a tramitar por Región de Murcia y su régimen de revisión e inspección.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en

Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Real Decreto 337/2014 de 9 de Mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Orden de 23 de marzo de 2004, de la Consejería de Economía, Industria e Innovación, por la que se regula el procedimiento de priorización de acceso y conexión a la red eléctrica para evacuación de energía de las instalaciones de producción en régimen especial.
- Real decreto 1454/2005, de 2 de diciembre, por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico. (Modifica el RO 2019/1997, el RO 1955/2000, el RO 1164/2001, el RO 2018/1997, el RO 143512002 y el RO 436/2004).
- Ley 17/2007, de 4 de julio, por el que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a los dispuestos en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad.
- Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del sector Eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Ley 18/2014, de 15 de octubre, de aprobación de medidas urgentes para el crecimiento, la competitividad y la eficiencia.
- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- Real Decreto 15/2018 de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.

- Real Decreto-Ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- Real decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Circular 2/2001, de 20 de enero, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología y condiciones del acceso y de la conexión a las redes de transporte y distribución de las instalaciones de producción de energía eléctrica.
- Real Decreto-Ley 6/2022, de 29 de marzo, por el que se adoptan medidas urgentes en el marco del Plan nacional de respuesta a las consecuencias económicas y sociales de la guerra de ucrania.
- Normas UNE de obligado cumplimiento.
- Normas particulares de la empresa distribuidora.

#### **4.3.- Legislación referente a gestión de residuos y protección del medio**

- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Decisión 2014/955/UE, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE núm. 38, de 13 de febrero de 2008).
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental
- Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes en el suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.

- Real Decreto 148/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

En general, cuantas prescripciones figuran en los Reglamentos, Normas, Instrucciones y Pliegos Oficiales, vigentes durante el periodo de ejecución de las obras, que guarden relación con las mismas.

Asimismo, y con carácter general, la entidad adjudicataria queda obligada a respetar y cumplir cuantas disposiciones vigentes guarden relación con las obras del Proyecto, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas, así como las referentes a protección a la Industria Nacional y Leyes Sociales (Accidentes de Trabajo, Retiro Obrero, Subsidio Familiar, Seguro de Enfermedad, Seguridad en el Trabajo, etc.).

Si de la aplicación conjunta de los Pliegos y Disposiciones anteriores surgiesen discrepancias para el cumplimiento de determinadas condiciones o conceptos inherentes a la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a las especificaciones del presente Pliego, y sólo en el caso de que aun así existiesen contradicciones, aceptará la interpretación del promotor, siempre que no se modifiquen sustancialmente las bases económicas establecidas en los precios contratados, ya que de ocurrir esto, ha de formalizarse el oportuno acuerdo contradictorio.

## 5.- DISPOSICIONES GENERALES

### **5.1.- Representantes del promotor y el contratista**

#### 5.1.1.- Dirección de obra

Corresponde exclusivamente a la Dirección de Obra la interpretación técnica del proyecto y la consiguiente expedición de órdenes complementarias, gráficas o escritas, para el desarrollo del mismo.

La Dirección de la Obra podrá ordenar, antes de la ejecución de las mismas, las modificaciones de detalle del proyecto que crea oportunas, siempre que no

alteren las líneas generales de éste, no excedan de la garantía técnica exigida y sean razonablemente aconsejadas por eventualidades surgidas durante la ejecución de los trabajos, o por mejoras que se crea conveniente introducir. Las reducciones de obras que puedan originarse serán aceptadas por el Contratista.

También corresponde a la Dirección de Obra determinar cuándo, a instancias del Contratista, puedan sustituirse materiales de difícil adquisición por otros de utilización similar, aunque de distinta calidad o naturaleza, y fijar la alteración de precios unitarios que en tal caso estime razonable. En este sentido, el Contratista no podrá realizar la menor alteración en las partes o materiales determinados por el proyecto sin autorización escrita de la Dirección de Obra.

#### 5.1.2.- Inspección de las obras

El Contratista proporcionará al Director, o a sus subalternos, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas o ensayos de materiales de todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego de Condiciones Técnicas, permitiendo y facilitando el acceso tanto a los documentos como a todas aquellas partes de las obras, incluso a las fábricas o talleres en que se produzcan materiales o se realicen trabajos para las obras, que la Dirección estime conveniente.

#### 5.1.3.- Representante del contratista

Una vez adjudicadas definitivamente las obras, el Contratista designará una persona que asuma la dirección de los trabajos que se ejecuten y que actúe como representante suyo ante el promotor a todos los efectos que se requieran durante la ejecución de las obras.

Previamente al nombramiento de su representante, el Contratista deberá someterlo a la aprobación de la Dirección de Obra. Dicho representante deberá residir en un punto próximo a los trabajos, y no podrá ausentarse sin ponerlo en

conocimiento de la Dirección de Obra.

Como tal representante actuará un técnico titulado competente.

#### 5.1.4.- Partes e informes

El Contratista queda obligado a suscribir con su conformidad o reparos, los partes o informes establecidos para las obras, siempre que sea requerido para ello.

#### 5.1.5.- Ordenes al contratista

Las órdenes al Contratista serán dadas verbalmente o por escrito, estando estas numeradas correlativamente. Aquél quedará obligado a firmar el recibo en el duplicado de la obra.

#### 5.1.6.- Diario de las obras

A partir de la orden de iniciación de las obras, se abrirá por parte de la Dirección de Obra un libro en el que se hará constar, cada día de trabajo, las incidencias ocurridas en la obra, haciendo referencia expresa a las consultas o aclaraciones solicitadas por el Contratista, y las órdenes dadas a éste.

### **5.2.- Dirección, inspección y vigilancia de las obras**

El Contratista de las obras deberá atender con solicitud todas cuantas órdenes dicte la Dirección de Obra bien sea directamente o por medio de personal de inspección y vigilancia a sus órdenes. Toda propuesta de la Contrata que suponga modificaciones del proyecto o de sus precios o condiciones, que no sean aceptadas por escrito por la Dirección Facultativa de la obra, presupone que ha sido rechazada.

### **5.3.- Responsabilidad del contratista**

Los permisos y licencias que se requieran para el buen desarrollo y conclusión de la obra, tales como las correspondientes a instalaciones eléctricas, acometidas de agua, etc. deberán ser gestionadas por el Contratista, el cual

también correrá con los costes que ello conlleve.

También será responsabilidad del Contratista la elaboración de los informes, memorias, etc. que puedan exigir los organismos competentes para permitir el normal desarrollo de la obra.

En el caso de que se requiera la Asistencia Técnica o la Dirección en la ejecución de estas tareas, y siempre y cuando no sean determinados por el organismo responsable, ésta la ejercerá la Dirección de Obra o persona por ella designada.

Como se estipula anteriormente, el Adjudicatario deberá obtener todos los permisos que se precisan para la ejecución de las obras, exceptuando aquellos que por su naturaleza o rango (autorizaciones para disponer de los terrenos ocupados por las obras del Proyecto, servidumbres permanentes, etc.), sean de competencia del promotor.

La señalización de las obras durante su ejecución, será de cuenta del Contratista, efectuándola de acuerdo con la Instrucción 8.3 IC (BOE 18/9/97). Asimismo, está obligado a balizar y señalar extremando la medida, incluso estableciendo vigilancia permanente, aquellas que por su peligrosidad puedan ser motivo de accidente, en especial las zanjas abiertas y obstáculos en carreteras y calles, siendo también de cuenta del Contratista las indemnizaciones y responsabilidades que hubiera lugar por perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de accidentes debidos a una señalización insuficiente o defectuosa.

El Contratista, bajo su responsabilidad y a sus expensas, asegurará el tráfico en todo momento durante la ejecución de las obras, bien por las carreteras y calles existentes o desviaciones que sean necesarias atendiendo la conservación de las vías utilizadas en condiciones tales que el paso se efectúe dentro de las exigencias mínimas de seguridad y tránsito. Igual criterio se

seguirá con los accesos a caminos, fincas o edificios.

Finalmente, correrán a cargo del Contratista todos aquellos gastos que se deriven de daños o perjuicios ocasionados a terceras personas, con motivo de las operaciones que requiera la ejecución de las obras (interrupciones de servicios, quebrantos en sus bienes; habilitación de caminos provisionales; explotación de préstamos y canteras; establecimientos de almacenes, talleres, depósitos de maquinaria y materiales, y en general cuantas operaciones que no hallándose comprendidas en el precio de la unidad de obra correspondiente, sean necesarias para la realización total de los trabajos) o que se deriven de una actuación culpable o negligente del mismo.

#### **5.4.- Ensayos, control, mantenimiento y vigilancia**

##### **5.4.1.- Ensayos**

Los ensayos y pruebas, tanto de materiales como de unidades de obra, serán realizados por laboratorios especializados en la materia y reconocidos oficialmente, que en su caso podrían ser propuestos por el Contratista para su aceptación por la Dirección de Obra, debiendo aportarse tarifa de precios de dichos laboratorios.

Los ensayos o reconocimientos verificados durante la ejecución de los trabajos, no tienen otro carácter que el de simples antecedentes para la recepción. Por consiguiente, la admisión de materiales, piezas o unidades de obra en cualquier forma que se realice antes de la recepción no atenúa las obligaciones de subsanar o reponer que el Contratista contrae, si las obras o instalaciones resultasen inaceptables parcial o totalmente en el acta del reconocimiento final, pruebas de recepción o plazo de garantía.

##### **5.4.2.- Control de Calidad**

El Plan de Control de calidad de la obra a la que corresponde el presente proyecto será revisado por el Jefe de obra, el cual podrá modificarlo si lo considera oportuno atendiendo a las características del proyecto, a lo

estipulado en el Pliego de Condiciones, a las indicaciones del Director de Obra, a las disposiciones establecidas en el Código Técnico de Edificación (CTE) y en las normas y reglamentos vigentes, y a las consideraciones que el Jefe de obra estime oportunas en función de las características específicas de la misma.

El Plan de Control de la obra se ajustará al esquema siguiente:

- Control de prueba de aceptación
- Control de ejecución de la obra
- Control de obra terminada.

Para ello:

- El Jefe de obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones.
- El constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al director de obra y al director de la ejecución de la obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda.
- La documentación de calidad preparada por el constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el director de la ejecución de la obra, como parte del control de calidad de la obra.

En concreto con el final de obra se debe entregar la siguiente documentación:

- Certificado de dirección y fin de obra, suscrito por técnico competente.
- Certificado de la instalación de baja tensión, suscrito por el instalador autorizado correspondiente por quintuplicado ejemplar.
- La documentación necesaria para la puesta en marcha de las instalaciones auxiliares, sujetas a cumplimiento de normativas de seguridad industrial, de acuerdo con los Reglamentos que les sean de aplicación, incluyendo la verificación por parte de un Organismo de

Control Autorizado (OCA).

- Declaración CE de conformidad de las placas fotovoltaicas e inversores, así como de los equipos que lo requieran de acuerdo con su normativa específica, emitida por el fabricante de los mismos.

#### 5.4.3.- Puesta en Marcha

El protocolo básico de puesta en marcha estándar para las instalaciones fotovoltaicas, se basa en una serie de pasos, en los que se revisan los diferentes componentes y se configuran los elementos “inteligentes”. Para garantizar un correcto funcionamiento de la instalación de energía solar fotovoltaica existe una serie de pasos con el fin de descartar posibles imprevistos.

La verificación inicial se realizará siguiendo las fases siguientes:

- Inspección inicial.
- Ensayos iniciales.
- Informe de verificación inicial.

##### 5.4.3.1.- Inspección Inicial

La inspección inicial debe ser anterior a los ensayos y se debe realizar antes de energizar la instalación. Dentro de esta inspección inicial se incluirán los siguientes puntos:

#### **Inspección del sistema de corriente continua (CC)**

- Verificación de que el sistema de CC ha sido diseñado, especificado e instalado según requisitos de la Norma IEC 60.364, y ante todo la IEC 60.364-7-712.
- Los componentes de CC han sido dimensionados para una operación continuada en CC a la máxima tensión del sistema y máxima corriente CC de fallo (VOC, STC corregida para el rango de temperatura y según tipo de módulo; y corriente de  $1,25 \cdot ISC$ , STC).
- Uso de protección clase II o aislamiento equivalente en el lado de CC.

- Conductores de las cadenas fotovoltaicas, conductores del generador FV y los conductores principales de CC se han elegido para minimizar el riesgo de fallo a tierra y cortocircuito. Se consigue típicamente usando cables con aislamiento protegido y reforzado (normalmente llamado “doble aislamiento”).
- El cableado eléctrico se ha seleccionado e instalado para soportar las influencias externas como el viento, la formación de hielo, la temperatura y la radiación solar (IEC 60.364-7-712.522.8.3:2002).
- Para sistemas sin protección de sobre-intensidad en las cadenas de módulos: verificar que el valor de la corriente inversa del módulo es mayor que la máxima corriente inversa que puede generarse; También, verificar que los cables de las cadenas de módulos están dimensionados para conducir la máxima corriente de fallo combinada de todas las cadenas en paralelo. (IEC 60.364-7-712.433:2002).
- Para sistemas con sistema de protección de sobre-corriente en las cadenas: verificar que la protección de sobre-corriente está incluida y está correctamente especificada en los códigos locales o en las instrucciones del fabricante para protecciones de módulos FV según la nota de la Norma IEC 60.364-7- 712.433.2:2002.
- Verificar existencia de un seccionador de CC en la parte de CC del variador (IEC 60.364-7- 712.536.2.2.5:2002).
- Verificar que existe al menos una separación simple entre las zonas de CA y CC, y que las conexiones a tierra se han instalado de manera que se evite la corrosión (IEC 60.364-7-712.312.2002).

### **Inspección de la protección contra sobretensiones/Descarga eléctrica**

- Para minimizar tensiones inducidas por rayo, verificar que se han minimizado el número de zonas con bucles de corriente (IEC 60.364-7-712.444.4:2002).
- Cuando sea requerido por normas locales, verificar que el marco de la estructura del generador, y el marco del módulo están correctamente conectados a tierra. Los conductores de tierra y/o los conductores de la

red equipotencial están instalados, verificando que están paralelos, y amarrados, a los cables de CC. (IEC 60.364-7-712.54:2002

### **Inspección del sistema de corriente alterna (CA)**

- Que se ha proporcionado una forma de aislar el variador en la parte de CA.
- Todos los interruptores y seccionadores se han conectado de manera que la instalación fotovoltaica esté cableada en el lado de “la carga” y que el suministro esté en el lado de “suministro” (IEC 60.364-7-712.536.2.2.1:2002).
- Los parámetros operacionales del variador han sido programados según la normativa local.

### **Inspección del etiquetado e identificación**

- Todos los circuitos, protecciones, interruptores y terminales están etiquetados convenientemente.
- Todas las cajas de conexión de CC tienen un etiquetado de peligro indicando que las partes activas dentro de la caja están alimentadas por el generador FV y que pueden todavía estar energizadas tras su aislamiento del variador.
- El interruptor principal de CA está claramente etiquetado.
- Suministro doble de etiquetas de peligro están incluidas en el punto de interconexión.
- Se muestra en el emplazamiento un esquema unifilar.
- El tarado de las protecciones del variador y los datos del instalador se muestran en el emplazamiento.
- Se muestra en el emplazamiento el procedimiento de apagado de emergencia.
- Todas las señales y etiquetas tienen apropiado sistema de fijación y durabilidad

### **Inspección de la instalación**

- Verificar que existe ventilación debajo de los módulos fotovoltaicos para prevenir el sobrecalentamiento y el riesgo de incendio.
- Comprobación de la presencia en la parte posterior de los módulos, de forma claramente visible e indeleble del modelo, nombre del fabricante, número de serie y características eléctricas del módulo.
- Así como deben aparecer los logotipos identificativos referentes a los laboratorios cualificados (CIEMAT, TÜV, JRC Ispra, etc.) que hayan podido proceder a la certificación de los módulos.
- Comprobación de que se cumple la distancia mínima entre filas de módulos o entre módulos y restos de elementos que rodean el generador. Esto garantiza que no existe sombreado o autosombreado durante un mínimo de cuatro horas en torno al medio día del solsticio de invierno.
- Comprobación de que no se producen sombras puntuales arrojadas por elementos próximos al generador.
- Comprobación de la correcta ubicación de los módulos fotovoltaicos, acorde a lo indicado en el presente proyecto.
- Comprobación de la correcta orientación e inclinación de los módulos fotovoltaicos, acorde a lo indicado en el presente proyecto

#### **5.4.3.2.- Ensayos iniciales**

Los ensayos iniciales se realizarán siguiendo la Norma IEC 60.364-6.

Los instrumentos de medida y el equipo y métodos de monitorización deben elegirse según las partes relevantes de la Norma IEC 61.557.

En caso de que un ensayo indique la existencia de un error: una vez que el fallo ha sido solucionado, todos los ensayos anteriores se deben repetir para evitar que el fallo hubiera influido en los resultados de dichos ensayos.

Se deben realizar los siguientes ensayos y deberían preferiblemente ser realizados en el siguiente orden:

- Ensayos a todos los circuitos de CA según los requisitos de la Norma IEC 60.364-6.

Una vez que los ensayos en el circuito de CA están realizados, los siguientes ensayos deben realizarse en el circuito de CC que forma el generador FV.

- Continuidad de la protección de tierra y/o los conductores del circuito equipotencial, cuando estén instalados.
- Ensayos de polaridad.
- Ensayo de la tensión de circuito abierto de la cadena.
- Ensayo de medida de corriente de cortocircuito de la cadena.
- Ensayos funcionales.
- Resistencia de aislamiento del circuito de CC.

#### 5.4.3.3.- Informe de verificación inicial

Una vez finalizadas las fases anteriores, se deberá realizar un informe que incluirá la siguiente información:

- Resumen describiendo el sistema (nombre, dirección, etc...).
- Lista de circuitos inspeccionados y ensayados.
- Un registro de la inspección.
- Un registro de los resultados del ensayo para cada circuito ensayado.
- Intervalo recomendado para la próxima inspección.
- Firma de las personas que llevan a cabo la verificación

#### 5.4.4.- Mantenimiento

Se realizará como mínimo una verificación periódica semestralmente, en la que se revisarán los siguientes puntos:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, alarmas..
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo

cables de toma de tierra y reapriete de bornas), pletinas, uniones, reaprietes, limpieza, etc.

Al igual que la verificación inicial, las verificaciones periódicas se realizarán siguiendo las fases siguientes:

- Inspección.
- Ensayos.
- Informe de verificación periódica.

#### 5.4.5.- Verificaciones

Después de un período inicial de exposición al sol durante un tiempo suficiente para que la irradiación total en el generador FV alcance al menos los 20 kWh/m<sup>2</sup> y, en cualquier caso, no antes de pasado un mes, se realizarán los siguientes ensayos:

- Inspección visual y térmica (IR) del generador FV
- Eficiencias eléctrica (PR)

Se tomarán las siguientes medidas:

- Cualquier módulo FV que muestre "defectos visuales importantes" según especifica la norma IEC 61215 será rechazado.
- Deben llevarse a cabo termografías (IR) del sistema FV en condiciones normales de operación de acuerdo a la norma IEC 60904-14

#### **5.5.- Gastos de replanteo y liquidación**

Serán de cuenta del adjudicatario de las obras, el abono de los gastos de replanteo y liquidación de las mismas.

#### **5.6.- Plazo de ejecución**

El plazo de ejecución de las obras del presente Proyecto queda justificado en el Plan de Obra proporcionado por el Contratista, contado a partir del día siguiente a la firma del Acta de Comprobación del Replanteo. Dentro del plazo de ejecución queda incluido el montaje de las instalaciones precisas para la

realización de todos los trabajos.

El Contratista estará obligado a cumplir los plazos de ejecución parciales de alguna parte de la obra, siempre que así lo indique la Dirección de obra.

### **5.7.- Programa de trabajo**

En el plazo de 30 días a partir de la fecha de notificación al Contratista de la adjudicación definitiva de las obras, deberá presentar éste el Programa de Trabajo, ajustándose los trabajos a las anualidades y en el que se especificarán explícitamente los plazos parciales y fecha de terminación de las distintas obras.

### **5.8.- Alteración y/o limitaciones del programa de trabajo**

Cuando el programa de trabajo se deduzca la necesidad de modificar cualquier condición contractual, dicho programa deberá ser redactado contradictoriamente por el Contratista y el Director, acompañándose la correspondiente propuesta de modificación para su tratamiento reglamentario.

### **5.9.- Ejecución de las obras**

Todas las obras comprendidas en el Proyecto, se ejecutarán de acuerdo con los planos y órdenes de la Dirección de Obra, quien resolverá las cuestiones que se planteen referentes a la interpretación de aquéllas y de las condiciones de ejecución.

La Dirección de Obra suministrará al Contratista cuanta información se precise para que las obras puedan ser realizadas.

#### **5.9.1.- Balizamiento, señalización y daños inevitables durante la ejecución de las obras**

Comprenden estos trabajos, la adquisición, colocación, vigilancia y conservación de señales durante la ejecución de las obras, su guardería, construcción y conservación de desvíos si fueran precisos, semáforos y radios

portátiles, y jornales del personal necesario para seguridad y regularidad del tráfico, y serán abonados por el Contratista sin derecho a indemnización alguna.

En el caso de accidente por incumplimiento del presente artículo, la responsabilidad será total y exclusiva del Contratista, quien no podrá alegar ignorancia ni imposibilidad alguna del cumplimiento.

#### 5.9.2.- Replanteo de las obras

El Acta será suscrita por los técnicos representantes del promotor y por el Contratista.

El Contratista se responsabilizará de la Conservación y custodia de las señales y referencias que se hayan materializado en el terreno.

Asimismo, durante el curso de las obras, se ejecutarán todos los replanteos parciales que se estimen precisos.

Este replanteo incluirá todas las actividades y estudios previos que pudieran ser necesarios tales como topografía para colocación de picas, cálculo de movimientos de tierras, estudios geotécnicos específicos, estudios de inundabilidad o cualquier otro sin limitaciones. A su vez, incluirá el balizamiento, posicionamiento o señalización de picas para hincado, afecciones y otras delimitaciones necesarias.

#### 5.9.3.- Obras auxiliares

El Contratista queda obligado a construir por su cuenta, y retirar al fin de las obras, todas las edificaciones auxiliares para oficinas, almacenes, cobertizos, caminos de servicio, que no queden incorporados a la explotación, etc.

Será también por cuenta del Contratista el suministro de energía eléctrica y agua para la ejecución de las obras.

#### **5.9.4.- Obras mal ejecutadas**

Será obligación del Contratista demoler y volver a ejecutar toda obra no efectuada con arreglo a las prescripciones de este Pliego de Condiciones y a las instrucciones de la Dirección de Obra, el cual, además, correrá con todos los gastos originados por ello.

#### **5.10.- Recepción, plazo de garantía**

A la recepción de las obras a su terminación, concurrirá un facultativo designado por el promotor representante de ésta, el facultativo encargado de la dirección de las obras y el contratista asistido, si lo estima oportuno, de su facultativo.

Si se encontraran las obras en buen estado y con arreglo a las condiciones previstas, el técnico designado por el promotor contratante y representante de ésta las dará por recibidas, levantándose la correspondiente acta y comenzando entonces el plazo de garantía. Durante este plazo, serán de cuenta del Contratista, las obras de conservación y reparación de cuantas abarca la contrata.

Cuando las obras no se hallen en buen estado de ser recibidas se hará constar así en el acta y el director de las mismas señalará los defectos observados y detallará las instrucciones precisas fijando un plazo para remediar aquéllos. Si transcurrido dicho plazo el contratista no lo hubiera efectuado, podrá concedérsele otro nuevo plazo improrrogable o declarar resuelto el contrato.

El plazo de garantía atendiendo a la naturaleza y complejidad de la obra será de dos años a partir de la finalización de la puesta en marcha.

No obstante, en aquellas obras cuya continuación no tenga finalidad práctica como las de sondeos y prospecciones que hayan resultado infructuosas o que por su naturaleza exijan trabajos que excedan el concepto de mera conservación como los de dragados no se exigirá plazo de garantía.

Podrán ser objeto de recepción parcial aquellas partes de obra susceptibles de ser ejecutadas por fases que puedan ser entregadas al uso público, según lo establecido en el contrato.

#### **5.11.- Servicios afectados**

El Contratista recabará de las empresas u organismos gestores de servicios públicos la situación de las instalaciones que pudieran resultar afectadas por las obras.

Previamente a la apertura de zanjas se señalará in situ la situación de estos servicios, solicitando si es necesaria la presencia de los técnicos de las empresas u organismos gestores y localizándolas mediante catas, también si resulta necesario.

Durante la apertura de las zanjas se entibarán o apearán los servicios afectados, manteniéndolos en servicio, y siempre bajo las instrucciones de la Dirección de Obra y de los servicios técnicos correspondientes a las instalaciones afectadas. Se optará por la reposición de los servicios afectados sólo cuando sea estrictamente necesario.

#### **5.12.- Limpieza de las obras**

Es obligación del Contratista limpiar las obras y sus inmediaciones de escombros y de restos de materiales, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas necesarias para que las obras ofrezcan un buen aspecto y evitar en lo posible cualquier tipo de molestias a los vecinos.

#### **5.13.- Seguridad y salud en el trabajo**

Se atenderá a lo especificado en el Estudio de Seguridad y Salud del presente proyecto.

#### **5.14.- Vertederos**

El Contratista elegirá las zonas apropiadas para la extracción y vertido de materiales que requiera durante el desarrollo de la obra, y serán de su cuenta los gastos que se originen por el canon de vertido o alquiler de préstamos o canteras.

#### **5.15.- Condicionantes medioambientales**

Serán de aplicación para este Proyecto las medidas correctoras aprobadas por la Dirección de Obra.

#### **5.16.- Materiales**

Se emplearán los que figuran en las descripciones del proyecto, cubicaciones, mediciones y presupuestos y sólo podrán sufrir modificación si durante la ejecución de las obras se comprueba tal necesidad, y con orden expresa del Director de las obras.

##### 5.16.1.- Procedencia

Cada uno de los materiales cumplirá las condiciones que se especifican, que habrán de comprobarse siempre mediante los ensayos correspondientes. La puesta en obra de cualquier material no atenuará en modo alguno el cumplimiento de las especificaciones.

El Contratista propondrá los lugares de procedencia, fábricas o marcas de los materiales que habrán de ser aprobados por la Dirección de Obra.

Para el caso de que los materiales a suministrar sean importados, el Contratista deberá presentar:

- Certificado de origen
- Certificado de calidad del fabricante (con inclusión de pruebas si le fueran requeridas)
- Factura proforma a los quince días de la emisión del pedido

Todos los gastos derivados de esta tramitación serán de cuenta y cargo del Contratista.

#### 5.16.2.- Examen y ensayo

En todos los casos en que la Dirección de Obra lo juzgue necesario, se verificarán pruebas o ensayos de los materiales, previamente a la aprobación a que se refiere el apartado anterior.

Una vez fijada la procedencia de los materiales, su calidad se comprobará mediante ensayos cuyo tipo y frecuencia se especifican en los artículos correspondientes y podrán variarse por la Dirección de Obra, si lo juzga necesario. Ésta, en su caso, dará su conformidad al Laboratorio en que se realicen los ensayos.

El Contratista está obligado a entregar, con la antelación suficiente, muestras de los materiales que hayan de emplearse en las obras, en cantidad adecuada para que puedan realizarse las pruebas y ensayos exigidos.

En el caso de que el Contratista no estuviera conforme con el resultado de alguno de los ensayos realizados, se someterá la cuestión al Laboratorio de Ensayos de Materiales de Construcción, cuyo dictamen será de aceptación obligada.

Si el resultado del ensayo fuera desfavorable, no podrá emplearse en las obras el material de que se trate. Si tal resultado fuera favorable, se aceptará el material y no podrá emplearse, a menos de someterse a nuevo ensayo y aceptación, otro material que no sea igual al de la muestra ensayada. La aceptación de un material cuyo ensayo hubiera resultado favorable, no eximirá sin embargo al Contratista, de la responsabilidad que como tal le corresponde hasta la recepción definitiva de las obras.

### 5.16.3.- Transporte y acopio

Los transportes de los materiales hasta los lugares de acopio o de empleo se efectuarán en vehículos mecánicos adecuados para cada clase de material, que además de cumplir todas las disposiciones legales referentes al transporte estarán provistos de los elementos que se precisen para evitar cualquier alteración perjudicial del material transportado y su posible vertido sobre las rutas empleadas.

Los materiales se almacenarán de modo que se asegure la conservación de sus características y aptitudes para su empleo en obra y de forma que se facilite su inspección. La Dirección de Obra podrá ordenar, si lo considera necesario, el uso de plataformas adecuadas, cobertizos o edificios provisionales para la protección de aquellos materiales que lo requieran.

La Dirección de Obra podrá rechazar todo material que por defecto transporte o de almacenamiento no cumpla con las condiciones exigidas.

### 5.16.4.- Objeciones

Cuando los materiales no fueran de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida, o en fin, cuando a falta de prescripciones se viera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, la Dirección de Obra dará orden al Contratista para que, a su costa, los reemplace por otros que satisfagan las condiciones o cumplan el objetivo para el que están destinados.

Si a los quince (15) días de recibir el Contratista orden escrita de la Dirección de Obra para que se retire los materiales que no sean de condiciones, ésta no ha sido cumplida, procederá el promotor a efectuar esa operación cuyos gastos serán abonados por el Contratista.

Si los materiales fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del promotor, se recibirán, pero con la rebaja de precios que el promotor determine. Si el

Contratista no acepta esta rebaja, tendrá inexcusablemente que sustituirlos por otros que reúnan condiciones.

#### 5.16.5.- Materiales no especificados en este pliego

Los materiales cuyas condiciones no estén especialmente indicadas en este Pliego, deberán cumplir aquéllas que el uso ha incorporado a las buenas normas de construcción. En todo caso, deberán ser sometidos a la consideración de la Dirección de Obra para que decida sobre la conveniencia de autorizar su empleo o rechazarlos.

#### **5.17.- Medición y abono**

Las unidades de obra se medirán y abonarán por su volumen, superficie, por metro, por kilogramo, o por unidad, de acuerdo a como figuran en el Presupuesto. Los precios se refieren a unidades totalmente terminadas, efectuadas de acuerdo con la definición de los Planos y con las condiciones del Pliego y aptas para ser recibidas por la Dirección de Obra.

##### 5.17.1.- Conceptos incluidos en el precio de las unidades

Todos los trabajos, medios auxiliares y materiales que sean necesarios para la correcta ejecución y acabado de cualquier unidad de obra, se considerarán incluidos en el precio de la misma, aunque no figuren todos ellos especificados en su descripción.

Todos los gastos que, por su concepto, sean asimilables a los considerados como gastos indirectos quedan incluidos en los precios de las unidades de obra del Proyecto cuando no figuren en el Presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas.

##### 5.17.2.- Retenciones en el abono de las obras e instalaciones sujetas a prueba

Cuando las obras e instalaciones ejecutadas formen un conjunto parcial que debe ser objeto de prueba, no se abonará su total importe a los precios que resulten de la aplicación del Presupuesto hasta tanto no se hayan ejecutado

pruebas suficientes para comprobar que la parte de las instalaciones en cuestión cumplen las condiciones señaladas para las mismas en el Pliego.

Del importe de dichas instalaciones se retendrá un 5% hasta la ejecución satisfactoria de las pruebas, de cuyo resultado se levantará Acta, pudiendo acreditarse el 5% retenido en la siguiente certificación o en la liquidación, según corresponda.

#### 5.17.3.- Gastos de carácter general a cargo del contratista

Además de los gastos motivados por pruebas y ensayos que efectúe el Director de las obras, o encargue a Laboratorio Oficial, también serán de cuenta del Contratista los gastos que originen el replanteo general de las obras o su comprobación, los replanteos parciales de las mismas, la liquidación de ellas, y los de Inspección no Técnica.

#### 5.17.4.- Gastos de ensayos y pruebas

Los gastos de ensayo y control de materiales serán a cargo del Contratista hasta un uno por ciento (1%) del Presupuesto, el resto de los gastos por este capítulo será a cargo del Promotor, salvo que los resultados de los ensayos y el control pongan de manifiesto un trabajo defectuoso del Contratista, en cuyo caso, será este el que corra con el gasto.

#### 5.17.5.- Abono de servicios afectados

El cruce de servicios afectados se abonará por unidad realmente ejecutada, a los precios incluidos en los cuadros de precios. Los precios incluyen las tareas de petición de información a las empresas u organismos gestores, localización de los servicios mediante ejecución de catas y su apeo o sujeción durante la ejecución de las obras.

#### 5.17.6.- Relación valorada y certificación

La Dirección de Obra realizará mensualmente y en la forma que se establece en este Pliego, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el

periodo de tiempo anterior.

La obra ejecutada se valorará a los precios de ejecución material que figuran en letra en el Presupuesto.

Al resultado de la valoración, obtenido de la forma expresada, se le aumentarán los porcentajes adoptados para formar el presupuesto Base de Licitación, obteniendo así la relación valorada mensual.

Tomando como base la relación valorada mensual se expedirá la correspondiente certificación que se tramitará por la Dirección de Obra en la forma reglamentaria.

Estas certificaciones tendrán el carácter de documentos provisionales a buena cuenta, que permitirán ir abonando la obra ejecutada, no suponiendo dichas certificaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprende.

#### 5.17.7.- Otras unidades

Aquellas unidades que no se relacionan específicamente en los artículos anteriores, se abonarán completamente terminadas con arreglo a condiciones, a los precios fijados en el Presupuesto. Estos comprenden todos los materiales y gastos necesarios para la ejecución completa, incluso medios auxiliares, ayudas, pinturas, etc.

#### 5.17.8.- Tasas, cánones y permisos

Los costes referentes a tasas públicas, cánones y licencias y otros permisos serán abonados por el promotor, así como aquellos gastos derivados de la conexión de la instalación a las redes de distribución de la compañía distribuidora de la zona en la que se conecte la instalación.

#### 5.17.9.- Tramitación y legalización de instalaciones

El promotor se hará cargo de la tramitación y legalización de la instalación

fotovoltaica desde la fase de consultas previas a los diferentes organismos afectados reflejados en el presente proyecto así como otros que pudieran verse afectados en el transcurso de la tramitación a la solicitud de los permisos, autorizaciones o informes necesarios que se deban incorporar al expediente en cada momento de cara a la consecución de las autorizaciones administrativas para el inicio de ejecución de obras.

A su vez, se encargará de desarrollar toda la documentación junto con el plan de operación y mantenimiento y el manual de uso de la planta fotovoltaica haciendo el seguimiento al proceso de legalización y siendo el máximo responsable de la consecución de la puesta en marcha y posterior registro documental ante los organismos competentes para dar por finalizado el proceso de legalización.

## 6.- CONDICIONES TÉCNICAS DE LA OBRA CIVIL

### **6.1.- Condiciones generales para todas las unidades de obra**

No se trabajará con nieve o viento superior a 60 km/h.

Se protegerán los elementos de servicio público que puedan resultar afectados por las obras.

Se eliminarán los elementos que puedan entorpecer los trabajos de ejecución de la partida.

Los trabajos se realizarán de manera que molesten lo menos posible a los afectados.

Se tomarán las medidas necesarias para evitar afección a los cultivos y/o las instalaciones colindantes a la actuación, por cualquier elemento (barro, polvo en suspensión, etc.) debido al tráfico rodado de camiones, vehículos y maquinaria implicada en la obra; así como sobre los viales de acceso a la parcela donde se ubica la actuación, ya sean éstos públicos o privados.

En caso de imprevistos (terrenos inundados, olores de gas, restos de construcciones, etc.), se suspenderán los trabajos y se avisará a la Dirección de Obra.

Se considera:

- Terreno blando o franco, el atacable con pala, que tiene un ensayo SPT<20.
- Terreno compacto, el atacable con pico, que tiene un ensayo SPT entre 20 y 50.
- Terreno de tránsito, el atacable con máquina o escarificadora, que tiene un ensayo SPT>50 sin rebote.
- Roca, si es atacable con martillo picador que presenta rebote en el ensayo SPT.

## **6.2.- Despeje y desbroce del terreno**

### 6.2.1.- Definición

Limpieza del terreno para que quede libre de todos los elementos que puedan estorbar la ejecución de la obra posterior (broza, raíces, escombros, plantas no deseadas, etc.), con medios mecánicos, carga sobre camión y transporte a vertedero.

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Preparación de la zona de trabajo
- Situación de los puntos topográficos
- Desbroce del terreno
- Carga de las tierras sobre camión
- Transporte a vertedero autorizado

### 6.2.2.- Condiciones generales

No quedarán troncos ni raíces mayores de 10 cm hasta una profundidad igual o superior a 50 cm. Los agujeros existentes y los resultantes de las operaciones de desbroce quedarán rellenos con tierras del mismo terreno y con el mismo

grado de compactación.

La superficie resultante será la adecuada para el desarrollo de trabajos posteriores.

Los materiales quedarán suficientemente troceados y apilados para facilitar la carga, en función de los medios de que se dispongan y de las condiciones de transporte.

#### 6.2.3.- Ejecución

Se señalarán los elementos que deban conservarse intactos según se indique por la Dirección de Obra.

Se conservarán aparte las tierras o elementos que la Dirección de Obra determine.

La operación de carga de escombros se realizará con las precauciones necesarias, para conseguir las condiciones de seguridad suficientes.

El transporte a vertedero se realizará en las condiciones prescritas en el apartado transporte de tierras del presente Pliego.

#### 6.2.4.- Medición y abono

m<sup>2</sup> de superficie medida según las especificaciones de la Dirección de Obra.

### **6.3.- Excavaciones de zanjas, vaciados y cimientos**

#### 6.3.1.- Definición

Excavación en zanjas, en terrenos compactos, con medios mecánicos, retroexcavadora, incluso ayuda manual en las zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes, incluido carga sobre transporte.

Se consideran los siguientes tipos:

- Terreno blando o franco, el atacable con pala, que tiene un ensayo SPT<20.
- Terreno compacto, el atacable con pico, que tiene un ensayo SPT entre 20 y 50.
- Terreno de tránsito, el atacable con máquina o escarificadora, que tiene un ensayo SPT>50 sin rebote.
- Roca, si es atacable con martillo picador que presenta rebote en el ensayo SPT.

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Preparación de la zona de trabajo
- Situación de los puntos topográficos
- Excavación de las tierras
- Extracción de los productos fuera de la excavación y acopio en caso necesario.

### 6.3.2.- Ejecución

El fondo de la excavación quedará plano y a nivel.

No será tolerada una longitud de apertura de zanja superior a la capacidad de ejecución de conducción de dos días de trabajo normal, salvo en casos especiales autorizados por escrito.

Siempre que las excavaciones en zanjas presenten peligro de derrumbamiento, deberá emplearse la adecuada entibación.

En las zonas de tránsito de personas sobre zanjas, se situarán pasarelas suficientemente rígidas, dotadas de barandillas, estableciéndose asimismo todas aquellas medidas que demanden las máximas condiciones de seguridad.

Las características de la entibación y del sistema de agotamiento quedarán a juicio del Contratista, que será responsable de los daños ocasionados a personas o propiedades, por negligencia en adoptar las medidas oportunas.

Los productos de las excavaciones se depositarán al lado de la zanja, dejando una banqueta de anchura suficiente que impida el desplome de las mismas. Estos depósitos no formarán cordón continuo, sino que dejarán paso para el tránsito general y para entrada a las viviendas o servicios afectados por las obras, en su caso.

Deberán respetarse cuantos servicios y servidumbres se descubran al abrir las zanjas, disponiendo los apeos necesarios.

Se deberá poner especial cuidado en no producir impactos directos de los bultos y mercancías, así como evitar el ruido producido por el desplazamiento o trepidación de la carga.

En la apertura de zanjas se deberá evitar que afecten a los sistemas radiculares de los elementos vegetales existentes, debiendo restituir, al finalizar las obras correspondientes, la zona ajardinada a su estado primitivo, reparando cualquier elemento que haya sido dañado.

Habrán puntos fijos de referencia, exteriores a la zona de trabajo, a los cuales se referirán todas las lecturas topográficas.

Se debe prever un sistema de desagüe para evitar la acumulación de agua dentro de la excavación.

No se trabajará simultáneamente en zonas superpuestas. Se impedirá la entrada de aguas superficiales.

Es necesario extraer las rocas suspendidas, las tierras y los materiales con peligro de desprendimiento. Las tierras se sacarán de arriba abajo sin socavarlas. En terrenos cohesivos la excavación de los últimos 30 cm, no se hará hasta momentos antes de rellenar.

La aportación de tierras para corrección de niveles será la mínima posible, de las mismas existentes y de igual compacidad.

### 6.3.3.- Medición y abono

m<sup>3</sup> de volumen excavado según las especificaciones de la Documentación Técnica, medido como diferencia entre los perfiles transversales del terreno levantados antes de empezar las obras y los perfiles teóricos señalados en los planos, con las modificaciones aprobadas por la Dirección de Obra.

No se abonará el exceso de excavación que se haya producido sin la autorización de la Dirección de Obra, ni la carga y transporte del material ni los trabajos que se necesiten para rellenarlo.

Incluye el refinado de taludes, agotamiento por lluvia y cuantas operaciones sean necesarias para una correcta ejecución de las obras.

También están incluidos en el precio el mantenimiento de los caminos entre el desmonte y las zonas donde irán las tierras, su creación y su eliminación, si es necesaria.

Tan sólo se abonarán los deslizamientos no provocados, siempre que se hayan observado todas las Condiciones relativas a excavaciones y apuntalamientos.

## **6.4.- Entibaciones**

### 6.4.1.- Definición

Colocación de elementos de apuntalamiento y entibación para comprimir las tierras, para una protección del 10% hasta el 100%, con elementos metálicos.

Se han considerado los siguientes elementos:

- Apuntalamiento y entibación a cielo abierto de 3 m de altura, como máximo.
- Apuntalamiento y entibación de zanjas y pozos de 4 m de altura, como máximo.
- Apuntalamiento y entibación de túnel.

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Preparación de la zona de trabajo
- Excavación del elemento
- Colocación del apuntalamiento y entibación

#### 6.4.2.- Condiciones generales

La disposición, secciones y distancias de los elementos de entibado serán los especificados en la Documentación Técnica o, en su defecto, las que determine la Dirección de Obra.

El entibado comprimirá fuertemente las tierras. Las uniones entre los elementos del entibado se realizarán de manera que no se produzcan desplazamientos.

Al finalizar la jornada quedarán entibados todos los paramentos que lo requieran.

#### 6.4.3.- Ejecución

El orden, la forma de ejecución y los medios a utilizar en cada caso, se ajustarán a lo indicado por la Dirección de Obra.

Cuando primero se haga toda la excavación y después se entibe, la excavación se hará de arriba hacia abajo utilizando plataformas suspendidas. Si las dos operaciones se hacen simultáneamente, la excavación se realizará por franjas horizontales, de altura igual a la distancia entre traviesas más 30 cm.

Durante los trabajos se pondrá la máxima atención en garantizar la seguridad del personal. Al finalizar la jornada no quedarán partes inestables sin entibar. Diariamente se revisarán los trabajos realizados, particularmente después de lluvias, nevadas o heladas y se reforzarán en caso necesario.

#### 6.4.4.- Medición y abono

m<sup>2</sup> de superficie medida según las especificaciones de la Documentación Técnica.

### **6.5.- Rellenos de zanjas**

#### 6.5.1.- Definición

Relleno, tendido y compactación de tierras o áridos.

Se han considerado los siguientes tipos:

- Relleno de zanjas con arena para asiento de tuberías.
- Relleno y compactación de zanja con tierras.
- Relleno y compactación de zanja con gravas para drenaje.
- Relleno y extendido de bolos para drenaje de base de zanjas.
- Tierra vegetal para regeneración de la vegetación autóctona.

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Preparación de la zona de trabajo.
- Situación de los puntos topográficos.
- Ejecución del relleno.
- Humectación o desecación, en caso necesario.
- Compactación de las tierras.

#### 6.5.2.- Condiciones generales

Las tongadas tendrán un espesor uniforme y serán sensiblemente paralelas a la rasante. El material de cada tongada tendrá las mismas características. El espesor de cada tongada será uniforme.

En ningún caso el grado de compactación de cada tongada será inferior al mayor que tengan los suelos adyacentes, en el mismo nivel.

La composición granulométrica de la grava cumplirá las condiciones de filtraje fijadas por la Dirección de Obra, en función de los terrenos adyacentes y del sistema previsto de evacuación de agua.

### 6.5.3.- Materiales

#### **Arenas**

Arena procedente de rocas calcáreas, rocas graníticas o mármoles blancos y duros.

Los gránulos tendrán forma redondeada o poliédrica.

La composición granulométrica será la adecuada a su uso, o si no consta, la que establezca explícitamente la Dirección de Obra.

No tendrá arcillas, margas, piritas y otros sulfuros oxidables u otros materiales extraños y su contenido en materia orgánica será bajo o nulo.

#### **Tierras**

Tierras naturales procedentes de excavación y aportación. Se han considerado los siguientes tipos:

**TIERRA SIN CLASIFICAR:** La composición granulométrica y su tipo serán los adecuados a su uso y a los que se definan en la partida de obra donde intervengan o, si no consta, los que establezcan explícitamente la Dirección de Obra.

**TIERRA SELECCIONADA:** Cumpliendo las especificaciones relacionadas en el PG-3

TIERRA ADECUADA: Cumpliendo las especificaciones relacionadas en el PG-3

TIERRA TOLERABLE: Cumpliendo las especificaciones relacionadas en el PG-3

### **Gravas**

El tamaño máximo de los gránulos será de 76 mm (tamiz 80 UNE 7-050) y el tamizado ponderal acumulado por el tamiz 0,080 (UNE 7-050) será inferior al 5%. La composición granulométrica será fijada explícitamente por la Dirección de Obra en función de las características del terreno a drenar y del sistema de drenaje.

### **Bolos**

El tamaño máximo de los gránulos será de 200 mm. La composición granulométrica será fijada explícitamente por la Dirección de Obra en función de las características del terreno.

#### 6.5.4.- Ejecución

Se suspenderán los trabajos en caso de lluvia o cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0°C en el caso de gravas o zahorra, o inferior a 2°C en el resto de materiales.

Se eliminarán los materiales inestables, turba o arcilla blanda de la base para el relleno.

El material se extenderá por tongadas sucesivas, sensiblemente paralelas a la rasante final.

No se extenderá ninguna tongada hasta que la inferior cumpla las condiciones exigidas. Una vez extendida la tongada, si fuera necesario, se humedecerá hasta llegar al contenido óptimo de humedad, de manera uniforme. Si el grado

de humedad de la tongada es superior al exigido, se desecará mediante la adición y mezcla de materiales secos, cal viva u otros procedimientos adecuados.

Se mantendrán las pendientes y dispositivos de desagüe necesarios para evitar inundaciones. Después de llover no se extenderá una nueva capa hasta que la última esté seca o se escarificará añadiendo la capa siguiente más seca, de forma que la humedad resultante sea la adecuada.

Cuando se utilice rodillo vibratorio para compactar, debe darse al final unas pasadas sin aplicar vibración.

Se evitará el paso de vehículos por encima de las capas en ejecución, hasta que la compactación se haya completado.

### **Relleno de zanjas para tuberías**

El relleno de zanjas estará compuesto de cuatro capas:

#### Cama de apoyo

Se utilizará un material granular cuyo tamaño máximo de árido superior no exceda de 20 mm, es aconsejable el empleo de arena de río por su uniformidad de tamaños y el buen asiento que proporciona al conductor

La cama de apoyo se compondrá de dos capas. La primera será de 15 a 20 cm de espesor según indicaciones de la Dirección de Obra, nunca se compactará, procurando dejarla perfectamente rasanteada e incluso se rastrillará para que quede lo más esponjosa posible y deberá realizarse los nichos correspondientes a las uniones de los tubos, de manera que, al apoyar el tubo o conductor aislado, éste, formará un alojamiento adecuado, repartiendo su carga en una superficie tal que pueda soportar fácilmente las fases posteriores. A continuación, se extenderá la segunda capa de material granular a ambos lados de estos, este relleno se compactará con medios ligeros asegurando que

el tubo o conductor quede apoyado en toda su superficie dejando un lecho de apoyo que cubra un sector circular superior a 90° medidos según la sección transversal de la tubería.

#### Recubrimiento de la tubo o conductor aislado

El relleno posterior del tubo se realizará con material seleccionado de tamaño máximo de árido inferior a 20 mm, el relleno se efectuará como mínimo hasta 15 cm por encima de la generatriz superior del mismo o según indicaciones de la Dirección de Obra, se realizará por tongadas del espesor adecuado a los medios mecánicos de compactación que se utilice (pisón, bandeja vibrante, minicompactor de rodillo...), en esta etapa no se deberá utilizar vibración con equipos pesados. Las tongadas se extenderán de manera alternativa a cada lado del tubo o conductor aislado para evitar su desplazamiento.

#### Tapado de la zanja

El relleno final de la zanja se podrá realizar con material adecuado de tamaño máximo de árido 10 cm, se extenderá por tongadas del espesor adecuado a los medios mecánicos de compactación que se utilicen, solo se podrá recurrir a equipos pesados con vibración cuando el espesor de relleno sobre la generatriz superior de tubo, sea mayor de dos metros. El nivel de compactación será el suficiente para alcanzar el 95% en el ensayo del Proctor Modificado.

La extensión se realizará por tongadas de espesor máximo 25 cm.

Las tierras sobrantes serán retiradas por el Contratista a vertedero.

#### Parte superior de la zanja

Los 60 cm superiores de la zanja, en los lugares en que no vaya a existir camino de servicio quedarán cubiertos con tierra vegetal procedente de la excavación, escarificada extendida y regada con objeto de regenerar la cubierta vegetal. Las condiciones de este relleno quedan establecidas en un apartado específico del presente Pliego.

#### 6.5.5.- Pruebas y ensayos

Se realizarán los siguientes ensayos según el material de relleno:

Parámetro	Método o Norma	Frecuencia
ARENA PARA CAMA DE TUBO O CONDUCTOR AISLADO		
Granulometría	UNE 103101	Una vez por zona de extracción, y cuando cambie el material
MATERIAL DE RELLENO DE ZANJA		
Tamaño máximo para el material de relleno	Inspección visual	Todas las zanjas durante la ejecución del relleno

#### 6.5.6.- Medición y abono

m<sup>3</sup> de volumen medido según las especificaciones de la Documentación Técnica.

### **6.6. Carga y transporte de tierras**

#### 6.6.1.- Definición

Carga y transporte de tierras, con el tiempo de espera para la carga manual o mecánica y abono del canon de vertedero.

Se transportarán al vertedero autorizado todos los materiales procedentes de la excavación que la Dirección de Obra no acepte como útiles, o sobren.

#### 6.6.2.- Ejecución

El transporte se realizará en un vehículo adecuado para el material que se desea transportar, dotado de los elementos que hacen falta para su desplazamiento correcto.

Durante el transporte el material se protegerá de manera que no se produzcan pérdidas en los trayectos empleados.

### 6.6.3.- Medición y abono

m<sup>3</sup> de volumen medido con el criterio de partida de obra de excavación que le corresponda, incrementado con el coeficiente de esponjamiento de este pliego, o cualquier otro aceptado previa y expresamente por la Dirección de Obra. El precio comprende el abono del correspondiente canon de vertedero, y se realizará a los vertederos indicados en el Documento Ambiental del Proyecto. En caso de no utilizarse alguno de los vertederos indicados, el Contratista no tendrá derecho al abono de cantidades adicionales por incremento de la distancia de transporte.

Se considera un incremento por esponjamiento del 10 al 20% del volumen medido sobre perfil teórico, a decisión del Director de Obra.

## **6.7.- Hormigones**

### 6.7.1.- Definición

Se obtendrán por mezcla de cemento, agua, árido fino, árido grueso y, eventualmente, productos de adición, cumpliendo los distintos materiales condiciones exigidas en los artículos anteriores de este Pliego y mezclándolos en las proporciones adecuadas para obtener hormigones cuyas características mecánicas y de durabilidad se adapten a las exigidas para cada uno de los tipos de hormigón que se emplean en el proyecto. En todos ellos se cumplirán las prescripciones de la EHE-08.

Para definir la dosificación de la mezcla en cada uno de los tipos de hormigón a emplear la contrata estudiará y propondrá para su aprobación la fórmula de trabajo, realizando los ensayos previos en laboratorio, fabricando, al menos, cuatro series amasadas y tomando tres probetas de cada serie y obteniendo de estos la resistencia media.

Si se emplearan hormigones preparados en planta fija o el constructor pudiera justificar que con los materiales, dosificación y proceso de fabricación que propone se consiguiesen las características de hormigón exigidas, podrá

prescindirse de los ensayos previos.

El Director, a la vista de las instalaciones, procedimiento, medios y calidad del trabajo del constructor, clasificará las condiciones de ejecución de obra, a los efectos de fijar la resistencia a obtener en los ensayos previos de laboratorio, en función de la exigible en obra, de acuerdo con la EHE-08.

La mezcla se hará siempre en hormigonera de la que constará capacidad y velocidad recomendada por el fabricante de ella. La hormigonera estará equipada con dispositivo que permita medir el agua de amasadura con exactitud superior al uno (1) por ciento.

Se incluye en esta unidad todos los hormigones a emplear en la obra:

- Hormigón para armar HA-25 en formación de muros y soleras.

#### 6.7.2.- Obras de fábrica de hormigón en masa

Una vez ejecutada la excavación para su emplazamiento y cimientos y comprobada por el Ingeniero encargado o persona facultativa en quien delegue, se procederá al hormigonado del cimiento.

En aquellas partes donde el cimiento quede a ras del terreno, deberá comprobarse que este se ha compactado suficientemente como para que no puedan producirse, después del hormigonado asientos apreciables.

Previamente a la ejecución de los alzados, se procederá a replantearlos sobre los cimientos ya hormigonados. Una vez encofrados convenientemente y montadas las armaduras, si las hay, se procederá a la comprobación, antes de autorizar su hormigonado. Para la ejecución del hormigonado se estará a lo que se especifica en la vigente EHE-08.

#### **Puesta en obra del hormigón**

Como norma general, no deberá transcurrir más de una (1) hora entre la

fabricación del hormigón y su puesta en obra. El Ingeniero Director podrá modificar este plazo si se emplean conglomerantes o adiciones especiales, pudiéndolo aumentar, además cuando se adopten las medidas necesarias para impedir la evaporación del agua, o cuando concurren favorables condiciones de humedad y temperatura. En ningún caso se tolerará la colocación en obra de amasijos que acusen un principio de fraguado, segregación o desecación.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a (1) metro quedando prohibido el arrojarlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillo o hacerlo avanzar más de un (1) metro dentro de los encofrados. Cualquier indicio de segregación será corregido mediante una nueva amasadura.

#### **Puesta en obra bajo el agua**

El hormigón podrá ponerse en obra bajo el agua, si lo autoriza el Ingeniero Director.

Para evitar la segregación de los materiales, el hormigón se colocará cuidadosamente en una masa compacta y en su posición final, mediante trompas de elefante, cangilones cerrados de fondo móvil o por otros medios aprobados por el Director de la Obra y no deberá removerse después de haber sido depositado. Se tendrá especial cuidado en mantener el agua quieta en el lugar de hormigonado, evitando toda clase de corrientes que pudieran producir el deslavado de la mezcla. La colocación del hormigón se regulará de modo que se produzcan superficies aproximadamente horizontales.

Cuando se usen trompas de elefantes éstas se llenarán de forma que no se produzca el deslavado del hormigón. El extremo de descarga estará en todo momento sumergido por completo en el hormigón y el tubo final deberá contener una cantidad suficiente de mezcla para evitar la entrada de agua.

Cuando el hormigón se coloque por medio de cangilones de fondo movable, estos se bajarán gradual y cuidadosamente hasta que se apoyen sobre el terreno de cimentación o sobre el hormigón ya colocado. Luego se elevarán lentamente durante el recorrido de descarga, con el fin de mantener, en lo posible, el agua sin agitación en el punto de hormigonado y evitar la segregación y deslavado de la mezcla.

### **Compactación del hormigón**

La compactación de los hormigones colocados se ejecutará con igual o mayor intensidad que la empleada en la fabricación de las probetas de ensayo de la fórmula de trabajo. Se especificará, a criterio del Ingeniero Director, los casos y elementos en los cuales ha de aplicarse la compactación por vibración.

### **Ejecución de juntas**

Las juntas podrán ser de hormigonado, contracción o dilatación. Se cuidará que las juntas creadas por las interrupciones del hormigonado queden normales a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión y donde sus efectos sean menos perjudiciales. Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán las juntas abiertas durante algún tiempo para que las masas contiguas puedan deformarse libremente. El ancho de tales juntas deberá ser el necesario para que, en su día, puedan hormigonarse correctamente.

Al reanudarse los trabajos, se limpiará la junta de toda suciedad, lechada o árido que haya quedado suelto y se humedecerá su superficie, sin exceso de agua, antes de verter el nuevo hormigonado. En elementos de cierta altura, especialmente soportes, se retirará la capa superior de hormigón en unos centímetros de profundidad, antes de terminar el fraguado, para evitar los efectos del reflujo de la pasta segregada del árido grueso.

### **Curado del hormigón**

Durante el primer período de endurecimiento se someterá al hormigón a un proceso de curado, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones

climáticas del lugar.

En cualquier caso, deberá mantenerse la humedad del hormigón y evitarse todas las causas externas, como sobrecargas o vibraciones que puedan provocar la fisuración del elemento hormigonado. Una vez endurecido el hormigón se mantendrán húmedas sus superficies mediante arpilleras, esterillas de paja u otros tejidos análogos de alto poder de retención de humedad, durante tres (3) días si el conglomerado utilizado fuese de endurecimiento más lento.

Estos plazos prescritos como mínimos, deberán aumentarse en un cincuenta (50) por ciento en tiempo seco o cuando la superficie de las piezas haya de estar en contacto con aguas o infiltraciones agresivas.

El curado por riego podrá sustituirse por la impermeabilización de la superficie, mediante recubrimientos plásticos u otros tratamientos especiales, siempre que tales métodos ofrezcan las garantías necesarias para evitar la falta de agua libre en el hormigón durante el primer período de endurecimiento.

### **Acabado del hormigón**

Las superficies del hormigón deberán quedar terminadas, de forma que presenten buen aspecto, sin defectos ni rugosidades que requieran la necesidad de un enlucido posterior, el cual, en ningún caso, podrá aplicarse sin previa autorización del Ingeniero Director.

Si no se prescribe otra cosa, la máxima flecha o irregularidad que deben presentar los paramentos aplanados, medida respecto de una regla de dos (2) metros de longitud aplicada en cualquier dirección, será la siguiente:

- Superficies vistas: seis (6) milímetros.
- Superficies ocultas: veinticinco (25) milímetros.

### **Limitaciones de la ejecución**

El hormigonado se suspenderá, como norma general siempre que se prevea que dentro de las cuarenta y ocho (48) horas siguientes la temperatura ambiente pueda descender por debajo de los cero (0) grados centígrados. A estos efectos, el hecho de que la temperatura registrada a las nueve (9) horas de la mañana (hora solar), sea inferior a cuatro (4) grados centígrados puede interpretarse como motivo suficiente para prever que el límite prescrito será alcanzado en el citado plazo.

Si no puede garantizarse la eficacia de las medidas adoptadas para evitar que la helada afecte al hormigón, se realizarán los ensayos necesarios para comprobar las resistencias alcanzadas, adoptándose en su caso, las medidas que prescriba el Director de la Obra.

El hormigonado se suspenderá, como norma general, en caso de lluvias, adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada del agua a las masas de hormigón fresco.

Eventualmente, la continuación de los trabajos en la forma que se proponga, deberá ser aprobada por el Ingeniero Director.

#### **6.7.3.- Ejecución de las obras de hormigón armado**

##### **Colocación de las armaduras**

Será de aplicación cuanto sobre este particular se señala en el artículo correspondiente a "Armaduras de acero a emplear en hormigón armado" de las prescripciones EHE-08.

Previamente a la colocación en zapatas y fondos de cimentación se recubrirá el terreno con una capa de hormigón de limpieza.

##### **Puesta en obra del hormigón**

Como norma general no deberá transcurrir más de una (1) hora entre la

fabricación del hormigón y su puesta en obra. El Ingeniero Director de las obras podrá modificar este plazo si se emplean conglomerantes o adiciones especiales, pudiéndolo aumentar, además cuando se adopten las medidas necesarias para impedir la evaporación del agua o cuando concurren favorablemente condiciones de humedad y temperatura. En ningún caso se tolerará la colocación en obra de amasijos que acusen un principio de fraguado, segregación o desecación.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a un metro (1 m) quedando prohibido el arrojarlo con palas a gran distancia, distribuirlo en rastrillos o hacerlo avanzar más de un (1) metro dentro de los encofrados.

Tampoco se permitirá el empleo de canaletas y trompas para el transporte y vertido del hormigón, salvo que el Ingeniero Director lo autorice expresamente en casos particulares.

El citado Ingeniero podrá autorizar la colocación neumática del hormigón siempre que el extremo de la manguera no esté situado a más de tres (3) metros del punto de aplicación, que el volumen del hormigón lanzado en cada descarga sea superior a doscientos (200) litros, que se elimine todo excesivo rebote del material y que el chorro no se dirija directamente sobre las armaduras.

Al verter el hormigón, se removerá enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente los sitios en que se reúnan gran cantidad de acero, procurando se mantengan los recubrimientos y separaciones de las armaduras.

En losas, el extendido del hormigón se ejecutará de modo que el avance se realice con todo su espesor.

En vigas, el hormigonado se hará avanzando desde los extremos, llenándolas en toda su altura y procurando que el frente vaya recogido, para que no se produzcan segregaciones y la lechada escurra a lo largo del encofrado.

En pilares, el hormigonado se efectuará de modo que su velocidad no sea superior a dos (2) metros de altura por hora y removiendo enérgicamente la masa para que no quede aire aprisionado y vaya sentado de modo uniforme. Cuando los pilares y elementos horizontales apoyados en ellos se ejecuten de modo continuo, se dejarán transcurrir, por lo menos, dos (2) horas antes de proceder a construir los indicados elementos horizontales, a fin de que el hormigón de los pilares haya asentado definitivamente.

Para compactación, juntas, curado y limitaciones de ejecución, se seguirán las mismas prescripciones que se indican para obras de hormigón en masa en el Artículo 4.7.

## **6.8.- Encofrados**

### **6.8.1.- Definición**

Se definen como obras de encofrados las consistentes en la ejecución y desmontaje de las cajas destinadas a moldear los hormigones, morteros o similares.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Construcción y montaje.
- Desencofrados.

Los encofrados serán de madera, metálicos o de otro material que reúna análogas condiciones de eficacia.

### **6.8.2.- Construcción y montaje**

Se emplearán tipos o técnicas de encofrado cuya utilización y resultados estén sancionados por la práctica, debiendo justificarse la eficacia de aquellos que se

propongan y que, por su novedad, carezcan de dicha sanción, a juicio del Ingeniero Director.

Tanto las uniones, como las piezas que constituyen los encofrados, deberán poseer la resistencia y la rigidez necesarias para que, con la marcha prevista del hormigonado y especialmente bajo los efectos dinámicos producidos por el sistema de compactación exigido o adoptado no se originen esfuerzos anormales en el hormigón, ni durante su período de endurecimiento, así como tampoco movimientos locales en los encofrados superiores a cinco (5) milímetros.

Los enlaces de los distintos elementos rectos o planos de más de seis (6) metros de luz libre se dispondrán con la contraflecha necesaria para que, una vez desencofrado y cargado el elemento, éste conserve una ligera concavidad en el intradós.

Los moldes ya usados y que hayan de servir para unidades repetidas serán cuidadosamente rectificadas y limpiadas.

El Contratista adoptará las medidas necesarias para que las aristas vivas del hormigón resulten bien acabadas, colocando si es preciso angulares metálicos en las aristas exteriores del encofrado o utilizando otro procedimiento similar en su eficacia. El Ingeniero Encargado podrá utilizar, sin embargo, berenjenos para achaflanar dichas aristas. No se tolerarán imperfecciones mayores de cinco (5) milímetros de altura.

Tanto la superficie de los encofrados como los productos que a ellos se puedan aplicar, no deberán contener sustancias perjudiciales para el hormigón.

Para facilitar el desencofrado será obligatorio el empleo de un producto desencofrante aprobado por el Ingeniero Director de las obras.

Los encofrados de madera se humedecerán antes del hormigonado, a fin de evitar la absorción del agua contenida en el hormigón y se limpiarán, especialmente los fondos dejándose aberturas provisionales para facilitar esta labor.

Las juntas de las diversas tablas deberán permitir el entumecimiento de las mismas por la humedad del riego y del hormigón, sin que, sin embargo, dejen escapar la pasta durante el hormigonado, para lo cual se podrá autorizar el empleo de una selladora adecuada.

Antes de comenzar las operaciones de hormigonado el Contratista deberá obtener del Director de obra la aprobación escrita del encofrado realizado.

### **Desencofrado**

El desencofrado de costeros verticales de elementos de poco canto podrá efectuarse a los tres (3) días de hormigonada la pieza, a menos que durante dicho intervalo se hayan producido bajas temperaturas u otras causas capaces de alterar el proceso normal de endurecimiento del hormigón. Los costeros verticales de elementos de gran canto o los costeros horizontales, no deberán retirarse antes de los (7) días, con las mismas salvedades apuntadas anteriormente.

El Ingeniero Director podrá reducir los plazos anteriores, respectivamente, a dos (2) días o cuatro (4) días cuando el tipo de conglomerante empleado proporcione un endurecimiento suficientemente rápido.

#### **6.8.3.- Medición y abono**

m<sup>2</sup> de superficie medida según las especificaciones de la Documentación Técnica y que se encuentre en contacto con el hormigón.

Este criterio incluye los apuntalamientos previos, así como la recogida, limpieza y acondicionamiento de los elementos utilizados.

La superficie correspondiente a agujeros interiores se debe deducir de la superficie total del techo o losa de acuerdo con los criterios siguientes:

- Huecos de 1 m<sup>2</sup> como máximo: no se deducen.
- Huecos de más de 1 m<sup>2</sup>: se deduce el 100%.

Se incluye dentro de estos criterios el exceso de superficie necesaria para conformar el perímetro de los huecos.

## **6.9.- Armaduras de acero**

### 6.9.1.- Definición

Los aceros para armar, bien sean lisos, corrugados o mallas electrosoldadas, se ajustarán en todo a lo prescrito en el artículo referente a armaduras, de la vigente Instrucción EHE-08.

En particular, estarán perfectamente laminados, si bien se admitirá la utilización de acero estirado en frío, si así lo autoriza el Ingeniero Director y el material cumple las prescripciones mínimas exigidas.

Igualmente deberá estar exento de grietas, pajas y otros defectos, el grano será fino, blanco o azulado y las dimensiones serán las indicadas en los planos con una tolerancia en peso en más o en menos del dos (2) por ciento.

Las mallas electrosoldadas deberán suministrarse con certificado de homologación y garantía del fabricante, incluyendo las condiciones de adherencia, de doblado siempre sobre mandril y de despegue de las barras de nudo.

El almacenamiento se hará con garantía de que no se produzca una oxidación excesiva, ni se manchen de grasa, ligantes o aceites. En todo caso en el momento de su utilización las armaduras deberán estar exentas de óxido adherente.

### 6.9.2.- Condiciones generales

Se colocarán limpias de toda suciedad, pintura, grasa, y óxido no adherente. Las barras se fijarán entre sí, mediante las oportunas sujeciones, manteniéndose la distancia al encofrado, de modo que quede impedido todo movimiento de aquellas durante el vertido y vibrado del hormigón y permitiendo a éste envolverlas sin coqueras.

La posición de las armaduras se fijará en acuerdo estricto con los planos, o en su defecto, con las indicaciones del Ingeniero Director de las obras.

No se podrá hormigonar sin previo reconocimiento de la adecuada disposición de las armaduras por el Ingeniero Director de las obras o personal facultativo en quien delegue.

Por lo demás, y en especial en cuanto se refiere al recubrimiento, doblado y empalme de barras, se atenderá a lo indicado en la vigente EHE-08.

### 6.9.3.- Ensayos

A la llegada a obra se realizará una toma de muestras de cada partida, sobre las que se ejecutarán las series completas de ensayos que estime pertinente la Dirección de Obra.

Si la partida es identificable y el Contratista presenta una hoja de ensayo, redactada por un laboratorio debidamente homologado por el órgano competente, se efectuarán únicamente los ensayos que sean necesarios para completar dichas series, bien entendido que la presentación de dicha hoja no afectará en ningún caso a la realización ineludible del ensayo de plegado.

### 6.9.4.- Medición y abono

#### **Barras corrugadas**

kg de peso calculado según las especificaciones de la Documentación Técnica, de acuerdo con los criterios siguientes:

- El peso unitario para su cálculo será el teórico.
- Para poder utilizar otro valor diferente del teórico, es necesaria la aceptación expresa de la Dirección de Obra.

Estos criterios incluyen las pérdidas y los incrementos de material correspondientes a recortes, ataduras y empalmes.

### **Malla electrosoldada**

m2 de superficie medida según las especificaciones de la Documentación Técnica.

Este criterio incluye las pérdidas e incrementos de material correspondientes a recortes y empalmes.

## **6.10.- Marcos prefabricados de hormigón armado**

### 6.10.1.- Definición

Marcos prefabricados de hormigón armado.

Se contempla el siguiente tipo de marco:

- Marco prefabricado de hormigón de dimensiones interiores 1.50 x 0.70 m y espesor 0,15 m.

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Comprobación de la superficie de asentamiento
- Colocación del hormigón de la solera
- Curado del hormigón de la solera
- Colocación del marco sobre el hormigón de la solera

### 6.10.2.- Condiciones generales

El marco quedará en la posición prevista por la Documentación Técnica o en su defecto por la especificada por la Dirección de Obra.

La elección del tipo de marco a instalar en un lugar determinado se hará una vez definidas las necesidades funcionales del proyecto.

Ha de quedar sujeto a la solera de hormigón.

La solera quedará plana, nivelada y a la profundidad prevista en la Documentación Técnica.

El hormigón será uniforme y continuo. No tendrá grietas o defectos del hormigonado como deformaciones o coqueras en la masa.

La sección de la solera no quedará disminuida en ningún punto. Los orificios de entrada y salida de la conducción quedarán preparados. El nivel del coronamiento permitirá la colocación del marco y la tapa enrasados con el pavimento.

Tolerancias de ejecución:

- Nivel de la solera: 20 mm

### 6.10.3.- Ejecución

#### **Condiciones generales**

El proceso de colocación no producirá desperfectos, ni modificará las condiciones exigidas al material.

El marco se manipulará con los pernos de suspensión previstos para tal fin.

#### **Solera de hormigón**

Los trabajos se realizarán con el asiento libre de agua y tierras disgregadas.

### 6.10.4.- Medición y abono

m de longitud instalada, medida según las especificaciones de la Documentación Técnica, entre los ejes de los elementos o de los puntos a

conectar.

### **6.11.- Obras de fábrica**

Cerramiento de ladrillo cerámico o bloque de hormigón, con mortero de cemento y/o cal, arena, agua y, a veces, aditivos, que constituyen cerramiento de altura no mayor de 9 m, pudiendo ser para revestir o visto.

#### 6.11.1.- Fábricas de bloques de hormigón

Las fábricas con bloques de hormigón se ejecutarán conforme al Código Técnico de la Edificación.

Los muros apoyarán sobre un zócalo de hormigón en masa de altura sobre el nivel del terreno no inferior a treinta (30) centímetros.

El aparejo de bloques, enlace de hiladas, esquinas, dinteles, huecos y refuerzos, se dispondrán conforme a lo establecido en el Código Técnico de la Edificación.

#### 6.11.2.- Fábricas de bloques de ladrillo

Se ejecutarán con ladrillo cerámico de las dimensiones que se definen en el precio de cada unidad.

El sentido en que han de ser colocados los ladrillos depende del espesor que deba tener el muro que se vaya a construir. Siempre se asentarán, previamente mojados a baño flotante de mortero, por hiladas horizontales a juntas encofradas, cuyo espesor no excederá de un (1) centímetro o, en general, en dirección perpendicular a la de los principales esfuerzos.

Los ladrillos que se empleen en los tabiques interiores de los edificios se sentarán con mortero y se colocarán con buena trabazón, por hileras horizontales. Los paramentos serán exactamente a plomo.

## **6.12.- Enlucidos**

Sobre el ladrillo o bloques, se ejecutarán embebiendo previamente de agua la superficie de la fábrica. Se realizará en las arquetas y/o pozos.

Los enlucidos sobre hormigones se ejecutarán cuando éstos estén todavía frescos, rascando previamente la superficie para obtener una buena adherencia. Al tiempo de aplicar el mortero a la superficie que se enluzca, se hallará ésta húmeda, pero sin exceso de agua que pudiera deslavar los morteros.

Cuando el mortero se haya secado y adquirido una cierta consistencia, se alisará repetidamente teniendo cuidado de que no queden grietas o rajás. Después del acabado, el enlucido será homogéneo y sin grietas, poros o soplados.

Los enlucidos se mantendrán húmedos por medio de riegos muy fuertes durante el tiempo necesario, para que no sea de temer la formación de grietas por desecación.

Se levantará, picará y rehará por cuenta del Contratista todo enlucido que presente grietas, o que por el sonido que produce al ser golpeado, o cualquier otro indicio, se aprecie que está, al menos parcialmente despegado del paramento de la fábrica.

## **6.13.- Otras fábricas y trabajos**

De acuerdo a los datos climáticos, especialmente la pluviometría y a la configuración y topografía del lugar, el Contratista será responsable de construir un sistema de drenaje para proteger las infraestructuras de la instalación contra la erosión hídrica e inundaciones repentinas.

En la ejecución de otras fábricas y trabajos para los cuales no existiesen prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego, el Contratista se

atendrá, en primer término, a lo que sobre ello se detalle en los Planos y Presupuestos y en segundo, a las instrucciones que reciba de la Administración, de acuerdo con los Pliegos o normas oficiales que sean aplicables en cada caso.

#### **6.14.- Arquetas y pozos de registro**

Esta unidad comprende la ejecución de arquetas y pozos de registro de hormigón, bloques de hormigón, mampostería, ladrillo o cualquier otro material previsto en el contrato autorizado por el Ingeniero Director de las obras.

Una vez efectuada la excavación requerida, se procederá a la ejecución de las arquetas o pozos de registro, de acuerdo con las condiciones señaladas en los artículos correspondientes de las presentes prescripciones para la fabricación, en su caso, y puesta en obra de los materiales previstos, esmerando su terminación.

Las tapas de las arquetas o de los pozos de registro ajustarán perfectamente al cuerpo de la obra y se colocarán de forma que su cara superior quede al mismo nivel que las superficies adyacentes.

En particular se ejecutarán las siguientes arquetas:

- Arqueta registrable prefabricada de hormigón en masa con paredes de 10 cm de espesor, registrable, de diferentes medidas (80x80x100 cm y 30x30x50 cm), medidas interiores, completa: con tapa y marco de hormigón, con junta de coma perimetral produciendo un cierre hermético y formación de agujeros para conexiones de tubo. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/32/I de 10 cm de espesor.

#### **6.15.- Excavación**

##### 6.15.1.- Definición

Será la realizada a cielo abierto para rebajar el nivel del terreno y obtener una superficie regular definida por los planos, donde han de realizarse otras

excavaciones en fase posterior, asentarse obras o simplemente para formar explanadas, así como las zonas de préstamos previstas o autorizadas que puedan necesitarse y el consiguiente transporte de los materiales a depósito o lugar de empleo.

#### 6.15.2.- Clasificación de las excavaciones

Se clasificarán las excavaciones en explanación en función de la necesidad o no del empleo de martillo para su excavación según determine la Dirección de Obra.

#### 6.15.3.- Ejecución

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavación ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en los Planos y Pliego, y a lo que sobre el particular ordene la Dirección de Obra.

El orden y la forma de ejecución se ajustarán a lo establecido en el Proyecto.

Las excavaciones deberán realizarse por procedimientos aprobados, mediante el empleo de equipos de excavación y transporte adecuados a las características del terreno, volumen y plazo de ejecución de las obras.

Será necesario tener especial cuidado con las excavaciones ejecutadas con gran rapidez, con medios muy potentes, en especial en época de lluvia, condiciones en que la estabilidad a corto plazo prevalece y puede verse comprometida.

Se solicitará de las correspondientes Compañías (de electricidad, aguas, telefonía o gas) la posición y solución a adoptar para las instalaciones que pueden ser afectadas por la excavación, así como la distancia de seguridad a tendidos de conducción de energía eléctricos, no siendo de abono este concepto.

La profundidad de la excavación y los taludes serán las indicadas en los Planos, pudiéndose modificar a juicio de la Dirección de Obra, en función de la naturaleza del terreno, mediante órdenes escritas del mismo, y sin que ello suponga variación alguna en el precio.

Esta unidad incluye la propia excavación con los medios que sean precisos, la selección del material para aprovechamiento, la carga sobre camión, el transporte a vertedero o acopio en su caso y a lugar de empleo.

Se redondearán las aristas de las explanaciones, intersección de taludes con el terreno natural y fondos y bordes de cuneta.

#### 6.15.4.- Medición y abono

La excavación se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) deducidos por diferencia entre los perfiles reales del terreno antes de comenzar los trabajos y los perfiles realmente definidos en Planos. El tipo de excavación, en terrenos compactos o en roca, será el que determine la Dirección de Obra en función de los métodos empleados para su remoción.

No se abonarán los excesos de excavación sobre dichas secciones que no sean expresamente autorizados por la Dirección de Obra, ni los rellenos compactados que fueren precisos para reconstruir la sección ordenada o proyectada, en el caso de que la profundidad de la excavación o el talud fuesen mayores de los correspondientes a dicha sección. El Contratista está obligado en este caso a ejecutar a su costa dichos rellenos según las especificaciones de coronación de terraplén.

### **6.16.- Perfilado y refino de taludes**

#### 6.16.1.- Definición

Esta unidad comprende los trabajos a ejecutar sobre los taludes existentes para dejarlos conforme marca el proyecto. El perfilado ha de dejar superficies planas y uniformes acordes con la pendiente establecida.

### 6.16.2.- Ejecución

Las obras se realizarán conforme a la normativa vigente y en plenas condiciones de seguridad a máquina o a mano si fuera necesario.

### 6.16.3.- Medición y abono

m<sup>2</sup> las obras se abonarán por metro cuadrado de perfil ejecutado.

## **6.17.- Carpintería metálica**

### 6.17.1.- Medición y abono

La medición y abono se realizará por unidad realmente ejecutada, probada la instalación y funcionando con las debidas garantías, si lo ha sido conforme a este Proyecto y a las órdenes la Dirección de obra.

En el precio se consideran incluidos todos los medios necesarios para su instalación definitiva.

## **6.18.- Cercados metálicos**

### 6.18.1.- Definición y ámbito de aplicación

Consiste en la instalación en los tramos y márgenes definidos en los planos, de una valla de cerramiento cinagética galvanizada para impedir el acceso no controlado de vehículos y peatones.

Los detalles, la ubicación y dimensiones del cerramiento se definen en el documento de Planos de este Proyecto.

### 6.18.2.- Materiales

La malla estará fabricada con alambres horizontales y verticales de acero de alta resistencia y galvanizado triple reforzado (galvanizados al fuego y triple capa de cinc) que le confiera una larga duración. Los alambres verticales se sujetarán a los horizontales mediante nudos en espiral.

Los postes verticales tendrán un diámetro interior de 48 mm y las riostras o

tornapuntas indicadas en planos tendrán un diámetro interior de 35 mm. La longitud total de los postes será de 2 m. La base de los postes tendrá forma atrompetada para su mejor fijación.

La cabeza superior de los postes estará cerrada mediante un tapón de material plástico. El acero de los alambres de la malla y de los hilos tensores será del tipo adecuado para su obtención por trefilado con contenido máximo de carbono comprendido entre una décima y veintiocho centésimas por ciento (0,10% y 0,25%) y límites superiores de fósforo y azufre de cuatro y cinco centésimas por ciento (0,04% y 0,5%) respectivamente.

El alambre se galvanizará en caliente mediante inmersión en baño de zinc fundido, obtenido por métodos electrolíticos, con un contenido mínimo en peso de zinc del noventa y nueve con noventa y cinco centésimas por ciento (99,95%).

#### 6.18.3.- Ejecución de las obras

Comprenderán los siguientes trabajos:

Excavación para cimientos de postes. Los hoyos se centrarán a lo largo de la línea de la valla. En todos los extremos se colocará poste principal de extremo, arriostrado. En los ángulos menores de 145 grados, se colocarán postes principales de ángulo, arriostrados.

Además, en todos los cambios de alineaciones, tanto verticales como horizontales (en mayo-res de 145 grados), se colocará poste principal de centro. Además, cada 3 m, como máximo se colocará un poste intermedio. Cada 30 m, como máximo, se colocará un poste principal de centro.

En todos los postes principales, tanto de centro como de ángulo, los extremos de los alambres horizontales quedarán rígidamente fijados al poste, de forma que impida absolutamente la extracción del alambre. En los postes intermedios los alambres no tienen extremo, sino que se fijan al poste mediante atado con

grapas galvanizadas o inoxidable que se fijan rígidamente a las pletinas de acero soldadas al poste.

En aquellas zonas en que el terreno sea muy blando, se disminuirá la separación de los cimientos, a juicio de la Dirección de Obra, sin variación en el precio. Las tierras procedentes de la excavación en cimiento se repartirán "in situ", debidamente niveladas. Esas mismas dimensiones deberá tener el cimiento de hormigón HM-20, por lo que, si fuese necesario, debido a la poca consistencia del terreno, la excavación deberá ser mayor, para conseguir las dimensiones de cimiento hormigonado indicadas.

El terreno se deberá limpiar, antes de instalar los postes, de arbustos, piedras, etc., que impidan la colocación de la valla.

Los postes se colocarán verticales, salvo que, a juicio del Ing. Director, fuera conveniente colocarlos perpendicularmente al talud del terreno.

Las dimensiones de las cimentaciones deberán aumentarse en base a lo que sea aconsejable en aquellas zonas en que el terreno sea muy blando, ondulado, abrupto, etc.

Las distancias entre postes se deberán disminuir, a tenor de lo que sea aconsejable, cuando el terreno sea muy blando, ondulado, abrupto, etc.

No se procederá a la instalación de la malla hasta que el Ing. Director apruebe la instalación de los postes.

La malla deberá tener la misma tensión en todos los postes, y no presentar zonas abombadas ni deterioradas por un montaje defectuoso.

#### 6.18.4.- Medición y abono

Se medirán por metros (ml) realmente ejecutados, siempre según la definición

de planos o las indicaciones de la Dirección de Obra.

El precio incluye la excavación necesaria para el emplazamiento de los cerramientos, su cimentación, el suministro, colocación y empleo de todos los materiales, tanto para la cimentación como para los postes, mallas, zócalos y las puertas de acceso, así como accesorios de atado, tensado, anclaje y arriostamiento, incluso en aquellos postes que, por razones de cambio de alineación o de interrupción de la valla, fuera necesario arriostar de modo especial. Igualmente incluye los tratamientos anticorrosivos, y pintado.

La puerta del cercado se pagará con la unidad correspondiente del cuadro de precios.

## 7.- CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

### **7.1.- Definición**

Se entiende por elementos de los elementos que componen la instalación fotovoltaica aquellos que permiten el funcionamiento de la misma.

### **7.2.- Condiciones generales**

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento de clase 2 y un grado de protección mínimo de IP65.

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

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones

superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

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

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

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

En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

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

### **7.3.- Garantías**

La garantía general de la instalación, así como de sus componentes será como mínimo de 2 años a partir de la finalización de la puesta en marcha.

Con carácter de mínimos, los materiales principales a implementar dispondrán de las siguientes garantías:

Módulo	25 años: 90% de rendimiento los 10 primeros años y del 80% del año 11 al 25
Estructura	25 años
Inversor	5 años

Tabla 2: Garantías de los equipos

#### 7.4.- Módulos fotovoltaicos

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

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

- UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- UNE-EN 61646: Módulos fotovoltaicos de lámina delgada para aplicaciones terrestres. Cualificación del diseño y aprobación de tipo.
- UNE-EN 62108. Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV). Cualificación del diseño y homologación.
- IEC61215/IEC61730/UL1703/IEC61701/IEC62716
- ISO 9001: Quality Management System
- ISO 14001: Environmental Management System
- ISO14064: Greenhouse gases Emissions Verification
- OHSAS 18001: Occupation Health and Safety Management System
- CE
- UL

- Recyclable Packaging
- EU-28 WEEE COMPLIANT
- PV CYCLE
- DNV-GL

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

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

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

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación y no deben exhibir ningún tipo de “puntos calientes” cuando no hay sombras sobre ellos.

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

- Cada generador fotovoltaico debe estar formado por módulos del mismo fabricante, tipo y modelo.
- Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales

y tendrán un grado de protección IP68 o superior.

- Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.
- Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del  $\pm 3 \%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo.
- Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.
- Los módulos deben ser resistentes al PID (Potential Induced Degradation).
- En caso de que el generador fotovoltaico esté constituido por más de tres ramas en paralelo, todas las ramas deben estar protegidas con fusibles en ambos polos. La tara de los fusibles a 50°C debe ser entre 2 y 4 veces la corriente de cortocircuito en CEM, e inferior a la máxima corriente de operación de los cables.
- Será deseable una alta eficiencia de las células. En cuanto a la estructura del generador, esta se conectará a tierra.
- Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.
- Los módulos fotovoltaicos dispondrán de una garantía de producto por el fabricante durante un período mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento superior al 90% durante 10 años y superior al 80% durante 25 años.
- La empresa suministradora será catalogada como TIER 1.

### **7.5.- Estructura soporte**

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado:

- En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad, cargas y rachas de

viento, así como con EN 1991. Además, estarán protegidas contra la corrosión en ambientes iguales o superiores a C4, según la norma ISO 9223.

- El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.
- Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.
- El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.
- Los procedimientos de instalación deben respetar las protecciones anticorrosión. Y esto es aplicable también a cualquier carpintería metálica, canaletas, tornillos, tuercas, arandelas y cualquier otro elemento metálico de sujeción.
- Las estructuras de soporte deben permitir que todos los módulos del generador sean fácilmente accesibles para inspecciones periódicas y debe facilitar el rápido drenaje de agua en caso de lluvias torrenciales evitando la acumulación de agua.
- La tornillería será realizada en acero inoxidable.
- Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.
- Las fijaciones, las cuales mantienen asegurada la estructura de los módulos fotovoltaicos, se realizarán con contrapesos colocados en la superficie del terreno y dispondrán de guías para poder pasar los cables, consiguiendo así un mejor acabado de la instalación.

- La estructura presentará una garantía de su instalación, montaje y calidades para una durabilidad de 25 años en las condiciones expuestas.

## 7.6.- Inversores

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

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

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

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

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

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

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.

- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

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

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

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

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

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

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

- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

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

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

Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 10 años.

### **7.7.- Cableado**

El cableado deberá cumplir las especificaciones de este apartado:

- Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.
- Los conductores de CC serán de cobre, los de CA de aluminio y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de corriente continua deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 % y los de la parte alterna para que la caída de tensión sea inferior del 2%, teniendo en ambos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.
- El cable deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

- Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.
- Los terminales de todos los módulos y también los de todos los cables entre los módulos y las cajas de conexión deben ser del mismo modelo y fabricante (o declaración de compatibilidad) para asegurar buenas conexiones. Su colocación debe ser tal que no resulten proclives a la acumulación de polvo, arena o agua, para evitar cortocircuitos y degradación prematura.
- El cableado DC debe estar sujeto a la estructura de soporte mediante elementos resistentes al UV o discurrir por canaletas para evitar roces contra objetos cortantes de la estructura, que puedan dañar su aislamiento y también para evitar enganches ocasionales
- Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.
- El cableado eléctrico deberá ir preferentemente en canalización subterránea, para lo cual deberá construirse la consiguiente zanja, conforme a la normativa vigente. La zanja tendrá una anchura mínima de 30 cm y una profundidad mínima de 40 cm y por ella discurrirá el cableado eléctrico protegido bajo tubo rígido.

### **7.8.- Cajas de conexiones**

Las cajas de conexión deberán cumplir las especificaciones de este apartado:

- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en

cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación.

- Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm.
- Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados.
- En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.
- Los conductores se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratuercas y casquillos.
- Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.
- Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

### **7.9.- Elementos de medida**

El sistema de monitorización tiene que ser capaz de comunicarse y recibir información relevante de:

- Variables relevantes de flujo de energía (corrientes, tensiones y potencias DC y AC; estado de las alarmas, frecuencia de salida....)
- Todos los contadores de energía.

Además, debe incluir dispositivos de transmisión a través de GSM y/o vía internet y, en la medida de lo posible, el sistema de monitorización debe incluir el control remoto de la instalación.

#### 7.9.1.- Sistemas de monitorización

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

#### **7.10.- Elementos de conexión a red**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en la normativa vigente en lo que se refiere a conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red.

#### **7.11.- Armónicos y compatibilidad electromagnética**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

#### **7.12.- Aparataje de protección**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Todos los fusibles, protectores de sobretensiones e interruptores de apertura en carga deben cumplir con la norma IEC 60634-7-712.

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

#### 7.12.1.- Cuadros eléctricos

Los cuadros eléctricos deberán cumplir las especificaciones de este apartado:

- Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones, se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) y serán estancos con grado de protección IP-65 o superior adecuados para su instalación en el exterior.
- Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT- 24.
- Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.
- Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.
- Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.
- Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

- Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provistas de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.
- Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso, nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.
- La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero de módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.
- Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc.), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.
- Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.
- El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.
- Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.
- La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones servicio, y en particular:
  - Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
  - El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas

en planos y mediciones

### 7.12.2.- Interruptores magnetotérmicos

Los interruptores magnetotérmicos deberán cumplir las siguientes especificaciones:

- En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.
- La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos de corte con curva térmica de corte para la protección a cortocircuitos.
- En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.
- Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.
- El interruptor de entrada al cuadro será selectivo con los interruptores situados agua abajo, tras él. Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

### 7.12.3.- Fusibles

- Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.
- Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.
- Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcas la intensidad y tensión nominales de trabajo.
- No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

### 7.12.4.- Interruptores diferenciales

La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

- Protección por aislamiento de las partes activas:

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

- Protección por medio de envolventes

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE 20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección

exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- Con la ayuda de una llave o de una herramienta.
- Después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o esta envolvente, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes.
- bien si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas
- Protección por dispositivos de corriente diferencia-residual:
- Esta medida de protección está destinada solamente complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.
- El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante “corte automático de la alimentación”. Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o

transformador debe ponerse a tierra.

#### 7.12.5.- Seccionadores

- Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.
- Los seccionadores serán adecuados para trabajar en servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

#### 7.12.6.- Embarrados

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

#### 7.12.7.- Prensaestopas y etiquetas

- Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.
- Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.
- Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante número que correspondan a la designación del esquema.
- Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.
- En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

- En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

#### 7.12.8.- Elementos de puesta a tierra

- Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la Memoria de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.
- Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.
- Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.
- La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.
- Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.
- La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas
- Contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.
- Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por barras, tubos, pletinas, o conductores desnudos.
- Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.
- El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.
- La sección de los conductores de tierra, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la ITC-BT 18. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.
- La protección contra rayos de las casetas y/o edificios debe cumplir con las normas IEC 61173 y 60364-7-712 (además de los requisitos establecidos por la normativa nacional vigente).
- Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

- En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:
  - Los conductores de tierra.
  - Los conductores de protección.
  - Los conductores de unión equipotencial principal.
  - Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.
- Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.
- Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos y tendrán una sección mínima según lo establecido en ITC-BT 18.
- Como conductores de protección pueden utilizarse:
  - Conductores en los cables multiconductores, o
  - Conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
  - Conductores separados desnudos o aislados.
- Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección.
- Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

### **7.13.- Medidas de seguridad**

Las medidas de seguridad a adoptar serán las siguientes:

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

conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

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

Todas las centrales fotovoltaicas con una potencia mayor de 1 MW estarán dotadas de un sistema de teledesconexión y un sistema de telemedida.

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

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

#### **7.14.- Control de materiales específicos de obra**

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a

emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que, por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos.

Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

#### **7.15.- Criterios de medición**

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en este Pliego Particular de Condiciones o incluso tal como figuren dichas unidades en las mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en los Cuadros de Precios, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio. Además de estos, se atenderán a los siguientes criterios:

- En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapasp, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción siempre que no se indique lo contrario en los documentos mencionados anteriormente.

- Los cuadros, elementos y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.
- Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.
- La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.
- El transporte de los materiales en el interior de la obra estará a cargo de la Contrata.

## 8.- PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

### **8.1.- Generador fotovoltaico**

#### 8.1.1.- Generalidades

El módulo fotovoltaico seleccionado cumplirá las especificaciones del anejo de "Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión" de este proyecto.

Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

#### 8.1.2.- Orientación e inclinación y sombras

La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla siguiente.

Se considerarán tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica. En todos los casos han de cumplirse tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

	Orientación e inclinación (OI)	Sombras (S)	Total (OI + S)
<b>General</b>	10 %	10	15 %
<b>Superposición</b>	20 %	15	30
<b>Integración</b>	40 %	20 %	50

Tabla 3: Orientación, inclinación y sombras

Cuando, por razones justificadas, y en casos especiales en los que no se puedan instalar de acuerdo con el apartado anterior, se evaluará la reducción en las prestaciones energéticas de la instalación, incluidas en el proyecto.

En todos los casos deberán evaluarse las pérdidas por orientación e inclinación del generador y sombras.

## **8.2.- Instalación de baja tensión**

### **8.2.1.- Generalidades**

Una instalación de baja tensión: es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal se encuentra por debajo de 1 kV ( $U < 1 \text{ kV}$ ).

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primera calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

Genéricamente las obras contarán de:

- Conductores
- Dispositivos de protección eléctrica
- Canalizaciones subterráneas. Zanjas.
- Protecciones mecánicas.

La Dirección podrá rechazar todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos para ellas exigidas, obligándose la empresa instaladora autorizada o Contratista a sustituirlas a su cargo.

### 8.2.2.- Materiales

Los materiales deberán cumplir con las siguientes medidas:

- Serán de primera calidad y cumplirán con las especificaciones de las normas que les correspondan y que sean señaladas como de obligado cumplimiento y lo que establezca el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y la reglamentación vigente.
- La Dirección Facultativa velará porque todos los materiales, productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación eléctrica sean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.) y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente, así como de los certificados de conformidad con las dichas normas u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista y por lo especificado en el presente Pliego.
- Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la Contratista, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiéndose que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.
- La Dirección Facultativa asimismo podrá exigir muestras de los materiales a emplear y sus certificados de calidad, ensayos y pruebas

de laboratorios, rechazando, retirando, desmontando o reemplazando dentro de cualquiera de las etapas de la instalación los productos, elementos o dispositivos que a su parecer perjudiquen en cualquier grado el aspecto, seguridad o bondad de la obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

- Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos o verificaciones para el cumplimiento de sus correspondientes exigencias técnicas, según su utilización, estos podrán ser realizadas por muestreo u otro método que indiquen los órganos competentes, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, debiendo aportarse o incluirse, junto con los equipos y materiales, las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:
  - Identificación del fabricante, representante legal o responsable de su comercialización.
  - Marca y modelo.
  - Distintivo de calidad
  - Año de fabricación y característica principales.
  - Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

### **Conductores eléctricos**

Los cables instalados serán los que figuran en el presente proyecto y deberán estar de acuerdo con las Normas UNE, además de:

- Los conductores de los cables utilizados en las líneas subterráneas serán de cobre o de aluminio y estarán aislados con mezclas apropiadas de compuestos poliméricos. Estarán además debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán la resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos.
- Los cables para Baja Tensión podrán ser de uno o más conductores y de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV. La sección de estos

conductores será la adecuada a las intensidades y caídas de tensión previstas y, en todo caso, esta sección no será inferior a 6 mm<sup>2</sup> para conductores de cobre y a 16 mm<sup>2</sup> para los de aluminio.

- Dependiendo del número de conductores con que se haga la distribución en Baja Tensión, la sección mínima del conductor neutro será:
- Con dos o tres conductores: Igual a la de los conductores de fase.
- Con cuatro conductores, la sección del neutro será como mínimo la que se especifique en los planos de proyecto.

### **Empalmes y conexiones**

- Los empalmes y conexiones de conductores se realizarán utilizando piezas metálicas apropiadas, resistentes a la corrosión, y que aseguren un contacto eléctrico eficaz, de modo que, en ellos, la elevación de temperatura no sea superior a la de los conductores.
- Se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento, así como de su envolvente metálica, cuando exista. Asimismo, deberá quedar perfectamente asegurada su estanquidad y resistencia contra la corrosión que pueda originar el medio.
- Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del conductor, el 90 por ciento de su carga de rotura. No es admisible realizar empalmes por soldadura o por torsión directa de los conductores.
- Con conductores de distinta naturaleza, se tomarán todas las precauciones necesarias para obviar los inconvenientes que se derivan de sus características especiales, evitando la corrosión electrolítica mediante piezas adecuadas.

#### **8.2.3.- Ejecución de las obras**

Durante el proceso de ejecución de la instalación se dejarán las líneas sin tensión y, en su caso, se conectarán a tierra.

Deberá garantizarse la ausencia de tensión mediante un comprobador adecuado antes de cualquier manipulación.

En los lugares de ejecución se encontrarán presentes, como mínimo dos operarios, que deberán utilizar guantes, alfombras aislantes, demás materiales y herramientas de seguridad.

Los aparatos o herramientas eléctricas que se utilicen estarán dotados del correspondiente aislamiento de grado II, o estarán alimentados a tensión inferior a 50V, mediante transformador de seguridad.

Se cumplirán, además, todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

### **Comprobaciones iniciales**

Se llevarán a cabo las siguientes comprobaciones iniciales:

- Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación de las líneas eléctricas de Baja Tensión, coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la Dirección Facultativa.
- Antes de comenzar los trabajos se marcará, por Instalador autorizado y en presencia de la Dirección Facultativa, las zonas por donde discurrirá el trazado de las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno.
- Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a tomar las precauciones debidas.
- Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los trabajos.
- Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

- Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

### **Accesibilidad de las instalaciones**

Para propiciar la correcta accesibilidad a las instalaciones, se deberá tener en cuenta que:

- Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.
- En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.
- Las cubiertas, tapas o envoltentes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc., instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

### **Trazado de canalizaciones e instalación de conductores**

Las canalizaciones se dispondrán, en general, en zonas perfectamente delimitadas, preferentemente paralelas al camino de servicio que se ha de proyectar.

En cuanto al trazado, será lo más rectilíneo posible y deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos, fijados por los fabricantes (o en su defecto los indicados en las normas de la serie UNE 20.435), a respetar en los cambios de dirección.

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las estructuras o enterrados, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

### **Excavación de las zanjas**

Se tienen en consideración los trabajos de desmonte o terraplenado para dar al terreno la cota de rasante o cota de nivelación, incluyéndose también la excavación de zanjas. Se exigirán las normas de seguridad en el trabajo que sean de aplicación, además de tener en consideración que:

- Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.
- El fondo de las zanjas estará lo más limpio posible de piedras que puedan dañar al conductor, para lo cual se extenderá una capa del espesor detallado en los planos de arena o tierra fina, que sirve para nivelación y asiento de los cables o tubos, y se rellenará de arena, sobre la que se pone la protección mecánica del cable y la señalización.
- La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Se empleará arena cuyos granos tengan dimensiones de 2 a 3 mm como máximo.
- Cuando se emplee la arena procedente de la misma zanja, además de necesitar la aprobación del Director de Obra, será necesario su cribado.
- Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.
- Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.
- Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las especificadas en los planos.

### **Conductores aislados fijados directamente sobre la estructura**

Antes de iniciar el tendido de la línea, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las estructuras por medio de bridas, abrazaderas, o callares.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la

parte anterior de aquella.

- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

### **Conductores aislados bajo tubos protectores**

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubos y accesorios metálicos.
- Tubos y accesorios no metálicos.
- Tubos y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos) Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:
  - UNE-EN 50.086 –2-1: Sistemas de tubos rígidos
  - UNE-EN 50.086 –2-2: Sistemas de tubos curvables
  - UNE-EN 50.086 –2-3: Sistemas de tubos flexibles
  - UNE-EN 50.086 –2-4: Sistemas de tubos enterrados

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos enterrados no serán inferiores a las indicadas en el Reglamento De Baja Tensión y las indicadas en la norma UNE

correspondientes. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante. El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 20 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos

no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.

- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

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

- Los tubos se fijarán por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

La separación entre dos bandas de cables será como mínimo de 20 cm.

La separación entre dos cables multipolares o ternas de cables unipolares dentro de una misma banda será como mínimo de 20 cm.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

### **Cruzamientos y paralelismos**

Se seguirán las especificaciones que se detalla el en Reglamento de Baja Tensión, para el caso de las canalizaciones de baja tensión.

### **Transporte y almacenamiento de bobinas de cables**

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Las bobinas no deben almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por barra y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

## **Tendido de cables**

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado. En todo caso el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable.

Cuando los cables se tiendan a mano los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen al cable.

Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable no sufra esfuerzos importantes ni golpes ni rozaduras.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia de la Dirección de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen deban ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m, teniendo en cuenta que los empalmes se

realizarán en el interior de las arquetas.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios; se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra de obra y a la empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista o empresa instaladora autorizada, deberá conocer la dirección de los servicios públicos, así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

### **8.3.- Instalaciones de media tensión 20**

#### **8.3.1.- Líneas de media tensión**

Cumplirán con el Real Decreto 337/2014 de 9 de Mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primera calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

Genéricamente las obras contarán de:

- Conductores
- Dispositivos de protección eléctrica
- Canalizaciones subterráneas. Zanjias.
- Protecciones mecánicas.

La Dirección podrá rechazará todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos para ellas exigidas, obligándose la empresa instaladora autorizada o Contratista a sustituirlas a su cargo.

### **Materiales**

Los materiales deberán cumplir con las siguientes medidas:

- Serán de primera calidad y cumplirán con las especificaciones de las normas que les correspondan y que sean señaladas como de obligado cumplimiento y lo que establezca el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y la reglamentación vigente.
- La Dirección Facultativa velará porque todos los materiales, productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación eléctrica sean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.) y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente, así como de los certificados de conformidad con las dichas normas u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista y por lo especificado en el presente Pliego.
- Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la Contratista, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.
- La Dirección Facultativa asimismo podrá exigir muestras de los materiales a emplear y sus certificados de calidad, ensayos y pruebas

de laboratorios, rechazando, retirando, desmontando o reemplazando dentro de cualquiera de las etapas de la instalación los productos, elementos o dispositivos que a su parecer perjudiquen en cualquier grado el aspecto, seguridad o bondad de la obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

- Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos o verificaciones para el cumplimiento de sus correspondientes exigencias técnicas, según su utilización, estos podrán ser realizadas por muestreo u otro método que indiquen los órganos competentes, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, debiendo aportarse o incluirse, junto con los equipos y materiales, las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:
  - Identificación del fabricante, representante legal o responsable de su comercialización.
  - Marca y modelo.
  - Distintivo de calidad
  - Año de fabricación y característica principales.
  - Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

### **Conductores eléctricos**

Los cables instalados serán los que figuran en el presente proyecto y deberán estar de acuerdo con las Normas UNE, además de:

- Los conductores de los cables utilizados en las líneas subterráneas serán de cobre o de aluminio y estarán aislados con mezclas apropiadas de compuestos poliméricos. Estarán además debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán la resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos.

## **Empalmes y conexiones**

- Los empalmes y conexiones de conductores se realizarán utilizando piezas metálicas apropiadas, resistentes a la corrosión, y que aseguren un contacto eléctrico eficaz, de modo que, en ellos, la elevación de temperatura no sea superior a la de los conductores.
- Se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento, así como de su envolvente metálica, cuando exista. Asimismo, deberá quedar perfectamente asegurada su estanquidad y resistencia contra la corrosión que pueda originar el medio.
- Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del conductor, el 90 por ciento de su carga de rotura. No es admisible realizar empalmes por soldadura o por torsión directa de los conductores.
- Con conductores de distinta naturaleza, se tomarán todas las precauciones necesarias para obviar los inconvenientes que se derivan de sus características especiales, evitando la corrosión electrolítica mediante piezas adecuadas.

## **Ejecución de las obras**

Durante el proceso de ejecución de la instalación se dejarán las líneas sin tensión y, en su caso, se conectarán a tierra.

Deberá garantizarse la ausencia de tensión mediante un comprobador adecuado antes de cualquier manipulación.

En los lugares de ejecución se encontrarán presentes, como mínimo dos operarios, que deberán utilizar guantes, alfombras aislantes, demás materiales y herramientas de seguridad.

Se cumplirán, además, todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

## **Comprobaciones iniciales**

Se llevarán a cabo las siguientes comprobaciones iniciales:

- Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación de las líneas eléctricas de media tensión, coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la Dirección Facultativa.
- Antes de comenzar los trabajos se marcará, por Instalador autorizado y en presencia de la Dirección Facultativa, las zonas por donde discurrirá el trazado de las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno.
- Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a tomar las precauciones debidas.
- Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los trabajos.
- Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.
- Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

## **Trazado de canalizaciones e instalación de conductores**

Las canalizaciones se dispondrán, en general, en zonas perfectamente delimitadas, preferentemente paralelas al camino de servicio que se ha de proyectar.

En cuanto al trazado, será lo más rectilíneo posible y deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos, fijados por los fabricantes (o en su defecto los indicados en las normas de la serie UNE 20.435), a respetar en los cambios de dirección.

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las estructuras o enterrados, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

### **Excavación de las zanjas**

Se tienen en consideración los trabajos de desmonte o terraplenado para dar al terreno la cota de rasante o cota de nivelación, incluyéndose también la excavación de zanjas. Se exigirán las normas de seguridad en el trabajo que sean de aplicación, además de tener en consideración que:

- Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.
- El fondo de las zanjas estará lo más limpio posible de piedras que puedan dañar al conductor, para lo cual se extenderá una capa del espesor detallado en los planos de arena o tierra fina, que sirve para nivelación y asiento de los cables o tubos, y se rellenará de arena, sobre la que se pone la protección mecánica del cable y la señalización.
- La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Se empleará arena cuyos granos tengan dimensiones de 2 a 3 mm como máximo.
- Cuando se emplee la arena procedente de la misma zanja, además de necesitar la aprobación del Director de Obra, será necesario su cribado.
- Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.
- Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.
- Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las especificadas en los planos.

### 8.3.2.- Centros de transformación

#### **Excavación**

Se efectuará la excavación con arreglo a las dimensiones y características del centro y hasta la cota necesaria indicada en el Proyecto.

La carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes será por cuenta del Contratista.

#### **Acondicionamiento**

Como norma general, una vez realizada la excavación se extenderá una capa de arena de 10 cm de espesor aproximadamente, procediéndose a continuación a su nivelación y compactación.

En caso de ubicaciones especiales, y previo a la realización de la nivelación mediante el lecho de arena, habrá que tener presente las siguientes medidas:

Terrenos no compactados. Será necesario realizar un asentamiento adecuado a las condiciones del terreno, pudiendo incluso ser necesaria la construcción de una bancada de hormigón de forma que distribuya las cargas en una superficie más amplia.

Terrenos en ladera. Se realizará la excavación de forma que se alcance una plataforma de asiento en zona suficientemente compactada y de las dimensiones necesarias para que el asiento sea completamente horizontal. Puede ser necesaria la canalización de las aguas de lluvia de la parte alta, con objeto de que el agua no arrastre el asiento del CT.

Terrenos con nivel freático alto. En estos casos, o bien se eleva la capa de asentamiento del CT por encima del nivel freático, o bien se protege al CT mediante un revestimiento impermeable que evite la penetración de agua en el hormigón.

## **Edificio prefabricado de hormigón**

Los distintos edificios prefabricados de hormigón se ajustarán íntegramente a las distintas Especificaciones de Materiales de la compañía suministradora, verificando su diseño los siguientes puntos:

- Los suelos estarán previstos para las cargas fijas y rodantes que implique el material.
- Se preverán, en lugares apropiados del edificio, orificios para el paso del interior al exterior de los cables destinados a la toma de tierra, y cables de B.T. y M.T. Los orificios estarán inclinados y desembocarán hacia el exterior a una profundidad de 0,40 m del suelo como mínimo.
- También se preverán los agujeros de empotramiento para herrajes del equipo eléctrico y el emplazamiento de los carriles de rodamiento de los transformadores. Asimismo se tendrán en cuenta los pozos de aceite, sus conductos de drenaje, las tuberías para conductores de tierra, registros para las tomas de tierra y canales para los cables A.T. y B.T. En los lugares de paso, estos canales estarán cubiertos por losas amovibles.
- Los muros prefabricados de hormigón podrán estar constituidos por paneles convenientemente ensamblados, o bien formando un conjunto con la cubierta y la solera, de forma que se impida totalmente el riesgo de filtraciones.
- La cubierta estará debidamente impermeabilizada de forma que no quede comprometida su estanquidad, ni haya riesgo de filtraciones. Su cara interior podrá quedar como resulte después del desencofrado. No se efectuará en ella ningún empotramiento que comprometa su estanquidad.
- El acabado exterior del centro será normalmente liso y preparado para ser recubierto por pinturas de la debida calidad y del color que mejor se adapte al medio ambiente. Cualquier otra terminación: canto rodado, recubrimientos especiales, etc., podrá ser aceptada. Las puertas y recuadros metálicos estarán protegidos contra la oxidación.

- El acabado exterior del centro será normalmente liso y preparado para ser recubierto por pinturas de la debida calidad y del color que mejor se adapte al medio ambiente. Cualquier otra terminación: canto rodado, recubrimientos especiales, etc., podrá ser aceptada. Las puertas y recuadros metálicos estarán protegidos contra la oxidación.
- La cubierta estará calculada para soportar la sobrecarga que corresponda a su destino, para lo cual se tendrá en cuenta lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330.
- Las puertas de acceso al centro de transformación desde el exterior cumplirán íntegramente lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330. En cualquier caso, serán incombustibles, suficientemente rígidas y abrirán hacia afuera de forma que puedan abatirse sobre el muro de fachada.
- Se realizará el transporte, la carga y descarga de los elementos constitutivos del edificio prefabricado, sin que éstos sufran ningún daño en su estructura. Para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación, así como las recomendaciones para su montaje.

De acuerdo con la Recomendación UNESA 1303-A, el edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial, estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos, se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio, excepto las piezas que, insertadas en el hormigón, estén destinadas a la manipulación de las paredes y de la cubierta, siempre que estén situadas en las partes superiores de éstas.

Cada pieza de las que constituyen el edificio deberán disponer de dos puntos metálicos, lo más separados entre sí, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos del ensamblaje.

### **Evacuación y extinción del aceite aislante**

Las paredes y techos de las celdas que han de alojar aparatos con baño de aceite, deberán estar construidas con materiales resistentes al fuego, que tengan la resistencia estructural adecuada para las condiciones de empleo.

Con el fin de permitir la evacuación y extinción del aceite aislante, se preverán pozos con revestimiento estanco, teniendo en cuenta el volumen de aceite que puedan recibir. En todos los pozos se preverán apagafuegos superiores, tales como lechos de guijarros de 5 cm de diámetro aproximadamente, sifones en caso de varios pozos con colector único, etc. Se recomienda que los pozos sean exteriores a la celda y además inspeccionables.

### **Ventilación**

Los locales estarán provistos de ventilación para evitar la condensación y, cuando proceda, refrigerar los transformadores.

Normalmente se recurrirá a la ventilación natural, aunque en casos excepcionales podrá utilizarse también la ventilación forzada.

Cuando se trate de ubicaciones de superficie, se empleará una o varias tomas de aire del exterior, situadas a 0,20 m. del suelo como mínimo, y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posible.

En ningún caso las aberturas darán sobre locales a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamables.

Todas las aberturas de ventilación estarán dispuestas y protegidas de tal forma que se garantice un grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, contra la entrada de objetos sólidos extraños y contra la entrada del agua IP23D, según Norma UNE-EN 61330.

### **Aparamenta A.T.**

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica y tipo "modular". De esta forma, en caso de avería, será posible retirar únicamente la celda dañada, sin necesidad de desaprovechar el resto de las funciones.

Utilizarán el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) como elemento de corte y extinción. El aislamiento integral en SF<sub>6</sub> confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro de transformación por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entrada de agua en el centro. El corte en SF<sub>6</sub> resulta también más seguro que el aire, debido a lo expuesto anteriormente.

Las celdas empleadas deberán permitir la extensibilidad in situ del centro de transformación, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Los cables se conectarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra será un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra), asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y seccionador de puesta a tierra. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de apartamento bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099. Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos:

- Compartimento de aparellaje. Estará relleno de SF<sub>6</sub> y sellado de por vida. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.
- Compartimento del juego de barras. Se compondrá de tres barras aisladas conexas mediante tornillos.
- Compartimento de conexión de cables. Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado. Las extremidades de los cables serán simplificadas para cables secos y termoretráctiles para cables de papel impregnado.
- Compartimento de mando. Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra motorizaciones, bobinas de cierre y/o apertura y contactos auxiliares si se requieren

posteriormente.

- Compartimento de control. En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión, tanto en barras como en los cables.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal ( $U_n$ ):

#### $U_n \leq 20$ kV

Tensión asignada: 24 kV

Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:

A tierra y entre fases: 50 kV

A la distancia de seccionamiento: 60 kV.

Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):

A tierra y entre fases: 125 kV

A la distancia de seccionamiento: 145 kV.

#### $20$ kV < $U_n \leq 30$ kV

Tensión asignada: 36 kV

Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:

A tierra y entre fases: 70 kV

A la distancia de seccionamiento: 80 kV.

Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):

A tierra y entre fases: 170 kV

A la distancia de seccionamiento: 195 kV.

### **Transformadores**

El transformador o transformadores serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario, refrigeración natural, en baño de aceite preferiblemente, con regulación de tensión primaria mediante conmutador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cables ni otras aberturas al resto del centro.

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo, y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

### **Equipos de medida**

Cuando el centro de transformación sea tipo "abonado", se instalará un equipo de medida compuesto por transformadores de medida, ubicados en una celda de medida de A.T., y un equipo de contadores de energía activa y reactiva, ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en ellas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de las celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente.

Los cables de los circuitos secundarios de medida estarán constituidos por conductores unipolares, de cobre de 1 kV de tensión nominal, del tipo no

propagador de la llama, de polietileno reticulado o etileno-propileno, de 4 mm<sup>2</sup> de sección para el circuito de intensidad y para el neutro y de 2,5 mm<sup>2</sup> para el circuito de tensión. Estos cables irán instalados bajo tubos de acero (uno por circuito) de 36 mm de diámetro interior, cuyo recorrido será visible o registrable y lo más corto posible.

La tierra de los secundarios de los transformadores de tensión y de intensidad se llevarán directamente de cada transformador al punto de unión con la tierra para medida y de aquí se llevará, en un solo hilo, a la regleta de verificación.

La tierra de medida estará unida a la tierra del neutro de Baja Tensión constituyendo la tierra de servicio, que será independiente de la tierra de protección.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrán en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la compañía suministradora.

### **Acometidas subterráneas**

Los cables de alimentación subterránea entrarán en el centro, alcanzando la celda que corresponda, por un canal o tubo. Las secciones de estos canales y tubos permitirán la colocación de los cables con la mayor facilidad posible. Los tubos serán de superficie interna lisa, siendo su diámetro 1,6 veces el diámetro del cable como mínimo, y preferentemente de 15 cm. La disposición de los canales y tubos será tal que los radios de curvatura a que deban someterse los cables serán como mínimo igual a 10 veces su diámetro, con un mínimo de 0,60 m.

Después de colocados los cables se obstruirá el orificio de paso por un tapón al que, para evitar la entrada de roedores, se incorporarán materiales duros que no dañen el cable.

En el exterior del centro los cables estarán directamente enterrados, excepto si atraviesan otros locales, en cuyo caso se colocarán en tubos o canales. Se tomarán las medidas necesarias para asegurar en todo momento la protección mecánica de los cables, y su fácil identificación.

Los conductores de alta tensión y baja tensión estarán constituidos por cables unipolares de aluminio con aislamiento seco termoestable, y un nivel de aislamiento acorde a la tensión de servicio.

### **Alumbrado**

El alumbrado artificial, siempre obligatorio, será preferiblemente de incandescencia.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de manera que los aparatos de seccionamiento no queden en una zona de sombra; permitirán además la lectura correcta de los aparatos de medida. Se situarán de tal manera que la sustitución de lámparas pueda efectuarse sin necesidad de interrumpir la media tensión y sin peligro para el operario.

Los interruptores de alumbrado se situarán en la proximidad de las puertas de acceso.

La instalación para el servicio propio del CT llevará un interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA).

### **Puestas a tierra**

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación de circuitos, forma de constitución y valores deseados para las puestas a tierra.

#### Condiciones de los circuitos de puesta a tierra

- No se unirán al circuito de puesta a tierra las puertas de acceso y ventanas metálicas de ventilación del CT.

- La conexión del neutro a su toma se efectuará, siempre que sea posible, antes del dispositivo de seccionamiento B.T.
- En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.
- Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.
- Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.
- La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.
- Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua, en la que no podrán incluirse en serie las masas del centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.
- Los conductores de tierra enterrados serán de cobre, y su sección nunca será inferior a 50 mm<sup>2</sup>.
- La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4 ohmios.
- Cuando la alimentación a un centro se efectúe por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de éstas por medio de un conductor de cobre lo más corto posible, de sección no inferior a 50 mm<sup>2</sup>. La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra de las masas.

#### **8.4.- Sistema de monitorización**

La instalación fotovoltaica objeto del presente proyecto dispondrá de un sistema de monitorización y control independiente que tendrá las siguientes características:

- Monitorización de energía producida
- Control de alarmas de estado de funcionamiento de la instalación fotovoltaica

Este sistema de monitorización contará con acceso instantáneo y remoto a la información a través de un entorno web y un SCADA.

Concretamente, en dicho SCADA se deberá poder observar lo siguiente:

Sinóptico de planta con parámetros principales por campo fotovoltaico, inversor y conexión a red (potencia pico generada por campo, potencia activa por inversor, y potencia inyectada a red) junto a alarma de estado de cada inversor a nivel de string para verificar su funcionamiento, irradiancia global horizontal e inclinada en campo fotovoltaico y datos de estación meteorológica (T° ambiente y viento) así como los consumos de planta actuales y el % de energía autoconsumida y excedentaria.

Junto a ello presentará como mínimo los siguientes campos de medida y variables:

- Tensión y corriente CC a la entrada del inversor por string
- Tensión y corriente AC a la salida del inversor
- Potencia reactiva a la salida del inversor
- Temperatura de inversor
- Temperatura de transformador
- Temperatura ambiente en la sombra
- Alarmas de fallo por string
- Alarmas de parada de inversor
- Alarmas de avería en transformador

El sistema dispondrá de aviso por SMS o correo electrónico y posibilidad de impresión de informes de rendimientos y reporte de averías.

El sistema funcionará como gestor de comunicaciones, datalogger, PLC y switch ethernet.

Dispondrá de:

- Múltiples interfaces de comunicación entre las que se incluyen PLC, RS485, fast ethernet, puertos SFP y aplicaciones flexibles.
- Soporte de STP y RSTP para la protección de anillos y de una red ethernet de anillos.
- Soporte de bluetooth, web integrada y USB
- Soporte de diagnóstico inteligente de curvas I-V.
- Control rápido y fiable de compensación de potencia activa y reactiva.
- Capacidad para gestionar al menos 200 dispositivos o 150 inversores inteligentes

Los datos se presentarán en forma de medias horarias. Los tiempos de adquisición, la precisión de las medidas y el formato de presentación se hará conforme al documento del JRC-Ispra "Guidelines for the Assessment of Photovoltaic Plants - Document A", Report EUR16338 EN.

El sistema de monitorización será fácilmente accesible para el usuario.

### **8.5.- Estación meteorológica**

Estación meteorológica multifunción para medir la velocidad del viento, temperatura, humedad relativa y pluviosidad. Con software y USB.

La estación meteorológica con sensores y mástil (para dirección del viento, velocidad del viento, temperatura, humedad relativa, pluviometría) / función de alarma / puerto USB / software de análisis.

Consta de:

- Estación central con pantalla táctil digital
- Sensor de temperatura
- Anemómetro
- Modulo solar
- Sensor de dirección del viento

- Mástil
- Software de análisis

### **8.6.- Medición y abono**

Las obras que en este apartado se contemplan se medirán y abonarán según lo estipulado en los cuadros de precios y medición de este proyecto.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

### **9.- MATERIALES NO ESPECIFICADOS EN ESTE PLIEGO**

Los materiales que, sin expresa especificación en el presente Pliego, hayan de ser empleados en obra, estarán sometidos a las condiciones establecidas en Normas y Reglamentos o Instrucciones a los que se alude en las disposiciones generales de este PPTP.

Las características de los materiales no especificados han de ser propuestas por el Contratista a la Dirección de la Obra, la cual se reserva el derecho de no aceptarlas si considera que no satisfacen las finalidades para las que están previstas.

Los materiales no especificados que eventualmente lleguen a ser empleados en la obra han de obedecer a las Instrucciones, Normativas y Controles de calidad vigentes.

Los ensayos para determinación del control de calidad de materiales no especificados han de ser efectuados por un laboratorio oficial y según las Instrucciones y Normativas en vigor.

## 10.- CONCLUSIONES

### **10.1.- Contradicciones y omisiones del proyecto**

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones y omisiones en los Planos o en la Memoria, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera en ambos documentos.

En caso de contradicción entre los Planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá el último.

Las omisiones en Planos y Pliego de Condiciones o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intenciones expuestas en la Memoria, Planos o Pliego de Condiciones, o que por su uso y costumbre deban ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles omitidos o erróneamente descritos, sino que por el contrario deberán ser ejecutados como si hubiera sido correcta y completamente especificados en los Planos y Pliego de Condiciones.

### **10.2.- Declaración de obra completa**

El presente Proyecto define una obra completa y al concluirse las obras proyectadas podrán destinarse a su uso.

### **10.3.- Representantes del promotor y del contratista**

La Propiedad estará representada en la obra por el Ingeniero Director, o por sus subalternos o delegados, que tendrán autoridad ejecutiva a través del Libro de Órdenes, ya que el Ingeniero Director se constituye como Dirección Técnica de la obra.

El Contratista estará representado por un técnico, con poder bastante para disponer sobre las cuestiones relativas a la misma.

Para cualquier duda en la interpretación del presente Proyecto, o para cualquier modificación de la obra proyectada, la Propiedad acudirá al asesoramiento del autor del presente proyecto, si lo estima oportuno.

## 11.- CONCLUSIÓN

Una vez descrito y justificado el presente texto, damos por finalizada la redacción del DOCUMENTO N° 2: PLIEGO DE CONDICIONES de la Instalación Fotovoltaica del Proyecto de Parque Solar Fotovoltaico Conectado a Red con Seguidores a 1 eje de 4.000,00 kWn y 4.992,00 kWp.

En Cieza, Diciembre de 2022



**DOCUMENTO N° 3**  
**PRESUPUESTO**

**PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO  
CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE  
4.000,00 kWn y 4.992,00 kWp**



TÉRMINO MUNICIPAL DE CIEZA (MURCIA)

AUTOR

**PASCUAL HERRERA RAMÍREZ**

DICIEMBRE 2022

## Capítulo nº 1 ACTUACIONES PREVIAS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

### 1.1.- LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DEL TERRENO

- 1.1.1 M<sup>2</sup> Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión.  
 Incluye: Replanteo en el terreno. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga a camión.  
 Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.  
 Criterio de valoración económica: El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Envolvente Poligonal	1	66.996,94			66.996,940	
Z. Acopio y Acceso	1	7.651,86			7.651,860	
					74.648,800	74.648,800
		<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>74.648,800</b>	<b>0,15 €</b>		<b>11.197,32 €</b>

- 1.1.2 M<sup>3</sup> Desmonte en tierra, para dar al terreno la rasante de explanación prevista, con empleo de medios mecánicos, y carga a camión.  
 Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Trazado de los bordes de la base del terraplén. Desmonte en sucesivas franjas horizontales. Redondeado de perfil en bordes ataluzados en las aristas de pie, quiebras y coronación. Refino de taludes. Carga a camión de los materiales excavados.  
 Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre los perfiles de los planos topográficos de Proyecto, que definen el movimiento de tierras a realizar en obra.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen excavado sobre los perfiles transversales del terreno, una vez comprobado que dichos perfiles son los correctos según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el director de la ejecución de la obra.  
 Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Envolvente Poligonal	1	66.996,94		0,30	20.099,082	
					20.099,082	20.099,082
		<b>Total m<sup>3</sup> :</b>	<b>20.099,082</b>	<b>0,49 €</b>		<b>9.848,55 €</b>

## Capítulo nº 1 ACTUACIONES PREVIAS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

1.1.3 M<sup>3</sup> Terraplén para coronación de terraplén, mediante el extendido en tongadas de espesor no superior a 30 cm de material, que cumple los requisitos expuestos en el art. 330.3.1 del PG-3 y posterior compactación con medios mecánicos hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501, y ello cuantas veces sea necesario, hasta conseguir la cota de subrasante.

Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Trazado de los bordes de la base del terraplén. Preparación de la superficie de apoyo. Escarificado, refino, reperfilado y formación de pendientes. Carga, transporte y extendido por tongadas de espesor uniforme. Humectación o desecación de cada tongada. Compactación por tongadas.

Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre los perfiles de los planos topográficos de Proyecto, que definen el movimiento de tierras a realizar en obra.

Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen de relleno sobre los perfiles transversales del terreno realmente ejecutados, compactados y terminados según especificaciones de Proyecto, siempre que los asientos medios del cimiento debido a su compresibilidad sean inferiores al dos por ciento de la altura media del relleno tipo terraplén. En caso contrario, podrá abonarse el exceso de volumen de relleno, siempre que este asiento del cimiento haya sido comprobado mediante la instrumentación adecuada, cuya instalación y coste correrá a cargo del Contratista. No serán de abono los rellenos que fuesen necesarios para restituir la explanación a las cotas proyectadas debido a un exceso de excavación o cualquier otro caso de ejecución incorrecta imputable al Contratista, ni las creces no previstas en este Proyecto, estando el Contratista obligado a corregir a su costa dichos defectos sin derecho a percepción adicional alguna.

Criterio de valoración económica: El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Envolvente Poligonal	1	66.996,94		0,30	20.099,082	
					20.099,082	20.099,082
		<b>Total m³ :</b>	<b>20.099,082</b>	<b>1,02 €</b>		<b>20.501,06 €</b>

1.1.4 M<sup>3</sup> Base de pavimento realizada mediante relleno a cielo abierto, con zahorra artificial caliza, y compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo con compactador monocilíndrico vibrante autopropulsado, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501.

Incluye: Transporte y descarga del material de relleno a pie de tajo. Extendido del material de relleno en tongadas de espesor uniforme. Humectación o desecación de cada tongada. Compactación.

Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre los planos de perfiles transversales del Proyecto, que definen el movimiento de tierras a realizar en obra. Criterio de medición de obra: Se medirá, en perfil compactado, el volumen realmente ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Zahorra Camino Interno	1	1.552,00	4,00	0,30	1.862,400	
					1.862,400	1.862,400
		<b>Total m³ :</b>	<b>1.862,400</b>	<b>6,24 €</b>		<b>11.621,38 €</b>

1.1.5 M<sup>3</sup> Carga y transporte de tierras a vertedero autorizado, incluido el retorno en vacío y los tiempos de carga y descarga.

Incluye: Carga de tierras.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
VOLUMEN DE TIERRAS Desbroce y Limpieza	1	74.648,80		0,25	18.662,200	

## Capítulo nº 1 ACTUACIONES PREVIAS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
				18.662,200	18.662,200
		<b>Total m³ :</b>	<b>18.662,200</b>	<b>0,43 €</b>	<b>8.024,75 €</b>

1.1.6 Jor Equipo de topografía formado por un titulado medio y un auxiliar de campo y los medios necesarios para la correcta ejecución de los trabajos. Se incluye el equipo formado por una estación total de 2 s de apreciación y elementos auxiliares, marcaje de zanjas y elementos singulares de la instalación.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,000	
				1,000	1,000
		<b>Total jor :</b>	<b>1,000</b>	<b>493,29 €</b>	<b>493,29 €</b>

### 1.2.- VALLADO PERIMETRAL

1.2.1 M. MALLA S/T GALV. 50/17 H=2,00 m.  
 Cercado mediante malla metálica cinagética anudada de 2,00 m. de altura con las siguientes características:  
 Nº alambres horizontales: 17 ; Separación entre alambres verticales: 30 centímetros; Longitud del rollo: 100 metros lineales; Tipo de nudo: bisagra; Acabado: galvanizado; Peso: 54,63 Kgs; Diámetro de alambres: Horizontales (superior e inferior): 2.45 mm; Horizontales (intermedios): 1.90 mm; Verticales: 1.90 mm  
 Incluye transporte hasta obra, totalmente instalada y montada.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Perimetro Vallado	1	1.480,17		1.480,170	
				1.480,170	1.480,170
		<b>Total m. :</b>	<b>1.480,170</b>	<b>5,21 €</b>	<b>7.711,69 €</b>

1.2.2 Ud Puerta de dos hojas abatibles de 5x2 m. para cerramiento exterior, formada por bastidor de tubo de acero laminado de 60x40x1,5 mm., barotes de 30x30x1,5 mm. y columnas de fijación de 100x100x2 mm. galvanizado en caliente Z-275 por inmersión, i/herrajes de colgar y seguridad, pasador de pie, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra. Incluye transporte hasta obra y totalmente instalada y montada.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
PUERTA DE ACCESO	1			1,000	
				1,000	1,000
		<b>Total ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>435,51 €</b>	<b>435,51 €</b>

Parcial nº 1 ACTUACIONES PREVIAS : **69.833,55 €**

## Capítulo nº 2 OBRA CIVIL

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

### 2.1.- ZANJAS

- 2.1.1 ... EXC.ZANJA TIPO A-B-C 350x750mm  
 Excavación en zanjas tipo A B ó C, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, incluyendo carga y transporte al vertedero de todo el material que no sea aprovechable para el relleno, y con p.p. de medios auxiliares.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
ZANJA TIPO A	1	1.152,60	0,35	0,75	302,558	
ZANJA TIPO B	1	30,79	0,35	0,75	8,082	
ZANJA TIPO C	1	10,62	0,35	0,75	2,788	
					313,428	313,428
<b>Total m3. :</b>		<b>313,428</b>		<b>15,06 €</b>		<b>4.720,23 €</b>

- 2.1.2 ... RELLENO LOCALIZADO CON CAMA DE ARENA ZANJA TIPO A-B-C 350x750mm  
 Constará de una capa de arena de río de 10cm de altura extendida de modo uniforme. Puesta a pie de obra.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
ZANJA TIPO A	1	1.152,60	0,35	0,10	40,341	
ZANJA TIPO B	1	30,79	0,35	0,10	1,078	
ZANJA TIPO C	1	10,62	0,35	0,10	0,372	
					41,791	41,791
<b>Total m3. :</b>		<b>41,791</b>		<b>17,81 €</b>		<b>744,30 €</b>

- 2.1.3 ... RELLENO LOCALIZADO CON MATERIAL SELECC ZANJA TIPO A-B-C 350X750mm  
 Relleno localizado en zanja tipo A-B-C con productos seleccionados procedentes de la excavación (eliminando todo material de más de 20mm de diámetro) y/o préstamos, extendido y compactación en capas de 10 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
ZANJA TIPO A	1	1.152,60	0,35	0,65	262,217	
ZANJA TIPO B	1	30,79	0,35	0,65	7,005	
ZANJA TIPO C	1	10,62	0,35	0,65	2,416	
					271,638	271,638
<b>Total m3. :</b>		<b>271,638</b>		<b>6,97 €</b>		<b>1.893,32 €</b>

- 2.1.4 ... EXC.ZANJA TIPO D 350x950mm  
 Excavación en zanjas tipo D, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, incluyendo carga y transporte al vertedero de todo el material que no sea aprovechable para el relleno, y con p.p. de medios auxiliares.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
ZANJA TIPO D	1	294,20	0,35	0,95	97,822	
					97,822	97,822
<b>Total m3. :</b>		<b>97,822</b>		<b>15,06 €</b>		<b>1.473,20 €</b>

- 2.1.5 ... RELLENO LOCALIZADO CON CAMA DE ARENA ZANJA TIPO D 350x950mm  
 Constará de una capa de arena de río de 30 cm de altura extendida de modo uniforme. Puesta a pie de obra.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
ZANJA TIPO D	1	294,20	0,35	0,30	30,891	

## Capitulo nº 2 OBRA CIVIL

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
				30,891	30,891
		<b>Total m3. :</b>	<b>30,891</b>	<b>17,81 €</b>	<b>550,17 €</b>

- 2.1.6 ... RELLENO LOCALIZADO CON MATERIAL SELECC ZANJA TIPO D 350X950mm  
 Relleno localizado en zanja tipo B con productos seleccionados procedentes de la excavación (eliminando todo material de más de 20mm de diámetro) y/o préstamos, extendido y compactación en capas de 10 cm. de espesor, con un grado de compatación del 95% del proctor modificado.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
ZANJA TIPO D	1	294,20	0,35	0,65	66,931	
					66,931	66,931
		<b>Total m3. :</b>	<b>66,931</b>	<b>6,97 €</b>		<b>466,51 €</b>

- 2.1.7 ... EXC.ZANJA TIPO E 600x1050mm  
 Excavación en zanjas tipo E, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, incluyendo carga y transporte al vertedero de todo el material que no sea aprovechable para el relleno, y con p.p. de medios auxiliares.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
ZANJA TIPO E	1	740,00	0,60	1,05	466,200	
					466,200	466,200
		<b>Total m3. :</b>	<b>466,200</b>	<b>15,06 €</b>		<b>7.020,97 €</b>

- 2.1.8 ... RELLENO LOCALIZADO CON CAMA DE ARENA ZANJA TIPO E 510x800mm  
 Constará de una capa de arena de río de 40 cm de altura extendida de modo uniforme. Puesta a pie de obra.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
ZANJA TIPO E	1	740,00	0,60	0,40	177,600	
					177,600	177,600
		<b>Total m3. :</b>	<b>177,600</b>	<b>17,81 €</b>		<b>3.163,06 €</b>

- 2.1.9 ... RELLENO LOCALIZADO CON MATERIAL SELECC ZANJA TIPO E 510X800mm  
 Relleno localizado en zanja tipo C con productos seleccionados procedentes de la excavación (eliminando todo material de más de 20mm de diámetro) y/o préstamos, extendido y compactación en capas de 10 cm. de espesor, con un grado de compatación del 95% del proctor modificado.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
ZANJA TIPO E	1	740,00	0,60	0,65	288,600	
					288,600	288,600
		<b>Total m3. :</b>	<b>288,600</b>	<b>6,97 €</b>		<b>2.011,54 €</b>

- 2.1.10 ... EXC.ZANJA TIPO F 400x800mm  
 Excavación en zanjas tipo F, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, incluyendo carga y transporte al vertedero de todo el material que no sea aprovechable para el relleno, y con p.p. de medios auxiliares.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
ZANJA TIPO F	1	1.342,81	0,40	0,80	429,699	
					429,699	429,699

## Capitulo nº 2 OBRA CIVIL

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
			<b>Total m3. :</b>	<b>429,699</b>	<b>15,06 €</b>
					<b>6.471,27 €</b>

2.1.11 ... RELLENO LOCALIZADO CON CAMA DE ARENA ZANJA TIPO F 400x800mm  
 Constará de una capa de arena de río de 20cm de altura extendida de modo uniforme. Puesta a pie de obra.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
ZANJA TIPO F	1	1.342,81	0,40	0,20	107,425	
					107,425	107,425
			<b>Total m3. :</b>	<b>107,425</b>	<b>17,81 €</b>	<b>1.913,24 €</b>

2.1.12 ... RELLENO LOCALIZADO CON MATERIAL SELECC ZANJA TIPO F 400X800mm  
 Relleno localizado en zanja tipo F con productos seleccionados procedentes de la excavación (eliminando todo material de más de 20mm de diámetro) y/o préstamos, extendido y compactación en capas de 10 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
ZANJA TIPO F	1	1.342,81	0,40	0,60	322,274	
					322,274	322,274
			<b>Total m3. :</b>	<b>322,274</b>	<b>6,97 €</b>	<b>2.246,25 €</b>

2.1.13 M Canalización de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 63 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N, colocado sobre lecho de arena.  
 Incluye: Replanteo. Ejecución del lecho de arena para asiento del tubo. Colocación del tubo. Colocación de la cinta de señalización. Ejecución del relleno envolvente de arena.  
 Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.  
 Criterio de valoración económica: El precio incluye los equipos y la maquinaria necesarios para el desplazamiento y la disposición en obra de los elementos, pero no incluye la excavación ni el relleno principal.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Zanja A	1	5.096,40			5.096,400	
Zanja B	2	100,00			200,000	
Zanja C	3	504,00			1.512,000	
Zanja D	1	294,20			294,200	
Zanja E	4	740,00			2.960,000	
Zanja F	2	1.342,81			2.685,620	
					12.748,220	12.748,220
			<b>Total m :</b>	<b>12.748,220</b>	<b>1,30 €</b>	<b>16.572,69 €</b>

2.1.14 M Canalización de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 160 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N, colocado sobre lecho de arena.  
 Incluye: Replanteo. Ejecución del lecho de arena para asiento del tubo. Colocación del tubo. Colocación de la cinta de señalización. Ejecución del relleno envolvente de arena.  
 Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.  
 Criterio de valoración económica: El precio incluye los equipos y la maquinaria necesarios para el desplazamiento y la disposición en obra de los elementos, pero no incluye la excavación ni el relleno principal.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Zanja E	5	740,00			3.700,000	

## Capítulo nº 2 OBRA CIVIL

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
				3.700,000	3.700,000
		<b>Total m :</b>	<b>3.700,000</b>	<b>3,15 €</b>	<b>11.655,00 €</b>

2.1.15 M Canalización para telecomunicaciones compuesta de tubo de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE) libre de halógenos, de 40 mm de diámetro nominal y 3 mm de espesor. Incluso hilo guía y cinta de señalización.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Zanja A	1	5.096,40			5.096,400	
Zanja B	1	100,00			100,000	
Zanja C	1	504,00			504,000	
Zanja D	1	294,20			294,200	
Zanja E	1	740,00			740,000	
		1.342,81			1.342,810	
		450,94			450,940	
					8.528,350	8.528,350
		<b>Total m :</b>	<b>8.528,350</b>	<b>0,90 €</b>		<b>7.675,52 €</b>

2.1.16 M Cinta de señalización de polietileno, de 150 mm de anchura, color amarillo, con la inscripción "¡ATENCIÓN! DEBAJO HAY CABLES ELÉCTRICOS" y triángulo de riesgo eléctrico.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Zanja A	2	5.096,40			10.192,800	
Zanja B	2	100,00			200,000	
Zanja C	2	504,00			1.008,000	
Zanja D	2	294,20			588,400	
Zanja E	2	740,00			1.480,000	
Zanja F	1	1.342,81			1.342,810	
		450,94			450,940	
					15.262,950	15.262,950
		<b>Total m :</b>	<b>15.262,950</b>	<b>0,32 €</b>		<b>4.884,14 €</b>

## 2.2.- ARQUETAS

2.2.1 Ud Arqueta prefabricada registrable de hormigón en masa con paredes de 10 cm de espesor y con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior de 40 x 40 x 60 cm., medidas interiores, completa: con tapa y marco de hormigón, con junta de coma perimetral produciendo un cierre hermético, y formación de agujeros para conexiones de tubos. Colocada sobre solera de hormigón de Rk=175Kg/cm2 de 10 cm. de espesor y p.p. de medios auxiliares. Incluye excavación y relleno perimetral y totalmente instaladas.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
ARQUETAS						
Farola Acceso	1				1,000	
Línea CCTV	18				18,000	
					19,000	19,000
		<b>Total ud :</b>	<b>19,000</b>	<b>264,75 €</b>		<b>5.030,25 €</b>

## 2.3.- EDIFICACIONES Y CIMENTACIONES

## Capítulo nº 2 OBRA CIVIL

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
2.3.1	Ud	Bancada de hormigón armado, de 694x340x30 cm, compuesta de hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central, y vertido con bomba, malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, marco perimetral de perfil de acero laminado en caliente y capa separadora de geotextil no tejido. Incluye: Replanteo y trazado de la bancada. Colocación del geotextil. Colocación y fijación del marco. Colocación de las armaduras con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Regleado y nivelación de la capa de compresión. Curado del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Bancada Caseta SSAA	1				1,000	
						1,000	1,000	
		<b>Total Ud :</b>		<b>1,000</b>		<b>1.027,12 €</b>		<b>1.027,12 €</b>
2.3.2	Ud	Caseta prefabricada para Servicios Auxiliares, de dimensiones 5,94x2,40x2,75 m (14,26 m <sup>2</sup> ), compuesta por: estructura metálica, cerramiento de panel sándwich de 50mm de espesor, puerta de chapa lacada en blanco, cubierta formada por panel de 50mm y remateria en aluminio lacado, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes. Incluye: Montaje, instalación y comprobación.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Caseta SSAA	1				1,000	
						1,000	1,000	
		<b>Total Ud :</b>		<b>1,000</b>		<b>4.314,39 €</b>		<b>4.314,39 €</b>
2.3.3	M <sup>2</sup>	Cerramiento de obra con ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 24x11,5x9 cm, con juntas horizontales y verticales de 10 mm de espesor, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel. Incluso enfoscado de cemento en el exterior	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Cerramiento en Cuadro CC y CA junto inversor	40	0,90		0,70	25,200	
			40		0,30	0,70	8,400	
							33,600	33,600
		<b>Total m<sup>2</sup> :</b>		<b>33,600</b>		<b>35,62 €</b>		<b>1.196,83 €</b>
2.3.4	Ud	Perfil metálico IPE120 para soporte de inversor y cuadro de CC y CA de longitud máxima 2m. Incluso cimentación del mismo hasta una altura máxima de 1,20m. Incluso con imprimación antioxidante. Incluye: Limpieza y preparación del entorno afectado. Replanteo. Perforación del terreno. Colocación del perfil. Inyección de la lechada de cemento. Limpieza y retirada de sobrantes. Carga manual de escombros sobre camión o contenedor.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Inversores [3*20]					60,000	
							60,000	60,000
		<b>Total Ud :</b>		<b>60,000</b>		<b>138,92 €</b>		<b>8.335,20 €</b>

Proyecto: Instalación Solar Fotovoltaica - Parque Solar Fotovoltaico conectado a red de 4000,00 k...  
Promotor: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ

---

## Capitulo nº 2 OBRA CIVIL

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>Parcial nº 2 OBRA CIVIL :</b>					<b>93.365,20 €</b>



## Capítulo nº 3 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

### 3.1.- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

- 3.1.1 Ud Suministro de seguidor horizontal de un solo eje, formado por estructura de acero galvanizada, marca SOLTEC, modelo SF7 1V64. El seguidor tendrá una longitud de diseño inicial de 84,98 metros y una capacidad de 64 módulos (1x64), estando perfectamente adaptado al panel fotovoltaico seleccionado. Incluso sistema de control con funciones de posicionamiento del eje móvil, sistema de comunicaciones, fuente de alimentación de baterías y panel(-es) de alimentación dedicado(-s). Medida la unidad instalada.  
 Incluso parte proporcional de sistema central (SCADA) de gestión, monitorización y control de la estructura y electrónica de comunicaciones (fibra óptica e inalámbrica) instalados en sala de control del huerto. Incluso transporte a pie de obra.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Seguidor 1V64	130				130,000	
					130,000	130,000
<b>Total ud :</b>			<b>130,000</b>		<b>4.076,83 €</b>	<b>529.987,90 €</b>

- 3.1.2 Ud Hincado de perfiles metálicos mediante medios mecánicos y construcción del seguidor solar. NO INCLUIDA PERFORACIÓN.  
 Incluso labores de descarga, reparto, replanteo de hincas, replanteo de seguidores, construcción mecánica del seguidor, control de calidad de la ejecución.  
 Incluso medios auxiliares para descarga y distribución en parcela. Segregación de residuos y carga en camión o contenedor de los mismos.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Seguidores	130				130,000	
					130,000	130,000
<b>Total Ud :</b>			<b>130,000</b>		<b>613,04 €</b>	<b>79.695,20 €</b>

- 3.1.3 Ud Suministro de módulo fotovoltaico monocristalino de 120 células TRINA Solar BIFACIAL modelo TSM-DEG20C.20 de 600Wp siendo su tensión de máxima potencia Vmpp 34,60 V, Corriente de máxima potencia Imp 17,34A, tensión de circuito abierto Voc 41,70V y su Corriente a Circuito abierto Isc 18,42 A, con unas dimensiones no superiores a 2.172x1.303x35mm, incluyendo, latiguillo de unión entre placas de dimensiones mínimas de 1 m de longitud, piezas de sujección entre módulos y p.p. de pequeño material.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	8.320				8.320,000	
					8.320,000	8.320,000
<b>Total ud :</b>			<b>8.320,000</b>		<b>174,97 €</b>	<b>1.455.750,40 €</b>

- 3.1.4 Ud Montaje mecánico de módulo fotovoltaico en seguidor solar, incluso labores de descarga desde camión abierto/contenedor marítimo, reparto, montaje mecánico mediante 4 remaches, segregación y recogida de residuos y carga de los mismos en contenedor/camión de gestor autorizado.  
 Incluso medios auxiliares de descarga y herramientas de remachado.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	8.320				8.320,000	
					8.320,000	8.320,000
<b>Total Ud :</b>			<b>8.320,000</b>		<b>3,39 €</b>	<b>28.204,80 €</b>

## Capítulo nº 3 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
3.1.5	Ud	Suministro e instalación mecánica de inversor con una salida nominal de 200 KW, marca HUAWEI modelo SUN2000-215KTL-H0 y una tensión de salida máxima de 1500 V incluido pequeño material y kit de montaje recomendados por el fabricante para su instalación sobre bastidor de estructura soporte compuesta por dos pilares hincados sobre el terreno. El inversor dispondrá de al menos 18 entradas y 9 MPPT. El inversor deberá contar con protección anti-islanding, protección sobrecorriente AC, protección de polaridad inversa DC, monitorización de fallos por string, protección sobretensiones DC y AC tipo II, detección de fallos de resistencia de aislamiento y monitorización de corrientes residuales entre otros. Totalmente instalado y funcionando.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	INVERSOR		20				20,000	
							20,000	20,000
			<b>Total ud :</b>		<b>20,000</b>	<b>6.183,47 €</b>		<b>123.669,40 €</b>
3.1.6	M	Suministro e instalación de cable eléctrico unipolar, P-Sun CPRO "PRYSMIAN", resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, garantizado por 30 años, tipo ZZ-F, tensión nominal 0,6/1 kV, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x6 mm <sup>2</sup> de sección, aislamiento de elastómero reticulado, de tipo EI6, cubierta de elastómero reticulado, de tipo EM5, aislamiento clase II, de color negro, y con las siguientes características: no propagación de la llama, baja emisión de humos opacos, reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos, nula emisión de gases corrosivos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los agentes químicos, resistencia a las grasas y aceites, resistencia a los golpes y resistencia a la abrasión. Incluye: Tendido del cable. Conexión. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	CT-1	Conductor 6mm2	2	4.650,00			9.300,000	
	CT-2	Conductor 6mm2	2	4.650,00			9.300,000	
	CT-3	Conductor 6mm2	2	4.650,00			9.300,000	
	CT-4	Conductor 6mm2	2	4.650,00			9.300,000	
							37.200,000	37.200,000
			<b>Total m :</b>		<b>37.200,000</b>	<b>1,41 €</b>		<b>52.452,00 €</b>
3.1.7	M	Cable unipolar XZ1-Al, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de aluminio clase 2 de 150 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (X) y cubierta de PVC (V). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Incluye: Tendido del cable. Conexión. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	Conductor 150mm2							
	CT-1		4	276,00			1.104,000	
	CT-2		4	370,00			1.480,000	
	CT-3		4	278,00			1.112,000	
	CT-4		4	383,00			1.532,000	
							5.228,000	5.228,000
			<b>Total m :</b>		<b>5.228,000</b>	<b>7,62 €</b>		<b>39.837,36 €</b>

## Capítulo nº 3 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
3.1.8	M	Cable unipolar XZ1 (S), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de aluminio clase 2 de 185 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (X) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		CT-1	4	30,00			120,000	
		CT-2	4	30,00			120,000	
		CT-3	4	30,00			120,000	
		CT-4	4	30,00			120,000	
							480,000	480,000
		<b>Total m :</b>		<b>480,000</b>			<b>9,41 €</b>	<b>4.516,80 €</b>
3.1.9	M	Conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 50 mm <sup>2</sup> de sección. Incluso uniones realizadas con soldadura aluminotérmica, grapas y bornes de unión. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Replanteo del recorrido. Tendido del conductor de tierra. Conexionado del conductor de tierra mediante bornes de unión. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Zanja A	1	5.096,40			5.096,400	
		Zanja B	1	100,00			100,000	
		Zanja C	1	504,00			504,000	
		Zanja D	1	294,20			294,200	
		Zanja E	1	740,00			740,000	
		Zanja F	1	1.342,81			1.342,810	
							8.077,410	8.077,410
		<b>Total m :</b>		<b>8.077,410</b>			<b>6,68 €</b>	<b>53.957,10 €</b>
3.1.10	Ud	Toma de tierra compuesta por pica de acero cobreado de 2 m de longitud, hincada en el terreno, conectada a puente para comprobación. Incluso grapa abarcón para la conexión del electrodo con la línea de enlace y aditivos para disminuir la resistividad del terreno. Incluye: Replanteo. Hincado de la pica. Colocación de la arqueta de registro. Conexión del electrodo con la línea de enlace. Conexión a la red de tierra. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la excavación ni el relleno del trasdós.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Inversores	20				20,000	
							20,000	20,000
		<b>Total Ud :</b>		<b>20,000</b>			<b>28,28 €</b>	<b>565,60 €</b>

## Capítulo nº 3 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

3.1.11 Ud Suministro e instalación de SUBCUADRO PROTECCIONES CORRIENTE CONTINUA para inversor 200KW, formado por Armario de poliester de superficie, grado de protección IP55, de 700x1000x300 mm, incluso accesorios de montaje, según UNE-EN 60670-1. Totalmente montado. Con los siguientes elementos:

Protección C.C. (1500 Vcc)  
 - 32 Fusibles 32A.  
 - 32 Bases modular para fusibles cilindricos 1P.

Protección C.A. (800 Vca)  
 - 1 I. Automático 250A/3p.

Incluye: Colocación y fijación del elemento.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
Sub. Vca y Vcc Junto a Inversores	20				20,000		
					20,000	20,000	
<b>Total Ud :</b>					<b>20,000</b>	<b>4.357,75 €</b>	<b>87.155,00 €</b>

3.1.12 Ud Suministro e instalación de SUBCUADRO GENERAL DE BAJA TENSION en CT, formado por Armario de distribución metálico, de superficie, con puerta transparente, grado de protección IP65, de 2000x800x500 mm ABB, acabado con pintura epoxi y techo y suelo desmontables, incluso accesorios de montaje, según UNE-EN 60670-1. Totalmente montado. Con los siguientes elementos:

- 1 I. Automático 1250A/3p ABB 800V  
 - 5 I. Automático 250A/3p ABB 800V

Incluye: Colocación y fijación del elemento.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
CT	4				4,000		
					4,000	4,000	
<b>Total Ud :</b>					<b>4,000</b>	<b>29.153,89 €</b>	<b>116.615,56 €</b>

Parcial nº 3 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA : **2.572.407,12 €**

## Capítulo nº 4 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 20KV INTERIOR PARQUE

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

### 4.1.- OBRA CIVIL

- 4.1.1 ... EXC.ZANJA TIPO MT 440x1000mm  
 Excavación en zanjas tipo MT-2, en terrenos compactos, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, incluyendo carga y transporte al vertedero de todo el material que no sea aprovechable para el relleno, y con p.p. de medios auxiliares.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
ZANJA TIPO MT-2	1	450,94	0,44	1,00	198,414	
					198,414	198,414
<b>Total m3. :</b>		<b>198,414</b>		<b>15,06 €</b>		<b>2.988,11 €</b>

- 4.1.2 ... RELLENO LOCALIZADO CON MATERIAL SELECC ZANJA TIPO MT 440x1000mm  
 Relleno localizado en zanja tipo MT con productos seleccionados procedentes de la excavación (eliminando todo material de más de 20mm de diámetro) y/o préstamos, extendido y compactación en capas de 10 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
ZANJA TIPO MT	1	450,94	0,44	0,55	109,127	
					109,127	109,127
<b>Total m3. :</b>		<b>109,127</b>		<b>7,27 €</b>		<b>793,35 €</b>

- 4.1.3 M3 RELLENO CON HORMIGÓN NO ESTRUCTURAL ZANJA TIPO MT 440x1000mm  
 Hormigón No Estructural HM-15, fabricado en central y vertido desde camión, para relleno en Zanja tipo MT-2, en la zona recubriendo los tubos y encima de la zona de la cinta señalizadora.  
 Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
ZANJA TIPO MT	1	450,94	0,44	0,30	59,524	
					59,524	59,524
<b>Total m3 :</b>		<b>59,524</b>		<b>67,90 €</b>		<b>4.041,68 €</b>

- 4.1.4 M Canalización de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 160 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N, colocado sobre lecho de arena de 5 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Instalación enterrada. Incluso cinta de señalización.  
 Incluye: Replanteo. Ejecución del lecho de arena para asiento del tubo. Colocación del tubo. Colocación de la cinta de señalización. Ejecución del relleno envolvente de arena.  
 Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.  
 Criterio de valoración económica: El precio incluye los equipos y la maquinaria necesarios para el desplazamiento y la disposición en obra de los elementos, pero no incluye la excavación ni el relleno principal.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
ZANJA TIPO MT	2	450,94			901,880	
					901,880	901,880
<b>Total m :</b>		<b>901,880</b>		<b>3,15 €</b>		<b>2.840,92 €</b>

## Capítulo nº 4 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 20KV INTERIOR PARQUE

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
4.1.5	M	Cinta de señalización de polietileno, de 150 mm de anchura, color amarillo, con la inscripción "¡ATENCIÓN! DEBAJO HAY CABLES ELÉCTRICOS" y triángulo de riesgo eléctrico.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
ZANJA TIPO MT			1	450,94			450,940	
							450,940	450,940
				<b>Total m :</b>	<b>450,940</b>		<b>0,32 €</b>	<b>144,30 €</b>

4.1.6	M	Tritubo de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE) libre de halógenos, color verde, de 3x40 mm de diámetro nominal y 3 mm de espesor formado por cuatro tubos iguales, unidos entre sí, con la pared interior estriada longitudinalmente y recubierta con silicona, suministrado en rollos de 300 m de longitud.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
ZANJA TIPO MT-1			1	450,94			450,940	
							450,940	450,940
				<b>Total m :</b>	<b>450,940</b>		<b>4,81 €</b>	<b>2.169,02 €</b>

### 4.2.- LÍNEA MEDIA TENSIÓN

4.2.1	M	Cable eléctrico unipolar, Tap Al Voltalene H "PRYSMIAN", normalizado por Gas Natural Fenosa, proceso de fabricación del aislamiento mediante triple extrusión en línea catenaria, con reticulación del aislamiento mejorada y capa semiconductor externa extraíble en frío, tipo AL RHZ1-2OL 12/20 kV, tensión nominal 12/20 kV, reacción al fuego clase Fca, con conductor formado por cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, con barrera contra la propagación longitudinal de la humedad, rígido (clase 2), de 1x95/16 mm <sup>2</sup> de sección, capa interna extrusionada de material semiconductor, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), capa externa extrusionada de material semiconductor, separable en frío, barrera contra la propagación longitudinal de la humedad, pantalla de hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira, de 16 mm <sup>2</sup> de sección, separador de cinta de poliéster, cubierta de poliolefina termoplástica de altas prestaciones, de tipo Vemex, de color rojo, y con las siguientes características: reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos y nula emisión de gases corrosivos. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT2 A CT1			3	75,00			225,000	
CT3 A CT4			3	187,00			561,000	
							786,000	786,000
				<b>Total m :</b>	<b>786,000</b>		<b>9,80 €</b>	<b>7.702,80 €</b>

## Capítulo nº 4 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 20KV INTERIOR PARQUE

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
4.2.2	M	Cable eléctrico unipolar, Al Eprotenax H Compact "PRYSMIAN", normalizado por Iberdrola, proceso de fabricación del aislamiento mediante triple extrusión en línea catenaria, con reticulación del aislamiento mejorada y capa semiconductor externa extraíble en frío, tipo AL HEPRZ1 12/20 kV, tensión nominal 12/20 kV, reacción al fuego clase Fca, con conductor formado por cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, rígido (clase 2), de 1x150/16 mm <sup>2</sup> de sección, capa interna extrusionada de material semiconductor, aislamiento de etileno propileno reticulado de alto módulo de formulación Prysmian (HEPR), capa externa extrusionada de material semiconductor, separable en frío, pantalla de hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira, de 16 mm <sup>2</sup> de sección, separador de cinta de poliéster, cubierta de poliolefina termoplástica de altas prestaciones, de tipo Vemex, de color rojo, y con las siguientes características: reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos y nula emisión de gases corrosivos. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			3	379,00			1.137,000	
			3	152,00			456,000	
							1.593,000	1.593,000
				<b>Total m :</b>	<b>1.593,000</b>		<b>14,67 €</b>	<b>23.369,31 €</b>
<b>Parcial nº 4 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 20KV INTERIOR PA...</b>								<b>44.049,49 €</b>

## Capítulo nº 5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

### 5.1.- OBRA CIVIL

- 5.1.1 M<sup>3</sup> Base de pavimento realizada mediante relleno a cielo abierto, con arena de 0 a 5 mm de diámetro, y compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501.  
 Incluye: Transporte y descarga del material de relleno a pie de tajo. Extendido del material de relleno en tongadas de espesor uniforme. Humectación o desecación de cada tongada. Compactación.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Centro de transformación	4	6,88	3,18	0,05	4,376	
					4,376	4,376
<b>Total m<sup>3</sup> :</b>			<b>4,376</b>		<b>15,34 €</b>	<b>67,13 €</b>

- 5.1.2 Ud Envolvente monobloque de hormigón tipo caseta (s/norma IEC 62271-202), de instalación en superficie y maniobra interior PFU-5 24 kV 1T DERECHA preparado para alojar un trafo 2500 kVA marca ORMAZABAL con ventilación forzada con extractor, de dimensiones exteriores 6.080 mm de largo por 2.380 mm de fondo por 2.585 mm de altura vista.  
 Se incluye la colocación del extractor en su lugar correspondiente y la instalación eléctrica con termostato doble (de activación por temperatura y corte en caso de incendio).  
 Incluye: Transporte y descarga. Colocación y nivelación.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT 1	1				1,000	
CT 2	1				1,000	
CT 3	1				1,000	
CT 4	1				1,000	
					4,000	4,000
<b>Total Ud :</b>	<b>4,000</b>				<b>8.845,63 €</b>	<b>35.382,52 €</b>

- 5.1.3 M<sup>2</sup> Acera perimetral para centro de transformación, canto 15 cm, realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 21 kg/m<sup>2</sup>; malla electrosoldada ME 30x30 Ø 4 B 500 T UNE-EN 10080. Incluso alambre de atar, separadores.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Acera perimetral CT	8	7,08	0,50		28,320	
					28,320	28,320
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>28,320</b>		<b>65,95 €</b>	<b>1.867,70 €</b>

### 5.2.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1250 KVA

#### 5.2.1.- EQUIPO DE MT

- 5.2.1.1 Ud Celda modular de línea CGMCOSMOS-L, corte y aislamiento integral en SF<sub>6</sub>, interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-puesta a tierra. Vn=24kV, In=400A / Icc=16kA. Con mando manual (Clase M1, 1000 maniobras). Incluye indicador presencia tensión

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT 1	2				2,000	
CT 2	2				2,000	
CT 3	2				2,000	
					(Continúa...)	

## Capítulo nº 5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
5.2.1.1	Ud	Celda modular de línea CGMCOSMOS-L			(Continuación...)
	CT 4	2		2,000	
				8,000	8,000
		<b>Total Ud :</b>	<b>8,000</b>	<b>3.319,74 €</b>	<b>26.557,92 €</b>

- 5.2.1.2 Ud Celda modular de protección general con interruptor automático CGMCOSMOS-V, aislamiento integral en SF6, Vn=24kV, In=400A / lcc=16kA. equipada con:
- Interruptor automático de corte en vacío (cat. E2 s/IEC 62271-100), con mando manual.
  - Seccionador de tres posiciones (cat. E2 s/IEC 62271-102), conexión-seccionamiento-puesta a tierra, con mando manual.
  - Incluye: Relé de protección digital comunicable ekorRPG (50-51/50N-51N), indicador presencia tensión y Sensores de intensidad.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT 1	1				1,000	
CT 2	1				1,000	
CT 3	1				1,000	
CT 4	1				1,000	
					4,000	4,000
		<b>Total Ud :</b>	<b>4,000</b>	<b>6.708,53 €</b>		<b>26.834,12 €</b>

- 5.2.1.3 Ud Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV  
 Cables MT 12/20 kV del tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x150 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR. En el otro extremo son del tipo enchufable recta y modelo K152SR.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT 1	1				1,000	
CT 2	1				1,000	
CT 3	1				1,000	
CT 4	1				1,000	
					4,000	4,000
		<b>Total Ud :</b>	<b>4,000</b>	<b>510,05 €</b>		<b>2.040,20 €</b>

### 5.2.2.- EQUIPO DE POTENCIA

- 5.2.2.1 Ud Transformador trifásico de distribución, familia ORGANIC, 1250 kVA 20/0,8 kV (B2) para instalación en interior o exterior (s/ IEC 60076-1 y s/directiva 2009/125/CE Ecodiseño TIER 2). Refrigeración natural en aceite éster vegetal, 100% biodegradable (s/ IEC 61099) con punto de combustión superior a 350 °C. Hermético de llenado integral. Bobinados en Aluminio. Incluye termómetro.  
 Se incluye la colocación en el interior del centro de transformación.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT 1	1				1,000	
CT 2	1				1,000	
CT 3	1				1,000	
CT 4	1				1,000	
					4,000	4,000
		<b>Total Ud :</b>	<b>4,000</b>	<b>26.760,18 €</b>		<b>107.040,72 €</b>

## Capítulo nº 5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

### 5.2.3.- SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

- 5.2.3.1 Ud Tierras Exteriores Prot Transformación: Anillo rectangular  
 Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo.

El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.

Características:

- Geometría: Anillo rectangular
- Profundidad: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de picas: 2 metros
- Dimensiones del rectángulo: 7.0x3.0 m

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT 1	1				1,000	
CT 2	1				1,000	
CT 3	1				1,000	
CT 4	1				1,000	
					4,000	4,000
<b>Total Ud :</b>		<b>4,000</b>		<b>1.238,31 €</b>		<b>4.953,24 €</b>

- 5.2.3.2 Ud Tierras Exteriores Serv Transformación: Picas alineadas  
 Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.

Características:

- Geometría: Picas alineadas
- Profundidad: 0,8 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de picas: 2 metros
- Distancia entre picas: 3 metros

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT 1	1				1,000	
CT 2	1				1,000	
CT 3	1				1,000	
CT 4	1				1,000	
					4,000	4,000
<b>Total Ud :</b>		<b>4,000</b>		<b>954,62 €</b>		<b>3.818,48 €</b>

- 5.2.3.3 Ud Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierras  
 Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparataje de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT 1	1				1,000	
CT 2	1				1,000	
CT 3	1				1,000	
CT 4	1				1,000	
					4,000	4,000

## Capítulo nº 5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>Total Ud :</b>			<b>4,000</b>	<b>921,52 €</b>	<b>3.686,08 €</b>

- 5.2.3.4 Ud Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierras  
 Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT 1	1				1,000	
CT 2	1				1,000	
CT 3	1				1,000	
CT 4	1				1,000	
					4,000	4,000
<b>Total Ud :</b>			<b>4,000</b>	<b>921,52 €</b>		<b>3.686,08 €</b>

### 5.2.4.- VARIOS

- 5.2.4.1 Ud Defensa de Transformador 1: Protección física transformador

Protección metálica para defensa del transformador.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT 1	1				1,000	
CT 2	1				1,000	
CT 3	1				1,000	
CT 4	1				1,000	
					4,000	4,000
<b>Total Ud :</b>			<b>4,000</b>	<b>100,47 €</b>		<b>401,88 €</b>

- 5.2.4.2 Ud Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación  
 Equipo de iluminación compuesto de:

- Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.
- Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT 1	1				1,000	
CT 2	1				1,000	
CT 3	1				1,000	
CT 4	1				1,000	
					4,000	4,000
<b>Total Ud :</b>			<b>4,000</b>	<b>94,96 €</b>		<b>379,84 €</b>

## Capítulo nº 5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

5.2.4.3 Ud Equipos de operación, maniobra y seguridad en el edificio de transformación

Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra

Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:

- Banquillo aislante
- Par de guantes aislantes
- Extintor de eficacia 89B
- Una palanca de accionamiento
- Armario de primeros auxilios

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT 1	1				1,000	
CT 2	1				1,000	
CT 3	1				1,000	
CT 4	1				1,000	
					4,000	4,000
		<b>Total Ud :</b>	<b>4,000</b>		<b>700,00 €</b>	<b>2.800,00 €</b>

Parcial nº 5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN : **219.515,91 €**

## Capítulo nº 6 CENTRO DE MANIOBRA Y MEDIDA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

### 6.1.- OBRA CIVIL

- 6.1.1 M<sup>3</sup> Base de pavimento realizada mediante relleno a cielo abierto, con arena de 0 a 5 mm de diámetro, y compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501.  
 Incluye: Transporte y descarga del material de relleno a pie de tajo. Extendido del material de relleno en tongadas de espesor uniforme. Humectación o desecación de cada tongada. Compactación.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Centro de Maniobra y Medida	1	6,88	3,18	0,05	1,094	
					1,094	1,094
<b>Total m<sup>3</sup> :</b>			<b>1,094</b>		<b>15,34 €</b>	<b>16,78 €</b>

- 6.1.2 Ud Envolvente monobloque de hormigón tipo caseta (s/norma IEC 62271-202), de instalación en superficie y maniobra interior PFU-4 24kV 1T DERECHA 630 kVA, de dimensiones exteriores de 4.460 mm de largo por 2.380 mm de fondo por 2.585 mm de altura vista.  
 Incluye: Transporte y descarga. Colocación y nivelación.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CMM	1				1,000	
					1,000	1,000
<b>Total Ud :</b>			<b>1,000</b>		<b>8.103,68 €</b>	<b>8.103,68 €</b>

- 6.1.3 M<sup>2</sup> Acera perimetral para centro de transformación, canto 15 cm, realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 21 kg/m<sup>2</sup>; malla electrosoldada ME 30x30 Ø 4 B 500 T UNE-EN 10080. Incluso alambre de atar, separadores.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Acera perimetral CT	2	7,08	0,50		7,080	
					7,080	7,080
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>7,080</b>		<b>65,95 €</b>	<b>466,93 €</b>

### 6.2.- EQUIPO DE MT

- 6.2.1 Ud Celda modular de línea CGMCOSMOS-L, corte y aislamiento integral en SF<sub>6</sub>, interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-puesta a tierra. V<sub>n</sub>=24kV, I<sub>n</sub>=400A / I<sub>cc</sub>=16kA. Con mando manual (Clase M1, 1000 maniobras). Incluye indicador presencia tensión

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CMM	3				3,000	
					3,000	3,000
<b>Total Ud :</b>			<b>3,000</b>		<b>3.319,74 €</b>	<b>9.959,22 €</b>

- 6.2.2 Ud Celda modular de protección con ruptofusible CGMCOSMOS-P, corte y aislamiento integral en SF<sub>6</sub>, interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-doble puesta a tierra. V<sub>n</sub>=24 kV, I<sub>n</sub>=400 A / I<sub>cc</sub>=16 kA. Incluye indicador presencia tensión, fusibles limitadores y 3 T.Tensión enchufables adosados a la base de la celda

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
--	------	-------	-------	------	---------	----------

## Capítulo nº 6 CENTRO DE MANIOBRA Y MEDIDA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
CMM	1			1,000	1,000
<b>Total Ud :</b>			<b>1,000</b>	<b>9.911,56 €</b>	<b>9.911,56 €</b>

- 6.2.3 Ud Celda modular de protección general con interruptor automático CGMCOsmos-V, aislamiento integral en SF6, Vn=24 kV, In=400 A / lcc=16 kA. equipada con:  
 interruptor automático de corte en vacío (cat. E2-C2 s/IEC 62271-100). Con mando motor e interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-puesta a tierra. Incluye: indicador presencia tensión, Relé de protección y control comunicable ekor (50/51+50N/51N+27+59+81M/m+anti-isla) con Sensores de intensidad y reconector automático.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CMM	1				1,000	1,000
<b>Total Ud :</b>			<b>1,000</b>	<b>18.168,26 €</b>		<b>18.168,26 €</b>

- 6.2.4 Ud Celda modular de medida CGMCOsmos-M. Vn=24 kV. Incluye interconexión de potencia con celdas contiguas, 3 transformadores de tensión de doble secundario (medida fiscal y Resistencia de Ferro.) y 3 de intensidad de simple secundario verificados. Sin salida privada para cliente. (Instalación de los trafos en la celda NO incluida).

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CMM	1				1,000	1,000
<b>Total Ud :</b>			<b>1,000</b>	<b>7.476,92 €</b>		<b>7.476,92 €</b>

### 6.3.- EQUIPO DE MEDIDA

- 6.3.1 Ud Unidad Compacta de Baterías ekorUCB, parametrizable y comunicable, incluyendo equipo cargador-bateria 230 Vca-48 Vcc de 18 Ah, transformador de aislamiento de hasta 10 kV en la entrada de alimentación externa y pequeño material.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	1				1,000	1,000
<b>Total Ud :</b>			<b>1,000</b>	<b>2.537,01 €</b>		<b>2.537,01 €</b>

- 6.3.2 Ud Módulo para tarifador tipo 3, sin hueco para equipo redundante, con regleta de verificación y cableado (sin tarifador) de dimensiones en mm 750 x 500 x 300 (alto x ancho x fondo).

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	1				1,000	1,000
<b>Total Ud :</b>			<b>1,000</b>	<b>465,77 €</b>		<b>465,77 €</b>

- 6.3.3 Ud Caja conteniendo 3 resistencias de carga artificial según normativa vigente, incluyendo montaje y cableado correspondiente.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	1				1,000	

## Capítulo nº 6 CENTRO DE MANIOBRA Y MEDIDA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
				1,000	1,000
			<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>1.584,29 €</b>

- 6.3.4 Ud Configuración, carga de parámetros y pruebas de puesta en marcha del relé ekor según protocolo n/IB. Se incluye los siguientes Certificados por OCA Homologada:
- Certificado de la revisión del proyecto según MT 3.53.01, Punto 14.2.1.
  - Certificado de la verificación de las protecciones según MT 3.53.01 Punto 14.2.1.
  - Certificado, según el RD337/2014, ITC-RAT 22, Punto 3

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	1				1,000	
					1,000	1,000
			<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>4.230,65 €</b>	<b>4.230,65 €</b>

### 6.4.- SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

- 6.4.1 Ud Tierras Exteriores Prot Transformación: Anillo rectangular  
 Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo.

El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.

Características:

- Geometría: Anillo rectangular
- Profundidad: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de picas: 2 metros
- Dimensiones del rectángulo: 5.0x3.0 m

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CMM	1				1,000	
					1,000	1,000
			<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>1.256,68 €</b>	<b>1.256,68 €</b>

- 6.4.2 Ud Tierras Exteriores Serv Transformación: Picas alineadas  
 Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.

Características:

- Geometría: Picas alineadas
- Profundidad: 0,8 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de picas: 2 metros
- Distancia entre picas: 3 metros

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CMM	1				1,000	
					1,000	1,000
			<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>973,02 €</b>	<b>973,02 €</b>

## Capítulo nº 6 CENTRO DE MANIOBRA Y MEDIDA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
6.4.3	Ud	Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierras Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparata de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CMM			1				1,000	
							1,000	1,000
				<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>		<b>921,52 €</b>	<b>921,52 €</b>

6.4.4	Ud	Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierras Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CMM			1				1,000	
							1,000	1,000
				<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>		<b>921,52 €</b>	<b>921,52 €</b>

### 6.5.- VARIOS

6.5.1	Ud	Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación Equipo de iluminación compuesto de:						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CMM			1				1,000	
							1,000	1,000
				<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>		<b>94,96 €</b>	<b>94,96 €</b>



## Capítulo nº 6 CENTRO DE MANIOBRA Y MEDIDA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

6.5.2 Ud Equipos de operación, maniobra y seguridad en el edificio de transformación

Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra

Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:

- Banquillo aislante
- Par de guantes aislantes
- Extintor de eficacia 89B
- Una palanca de accionamiento
- Armario de primeros auxilios

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CMM	1				1,000	1,000
<b>Total Ud :</b>					<b>1,000</b>	<b>700,00 €</b>

6.5.3 Ud Contrato de mantenimiento anual del Sistema de Protecciones y control en zona de cliente

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	1				1,000	1,000
<b>Total Ud :</b>					<b>1,000</b>	<b>1.109,95 €</b>

Parcial nº 6 CENTRO DE MANIOBRA Y MEDIDA : **68.898,72 €**

## Capítulo nº 7 INSTALACIÓN SERVICIOS AUXILIARES

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

### 7.1.- INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN

- 7.1.1 M Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 25 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.  
 Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento.  
 Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Conductor 25 mm2	4	30,00			120,000	
TT	1	30,00			30,000	
					150,000	150,000
<b>Total m :</b>			<b>150,000</b>		<b>7,95 €</b>	<b>1.192,50 €</b>

- 7.1.2 M Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.  
 Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Servicios Auxiliares						
Conductor 1.5mm2	2	306,00			612,000	
TT	1	306,00			306,000	
					918,000	918,000
<b>Total m :</b>			<b>918,000</b>		<b>0,56 €</b>	<b>514,08 €</b>

- 7.1.3 M Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.  
 Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento.  
 Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Servicios Auxiliares						
Conductor 2.5mm2	2	75,00			150,000	
TT	1	75,00			75,000	
					225,000	225,000
<b>Total m :</b>			<b>225,000</b>		<b>0,65 €</b>	<b>146,25 €</b>

- 7.1.4 M Cable unipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 6 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Incluso accesorios y elementos de sujeción.  
 Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento.  
 Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
--	------	-------	-------	------	---------	----------

## Capítulo nº 7 INSTALACIÓN SERVICIOS AUXILIARES

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
Servicios Auxiliares						
		Conductor 6mm2	2	168,00	336,000	
		TT	1	168,00	168,000	
					<u>504,000</u>	
<b>Total m :</b>				<b>504,000</b>	<b>2,40 €</b>	<b>1.209,60 €</b>

- 7.1.5 M Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.  
 Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento.  
 Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Conductor 10 mm2	2	300,00			600,000	
TT	1	300,00			300,000	
					<u>900,000</u>	900,000
<b>Total m :</b>				<b>900,000</b>	<b>5,91 €</b>	<b>5.319,00 €</b>

- 7.1.6 M Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 10 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.  
 Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento.  
 Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Conducto 16 mm2	2	868,00			1.736,000	
TT	1	868,00			868,000	
					<u>2.604,000</u>	2.604,000
<b>Total m :</b>				<b>2.604,000</b>	<b>4,24 €</b>	<b>11.040,96 €</b>

## Capítulo nº 7 INSTALACIÓN SERVICIOS AUXILIARES

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
7.1.7	Ud	<p>Suministro e instalación de SUBCUADRO PROTECCIONES SERVICIOS AUXILIARES formado por Caja de distribución de plástico, de superficie, con puerta transparente, con grados de protección IP40 e IK07, aislamiento clase II, tensión nominal 400 V, para 48 módulos, en 4 filas, de 287x653x112 mm, con carril DIN, terminales de neutro y de tierra, tirador de apertura y tapas cubremódulos, incluso accesorios de montaje según UNE-EN 60670-1. Totalmente montado. Con los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 l. Magnetotérmico 25A/4p</li> <li>- 2 l. Magnetotérmicos 25A/2p</li> <li>- 4 l. Magnetotérmicos 16A/2p</li> <li>- 6 l. Magnetotérmicos 10A/2p</li> <li>- 2 l. Diferencial 25A/30mA/2p</li> <li>- 1 l. Diferencial 25A/30mA/2p "si"</li> <li>- 2 l. Diferencial 40A/30mA/2p</li> </ul> <p>Incluye: Colocación y fijación del elemento.                      Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.                      Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	SSAA CASETA		1				1,000	
							1,000	1,000
				<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>		<b>692,35 €</b>	<b>692,35 €</b>
7.1.8	Ud	<p>Suministro e instalación de SUBCUADRO PROTECCIONES SERVICIOS AUXILIARES CENTRO DE TRANSFORMACIÓN formado por Caja de distribución de plástico, de superficie, con puerta transparente, con grados de protección IP40 e IK07, aislamiento clase II, tensión nominal 400 V, para 48 módulos, en 4 filas, de 287x653x112 mm, con carril DIN, terminales de neutro y de tierra, tirador de apertura y tapas cubremódulos, incluso accesorios de montaje según UNE-EN 60670-1. Totalmente montado. Con los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 l. Magnetotérmico 25A/4p</li> <li>- 2 l. Magnetotérmicos 25A/2p</li> <li>- 4 l. Magnetotérmicos 16A/2p</li> <li>- 6 l. Magnetotérmicos 10A/2p</li> <li>- 2 l. Diferencial 25A/30mA/2p</li> <li>- 1 l. Diferencial 25A/30mA/2p "si"</li> <li>- 2 l. Diferencial 40A/30mA/2p</li> </ul> <p>Incluye: Colocación y fijación del elemento.                      Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.                      Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	CT1		1				1,000	
	CT2		1				1,000	
	CT-3		1				1,000	
	CT-4		1				1,000	
							4,000	4,000
				<b>Total Ud :</b>	<b>4,000</b>		<b>253,32 €</b>	<b>1.013,28 €</b>

## Capítulo nº 7 INSTALACIÓN SERVICIOS AUXILIARES

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
7.1.9	Ud	Toma de tierra compuesta por pica de acero cobreado de 2 m de longitud, hincada en el terreno, conectada a puente para comprobación. Incluso grapa abarcón para la conexión del electrodo con la línea de enlace y aditivos para disminuir la resistividad del terreno. Incluye: Replanteo. Hincado de la pica. Colocación de la arqueta de registro. Conexión del electrodo con la línea de enlace. Conexión a la red de tierra. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la excavación ni el relleno del trasdós.			

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Báculos CCTV	9				9,000	
Báculo Acceso	1				1,000	
Caseta SSAA	1				1,000	
					<u>11,000</u>	11,000
<b>Total Ud :</b>		<b>11,000</b>			<b>27,52 €</b>	<b>302,72 €</b>

### 7.2.- MONITORIZACIÓN

7.2.1	Ud	Suministro e instalación de equipo Marca HUAWEI mod. SmartLogger 3000A Especial MODBUS. Incluso cableado de comunicación y accesorios necesarios para su correcta instalación. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje, fijación y nivelación. Conexionado y configuración según manual de fabricante incorporando tarjeta SIM. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.				
-------	----	--	--	--	--	--

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT1	1				1,000	
CT2	1				1,000	
CT3	1				1,000	
CT4	1				1,000	
					<u>4,000</u>	4,000
<b>Total Ud :</b>		<b>4,000</b>			<b>1.491,81 €</b>	<b>5.967,24 €</b>

7.2.2	Ud	Suministro e instalación de estación meteorológica compacta, dotada de sensores de temperatura, capacitivo, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento, precipitaciones modelo WS600-UMB de meteocontrol GmbH, o equivalente, sobre mástil en caseta de control. Incluso parte proporcional de datalogger, fuentes de alimentación, cableado específico, de sensores y comunicaciones (RS485) así como elementos de mando y protección eléctricos integrados en cuadro de servicios auxiliares.				
-------	----	--	--	--	--	--

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	1				1,000	
					<u>1,000</u>	1,000
<b>Total Ud :</b>		<b>1,000</b>			<b>4.423,46 €</b>	<b>4.423,46 €</b>

7.2.3	Ud	Suministro, instalación y puesta en marcha de sensor de velocidad del viento es un instrumento meteorológico que se utiliza para medir la velocidad del viento horizontal. Totalmente instalado. Incluye conexionado con los equipos de comunicación y configuración.				
-------	----	---	--	--	--	--

## Capítulo nº 7 INSTALACIÓN SERVICIOS AUXILIARES

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial
		Caseta SSAA	1			1,000	
						1,000	1,000
		<b>Total ud :</b>	<b>1,000</b>			<b>392,82 €</b>	<b>392,82 €</b>

- 7.2.4 Ud Suministro, instalación y puesta en marcha de piranómetro para supervisar la irradiación Ultravioleta global. Sensor monocristalino totalmente instalado. Incluye conexionado con los equipos de comunicación y configuración.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
Horizontal	1				1,000		
Inclinado	2				2,000		
					3,000	3,000	
		<b>Total ud :</b>	<b>3,000</b>			<b>1.256,01 €</b>	<b>3.768,03 €</b>

- 7.2.5 Ud Suministro, instalación y puesta en marcha de sensor de temperatura PT1000, rango de medición entre -35°C y +105°C. Protección contra la humedad (IP65). Cable de PVC con extremos libres de 50mm con terminales. Incluye conexionado con los equipos de comunicación y configuración.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
Ambiente	2				2,000		
Módulo	2				2,000		
					4,000	4,000	
		<b>Total ud :</b>	<b>4,000</b>			<b>381,90 €</b>	<b>1.527,60 €</b>

- 7.2.6 Ud Instalación y puesta en marcha de repetidor WIFI inalámbrido, amplificador de señal. Totalmente instalado.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
Caseta SSAA	1				1,000		
					1,000	1,000	
		<b>Total ud :</b>	<b>1,000</b>			<b>23,37 €</b>	<b>23,37 €</b>

- 7.2.7 MI Suministro e instalación de cables líneas de telecomunicaciones con cable UTP categoría 6a según circuito, y cable certificado RS485 según circuito. Totalmente instalada y conexionada con todos los sistemas.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
Conexiones Inversores-Smartlogger-Caseta	1	375,00			375,000		
					375,000	375,000	
		<b>Total ml :</b>	<b>375,000</b>			<b>2,15 €</b>	<b>806,25 €</b>

- 7.2.8 Ud Data logger para reunir valores de medición de diferentes parámetros. Histórico de valores de hasta 30 días.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
	1				1,000		
					1,000	1,000	
		<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>			<b>678,09 €</b>	<b>678,09 €</b>

### 7.3.- ALUMBRADO

## Capítulo nº 7 INSTALACIÓN SERVICIOS AUXILIARES

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
7.3.1	Ud	Suministro e instalación de luminaria, de 1276x170x100 mm, para 2 lámparas fluorescentes TL de 36 W, con cuerpo de poliéster reforzado con fibra de vidrio; reflector interior de chapa de acero, acabado termoesmaltado, de color blanco; difusor de metacrilato; balasto magnético; protección IP65 y rendimiento mayor del 65%. Instalación en la superficie del techo. Incluso lámparas. Incluye: Replanteo. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	Caseta		2				2,000	
							2,000	2,000
			<b>Total Ud :</b>	<b>2,000</b>		<b>26,34 €</b>		<b>52,68 €</b>
7.3.2	Ud	Suministro e instalación de luminaria de emergencia estanca, con tubo lineal fluorescente, 8 W - G5, flujo luminoso 240 lúmenes, carcasa de 405x134x134 mm, clase I, IP65, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, autonomía de 1 h, alimentación a 230 V, tiempo de carga 24 h. Instalación en superficie. Incluso accesorios y elementos de fijación. Incluye: Replanteo. Fijación y nivelación. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	Caseta		1				1,000	
							1,000	1,000
			<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>		<b>18,09 €</b>		<b>18,09 €</b>
7.3.3	Ud	Suministro e instalación de farola para alumbrado exterior compuesta de columna troncocónica de acero galvanizado de 3 mm de espesor, de 5000 mm de altura, acabado pintado, con caja de conexión y protección, con fusibles, conductor aislado de cobre para 0,6/1 kV de 2x2,5 mm <sup>2</sup> , toma de tierra con pica; y luminaria de fundición de aluminio, acabado lacado de color gris, regulable, de 80 W, factor de potencia mayor de 0,95, de 620x152x295 mm, con 48 LED SMD 5050, temperatura de color 3000 K, índice de reproducción cromática mayor de 80, giradas hacia el suelo sin emisión al hemisferio superior, con grados de protección IP66 e IK10. Incluye: Replanteo. Fijación de la columna. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la excavación de la cimentación ni la formación de la cimentación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	Alumbrado Acceso		1				1,000	
							1,000	1,000
			<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>		<b>472,82 €</b>		<b>472,82 €</b>

## Capítulo nº 7 INSTALACIÓN SERVICIOS AUXILIARES

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
7.3.4	Ud	Proyector rectangular, de 436x120 mm, para 1 lámpara LED de 80 W, con cuerpo de luminaria de aluminio inyectado, aluminio y acero inoxidable, vidrio de seguridad, reflector de aluminio puro anodizado, portalámparas 2 G 11, clase de protección I, grado de protección IP65, aislamiento clase F. Instalación de superficie en pared.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			3				3,000	
							3,000	3,000
			<b>Total Ud :</b>		<b>3,000</b>	<b>167,44 €</b>		<b>502,32 €</b>

### 7.4.- CLIMATIZACIÓN

- 7.4.1 Ud Suministro e instalación de equipo de aire acondicionado, sistema aire-aire split 1x1, para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), potencia frigorífica nominal 2 kW (temperatura de bulbo seco en el interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo en el interior 19°C, temperatura de bulbo seco en el exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo en el exterior 24°C), potencia calorífica nominal 2,7 kW (temperatura de bulbo seco en el interior 20°C, temperatura de bulbo húmedo en el exterior 6°C), SEER = 7 (clase A++), SCOP = 5,2 (clase A+++), EER = 4,55 (clase A), COP = 4,35 (clase A), formado por una unidad interior de pared, de 294x798x229 mm, nivel sonoro (velocidad ultra baja) 21 dBA, caudal de aire (velocidad ultra alta) 468 m³/h, con filtro alergénico, filtro desodorizante fotocatalítico y control inalámbrico, con programador semanal, modelo Weekly Timer, y una unidad exterior, de 540x780x290 mm, nivel sonoro 47 dBA y caudal de aire 1770 m³/h, con control de condensación y posibilidad de integración en un sistema domótico o control Wi-Fi a través de una pasarela. Incluso elementos antivibratorios y soportes de pared para apoyo de la unidad exterior. Incluye: Replanteo de las unidades. Colocación y fijación de la unidad interior. Colocación y fijación de la unidad exterior. Conexión a las líneas frigoríficas. Conexión a la red eléctrica. Conexión a la red de desagüe. Puesta en marcha.
- Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.
- Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.
- Criterio de valoración económica: El precio no incluye la canalización ni el cableado eléctrico de alimentación.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
Caseta	1				1,000		
					1,000	1,000	
			<b>Total Ud :</b>		<b>1,000</b>	<b>622,37 €</b>	<b>622,37 €</b>

Parcial nº 7 INSTALACIÓN SERVICIOS AUXILIARES : **40.685,88 €**

## Capítulo nº 8 GESTIÓN DE RESIDUOS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
8.1	M3	RCD de Nivel I: Tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación. El Real Decreto 105/2008 (artículo 3.1.a), considera como excepción de ser consideradas como residuos: Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas, reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Tierras y pétreos de la excavación		2.170,00			2.170,000	
							2.170,000	2.170,000
				<b>Total m3 :</b>	<b>2.170,000</b>		<b>0,43 €</b>	<b>933,10 €</b>
8.2	M3	RCD de Nivel II: Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios como: -Arena Grava y otros áridos -Hormigón -Ladrillos, azulejos y otros cerámicos -Piedra						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		RCDs Naturaleza Pétreo		6,66			6,660	
							6,660	6,660
				<b>Total m3 :</b>	<b>6,660</b>		<b>39,85 €</b>	<b>265,40 €</b>
8.3	M3	RCD de Nivel II: Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios como: -Cobre -Aluminio -Hierro y acero -Estaño -Metales mezclados						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		RCDs Naturaleza No Pétreo (metales)		4,54			4,540	
							4,540	4,540
				<b>Total m3 :</b>	<b>4,540</b>		<b>70,78 €</b>	<b>321,34 €</b>
8.4	M3	RCD de Nivel II: Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios como: -Asfalto -Madera -Papel -Plástico -Vidrio -Yeso						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal

## Capítulo nº 8 GESTIÓN DE RESIDUOS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
		RCDs Naturaleza No Pétreo (resto)	5,45	5,450	5,450
			<b>Total m3 :</b>	<b>5,450</b>	<b>15,53 €</b>
					<b>84,64 €</b>

8.5 Ud Valoración del coste previsto de la gestión que responda a la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición que se produzcan en la obra, en los términos previstos en la legislación autonómica y municipal. Porcentaje del presupuesto de obra hasta cubrir RCD Nivel II.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Presupuesto hasta cubrir RCD Nivel II	1				1,000	1,000
			<b>Total ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>523,60 €</b>	<b>523,60 €</b>

**Parcial nº 8 GESTIÓN DE RESIDUOS : 2.128,08 €**



## Capítulo nº 9 PLAN DE CALIDAD

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

### 9.1.- PLAN DE CALIDAD

9.1.1 ... Realización de los ensayos necesarios y verificación de la calidad de los materiales instalados de acuerdo a las directrices marcadas en el anejo del plan de control de calidad así como aquellos requeridos en obra durante su ejecución, así como del correcto funcionamiento de los equipos instalados previo a la puesta en marcha de la instalación fotovoltaica.

Se tendrán en cuenta los siguientes ensayos.

Pruebas de penetración dinámica superpesada, ensayos de tracción vertical y horizontal (pull out Test), verificación de calidad de los materiales de la estructura, fijación y tornillería y análisis de Resistividad eléctrica y térmica del terreno.

Pruebas de calidad sobre el inversor incluyendo medida de curva de eficiencia del inversor y comparativa con curva teórica, análisis de consumos auxiliares del equipo, análisis de la calidad de señal de red y análisis de la potencia pico y nominal en función de condiciones ambientales.

Prueba de calidad en módulos incluyendo verificación de estado de los módulos, calibración y medida de las condiciones de operación, inspección visual y estado de limpieza de los módulos, verificar que los módulos cumplen con las características físicas y eléctricas declaradas por el fabricante. Inspección visual según IEC61215. Ensayo de electroluminiscencia de acuerdo con QPV-PI-02.

Pruebas de calidad para recepción incluyendo verificación del correcto funcionamiento del sistema de monitorización mediante la concordancia entre los registros primarios del SCADA y las lecturas de los equipos así como los periodos de muestreo.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	1				1,000	
					1,000	1,000
			<b>Total ud. :</b>	<b>1,000</b>	<b>568,99 €</b>	<b>568,99 €</b>

9.1.2 Ud Ensayo no destructivo a realizar por laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una unión soldada en estructura metálica, mediante, líquidos penetrantes para la determinación de las imperfecciones superficiales de la unión, según UNE-EN ISO 3452-1. Incluso desplazamiento a obra e informe de resultados.

Incluye: Desplazamiento a obra. Realización del ensayo. Redacción de informe del resultado del ensayo realizado.

Criterio de medición de proyecto: Ensayo a realizar, según documentación del Plan de control de calidad.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de ensayos realizados por laboratorio acreditado según especificaciones de Proyecto.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Ensayos soldaduras	200				200,000	
					200,000	200,000
			<b>Total Ud :</b>	<b>200,000</b>	<b>22,09 €</b>	<b>4.418,00 €</b>

9.1.3 Ud Conjunto de ensayos para determinar la compactación del terreno.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Ensayo de compactación del terreno	90				90,000	
					90,000	90,000

Proyecto: Instalación Solar Fotovoltaica - Parque Solar Fotovoltaico conectado a red de 4000,00 k...  
Promotor: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ

---

## Capítulo nº 9 PLAN DE CALIDAD

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

**Total Ud :**                    **90,000**                    **52,40 €**                    **4.716,00 €**

Parcial nº 9 PLAN DE CALIDAD :                    **9.702,99 €**



---

## Presupuesto de ejecución material

---

1 ACTUACIONES PREVIAS	69.833,55 €
1.1.- LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DEL TERRENO	61.686,35 €
1.2.- VALLADO PERIMETRAL	8.147,20 €
2 OBRA CIVIL	93.365,20 €
2.1.- ZANJAS	73.461,41 €
2.2.- ARQUETAS	5.030,25 €
2.3.- EDIFICACIONES Y CIMENTACIONES	14.873,54 €
3 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	2.572.407,12 €
3.1.- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	2.572.407,12 €
4 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 20KV INTERIOR PARQUE	44.049,49 €
4.1.- OBRA CIVIL	12.977,38 €
4.2.- LÍNEA MEDIA TENSIÓN	31.072,11 €
5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	219.515,91 €
5.1.- OBRA CIVIL	37.317,35 €
5.2.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1250 KVA	182.198,56 €
5.2.1.- EQUIPO DE MT	55.432,24 €
5.2.2.- EQUIPO DE POTENCIA	107.040,72 €
5.2.3.- SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	16.143,88 €
5.2.4.- VARIOS	3.581,72 €
6 CENTRO DE MANIOBRA Y MEDIDA	68.898,72 €
6.1.- OBRA CIVIL	8.587,39 €
6.2.- EQUIPO DE MT	45.515,96 €
6.3.- EQUIPO DE MEDIDA	8.817,72 €
6.4.- SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	4.072,74 €
6.5.- VARIOS	1.904,91 €
7 INSTALACIÓN SERVICIOS AUXILIARES	40.685,88 €
7.1.- INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN	21.430,74 €
7.2.- MONITORIZACIÓN	17.586,86 €
7.3.- ALUMBRADO	1.045,91 €
7.4.- CLIMATIZACIÓN	622,37 €
8 GESTIÓN DE RESIDUOS	2.128,08 €
9 PLAN DE CALIDAD	9.702,99 €
9.1.- PLAN DE CALIDAD	9.702,99 €
<b>Total .....</b>	<b>3.120.586,94 €</b>

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de TRES MILLONES CIENTO VEINTE MIL QUINIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

V Presupuesto: Resumen del presupuesto

1 ACTUACIONES PREVIAS		
1.1 LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DEL TERRENO .....		61.686,35
1.2 VALLADO PERIMETRAL .....		8.147,20
	Total 1 ACTUACIONES PREVIAS .....	69.833,55
2 OBRA CIVIL		
2.1 ZANJAS .....		73.461,41
2.2 ARQUETAS .....		5.030,25
2.3 EDIFICACIONES Y CIMENTACIONES .....		14.873,54
	Total 2 OBRA CIVIL .....	93.365,20
3 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA		
3.1 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA .....		2.572.407,12
	Total 3 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA .....	2.572.407,12
4 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 20KV INTERIOR PARQUE		
4.1 OBRA CIVIL .....		12.977,38
4.2 LÍNEA MEDIA TENSIÓN .....		31.072,11
	Total 4 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 20KV INTERIOR PARQUE .....	44.049,49
5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		
5.1 OBRA CIVIL .....		37.317,35
5.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1250 KVA		
5.2.1 EQUIPO DE MT .....		55.432,24
5.2.2 EQUIPO DE POTENCIA .....		107.040,72
5.2.3 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA .....		16.143,88
5.2.4 VARIOS .....		3.581,72
	Total 5.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1250 KVA .....	182.198,56
	Total 5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....	219.515,91
6 CENTRO DE MANIOBRA Y MEDIDA		
6.1 OBRA CIVIL .....		8.587,39
6.2 EQUIPO DE MT .....		45.515,96
6.3 EQUIPO DE MEDIDA .....		8.817,72
6.4 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA .....		4.072,74
6.5 VARIOS .....		1.904,91
	Total 6 CENTRO DE MANIOBRA Y MEDIDA .....	68.898,72
7 INSTALACIÓN SERVICIOS AUXILIARES		
7.1 INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN .....		21.430,74
7.2 MONITORIZACIÓN .....		17.586,86
7.3 ALUMBRADO .....		1.045,91
7.4 CLIMATIZACIÓN .....		622,37
	Total 7 INSTALACIÓN SERVICIOS AUXILIARES .....	40.685,88
8 GESTIÓN DE RESIDUOS .....		2.128,08
9 PLAN DE CALIDAD		
9.1 PLAN DE CALIDAD .....		9.702,99
	Total 9 PLAN DE CALIDAD .....	9.702,99
Presupuesto de ejecución material (PEM)		3.120.586,94
13% de gastos generales		405.676,30
6% de beneficio industrial		187.235,22
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)		3.713.498,46
21% IVA		779.834,68
Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI ...)		4.493.333,14

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de CUATRO MILLONES CUATROCIENTOS NOVENTA Y TRES MIL TRESCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS.

**DOCUMENTO N° 4**

**PLANOS**

**PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO  
CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE  
4.000,00 kWn y 4.992,00 kWp**



TÉRMINO MUNICIPAL DE CIEZA (MURCIA)

AUTOR

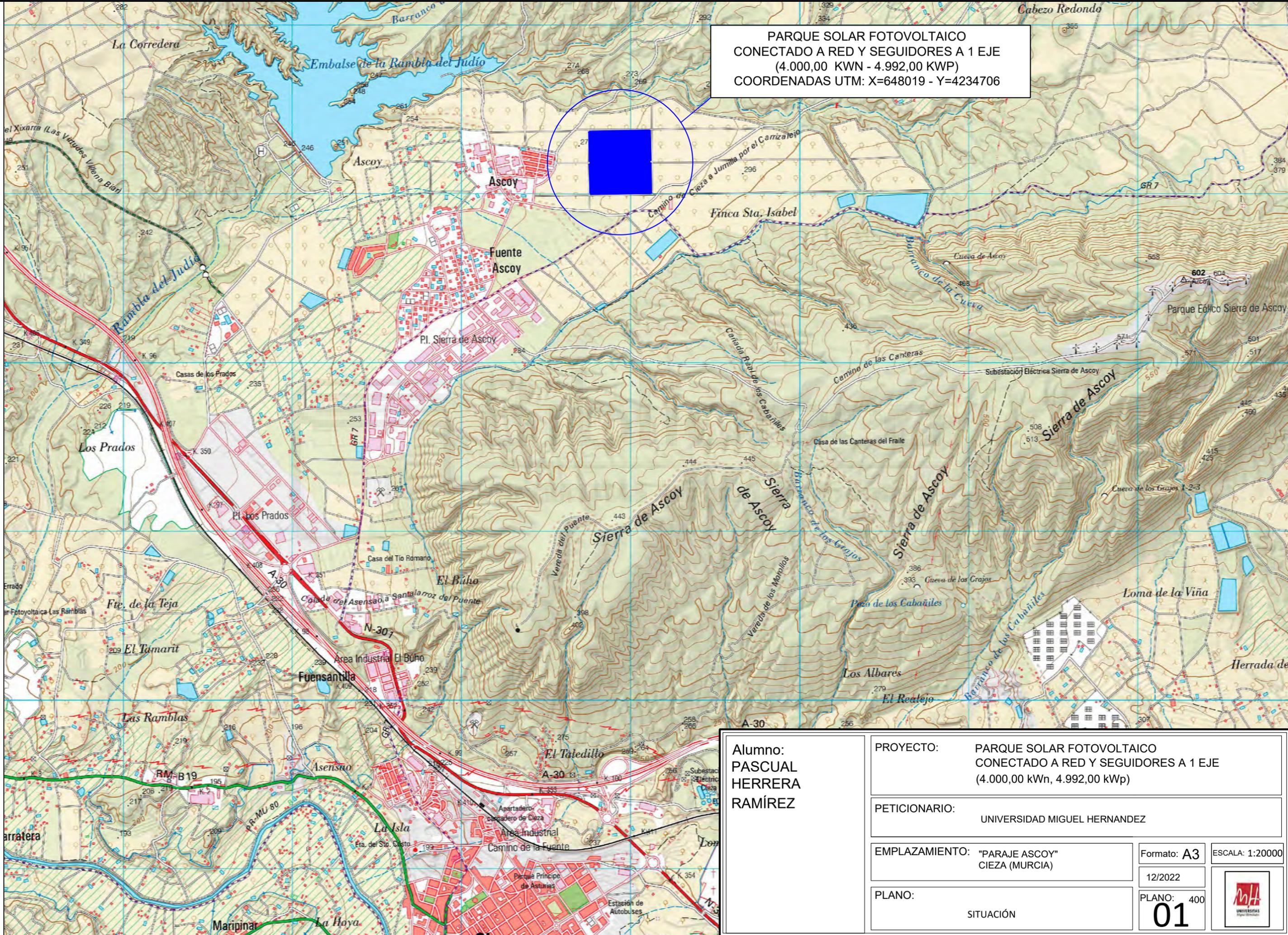
**PASCUAL HERRERA RAMÍREZ**

DICIEMBRE 2022

## ÍNDICE

- 01.- SITUACIÓN
- 02.- ENVOLVENTE POLIGONAL INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA
- 03.- LOCALIZACIÓN ORTOFOTO
- 04.- PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
- 05.- CANALIZACIONES B.T., M.T. Y COMUNICACIONES
- 06.- LÍNEA SUBTERRANEA MEDIA TENSIÓN
- 07.- ESTACIÓN METEOROLÓGICA COMUNICACIONES Y ALUMBRADO
- 08.- RED DE TIERRAS
- 09.- INSTALACIÓN DE VIGILANCIA Y SEGURIDAD
- 10.- DETALLE SEGUIDOR 1 EJE
- 11.- DISPOSICIÓN DE SEGUIDORES
- 12.- DETALLE INSTALACIÓN INVERSOR Y CUADROS CC Y CA
- 13.- ESQUEMA DE PRINCIPIO
- 14.- ESQUEMA ELÉCTRICO CT1, CT2, CT3, CT4 Y CMM
- 15.- ESQUEMAS UNIFILARES CASETA SSAA, CT1, CT2, CT3, CT4
- 16.- PLANTA, ALZADOS Y PERSPECTIVA CT 1250KVA
- 17.- PUESTA A TIERRA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- 18.- PLANTA, ALZADOS Y PERSPECTIVA CENTRO DE MANIOBRA Y MEDIDA
- 19.- PUESTA A TIERRA CENTRO DE MANIOBRA Y MEDIDA

**PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO**  
**CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE**  
**(4.000,00 KWN - 4.992,00 KWP)**  
**COORDENADAS UTM: X=648019 - Y=4234706**



**Alumno:**  
**PASCUAL**  
**HERRERA**  
**RAMÍREZ**

**PROYECTO:** PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO  
 CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE  
 (4.000,00 kWh, 4.992,00 kWp)

**PETICIONARIO:** UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ

**EMPLAZAMIENTO:** "PARAJE ASCOY"  
 CIEZA (MURCIA)

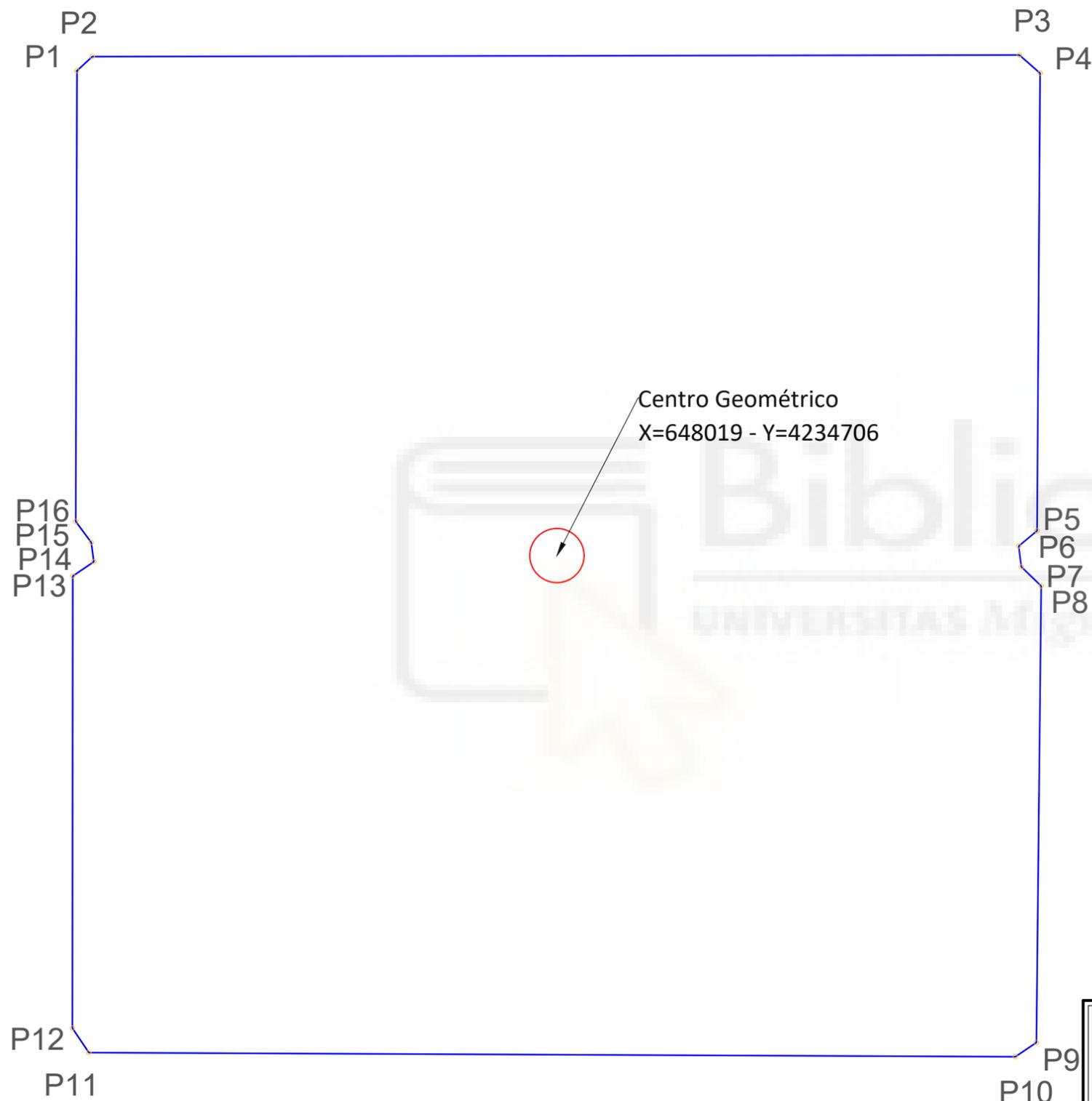
**PLANO:** SITUACIÓN

**Formato:** A3 **ESCALA:** 1:20000

12/2022

**PLANO:** 400  
**01**





CUADRO DE CONSTRUCCION					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	7.66	132°59'51"	656114.38	4236466.62
P2	P2 - P3	340.73	137°16'2"	656120.00	4236471.83
P3	P3 - P4	10.13	138°23'44"	656460.73	4236472.40
P4	P4 - P5	168.76	131°8'9"	656468.32	4236465.69
P5	P5 - P6	8.81	130°13'24"	656467.22	4236296.93
P6	P6 - P7	7.71	237°25'57"	656460.46	4236291.29
P7	P7 - P8	10.20	218°28'23"	656461.44	4236283.64
P8	P8 - P9	168.36	133°38'28"	656468.74	4236276.52
P9	P9 - P10	9.33	124°47'59"	656466.97	4236108.18
P10	P10 - P11	340.54	145°32'55"	656459.25	4236102.93
P11	P11 - P12	10.85	123°56'55"	656118.71	4236104.44
P12	P12 - P13	166.75	146°16'18"	656112.69	4236113.47
P13	P13 - P14	9.37	124°12'20"	656112.79	4236280.21
P14	P14 - P15	7.22	243°23'57"	656120.54	4236285.47
P15	P15 - P16	9.59	208°57'32"	656119.59	4236292.63
P16	P16 - P1	166.29	143°18'7"	656113.89	4236300.33

Area: 130295.02 m<sup>2</sup>  
 Area: 13.02950 ha  
 Perimetro: 1442.30 ml

Alumno:  
 PASCUAL  
 HERRERA  
 RAMÍREZ

PROYECTO: PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO  
 CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE  
 (4.000,00 kWn, 4.992,00 kWp)

PETICIONARIO: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ

EMPLAZAMIENTO: "PARAJE ASCOY"  
 CIEZA (MURCIA)

Formato: A3 ESCALA: 1:2000

PLANO: ENVOLVENTE POLIGONAL INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

12/2022

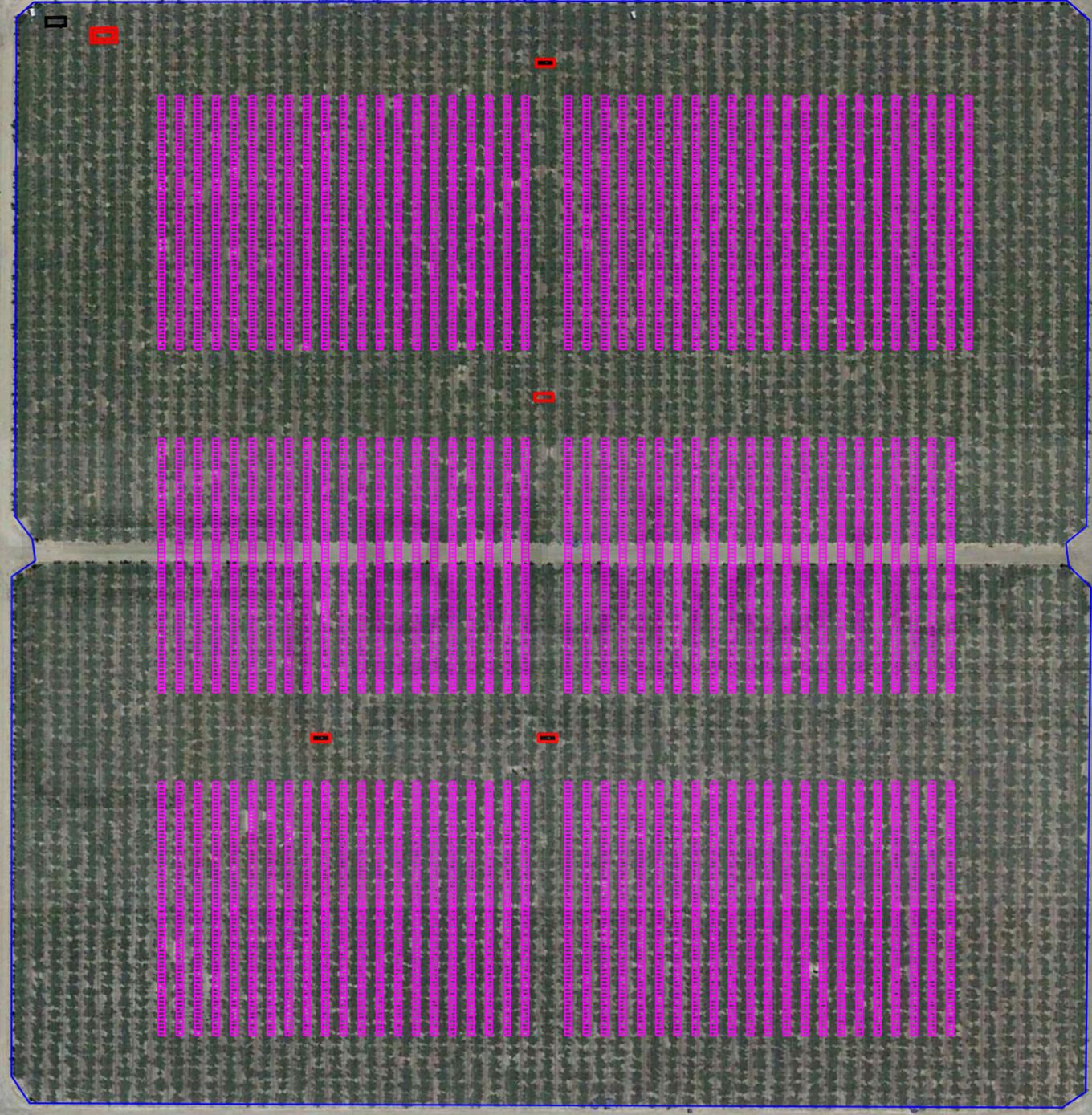
PLANO: 401

02





Paraje Ascoy



Carr. del Poblado

Alumno:  
PASCUAL  
HERRERA  
RAMÍREZ

PROYECTO: PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO  
CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE  
(4.000,00 kWh, 4.992,00 kWp)

PETICIONARIO: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ

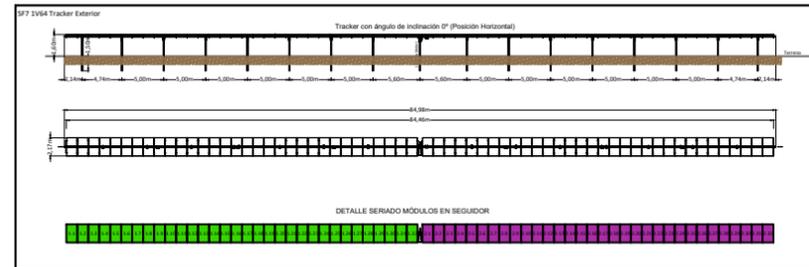
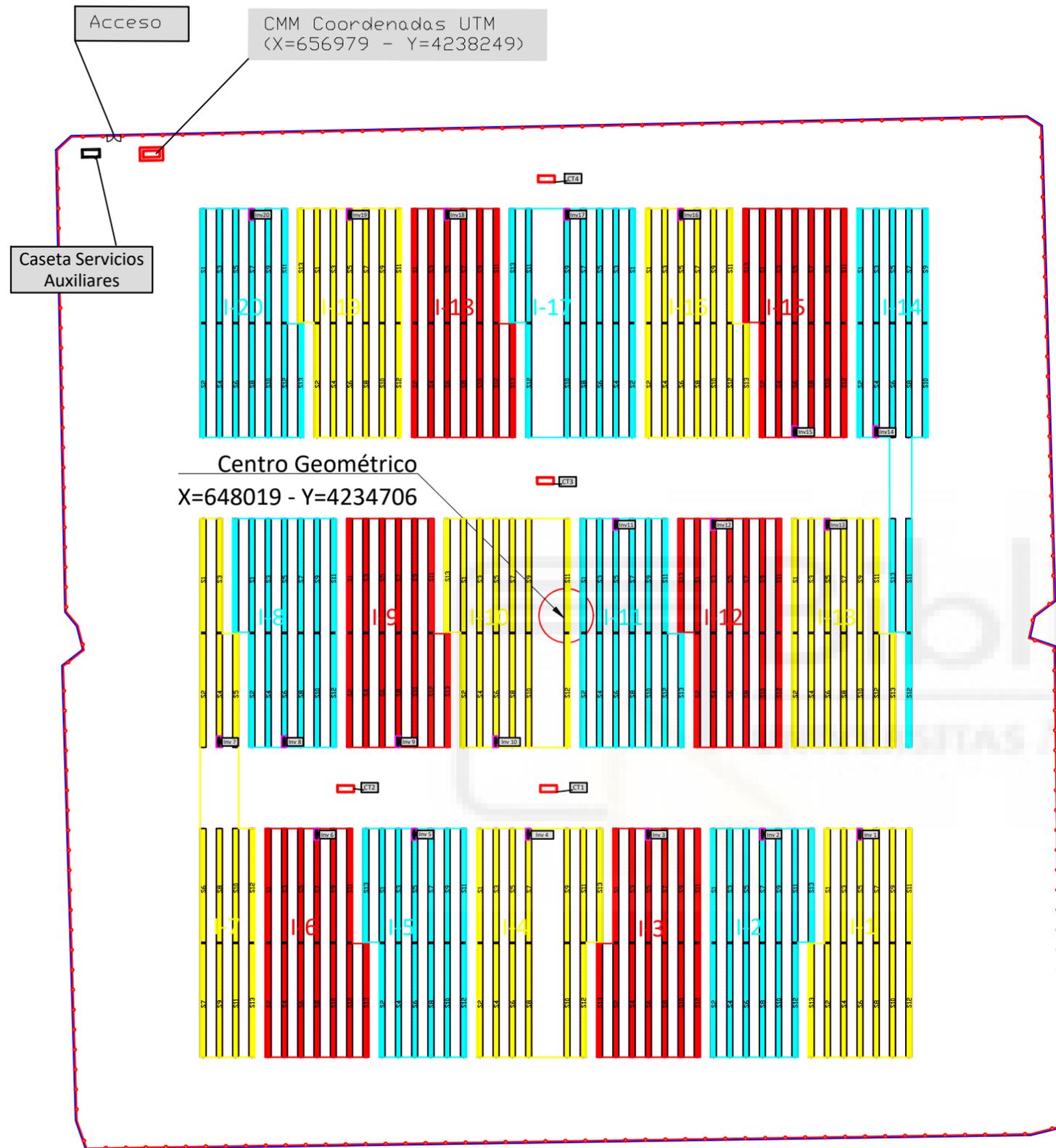
EMPLAZAMIENTO: "PARAJE ASCOY"  
CIEZA (MURCIA)

Formato: A3 ESCALA: 1:2000

PLANO: LOCALIZACIÓN ORTOFO

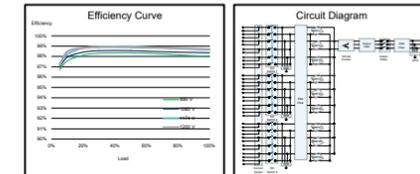
12/2022  
PLANO: 402  
**03**



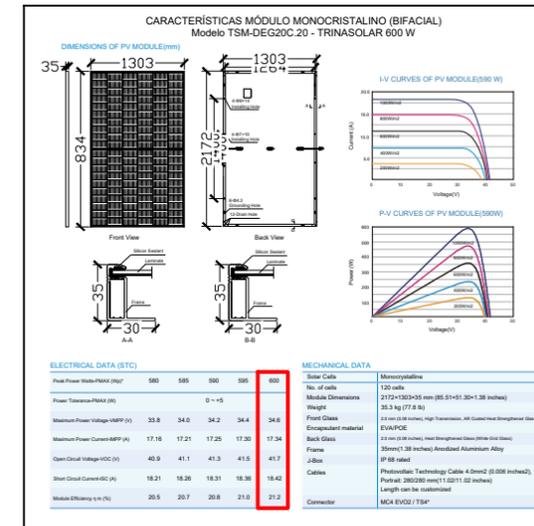


LEYENDA	
Simbología	Descripción
	Mesa de paneles fotovoltaicos, compuesta por 1 String de 32 paneles en serie.
	(1) SX = Cadena (String) número X del conjunto conectado al inversor

CARACTERÍSTICAS INVERSOR CC/CA  
Modelo - SUN2000-215KTL-H0



Especificaciones	
Max. Efficiency	99.95%
European Efficiency	99.65%
Max. Input Voltage	1,000 V
Max. Current per MPPT	30 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	50 A
Start Voltage	500 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V - 1,000 V
Normal Input Voltage	1,000 V
Number of Traces	18
Number of MPPT Trackers	9
Normal AC Active Power	200,000 W
Max. AC Apparent Power	215,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	215,000 W
Normal Output Voltage	800 V, 900 V, 950 V
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Normal Output Current	144.4 A
Max. Output Current	156.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 L.D. - 0.8 L.D.
Max. Total Harmonic Distortion	< 1%
Islanding Discrimination Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
Pre-wire String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Display	LED Indicator, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
Dimensions (W x H x D)	1,032 x 703 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	189 kg (418.8 lb)
Operating Temperature Range	-25°C (-13°F) to +45°C (+103°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft)
Relative Humidity	0 - 100%
DC Connector	Shoebot MCA EVG2
AC Connector	Waterproof Connector + OTDT Terminal
Protection Degree	IP65
Topology	Transformerless



RESUMEN PLANTA FOTOVOLTAICA		DESCRIPCIÓN EQUIPOS PRINCIPALES	
POTENCIA PICO	4.992,00 kWp	MÓDULOS	TRINASOLAR / TSM-DEG20C.20
POTENCIA NOMINAL	4.000,00 kWn	FABRICANTE/MODELO	TRINASOLAR / TSM-DEG20C.20
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	4x1250 KVA	POTENCIA	600 Wp
SEGUIDOR SOLTEC SF7 1V64	130 Ud	INVERSOR	HUAWEI / SUN2000-215KTL-H0
MÓDULOS	8.320 Ud	FABRICANTE/MODELO	HUAWEI / SUN2000-215KTL-H0
INVERSOR	20 Ud	POTENCIA NOMINAL	200 kW
SUP. ENVOLVENTE MÓDULOS	66.996,94 m <sup>2</sup>	ESTRUCTURA	SEGUIDOR SOLAR
SUPERFICIE CONSTRUCCIONES	88,52 m <sup>2</sup>	TIPO	SOLTEC / SF7 BI-FACIAL 1 EJE
		FABRICANTE/MODELO	1V64
		CONFIGURACIÓN	2 DE 32 MÓDULOS
		STRING POR SEGUIDOR	
<b>LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO</b>			
UTM ETRS89	X= 648019		
	Y= 4234706		
ALTITUD	272 m		
HUSO	31		
PAÍS	ESPAÑA		

- CMM Centro de Maniobra y Medida, tipo PFU-5 (1 Ud)
- Centro Transformación PFU-5 1250KVA (4 Ud)
- Caseta prefabricada para servicios auxiliares dimensiones 5,94x2,40m
- Seguidor Solar 1 Eje SF7 1V64 con Módulos Trina Solar Bifacial TSM-DEG20C.20 de 600Wp (130 Uds)
- Vallado Cinegético
- Límite de Parcelas
- Centro Geométrico de la Instalación

Alumno: PASCUAL HERRERA RAMÍREZ

PROYECTO: PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE (4.000,00 kWn, 4.992,00 kWp)

PETICIONARIO: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ

EMPLAZAMIENTO: "PARAJE ASCOY" CIEZA (MURCIA)

Formato: A3 ESCALA: 1:2000

12/2022

PLANO: 403

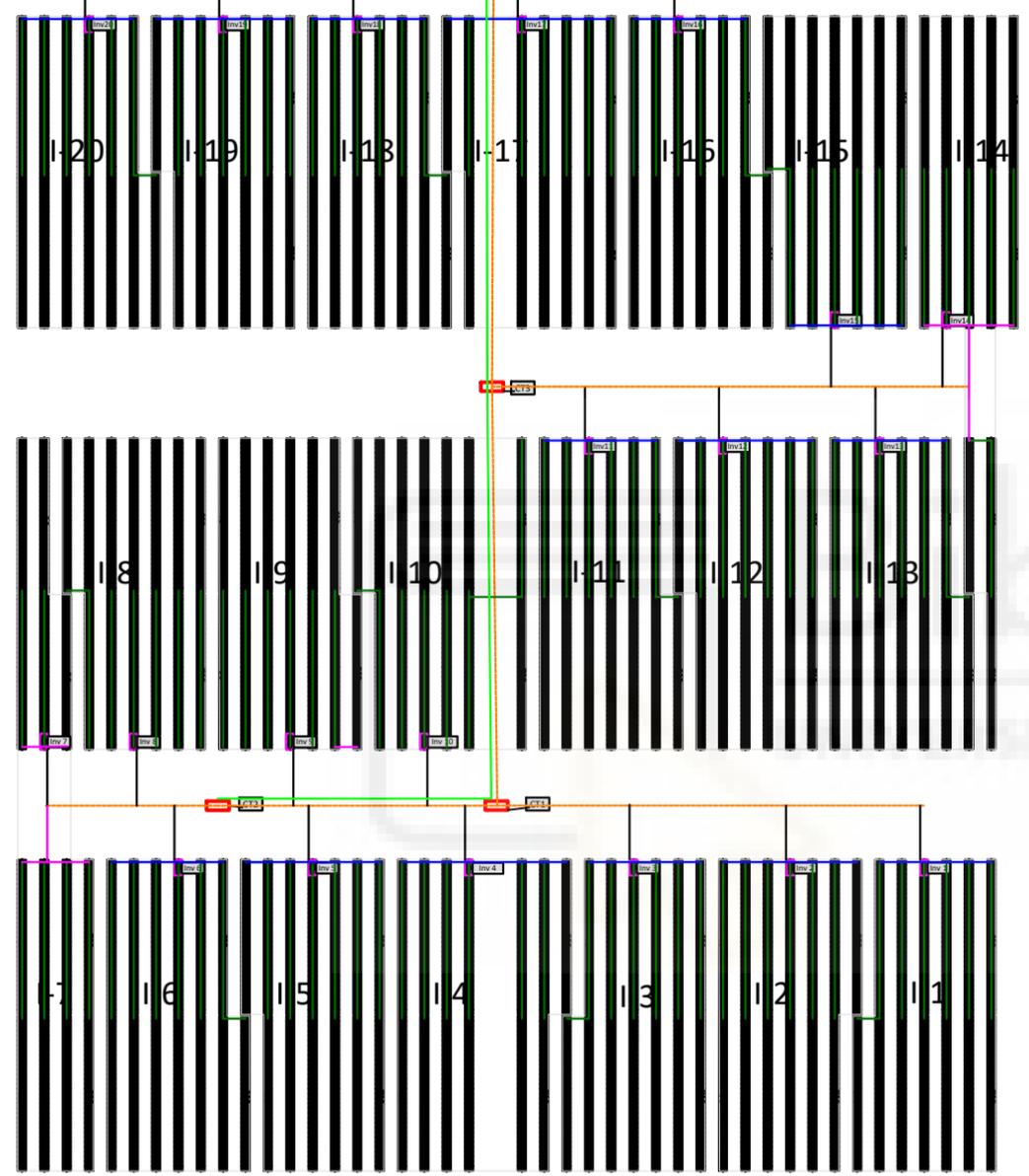
PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA

04

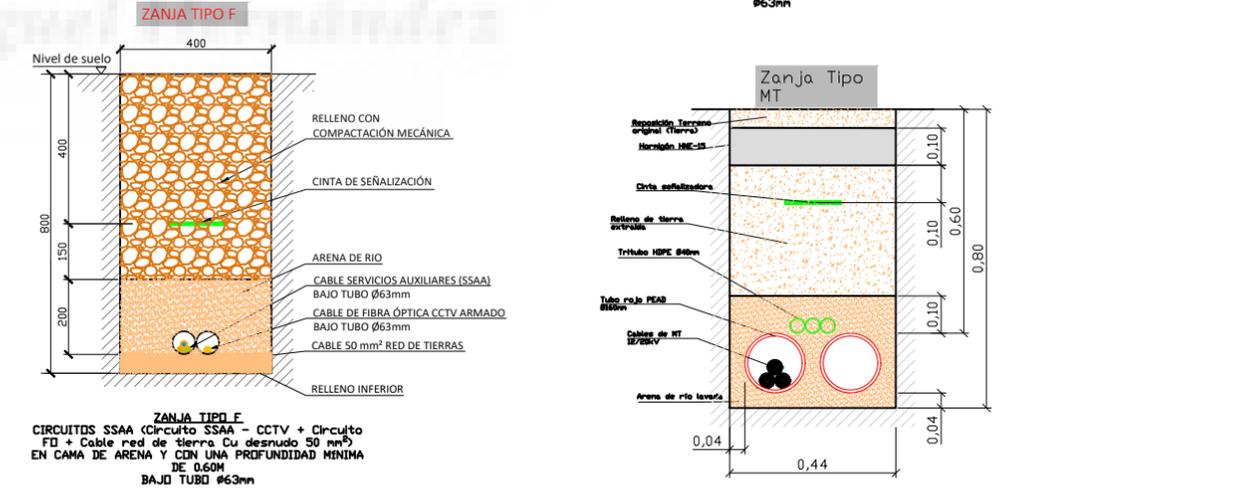
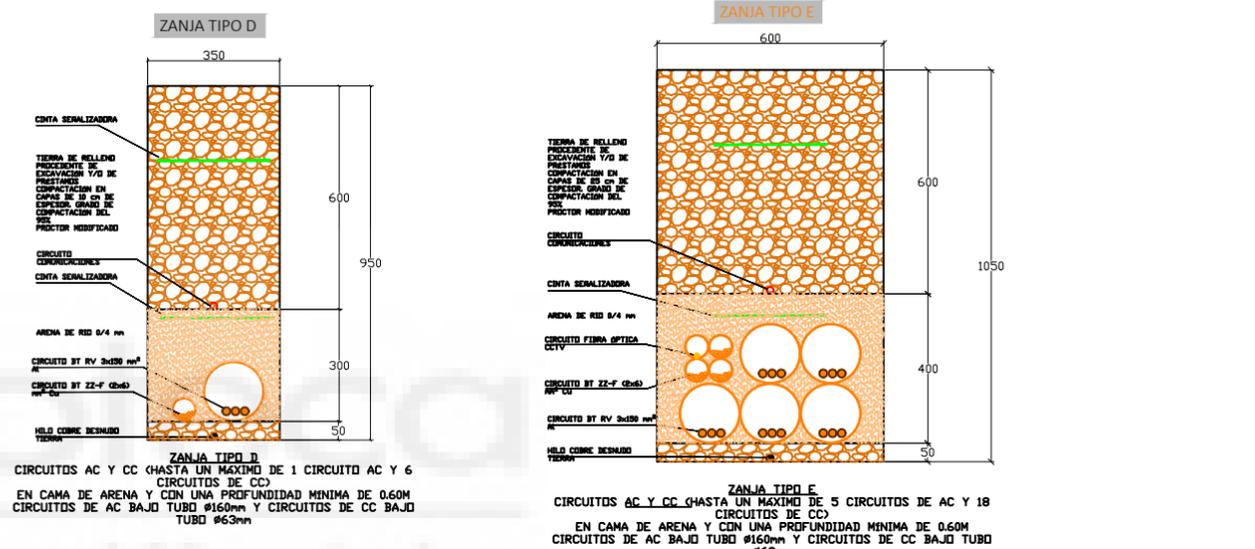
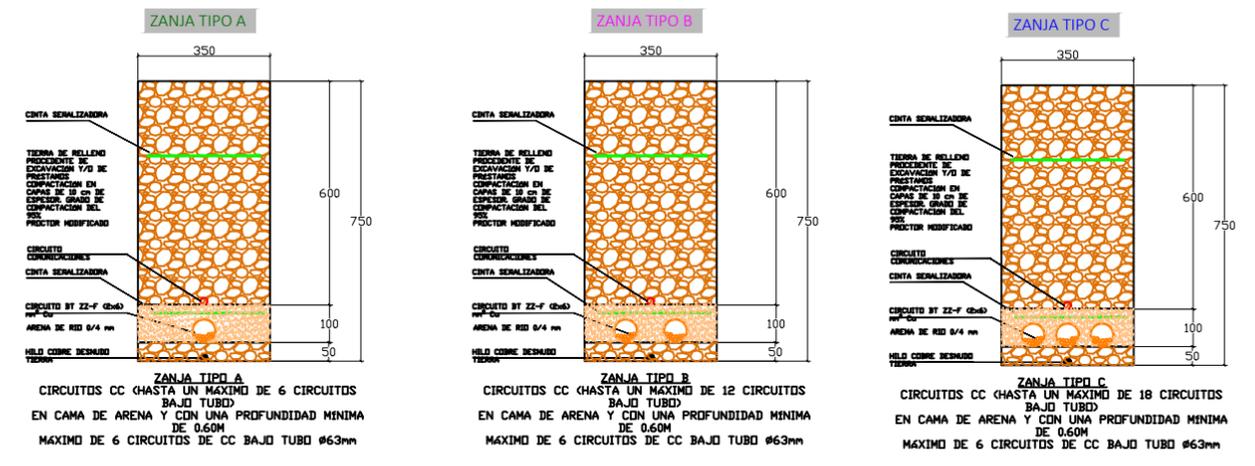
Acceso

CMM Coordinadas UTM  
(X=656979 - Y=4238249)

Caseta Servicios Auxiliares



Leyenda Zanjas		
<span style="color: green;">█</span>	Zanja tipo A	5.096,40 m
<span style="color: magenta;">█</span>	Zanja tipo B	100,00 m
<span style="color: blue;">█</span>	Zanja tipo C	504,00 m
<span style="color: black;">█</span>	Zanja tipo D	294,20 m
<span style="color: orange;">█</span>	Zanja tipo E	740,00 m
<span style="color: red;">█</span>	Zanja tipo F	1342,81 m
<span style="color: green;">█</span>	Zanja tipo MT	450,94 m



<b>Alumno:</b> PASCUAL HERRERA RAMÍREZ	<b>PROYECTO:</b> PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE (4.000,00 kWh, 4.992,00 kWp)
	<b>PETICIONARIO:</b> UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ
	<b>EMPLAZAMIENTO:</b> "PARAJE ASCOY" CIEZA (MURCIA)
	<b>PLANO:</b> CANALIZACIONES B.T., M.T. Y COMUNICACIONES
Formato: <b>A3</b> 12/2022 PLANO: 404 <b>05</b>	ESCALA: 1:2000 

CABLES PARA MEDIA TENSIÓN

**AL EPROTENAX H COMPACT**  
**AL HEPRZ1 (NORMALIZADO POR IBERDROLA)**

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV  
Norma diseño: UNE-HD 620-9E  
Designación genérica: AL HEPRZ1



CONSTRUCCIÓN

**CONDUCTOR**  
Metal: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio. Flexibilidad: Clase 2, según UNE-EN 60228 Temperatura máxima en el conductor: 105 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

**PANTALLA METÁLICA**  
Material: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira. Sección total 16 mm<sup>2</sup> (12/20 kV)

**SEMICONDUCTORA INTERNA**  
Capa extrusionada de material conductor.

**SEPARADOR**  
Cinta de poliester.

**AISLAMIENTO**  
Material: etileno propileno de alto módulo (HEPR, 105 °C). Espesor reducido.

**CUBIERTA EXTERIOR**  
Material: poliolefina termoplástica, DMZ1 Vemex. Color: rojo.

**SEMICONDUCTORA EXTERNA**  
Capa extrusionada de material semiconductor separable en frío.

DATOS TÉCNICOS

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

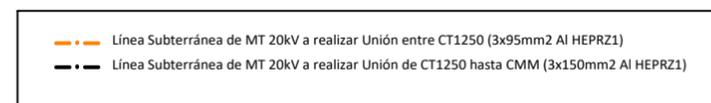
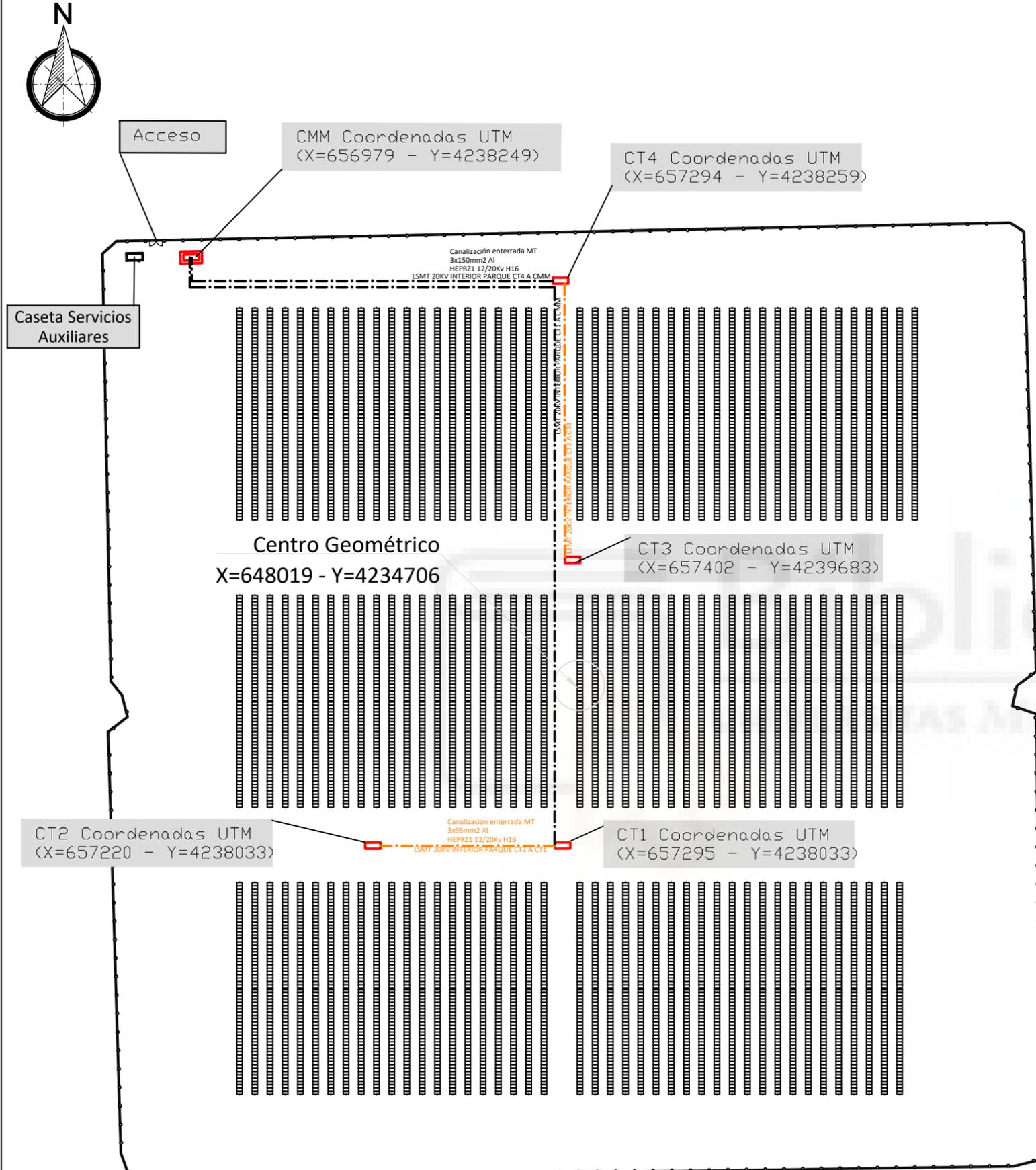
1 x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Ø NOMINAL AISLAMIENTO* (mm)	ESPESOR MEDIO AISLAMIENTO (mm)	Ø NOMINAL EXTERIOR* (mm)	ESPESOR MÍNIMO CUBIERTA (mm)	PESO APROXIMADO (kg/km)	RADIO DE CURVATURA ESTÁTICO (POSICIÓN FINAL) (mm)	RADIO DE CURVATURA DINÁMICO (DURANTE TENDIDO) (mm)
<b>12/20 kV</b>							
1 x 150/16 (1)	23,5	4,3	32,1	3,0	1206	482	642
1 x 240/16 (1)	27,6	4,3	36,1	3,0	1570	542	722

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

1 x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm <sup>2</sup> )	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE BAJO EL TUBO Y ENTERRADO* (A)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DIRECTAMENTE ENTERRADO* (A)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE AL AIRE** (A)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN EL CONDUCTOR DURANTE 1 s (A)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN LA PANTALLA DURANTE 1 s*** (A)	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV (pant. 16 mm <sup>2</sup> )	18/30 kV (pant. 25 mm <sup>2</sup> )
1 x 150 (1)	255	275	360	12800	2880	4250
1 x 240 (1)	345	365	495	20400	2880	4250

1 x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A T 20 °C (Ω/km)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A T MÁX (105 °C) (Ω/km)	REACTANCIA INDUCTIVA (Ω/km)		CAPACIDAD µF/km	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1 x 150 (1)	0,206	0,277	0,112	0,120	0,329	0,247
1 x 240 (1)	0,125	0,168	0,102	0,110	0,402	0,269

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola.  
(\*) Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación).



Líneas Media Tensión					
Identificación	Tramo	Tipo	Origen	Final	Longitud
Línea 1	1	95 mm <sup>2</sup> AL	CT2	CT1	75,00 m
	2	150 mm <sup>2</sup> AL	CT1	CMM	379,00 m
Línea 2	1	95 mm <sup>2</sup> AL	CT3	CT4	187,00 m
	2	150 mm <sup>2</sup> AL	CT4	CMM	152,00 m

Alumno: PASCUAL HERRERA RAMÍREZ

PROYECTO: PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE (4.000,00 kWh, 4.992,00 kWp)

PETICIONARIO: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ

EMPLAZAMIENTO: "PARAJE ASCOY" CIEZA (MURCIA)

Formato: A3 ESCALA: 1:2000

12/2022

PLANO: 405

PLANO: LÍNEA SUBTERRANEA MEDIA TENSIÓN

06

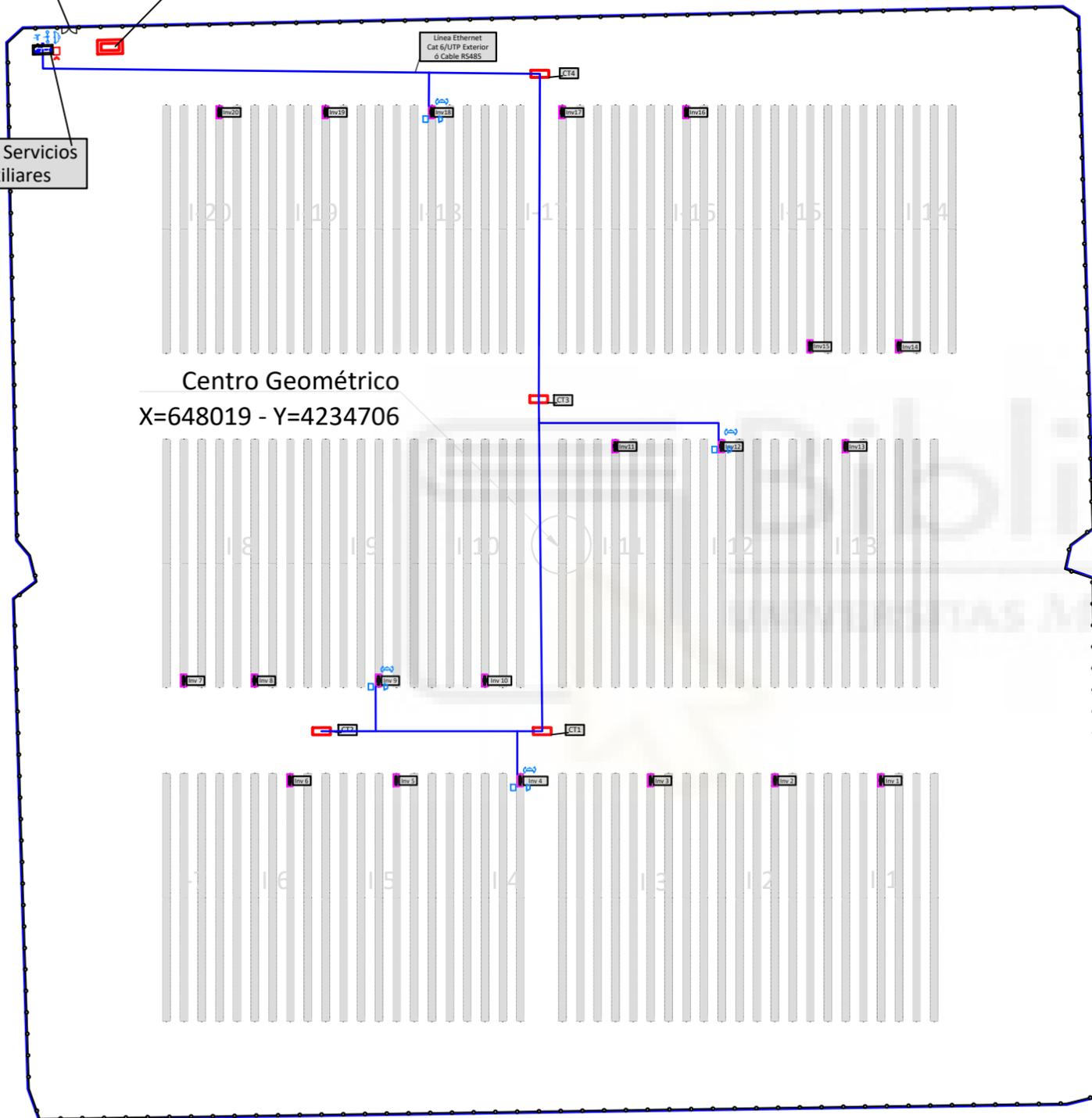


Acceso

CMM Coordenadas UTM  
(X=656979 - Y=4238249)

Caseta Servicios Auxiliares

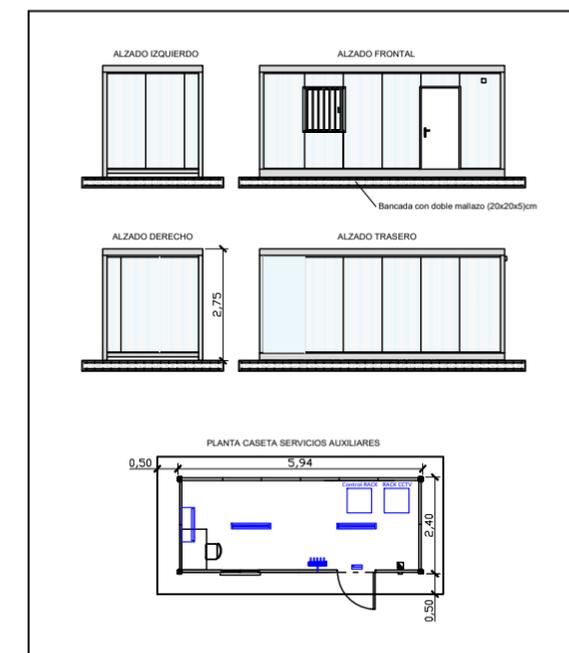
Centro Geométrico  
X=648019 - Y=4234706



LEYENDA	
	ANEMÓMETRO
	DIRECCIÓN VIENTO
	SENSOR TEMP. AMBIENTE PT 1000
	SENSOR TEMP. MÓDULO PT 1000
	PIRANÓMETRO SOLAR HORZ.
	PIRANÓMETRO SOLAR INCL.
	WiFi

Leyenda Instalaciones SSAA	
	Báculo 5 m con Proyector 80W LED (en Acceso)
	Proyector 80W LED instalado en pared
	Caja de protección y medida trifásica intemperie (CPM2-D/E4-I)
	Equipo AA en Caseta de Servicios Auxiliares
	Alumbrado fluorescente 1x36 w IP-X5
	Alumbrado de emergencia y señalización IP-X5
	Cuadro de Mando y Protección
	Línea Ethernet Cat 6/UTP Exterior

Detalle de Caseta de Servicios Auxiliares



Alumno:  
PASCUAL  
HERRERA  
RAMÍREZ

PROYECTO: PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO  
CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE  
(4.000,00 kWh, 4.992,00 kWp)

PETICIONARIO: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ

EMPLAZAMIENTO: "PARAJE ASCOY"  
CIEZA (MURCIA)

Formato: A3 ESCALA: 1:2000

12/2022

PLANO: ESTACIÓN METEOROLÓGICA  
COMUNICACIONES Y ALUMBRADO

PLANO: 406

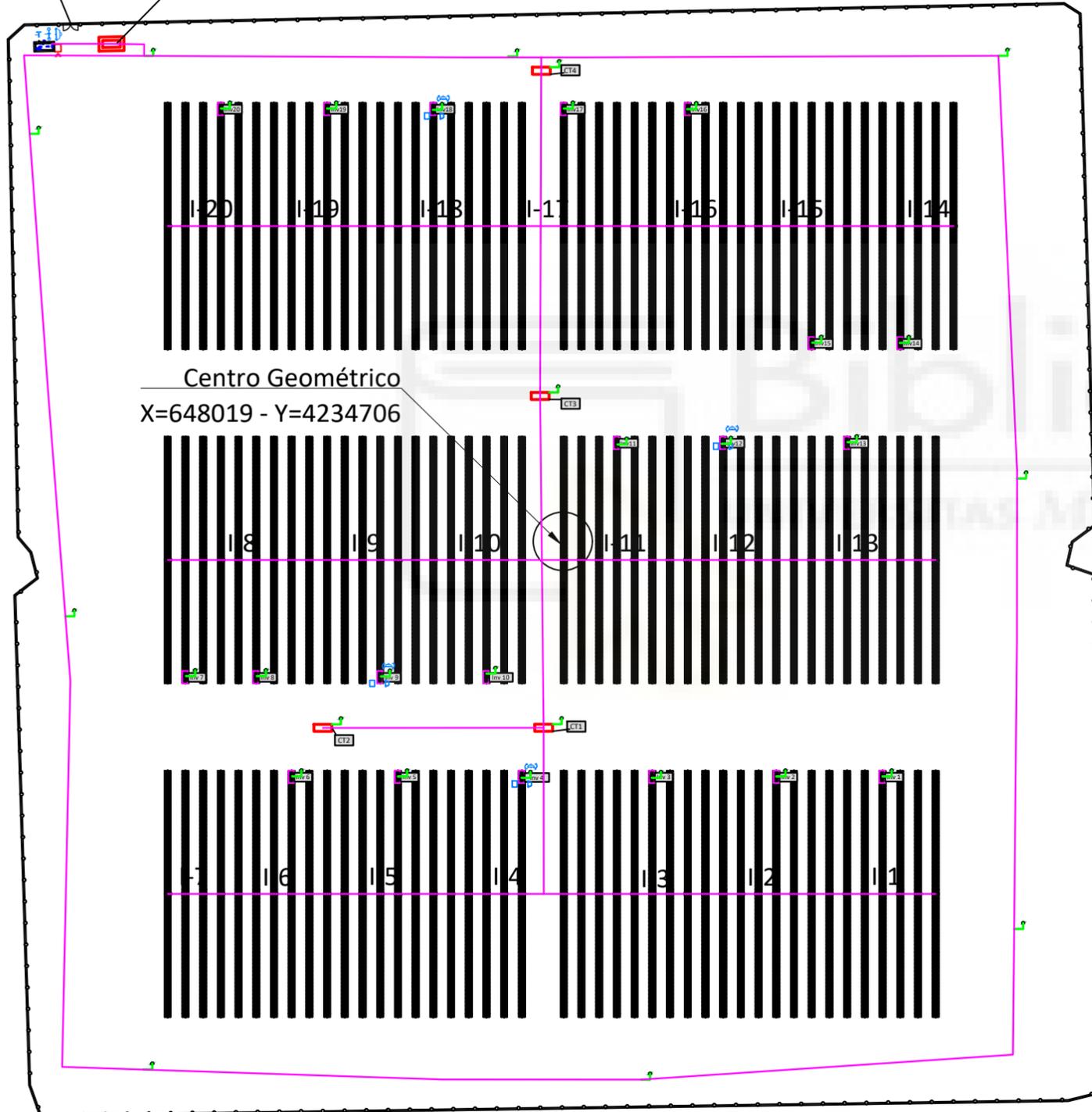
07





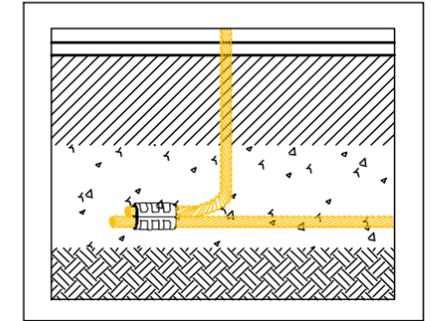
Acceso

CMM Coordenadas UTM  
(X=656979 - Y=4238249)

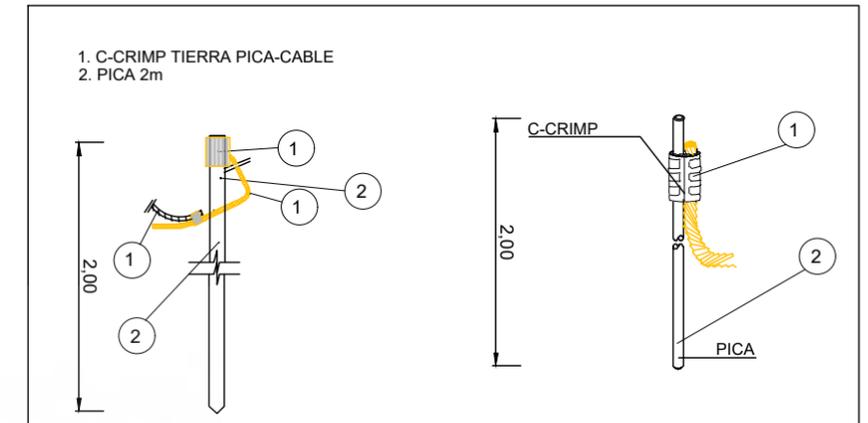


	Electrodo de Cobre 2000 mm
	Conductor Cobre Desnudo 50mm2 en Zanja
	Latiguillo Conductor Cobre Desnudo 50mm2
	Conexión con conductor de zanja 50mm2

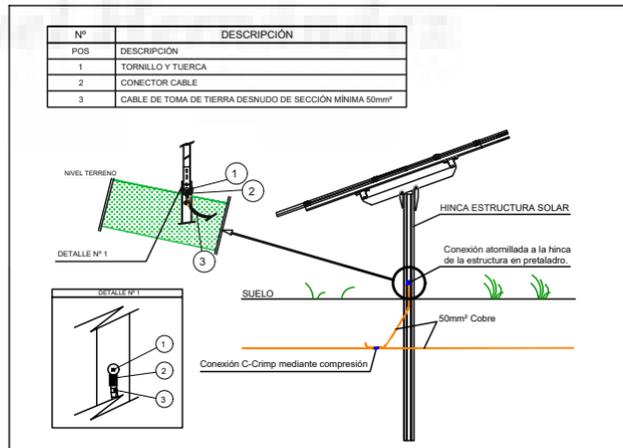
CONECTOR C-CRIMP CON CABLE DE TIERRA (50-50mm<sup>2</sup>)



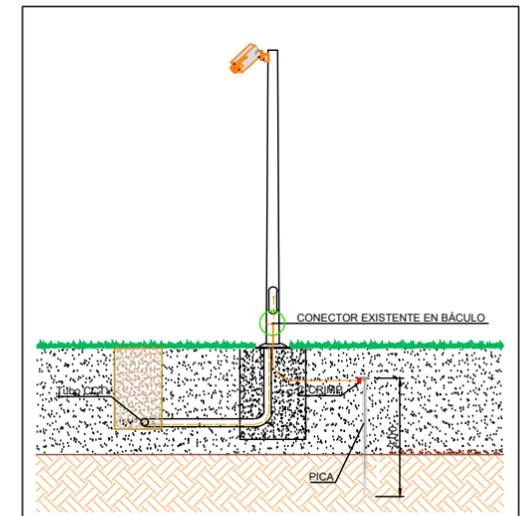
CONECTOR C-CRIMP CON PIQUETA DE TIERRA Y CABLE (50mm<sup>2</sup>)



DETALLE CONEXIÓN TÍPICA ENTRE ESTRUCTURA (HINCA) Y TOMA DE TIERRA



DETALLE TOMA DE TIERRA CON BÁCULO CCTV



Alumno:  
PASCUAL  
HERRERA  
RAMÍREZ

PROYECTO: PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO  
CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE  
(4.000,00 kWn, 4.992,00 kWp)

PETICIONARIO:  
UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ

EMPLAZAMIENTO: "PARAJE ASCOY"  
CIEZA (MURCIA)

Formato: A3 ESCALA: 1:2000

12/2022

PLANO:  
RED DE TIERRAS

PLANO: 407

08





Acceso

CMM Coordenadas UTM  
(X=656979 - Y=4238249)

CT4 Coordenadas UTM  
(X=657294 - Y=4238259)

Centro Geométrico  
X=648019 - Y=4234706

CT3 Coordenadas UTM  
(X=657402 - Y=4239683)

CT2 Coordenadas UTM  
(X=657222 - Y=4238033)

CT1 Coordenadas UTM  
(X=657295 - Y=4238033)

LEYENDA SEGURIDAD

-  Cámara térmica IP 25º / 19º (Alcance 170m)
-  Circuito conexión cámaras 2x6mm<sup>2</sup> Cu + Cableado UTP Cat 6a (6 pares) datos + Fibra Óptica Multimodo
-  Foco infrarrojos
-  Báculo de 4m, 3mm para cámaras térmicas
-  Sirena Exterior
-  Armario Poliester 430x330x200 mm, IP66. Incluye 2 Switch industrial para conexión hasta un total de 4 IR Mobotix + Módulo Mini-GBIC 1 Puerto LC 1000 BaseLX Monomodo
-  Arqueta 40x40 prefabricada de hormigón con tapa de fundición

Composición de elementos CCTV dentro de la caseta de Servicios Auxiliares:

- 1 Servidor Almacenamiento Mobotix con 1GB DDR3 para máx. 8 cámaras
- 2 Discos duros de 2 TB especial para seguridad y vigilancia.
- 1 Armario Rack 19" de 27U de 600x600x1000mm (ancho-fondo-alto)
- 1 Monitor 21" HD extraplano de seguridad, kit de ratón y teclado con cable
- 1 Switch 16 puertos fibra óptica SFP y 8 puertos combo 1000Base-T/SFP
- 1 SAI Industrial 6 KVA, 4000W, Rack 4U
- 1 Módulo E/S MOBOTIX, micrófono con LED de control de volumen, altavoz y estado
- 1 Central de 6 zonas con receptor vía radio sin teclado. 5 zonas en placa principal y 1 zona en teclado, 2 particiones, 32 códigos de usuario y 32 mandos.
- 1 Batería 12 V 7.2Ah Diamec
- 1 Teclado con pantalla azul LCD de 32 caracteres con swith anti tampoer + 1 entrada de zona
- 1 Sirena interior piezoeléctrica de bajo perfil. Potencia sonora de 110dB a 1 m.
- 1 Transmisor bidireccional 4G/3G/2G Paradox, GPRS-GSM-Grade 3. Conexionado al BUS central
- 1 Comunicador módulo transparente de comunicación IP bidireccional en caja
- 1 Detector doble tecnología PARADOX con antimasking y antibloqueo.
- 1 Contacto magnético de media potencia lateral

Alumno:  
PASCUAL  
HERRERA  
RAMÍREZ

PROYECTO: PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO  
CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE  
(4.000,00 kWn, 4.992,00 kWp)

PETICIONARIO: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ

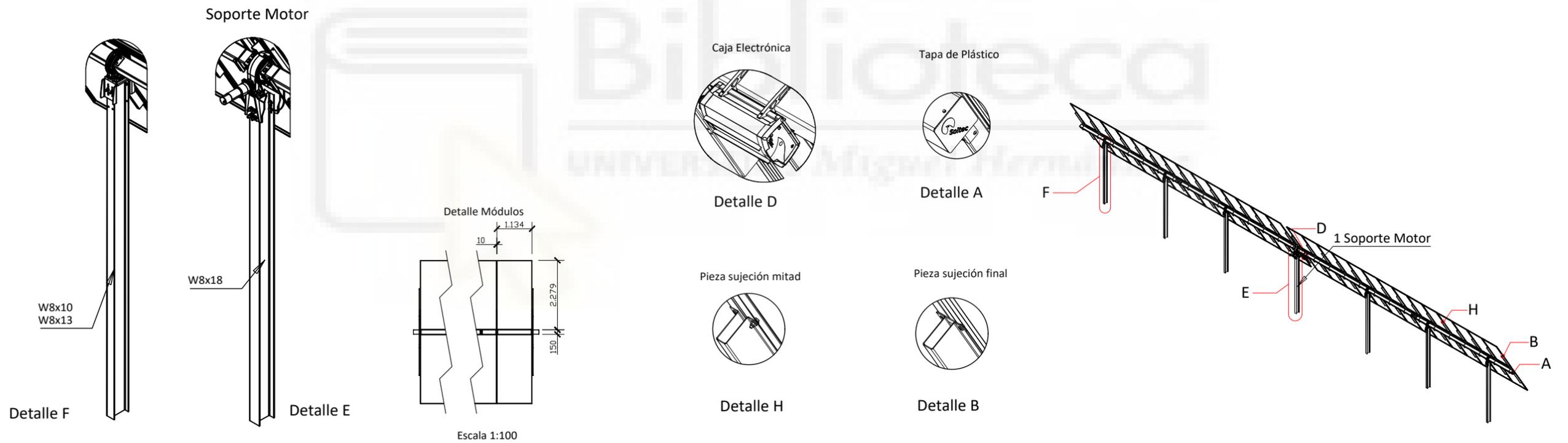
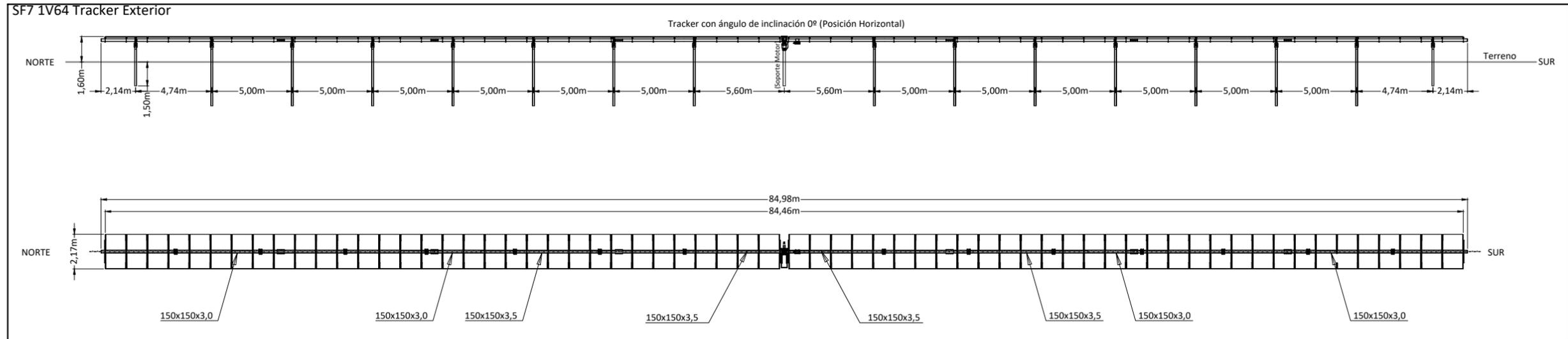
EMPLAZAMIENTO: "PARAJE ASCOY"  
CIEZA (MURCIA)

Formato: A3 ESCALA: 1:2000

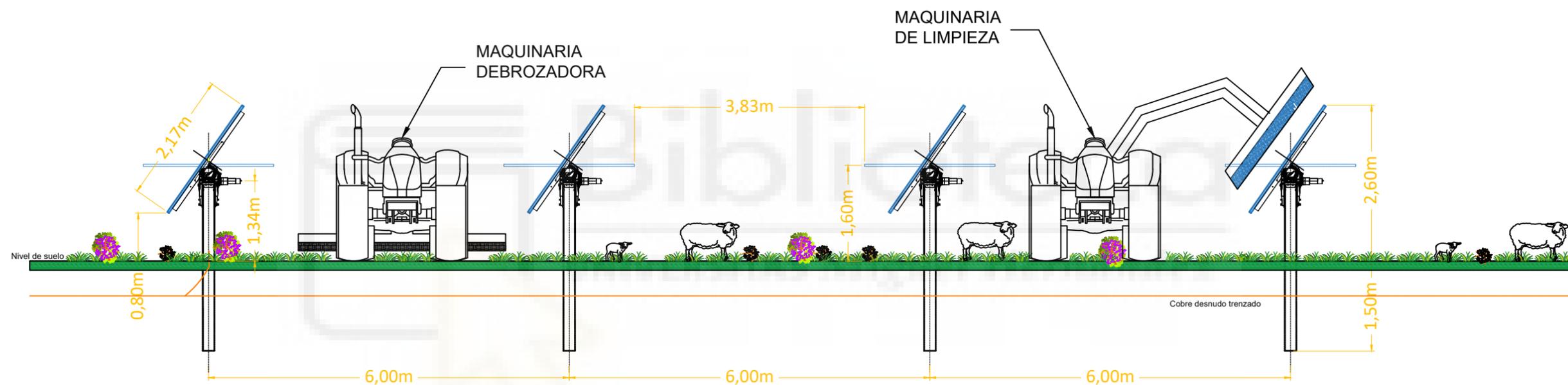
PLANO: INSTALACIÓN DE VIGILANCIA Y SEGURIDAD

12/2022  
PLANO: 408  
**09**





<b>Alumno:</b> <b>PASCUAL</b> <b>HERRERA</b> <b>RAMÍREZ</b>	<b>PROYECTO:</b> PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE (4.000,00 kWh, 4.992,00 kWp)
	<b>PETICIONARIO:</b> UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ
	<b>EMPLAZAMIENTO:</b> "PARAJE ASCOY" CIEZA (MURCIA)
	<b>PLANO:</b> DETALLE SEGUIDOR A 1 EJE
Formato: <b>A3</b>	ESCALA: S/E
12/2022	PLANO: 409
<b>10</b>	



Alumno:  
PASCUAL  
HERRERA  
RAMÍREZ

PROYECTO: PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO  
CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE  
(4.000,00 kWh, 4.992,00 kWp)

PETICIONARIO: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ

EMPLAZAMIENTO: "PARAJE ASCOY"  
CIEZA (MURCIA)

Formato: A3

ESCALA: S/E

12/2022

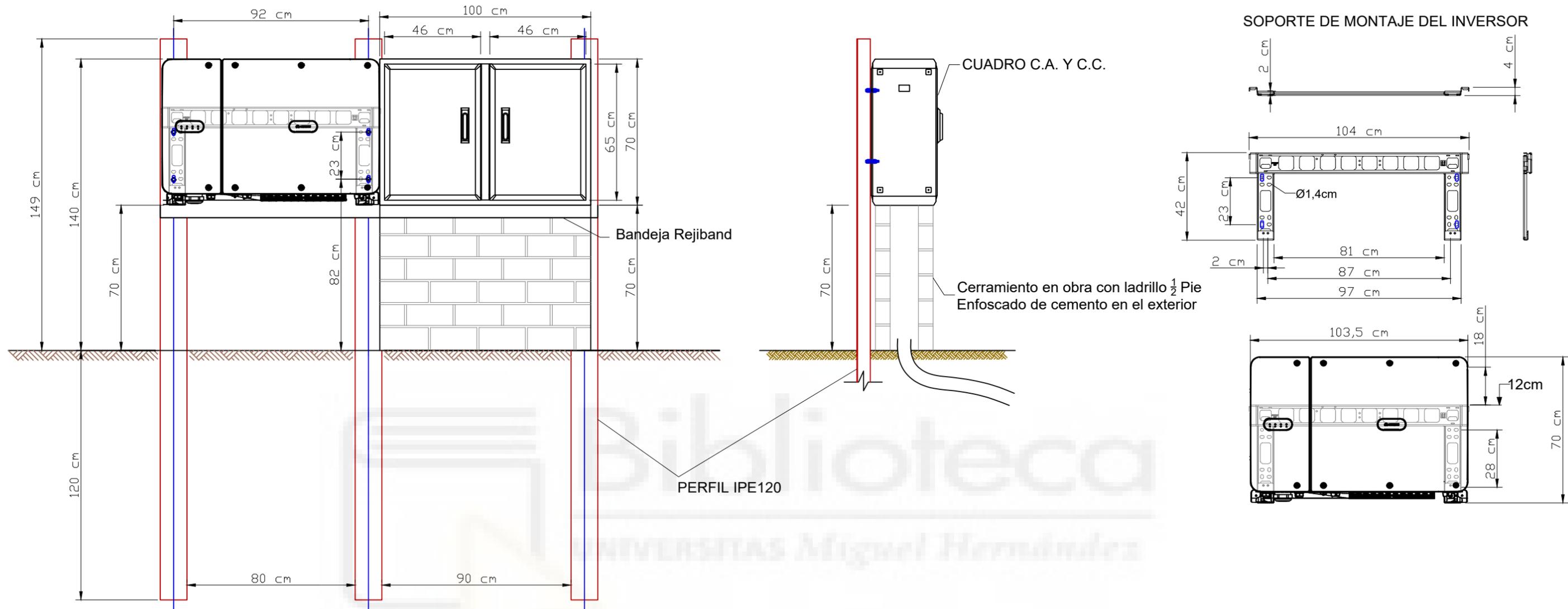
PLANO: DISPOSICIÓN SEGUIDORES

PLANO: 410

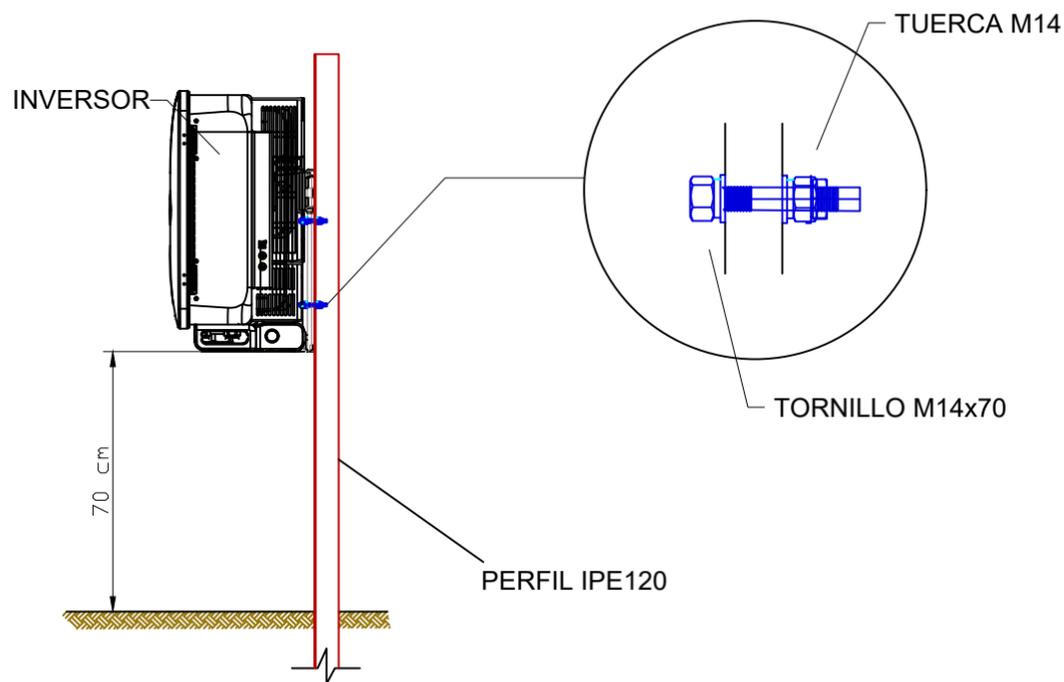
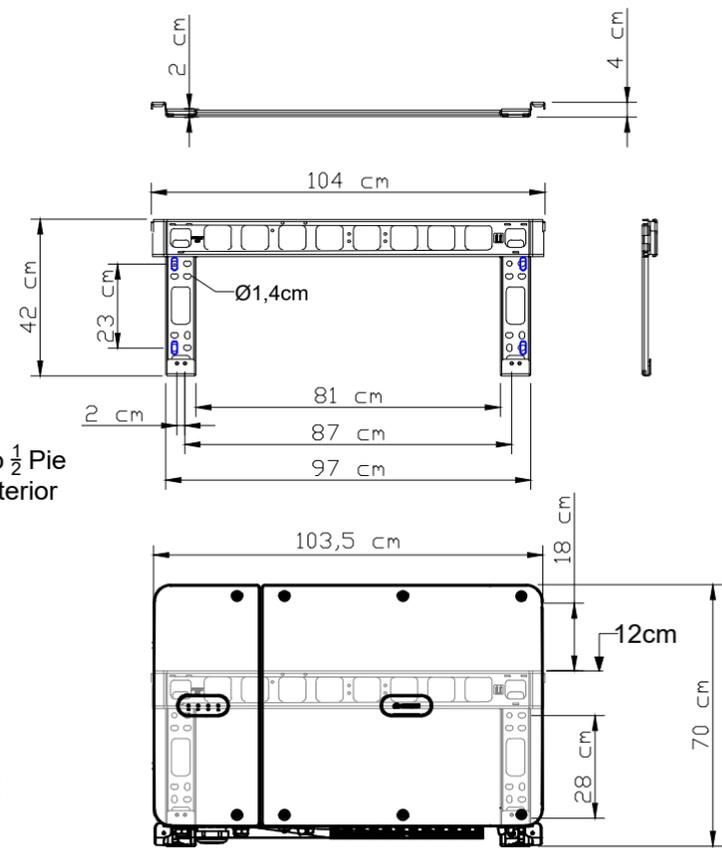
11



DETALLE DEL INVERSOR HUAWEI SUN2000-215KTL-H1 y CUADRO CA Y CC



SOPORTE DE MONTAJE DEL INVERSOR



NOTA.-

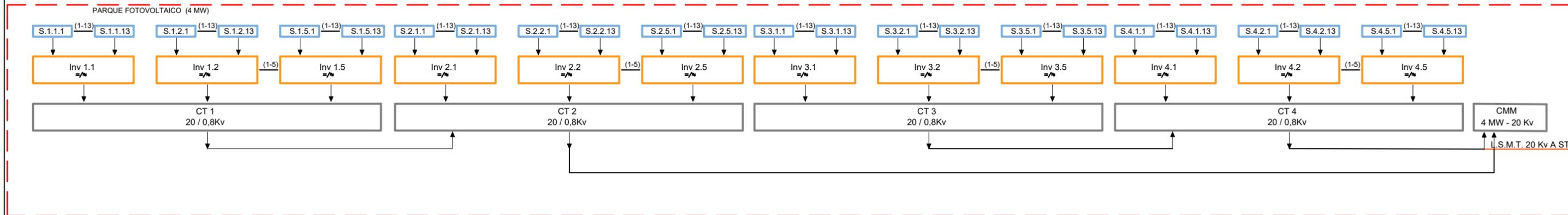
TORNILLERÍA PARA EL ANCLAJE DEL INVERSOR:

- 1.- 4x TORNILLO M14x70
- 2.- 4x TUERCA M14

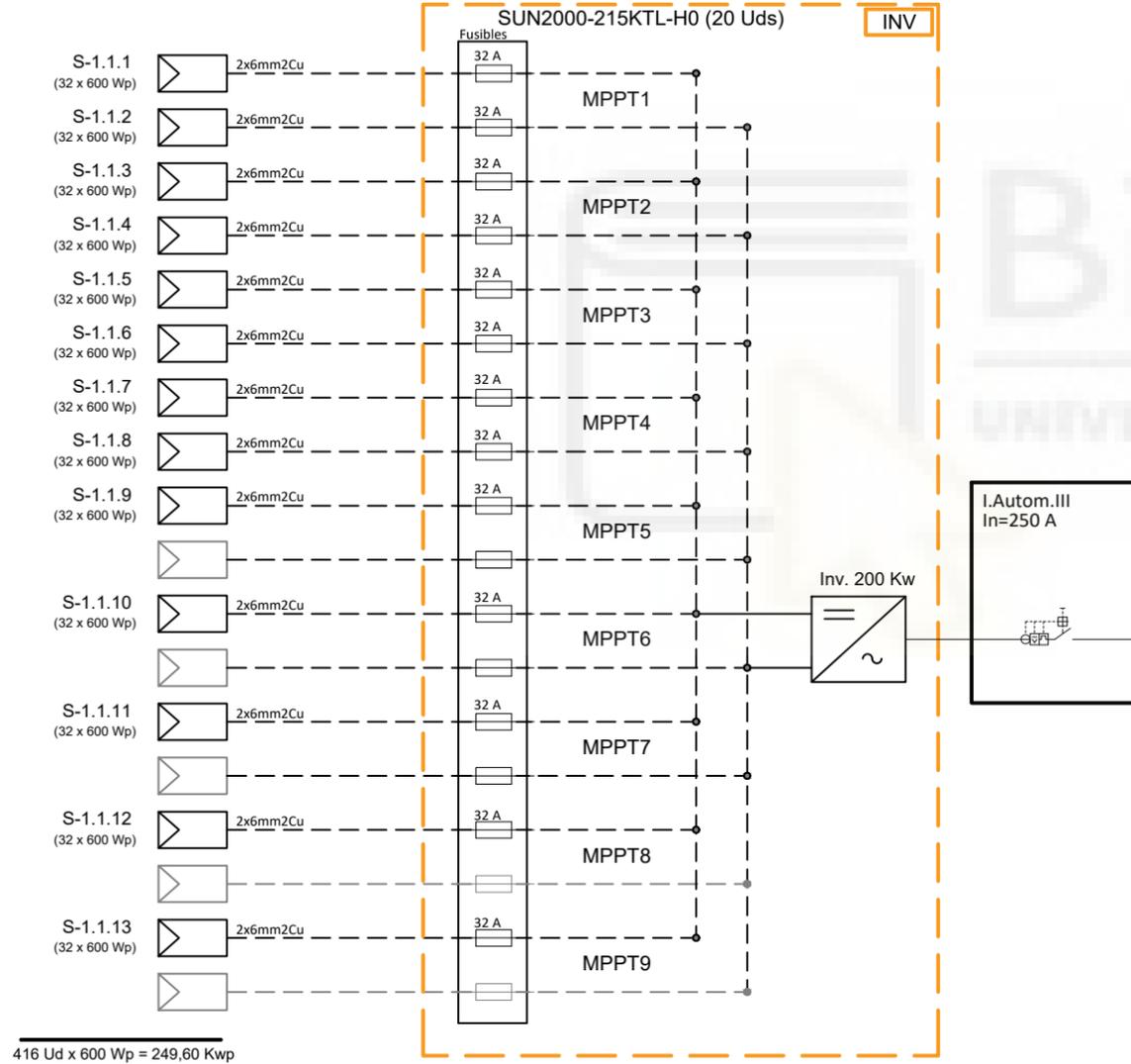
OPCIONAL:

- 1.- ARANDELA SEGÚN TIPO DE TUERCA

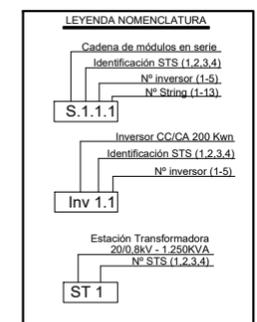
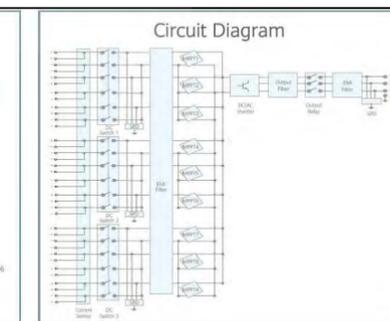
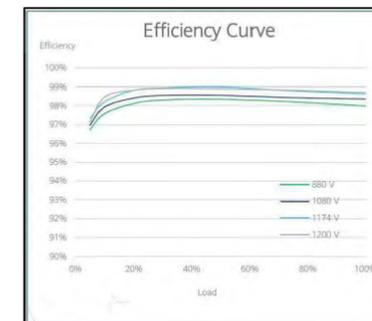
Alumno: <b>PASCUAL                  HERRERA                  RAMÍREZ</b>	PROYECTO: PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE (4.000,00 kWh, 4.992,00 kWp)
	PETICIONARIO: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ
	EMPLAZAMIENTO: "PARAJE ASCOY" CIEZA (MURCIA)
	PLANO: DETALLE INSTALACIÓN INVERSORES Y CUADROS C.C. Y C.A.
Formato: <b>A3</b>	ESCALA: S/E
12/2022	PLANO: 411 <b>12</b>
	



DETALLE CONEXIÓN STRING EN INVERSOR



Biblioteca  
UNIVERSITAS Miguel Hernández



Alumno:  
PASCUAL  
HERRERA  
RAMÍREZ

PROYECTO: PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO  
CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE  
(4.000,00 kWh, 4.992,00 kWp)

PETICIONARIO: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ

EMPLAZAMIENTO: "PARAJE ASCOY"  
CIEZA (MURCIA)

PLANO: ESQUEMA DE PRINCIPIO

Formato: A3

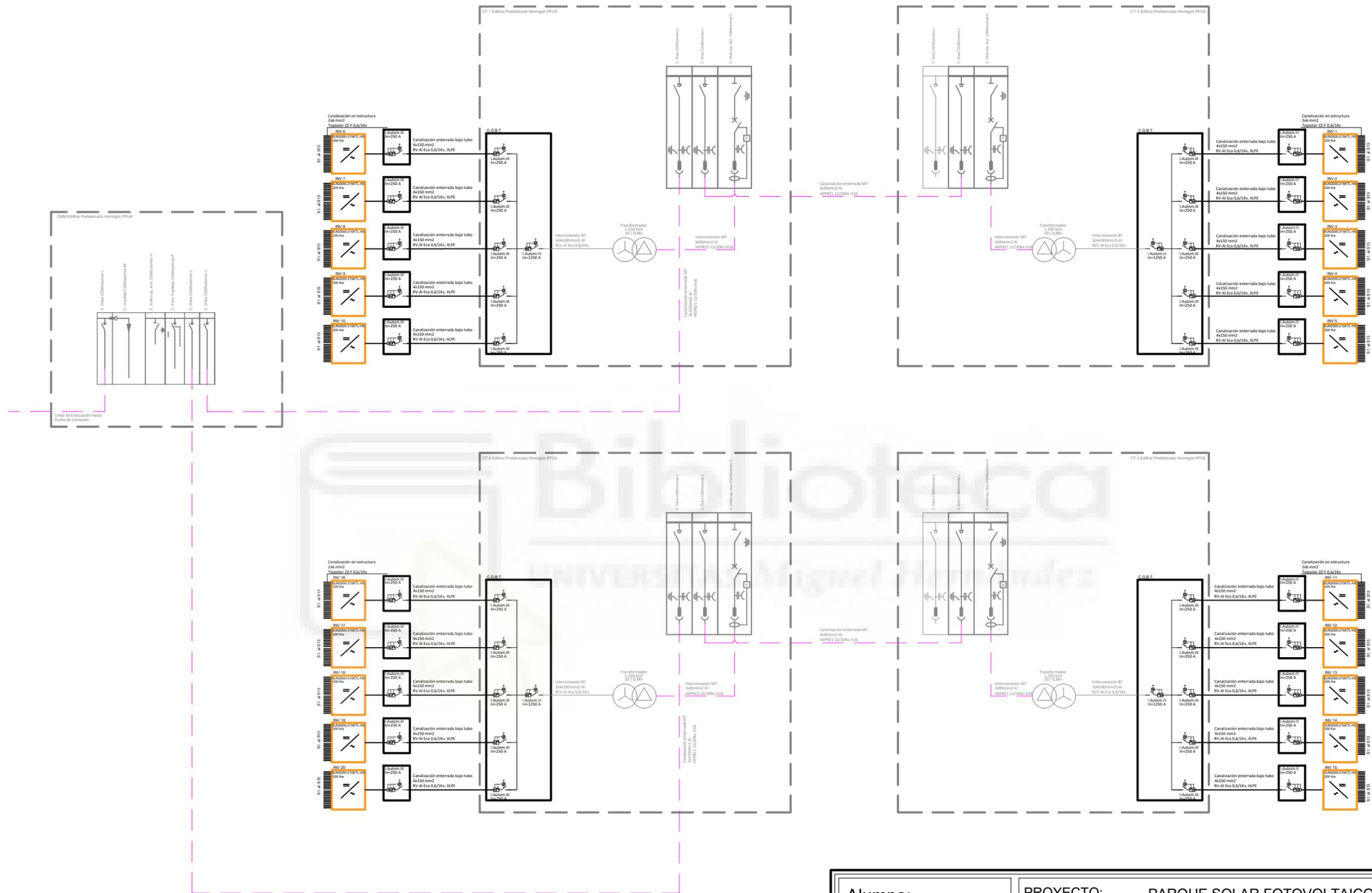
ESCALA: S/E

12/2022

PLANO: 412

13





Alumno:  
**PASCUAL  
 HERRERA  
 RAMÍREZ**

PROYECTO: **PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO  
 CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE  
 (4.000,00 kWh, 4.992,00 kWp)**

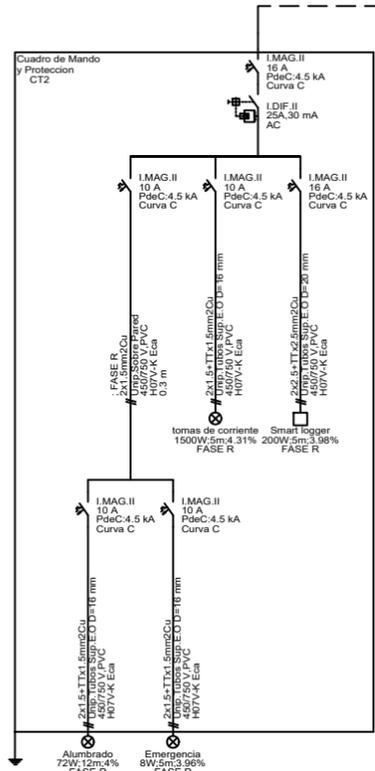
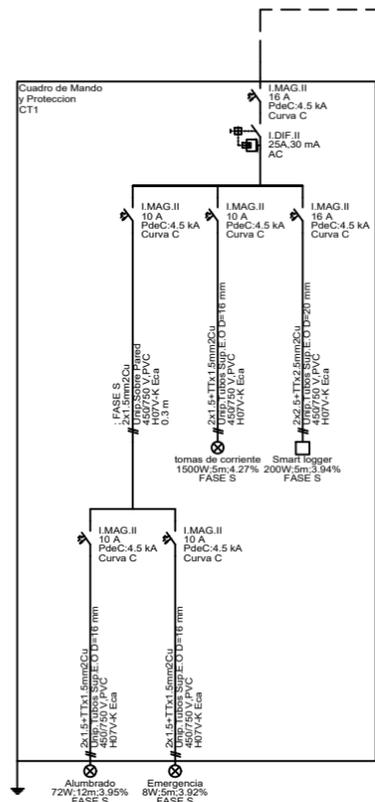
PETICIONARIO: **UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ**

EMPLAZAMIENTO: **"PARAJE ASCOY"  
 CIEZA (MURCIA)**

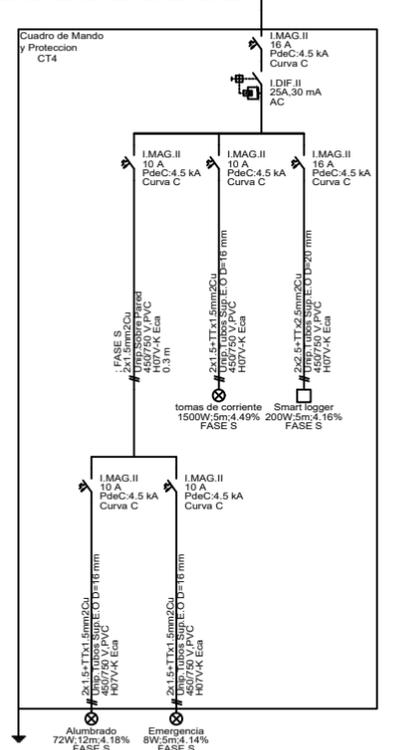
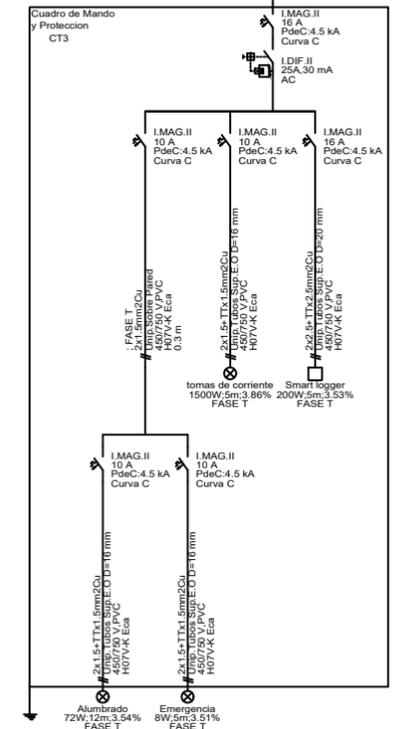
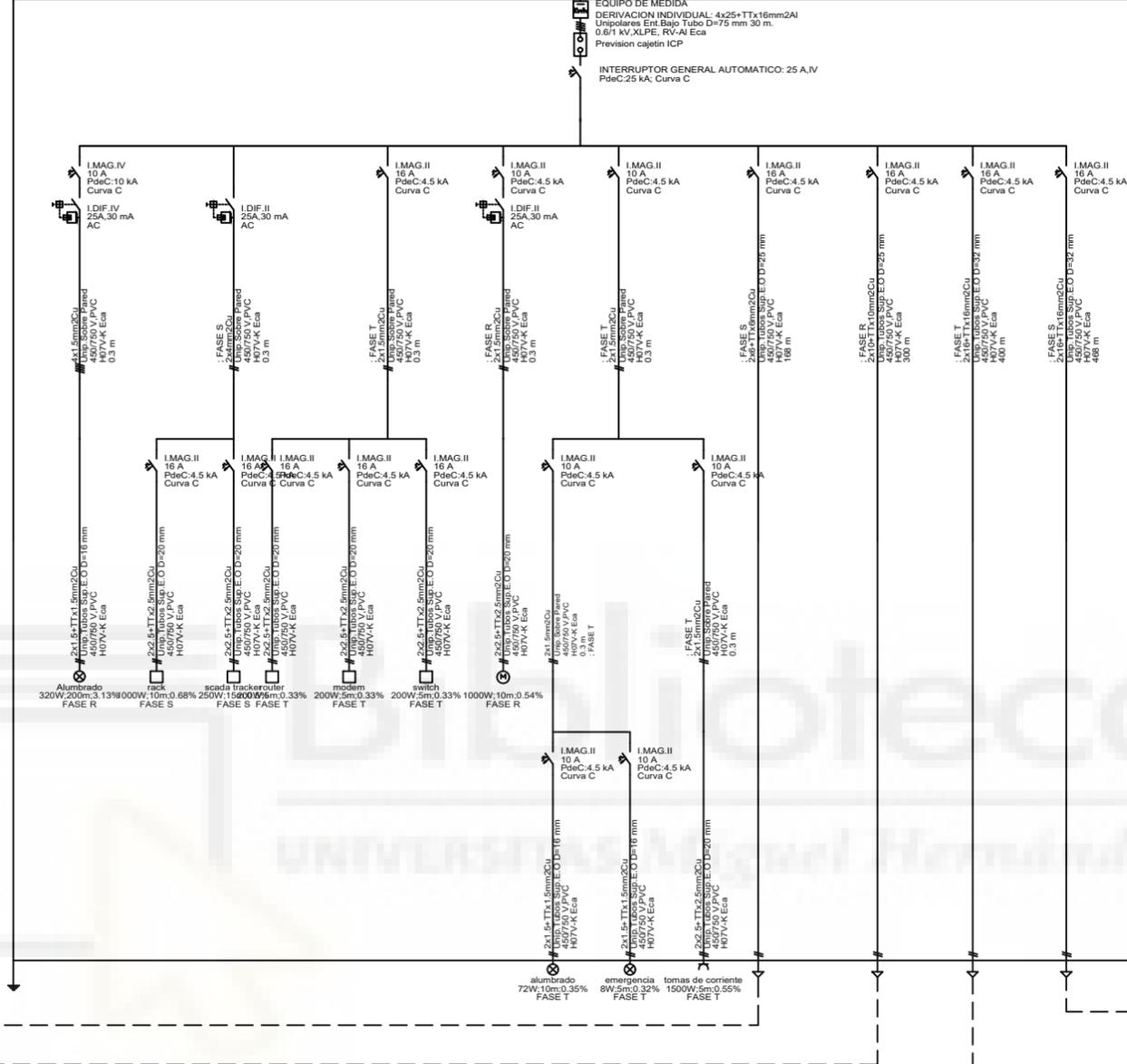
Formato: **A3** ESCALA: **S/E**

PLANO: **ESQUEMA ELÉCTRICO  
 CT1, CT2, CT3, CT4 Y CMM**

12/2022  
 PLANO: **14**<sup>413</sup>



Cuadro General de Mando y Protección



Alumno:  
**PASCUAL  
HERRERA  
RAMÍREZ**

PROYECTO: **PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO  
CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE  
(4.000,00 kWh, 4.992,00 kWp)**

PETICIONARIO: **UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ**

EMPLAZAMIENTO: **"PARAJE ASCOY"  
CIEZA (MURCIA)**

Formato: **A3** ESCALA: **S/E**

PLANO: **ESQUEMAS UNIFILARES  
CASETA SSAA, CT1, CT2, CT3, CT4**

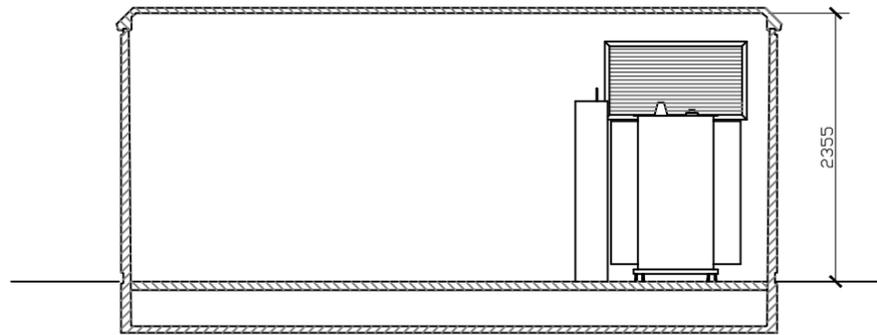
12/2022

PLANO: **414**

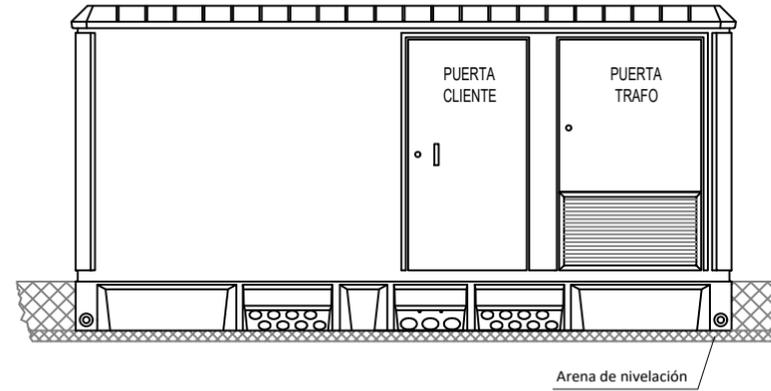
**15**



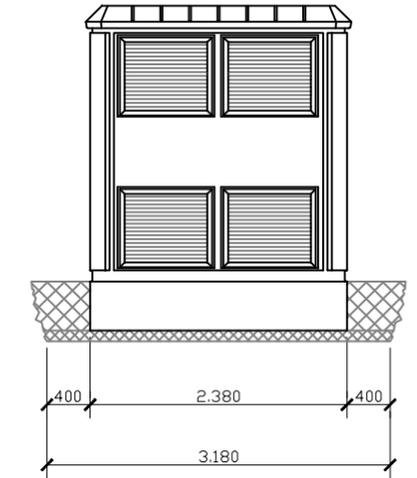
SECCIÓN TRANSVERSAL



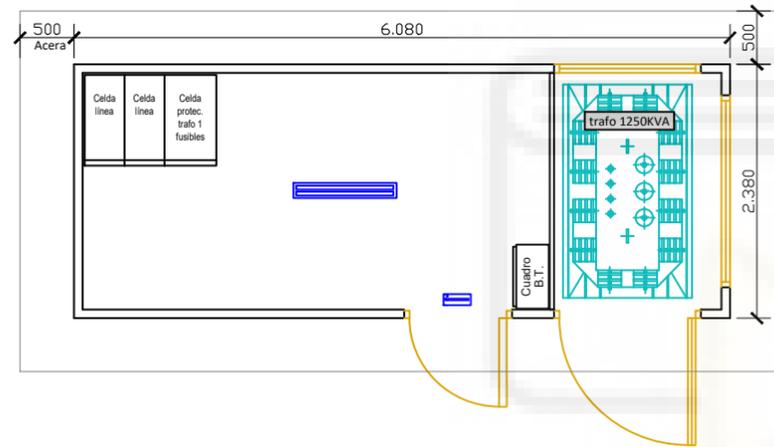
ALZADO FRONTAL



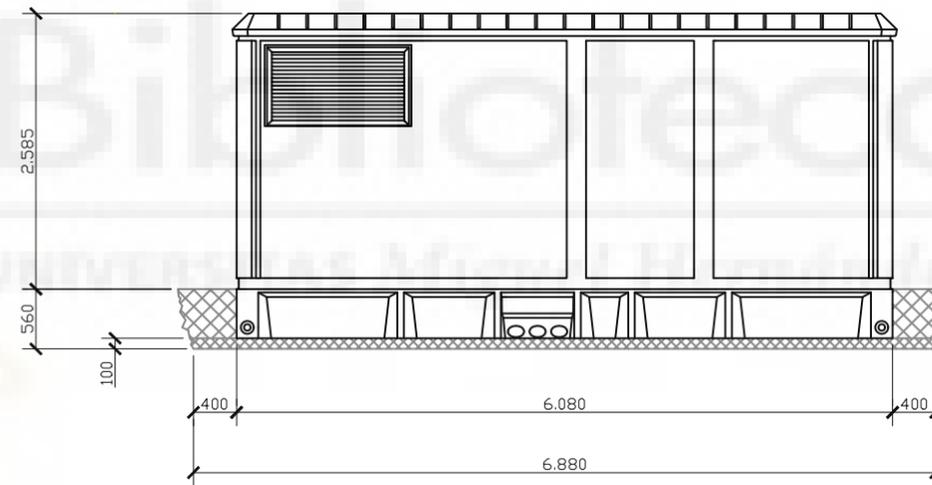
ALZADO LATERAL DERECHO



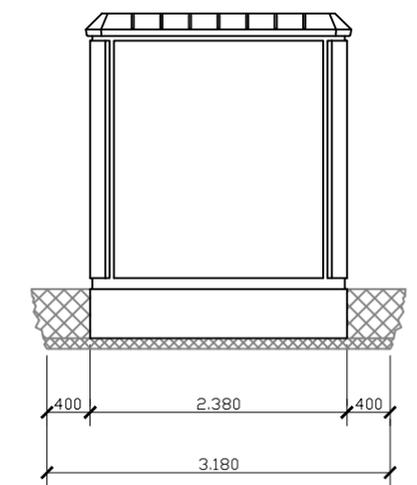
PLANTA



ALZADO POSTERIOR



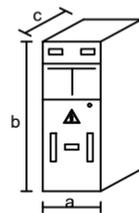
ALZADO LATERAL IZQUIERDO



Leyenda:

- Alumbrado fluorescente 2x36 w IP-X5
- Alumbrado de emergencia y señalización IP-X5

DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN  
6.88 m ancho x 3.18 m fondo x 0.56 m prof.



DIMENSIONES CELDAS

Tipo celda	a(m)	b(m)	c(m)
Línea	0.37	1.8	0.85
Línea	0.37	1.8	0.85
Prot. fusibles	0.48	1.8	0.85

Alumno:  
PASCUAL  
HERRERA  
RAMÍREZ

PROYECTO: PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO  
CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE  
(4.000,00 kWh, 4.992,00 kWp)

PETICIONARIO: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ

EMPLAZAMIENTO: "PARAJE ASCOY"  
CIEZA (MURCIA)

Formato: A3 ESCALA: S/E

PLANO: PLANTA, ALZADOS Y PERSPECTIVA  
CT 1250 KVA

12/2022

PLANO: 415

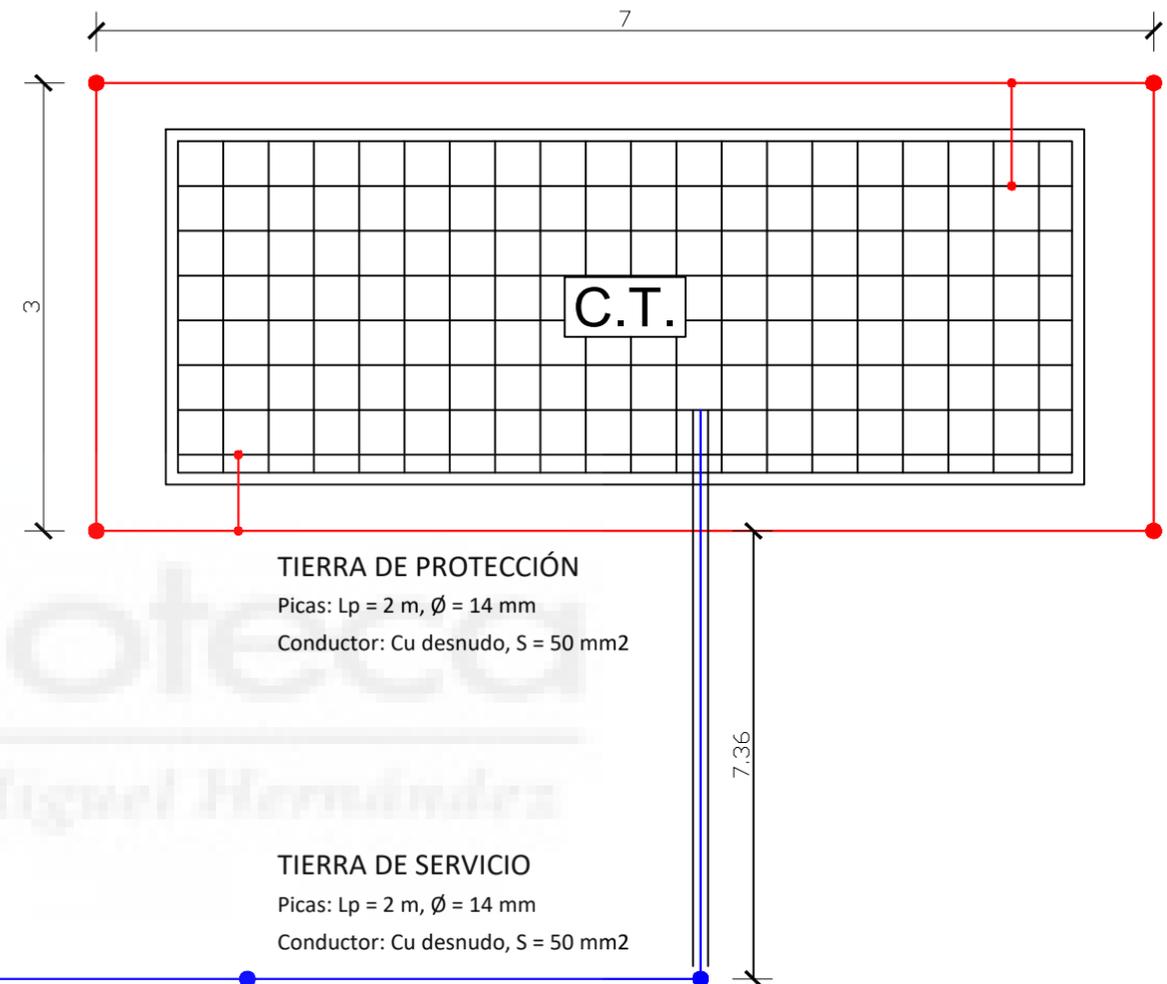
16



### TIERRA DE PROTECCIÓN

Configuración: 70-30/5/42  
Profundidad electrodo: 0.5 m  
Sección conductor: 50 mm<sup>2</sup>  
Diámetro picas: 14 mm  
Número de picas: 4  
Longitud picas: 2

NOTA: En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro. Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo. Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.



### TIERRA DE SERVICIO

Configuración: 5/42.  
Profundidad electrodo: 0.5 m  
Separación picas: 3 m  
4 picas en hilera unidas por conductor horizontal  
Sección conductor: 50 mm<sup>2</sup>  
Diámetro picas: 14 mm  
Longitud picas: 2

NOTA: El conductor de conexión entre el neutro del transformador y el electrodo de la tierra de servicio será de cable aislado 0,6/1kV de 50 mm<sup>2</sup> en Cu, bajo tubo de PVC con grado al impacto 7 (mínimo)

Alumno:  
PASCUAL  
HERRERA  
RAMÍREZ

PROYECTO: PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO  
CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE  
(4.000,00 kWh, 4.992,00 kWp)

PETICIONARIO: UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ

EMPLAZAMIENTO: "PARAJE ASCOY"  
CIEZA (MURCIA)

Formato: A3

ESCALA: S/E

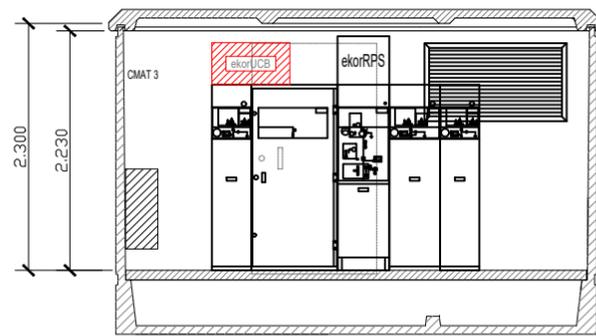
12/2022

PLANO:  
PUESTA A TIERRA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

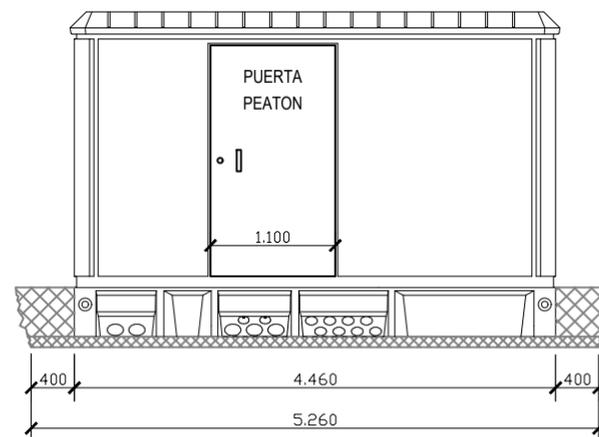
PLANO: 416

17

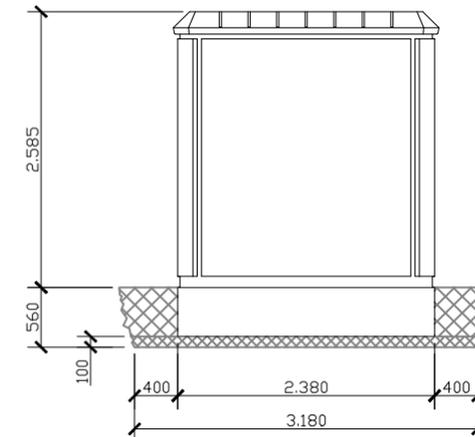




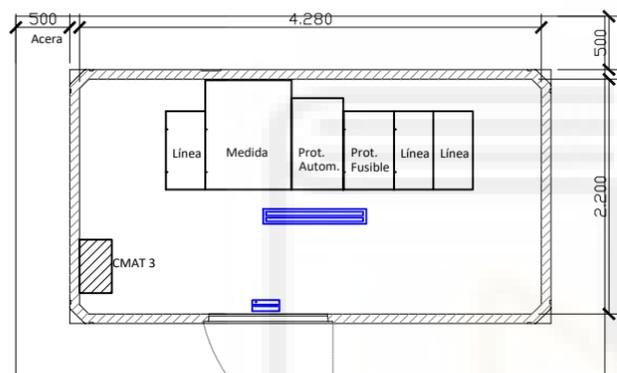
SECCIÓN TRANSVERSAL



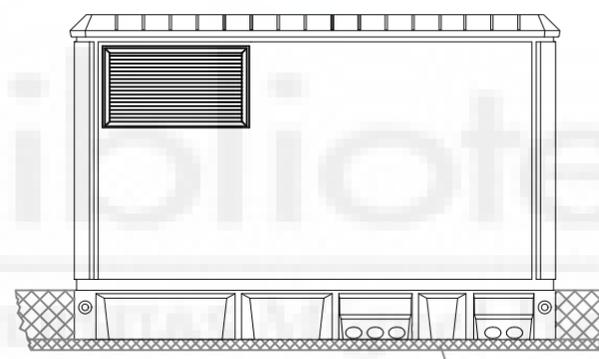
VISTA FRONTAL



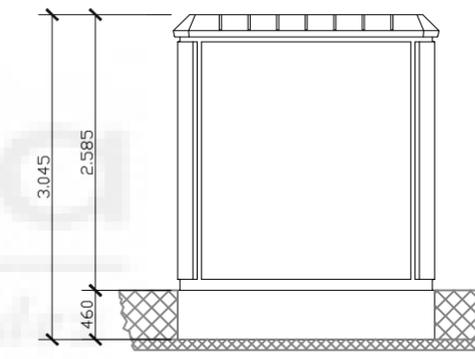
VISTA LATERAL IZQUIERDA



PLANTA



VISTA POSTERIOR



VISTA LATERAL DERECHA

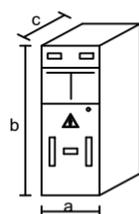
Leyenda:

- Alumbrado fluorescente 2x36 w IP-X5
- Alumbrado de emergencia y señalización IP-X5

DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN  
5.26 m ancho x 3.18 m fondo x 0.56 m prof.

DIMENSIONES CELDAS

Tipo celda	a(m)	b(m)	c(m)
Línea	0.37	1.8	0.85
Medida	0.8	1.8	1.03
Prot. automático	0.48	1.95	0.85
Prot. automático	0.48	1.95	0.85
Línea	0.37	1.8	0.85



Alumno:  
**PASCUAL  
HERRERA  
RAMÍREZ**

PROYECTO: **PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO  
CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE  
(4.000,00 kWh, 4.992,00 kWp)**

PETICIONARIO: **UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ**

EMPLAZAMIENTO: **"PARAJE ASCOY"  
CIEZA (MURCIA)**

Formato: **A3** ESCALA: **S/E**

PLANO: **PLANTA, ALZADOS Y PERSPECTIVA  
CENTRO DE MANIOBRA Y MEDIDA**

12/2022

PLANO: 417

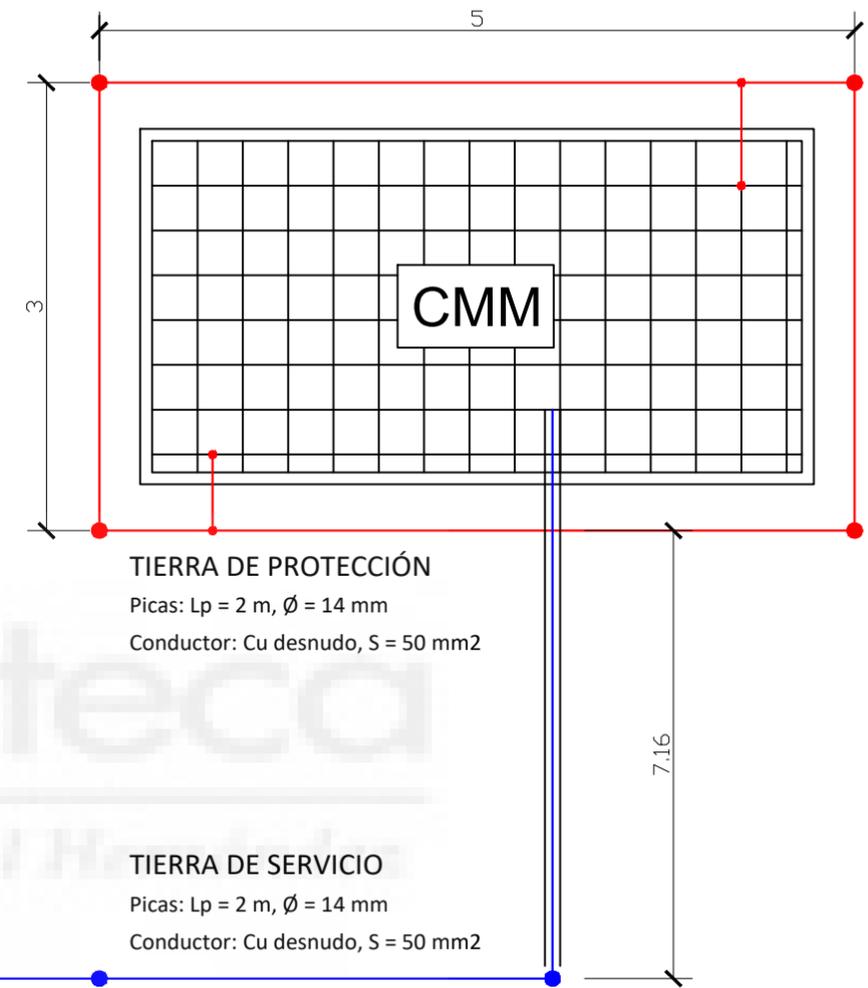
**18**



### TIERRA DE PROTECCIÓN

Configuración: 50-30/5/42  
Profundidad electrodo: 0.5 m  
Sección conductor: 50 mm<sup>2</sup>  
Diámetro picas: 14 mm  
Número de picas: 4  
Longitud picas: 2

NOTA: En el piso del Centro de Maniobra y Medida se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro. Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo. Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.



### TIERRA DE SERVICIO

Configuración: 5/42.  
Profundidad electrodo: 0.5 m  
Separación picas: 3 m  
4 picas en hilera unidas por conductor horizontal  
Sección conductor: 50 mm<sup>2</sup>  
Diámetro picas: 14 mm  
Longitud picas: 2

NOTA: El conductor de conexión entre el neutro y el electrodo de la tierra de servicio será de cable aislado 0,6/1kV de 50 mm<sup>2</sup> en Cu, bajo tubo de PVC con grado al impacto 7 (mínimo)

Alumno:  
PASCUAL  
HERRERA  
RAMÍREZ

PROYECTO: PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO  
CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE  
(4.000,00 kWn, 4.992,00 kWp)

PETICIONARIO:  
UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ

EMPLAZAMIENTO: "PARAJE ASCOY"  
CIEZA (MURCIA)

Formato: A3

ESCALA: S/E

12/2022

PLANO:  
PUESTA A TIERRA CENTRO DE  
MANIOBRA Y MEDIDA

PLANO: 418

19



**DOCUMENTO N° 5**  
**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

**PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO**  
**CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE**  
**4.000,00 kWn y 4.992,00 kWp**



TÉRMINO MUNICIPAL DE CIEZA (MURCIA)

AUTOR

**PASCUAL HERRERA RAMÍREZ**

DICIEMBRE 2022

MEMORIA  
PLIEGO DE CONDICIONES  
PRESUPUESTO  
PLANOS



**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

# **MEMORIA**

**PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO  
CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE**

**4.000,00 kWn y 4.992,00 kWp**



# ÍNDICE

- 1.- CONSIDERACIONES: JUSTIFICACIÓN, OBJETO Y CONTENIDO
  - 1.1.- **Justificación**
  - 1.2.- **Objeto**
  - 1.3.- **Contenido del estudio de seguridad y salud**
- 2.- DATOS GENERALES
  - 2.1.- **Agentes**
  - 2.2.- **Características generales del proyecto de ejecución**
  - 2.3.- **Emplazamiento y condiciones del entorno**
- 3.- **NORMATIVA**
- 4.- **CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA**
  - 4.1.- **Situación y accesos**
- 5.- **DESCRIPCIÓN DE LA OBRA**
  - 5.1.- **Preparación y limpieza del terreno**
  - 5.2.- **Colocación de vallado cinegético**
  - 5.3.- **Zanjas y arquetas**
  - 5.4.- **Cimentaciones**
  - 5.5.- **Hincado de la estructura y montaje mecánico**
  - 5.6.- **Montaje de módulos fotovoltaicos**
  - 5.7.- **Montaje eléctrico de baja tensión**
  - 5.8.- **Instalación de línea de media tensión**
  - 5.9.- **Instalación puesta a tierra y sistema de protección contra el rayo**
  - 5.10.- **Instalación de red de comunicaciones y servicios auxiliares**
- 6.- **SERVICIOS Y SERVIDUMBRES AFECTADOS**
- 7.- **MEDIOS DE AUXILIO**
  - 7.1.- **Medios de auxilio en obra**
  - 7.2.- **Medios de auxilio en caso de accidente: centros asistenciales más próximos**
- 8.- **INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR DE LOS TRABAJADORES**
  - 8.1.- **Vestuarios**
  - 8.2.- **Aseos**
  - 8.3.- **Comedor**

# ÍNDICE

## 9. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

### **9.1.- Durante los trabajos previos a la ejecución de la obra**

9.1.1. Instalación eléctrica provisional

9.1.2. Vallado de obra

### **9.2.- Durante las fases de ejecución de la obra**

9.2.1.- Acondicionamiento del terreno

9.2.2.- Excavación y terraplenes

9.2.3.- Arquetas y zanjas de conexión

9.2.4.- Montaje de las conducciones

9.2.5.- Montaje de los elementos de la instalación

9.2.6.- Izado de cargas

9.2.7.- Instalaciones eléctricas en general

### **9.3.- Durante la utilización de medios auxiliares**

9.3.1.- Escalera de mano

9.3.2.- Visera de protección

9.3.3.- Andamio modular

### **9.4.- Durante la utilización de maquinaria y herramientas**

9.4.1.- Pala cargadora

9.4.2.- Retroexcavadora

9.4.3.- Camión de caja basculante

9.4.4.- Camión para transporte

9.4.5.- Camión grúa

9.4.6.- Hormigonera

9.4.7.- Vibrador

9.4.8.- Martillo picador

9.4.9.-Maquinillo

9.4.10.- Sierra circular

9.4.11.- Sierra circular de mesa

9.4.12.- Cortadora de material cerámico

9.4.13.- Equipo de soldadura

9.4.14.- Herramientas manuales diversas

## ÍNDICE

- 10.- IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES EVITABLES
  - 10.1.- Caídas al mismo nivel**
  - 10.2.- Caídas a distinto nivel**
  - 10.3.- Polvo y partículas**
  - 10.4.- Ruido**
  - 10.5.- Esfuerzos**
  - 10.6.- Incendios**
  - 10.7.- Intoxicación por emanaciones**
- 11.- RELACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES QUE NO PUEDEN ELIMINARSE
  - 11.1.- Caída de objetos**
  - 11.2.- Dermatitis**
  - 11.3.- Electroclusiones**
  - 11.4.- Quemaduras**
  - 11.5.- Golpes y cortes en extremidades**
- 12.- CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD, EN TRABAJOS POSTERIORES DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO
  - 12.1.- Trabajos en cerramientos exteriores**
  - 12.2.- Trabajos en instalaciones**
- 13.- TRABAJOS QUE IMPLICAN RIESGOS ESPECIALES
- 14.- MEDIDAS EN CASO DE EMERGENCIA
- 15.- PRESENCIA DE LOS RECURSOS PREVENTIVOS DEL CONTRATISTA
- 16.- OBLIGACIONES DEL PROMOTOR
- 17.- COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD
- 18.- PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD
- 19.- OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS
- 20.- OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS
- 21.- LIBRO DE INCIDENCIAS
- 22.- PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS
- 23.- DERECHOS DE LOS TRABAJADORES
- 24.- CONCLUSIÓN

## 1.- CONSIDERACIONES: JUSTIFICACIÓN, OBJETO Y CONTENIDO

### **1.1.- Justificación**

Una obra proyectada requiere la redacción de un Estudio de Seguridad y Salud, debido a su volumen y ejecución, cumpliéndose el artículo 4. "Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio de seguridad y salud en las obras" del Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, al verificarse que se cumplen algunas de las siguientes condiciones:

- El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es superior a 450.760,00 euros.
- La duración estimada es superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen estimado de mano de obra, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, puede ser superior a 500 días.
- No se trata de una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Como se dan varios de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del Real Decreto 1627/1.997 es por lo que se redacta el presente ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

### **1.2.- Objeto**

De acuerdo con las prescripciones establecidas por la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, y en el R.D. 1627/1997, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, el objetivo de esta Memoria es marcar las directrices básicas para que la empresa contratista mediante el Plan de Seguridad desarrollado a partir de este Estudio, pueda dar cumplimiento a sus obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales.

Este Estudio de Seguridad y Salud es el instrumento aportado por el Promotor para dar cumplimiento al Artículo 7 del R.D. 171/2004, al entenderse que la "Información del empresario titular (Promotor) queda cumplida mediante el Estudio de Seguridad y Salud, en los términos establecidos en los artículos 5 y 6 del R.D. 1627/1997".

El Estudio de Seguridad y Salud forma parte del proyecto de ejecución, por ello deberá estar en la obra, junto con el resto de los documentos del Proyecto de ejecución y no sustituye al Plan de Seguridad.

En el se definen las medidas a adoptar encaminadas a la prevención de los riesgos de accidente y enfermedades profesionales que pueden ocasionarse durante la ejecución de la obra, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Se exponen unas directrices básicas de acuerdo con la legislación vigente, en cuanto a las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud, con el fin de que el contratista cumpla con sus obligaciones en cuanto a la prevención de riesgos profesionales.

Los objetivos que pretende alcanzar el presente Estudio de Seguridad y Salud son:

- Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores.
- Evitar acciones o situaciones peligrosas por improvisación o falta de medios.
- Delimitar y esclarecer atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad de las personas que intervienen en el proceso constructivo.
- Determinar los costes de las medidas de protección y prevención.
- Referir la clase de medidas de protección a emplear en función del riesgo.
- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de la ejecución de la obra.
- Aplicar técnicas de ejecución que reduzcan al máximo estos riesgos.

### **1.3.- Contenido del estudio de seguridad y salud**

El Estudio de Seguridad y Salud precisa las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello, así como la relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas, además de cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma.

En este Estudio se contemplan también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores de reparación o mantenimiento, siempre dentro del marco de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

## **2. -DATOS GENERALES**

### **2.1.- Agentes**

Entre los agentes que intervienen en materia de seguridad y salud en la obra objeto del presente estudio, se reseñan:

- Promotor: Universidad Miguel Hernández
- Autor del proyecto: Pascual Herrera Ramírez

### **2.2.- Características generales del proyecto de ejecución**

De la información disponible en la fase de proyecto y de ejecución, se aporta aquella que se considera relevante y que puede servir de ayuda para la redacción del plan de seguridad y salud.

- Denominación del proyecto: Parque Solar Fotovoltaico Conectado a Red de 4.000,00 kWn y 4.992,00 kWp.
- Plantas sobre rasante: 1
- Presupuesto de ejecución material: 3.120.586,94 €
- Plazo de ejecución: 6 meses

- Núm. máx. operarios: 30

### **2.3.- Emplazamiento y condiciones del entorno**

En el presente apartado se especifican, de forma resumida, las condiciones del entorno a considerar para la adecuada evaluación y delimitación de los riesgos que pudieran causar.

- Dirección: Ascoy. Cieza (Murcia).
- Accesos a la obra: El acceso a la obra se realizará a través de la propia parcela.
- Topografía del terreno: La parcela no tiene desniveles dignos de mención.
- Edificaciones colindantes: No existen edificaciones colindantes de distinta titularidad
- Servidumbres y condicionantes: No existen.
- Condiciones climáticas y ambientales: Normales de la zona de actuación.

Durante los periodos en los que se produzca entrada y salida de vehículos se señalará convenientemente el acceso de los mismos, tomándose todas las medidas oportunas establecidas por la Dirección General de Tráfico y por la Policía Local, para evitar posibles accidentes de circulación.

### **3.- NORMATIVA**

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de Prevención, modificada por el Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo.

- Real Decreto 298/2009, de 6 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en período de lactancia.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ley 54/2003, de 12 de Diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales (BOE de 13 de Diciembre de 2003).
- Ley 39/1999, de 5 de noviembre, para promover la conciliación de la vida familiar y laboral de las personas trabajadoras. BOE núm. 266 del sábado 6 de noviembre de 1999.
- Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo, para la igualdad efectiva de mujeres y hombres. BOE nº 71 de 23 de marzo.
- Ordenanza de Trabajo para las industrias de la Construcción, Vidrio y Cerámica de 28 de Agosto de 1970, derogada parcialmente por Orden de 28 de diciembre de 1994.
- Real Decreto 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril sobre Disposiciones mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Real Decreto 486/1997 de 14 abril sobre Disposiciones Mínimas de

### Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril sobre Manipulación de cargas que entrañe riesgo dorso-lumbar para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997, 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre Disposiciones Mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 286/2006 de 10 de marzo sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 707/2002, de 19 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre el procedimiento administrativo especial de actuación de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y para la imposición de medidas correctoras de incumplimientos en materia de prevención de riesgos laborales en el ámbito de la Administración General del Estado.
- Real Decreto 689/2005, de 10 de junio, por el que se modifica el Reglamento de organización y funcionamiento de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, aprobado por el Real Decreto 138/2000, de 4 de febrero, y el Reglamento general sobre procedimientos para la imposición de sanciones por infracciones de orden social y para los expedientes liquidatorios de cuotas a la Seguridad Social, aprobado por el Real Decreto 928/1998, de 14 de mayo, para regular la actuación de los técnicos habilitados en materia de prevención de riesgos laborales.
- Resolución de 11 de abril de 2006, de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, sobre el Libro de Visitas de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.
- Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el Sector de la

#### Construcción.

- CTE Documento básico SI de seguridad en caso de incendio, marzo de 2006.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- Real Decreto 1468/2008, de 5 de septiembre, por el que se modifica el Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la norma básica de autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia.
- Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia.

## 4. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

### **4.1.- Situación y accesos**

La planta solar fotovoltaica se sitúa en el término municipal de Cieza (Murcia).

Coordenadas UTM del Centro geométrico de la instalación fotovoltaica

X: 648019

Y: 4234706



El acceso a la parcela se realiza por el camino rural existente, no teniendo que aperturar nuevos caminos.

Acceso para vehículos: En la obra existirá una zona de aparcamiento de la maquinaria y de vehículos de trabajo. Todas las maniobras se realizarán con la visibilidad suficiente.

Acceso de peatones: Será independiente de los vehículos. Se prohibirá el acceso a todo personal ajeno a la obra.

## 5.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Se proyecta realizar las siguientes unidades de la obra, que pueden influir en la previsión de los riesgos laborales:

### **5.1.- Limpieza y preparación del terreno**

- Se llevarán a cabo las labores de desbroce del terreno con medios mecánicos.

- Se procederá al replanteo y marcación mediante topografía definitiva de las actuaciones.
- Se iniciarán los trabajos de desmonte del terreno hasta una capa de 30 cm de espesor.
- Se procederá al terraplenado y compactación de dichos terrenos con aporte de tierras, rodillo compactador y riego con cubas.

### **5.2.- Colocación de vallado cinegético**

- Todo el perímetro de la parcela se cercará con una verja 2 m de altura con malla metálica cinegética galvanizada de 17x30 y tubos de acero galvanizados redondos huecos de 48 mm de diámetro dispuestos cada 3 m.

### **5.3.- Zanjas y arquetas**

- Se realizará la excavación con medios mecánicos en terrenos compactos para los distintos tipos de zanjas, su posterior relleno de cama de arena de río de 10 cm/e y el tapado con material seleccionado procedente de la misma excavación.
- Se realizarán las arquetas con vaciado de tierras por medios mecánicos y colocación de arquetas prefabricadas de hormigón en masa.

### **5.4.- Cimentaciones**

- Se realizarán a base de bancada de hormigón armado para colocación de transformadores y caseta de servicios auxiliares.

### **5.5.- Hincado o atornillado de la estructura y montaje mecánico**

- Se procederá al hincado de la sustentación de la estructura con una profundidad mínima de 1,50 m.
- Se colocarán las estructuras formando filas según el replanteo establecido.
- Se llevará a cabo el montaje de las estructuras metálicas sobre las hincas, así como la colocación y fijación de la perfilera.

- Todas las estructuras se colocarán suspendidas por eslingas, a fin de obtener mayor precisión.

#### **5.6.- Montaje de módulos fotovoltaicos**

- Se colocarán los módulos fotovoltaicos sobre la estructura fijándolos debidamente a la misma.
- Los módulos serán conexicionados formando los strings conforme plano de conexicionado.

#### **5.7.- Montaje eléctrico de baja tensión**

- Se colocarán los inversores, así como las protecciones de baja tensión en las ubicaciones definidas en la planimetría.
- Se dispondrá la red equipotencial de tierras en las zanjas realizadas y se cubrirá según detalle de zanja.
- Se procederá al cableado de CA desde el inversor hasta los cuadros de baja tensión, ubicados en la caseta prefabricada.
- Se llevará a cabo el relleno de zanjas en la capa de CA.
- Se procederá al cableado de CC desde los terminales de los strings hasta el inversor previa colocación de tubos de canalización, bandeja o aprovechando la perfilera metálica según indicado en memoria, realizando remates técnicos dictados por dirección de obra.
- Se llevará a cabo el relleno de zanjas en la capa de CC.
- Se procederá al conexicionado de inversores y cuadros de baja tensión.

#### **5.8.- Instalación de línea de media tensión**

- Se procederá a la colocación del conductor de media tensión y su conexicionado.

#### **5.9.- Instalación de puesta a tierra y del sistema de protección contra el rayo**

- Se procederá al conexicionado de la puesta a tierra de todos los elementos de la instalación según plano de distribución de tierras.

- No se colocará pararrayos en la instalación.

#### **5.10.- Instalación de red de comunicaciones y servicios auxiliares**

- Se procederá al despliegue de la red de comunicación previa colocación de tubos de canalización.
- Se procederá al despliegue la red de baja tensión de servicios auxiliares para alimentar a los mismos previa colocación de tubos de canalización.
- Se llevará a cabo el relleno de zanjas en la capa de comunicaciones y baja tensión.
- Se procederá al conexionado de sensores, equipos de medida y servicios auxiliares.

#### **6.- SERVICIOS Y SERVIDUMBRES AFECTADOS**

Las interferencias con instalaciones existentes de cualquier índole pueden ser causa de accidentes, por ello se considera muy importante detectar su existencia y localización exacta con el fin de poder valorar y delimitar claramente los diversos riesgos.

Se prevé la interferencia con los siguientes servicios:

- Camino rural de servicio que habrá que utilizarlo para la entrada y salida de vehículos.

Aquellas interferencias que no hayan sido localizadas en la fase de proyecto, deberán ser localizadas e incluidas por el contratista en los planos del Plan de seguridad y salud (líneas eléctricas aéreas, líneas eléctricas enterradas, transformadores eléctricos, líneas de telecomunicaciones, conductos de gas, conductos de agua, alcantarillado, etc.).

Antes de empezar a excavar, se deberán conocer los servicios públicos subterráneos que puedan atravesar la traza, tales como agua, gas, electricidad, saneamiento, etc. Conocidos estos servicios, es preciso conectar con los departamentos a los que pertenecen y proceder en consecuencia.

Los servicios afectados de cuya existencia tengamos noticias habrán de ser correctamente ubicados y señalizados, desviándose los mismos, si ello es posible; pero en aquellas ocasiones en que sea necesario trabajar sin dejar de dar determinado servicio, se adoptarán las siguientes medidas preventivas, entre otras que puedan ser dispuestas en el plan de seguridad y salud y aceptadas por el coordinador y por el director de la obra.

## 7.- MEDIOS DE AUXILIO

La evacuación de heridos a los centros sanitarios se llevará a cabo exclusivamente por personal especializado, en ambulancia. Tan solo los heridos leves podrán trasladarse por otros medios, siempre con el consentimiento y bajo la supervisión del responsable de emergencias de la obra.

Se dispondrá en lugar visible de la obra un cartel con los teléfonos de urgencias y de los centros sanitarios más próximos.

### **7.1.- Medios de auxilio en obra**

En la obra se dispondrá de un armario botiquín portátil modelo B con destino a empresas de 5 a 25 trabajadores, en un lugar accesible a los operarios y debidamente equipado.

Su contenido mínimo será:

- Desinfectantes y antisépticos autorizados
- Gasas estériles
- Algodón hidrófilo
- Vendas
- Esparadrapo
- Apósitos adhesivos
- Tijeras
- Pinzas y guantes desechables

El responsable de emergencias revisará periódicamente el material de primeros auxilios, reponiendo los elementos utilizados y sustituyendo los productos caducados.

## **7.2.- Medios de auxilio en caso de accidente: centros asistenciales más próximos**

Se aporta la información de los centros sanitarios más próximos a la obra, que puede ser de gran utilidad si se llegara a producir un accidente laboral.

<b>Nivel asistencial</b>	<b>Nombre, Emplazamiento y Teléfono</b>	<b>Distancia aprox.</b>
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Asistencia primaria (Urgencias)	Hospital de la Vega Lorenzo Guirao Vereda de Morcillo, s/n, 30530 Cieza, Murcia 968 77 55 50	9,60 km
Comunicación a los equipos de salvamento	Bomberos Cieza N-301, 62, 30530 Cieza, Murcia 112	9,90 km

La distancia al centro asistencial más próximo Hospital de la Vega Lorenzo Guirao, se estima en 15 minutos, en condiciones normales de tráfico.

## **8.- INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR DE LOS TRABAJADORES**

Los servicios higiénicos de la obra cumplirán las "Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras" contenidas en la legislación vigente en la materia.

Dadas las características y el volumen de la obra, se ha previsto la colocación de instalaciones provisionales tipo caseta prefabricada para los vestuarios y aseos, pudiéndose habilitar posteriormente zonas en la propia obra para albergar dichos servicios, cuando las condiciones y las fases de ejecución lo permitan.

### **8.1.- Vestuarios**

Los vestuarios dispondrán de una superficie total de 2,00 m<sup>2</sup> por cada trabajador que deba utilizarlos simultáneamente, incluyendo bancos y asientos suficientes, además de taquillas dotadas de llave y con la capacidad necesaria para guardar la ropa y el calzado.

### **8.2.- Aseos**

La dotación mínima prevista para los aseos es de:

- 1 ducha por cada 10 trabajadores que trabajen simultáneamente en la obra.
- 1 retrete por cada 25 hombres o fracción y 1 por cada 15 mujeres o fracción.
- 1 lavabo por cada retrete.
- 1 urinario por cada 25 hombres o fracción.
- 1 secamanos de celulosa o eléctrico por cada lavabo.
- 1 jabonera dosificadora por cada lavabo.
- 1 recipiente para recogida de celulosa sanitaria.
- 1 portarrollos con papel higiénico por cada inodoro.

### **8.3.- Comedor**

La zona destinada a comedor tendrá una altura mínima de 2,5 m, dispondrá de fregaderos de agua potable para la limpieza de los utensilios y la vajilla, estará equipada con mesas y asientos, y tendrá una provisión suficiente de vasos, platos y cubiertos, preferentemente desechables.

## **9. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR**

A continuación, se expone la relación de los riesgos más frecuentes que pueden surgir durante las distintas fases de la obra, con las medidas preventivas y de protección colectiva a adoptar con el fin de eliminar o reducir al máximo dichos riesgos, así como los equipos de protección individual (EPI) imprescindibles para mejorar las condiciones de seguridad y salud en la obra.

### **Riesgos generales más frecuentes**

- Caída de objetos y/o materiales al mismo o a distinto nivel.
- Desprendimiento de cargas suspendidas.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Exposición a vibraciones y ruido.
- Cortes y golpes en la cabeza y extremidades.
- Cortes y heridas con objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos, movimientos repetitivos o posturas inadecuadas.
- Electrocuciiones por contacto directo o indirecto.
- Dermatitis por contacto con yesos, escayola, cemento, pinturas, pegamentos, etc.
- Intoxicación por inhalación de humos y gases.

### **Medidas preventivas y protecciones colectivas de carácter general**

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.
- Se colocarán carteles indicativos de las medidas de seguridad en lugares visibles de la obra
- Se prohibirá la entrada a toda persona ajena a la obra.
- Los recursos preventivos de la obra tendrán presencia permanente en aquellos trabajos que entrañen mayores riesgos.
- Las operaciones que entrañen riesgos especiales se realizarán bajo la supervisión de una persona cualificada, debidamente instruida.
- Se suspenderán los trabajos en caso de tormenta y cuando llueva con intensidad o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.
- Cuando las temperaturas sean extremas, se evitará, en la medida de lo posible, trabajar durante las horas de mayor insolación.
- La carga y descarga de materiales se realizará con precaución y cautela, preferentemente por medios mecánicos, evitando movimientos bruscos que provoquen su caída

- La manipulación de los elementos pesados se realizará por personal cualificado, utilizando medios mecánicos o palancas, para evitar sobreesfuerzos innecesarios.
- Ante la existencia de líneas eléctricas aéreas, se guardarán las distancias mínimas preventivas, en función de su intensidad y voltaje.
- No se realizará ningún trabajo dentro del radio de acción de las máquinas o vehículos
- Los operarios no desarrollarán trabajos, ni permanecerán, debajo de cargas suspendidas.
- Se evitarán o reducirán al máximo los trabajos en altura.
- Se utilizarán escaleras normalizadas, sujetas firmemente, para el descenso y ascenso a las zonas excavadas.
- Dentro del recinto de la obra, los vehículos y máquinas circularán a una velocidad reducida, inferior a 20 km/h

### **Equipos de protección individual (EPI)**

- Casco de seguridad homologado.
- Casco de seguridad con barboquejo.
- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.
- Cinturón portaherramientas.
- Guantes de goma.
- Guantes de cuero.
- Guantes aislantes.
- Calzado con puntera reforzada.
- Calzado de seguridad con suela aislante y anticlavos.
- Botas de caña alta de goma.
- Mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra.
- Ropa de trabajo impermeable.
- Faja antilumbago.
- Gafas de seguridad antiimpactos
- Protectores auditivos.

## **9.1.- Durante los trabajos previos a la ejecución de la obra**

Se expone la relación de los riesgos más frecuentes que pueden surgir en los trabajos previos a la ejecución de la obra, con las medidas preventivas, protecciones colectivas y equipos de protección individual (EPI), específicos para dichos trabajos.

### 9.1.1. Instalación eléctrica provisional

#### **Riesgos más frecuentes**

- Electroclusiones por contacto directo o indirecto.
- Cortes y heridas con objetos punzantes.
- Proyección de partículas en los ojos.
- Incendios.

#### **Medidas preventivas y protecciones colectivas**

- Prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, mediante el sistema de protección de puesta a tierra y dispositivos de corte (interruptores diferenciales).
- Se respetará una distancia mínima a las líneas de alta tensión de 6 m para las líneas aéreas y de 2 m para las líneas enterradas.
- Se comprobará que el trazado de la línea eléctrica no coincide con el del suministro de agua.
- Se ubicarán los cuadros eléctricos en lugares accesibles, dentro de cajas prefabricadas homologadas, con su toma de tierra independiente, protegidas de la intemperie y provistas de puerta, llave y visera.
- Se utilizarán solamente conducciones eléctricas antihumedad y conexiones estancas.
- En caso de tender líneas eléctricas sobre zonas de paso, se situarán a una altura mínima de 2,2 m si se ha dispuesto algún elemento para impedir el paso de vehículos y de 5,0 m en caso contrario.
- Los cables enterrados estarán perfectamente señalizados y protegidos con tubos rígidos, a una profundidad superior a 0,4 m.

- Las tomas de corriente se realizarán a través de clavijas blindadas normalizadas.
- Quedan terminantemente prohibidas las conexiones triples (ladrones) y el empleo de fusibles caseros, empleándose una toma de corriente independiente para cada aparato o herramienta.

### **Equipos de protección individual (EPI)**

- Casco de seguridad.
- Calzado aislante para electricistas.
- Guantes dieléctricos.
- Banquetas aislantes de la electricidad.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.
- Ropa de trabajo impermeable.
- Ropa de trabajo reflectante.

#### 9.1.2. Vallado de obra

##### **Riesgos más frecuentes**

- Cortes y heridas con objetos punzantes..
- Proyección de fragmentos o de partículas.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Exposición a vibraciones y ruido.

##### **Medidas preventivas y protecciones colectivas**

- Se prohibirá el aparcamiento en la zona destinada a la entrada de vehículos a la obra.
- Se retirarán los clavos y todo el material punzante resultante del vallado.
- Se localizarán las conducciones que puedan existir en la zona de trabajo, previamente a la excavación.

### **Equipos de protección individual (EPI)**

- Casco de seguridad.

- Ropa de trabajo.
- Ropa impermeable para lluvia.
- Chaleco reflectante.
- Protecciones auditivas.
- Mascarilla de protección.
- Gafas de seguridad.
- Guantes de cuero para la manipulación.
- Botas de goma de caña alta para hormigonado.
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes.

## **9.2.- Durante las fases de ejecución de la obra**

### **9.2.1.- Acondicionamiento del terreno**

#### **Riesgos más frecuentes**

- Atropellos y colisiones en giros o movimientos inesperados de las máquinas, especialmente durante la operación de marcha atrás.
- Circulación de camiones con el volquete levantado.
- Fallo mecánico en vehículos y maquinaria, en especial de frenos y de sistema de dirección.
- Caída de material desde la cuchara de la máquina.
- Caída de tierra durante las maniobras de desplazamiento del camión.
- Vuelco de máquinas por exceso de carga.

#### **Medidas preventivas y protecciones colectivas**

- Antes de iniciar la excavación se verificará que no existen líneas o conducciones enterradas.
- Los vehículos no circularán a distancia inferiores a 2,0 metros de los bordes de la excavación ni de los desniveles existentes.
- Las vías de acceso y de circulación en el interior de la obra se mantendrán libres de montículos de tierra y de hoyos.
- Todas las máquinas estarán provistas de dispositivos sonoros y luz blanca en marcha atrás.

- La zona de tránsito quedará perfectamente señalizada y sin materiales acopiados.
- Se realizarán entibaciones cuando exista peligro de desprendimiento de tierras.

### **Equipos de protección individual (EPI)**

- Auriculares anti-ruido.
- Cinturón anti-vibratorio para el operador de la máquina.

### **9.2.2.- Excavación y terraplenes**

#### **Riesgos más frecuentes**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caídas de tierras por desplome o derrumbamiento.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento o aplastamiento por vuelco de vehículos o maquinaria.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Exposición al ruido.
- Exposición a temperaturas extremas.
- Accidentes por conducción en terrenos encharcados.

#### **Medidas preventivas y protecciones adoptadas**

- Los operarios tendrán los Equipos de Protección Individual correspondientes para la realización de las tareas.
- Todo el personal que maneje los camiones, dumper, etc., será especialista en el manejo de estos vehículos, y poseerá la documentación de capacitación acreditativa.
- Todos los vehículos serán revisados periódicamente, quedando todas las revisiones indicadas en el libro de mantenimiento.
- Se prohibirá sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible.

- Todos los vehículos de transporte de material empleados dispondrán de especificaciones Tara y Carga máxima perfectamente legibles.
- Cuando se empleen máquinas con cuchara se prohibirá el uso de las mismas para frenar.
- Cuando ésta se desplace por tramos con pendiente con la cuchara llena, ésta se mantendrá a ras de suelo.
- Cuando se estacionen máquinas con cuchara, ésta se bajará hasta el suelo.
- Los caminos internos de la obra se conservarán cubriendo baches, eliminado blandones y compactando mediante escorias, para evitar los accidentes por presencia de barrizales, blandones y baches en los caminos de circulación interna de la obra.
- Los vehículos circularán a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3.00m para vehículos ligeros.
- Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.
- Cada equipo de carga para rellenos será dirigido por un jefe de equipo que coordinará las maniobras.
- Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las emisiones de polvo.
- Se señalizarán los accesos y recorrido de los vehículos en el interior de la obra para evitar las interferencias, tal como se ha diseñado en los planos de este Estudio.
- El ancho mínimo de las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas será de 4.5m, y deberán ensancharse en las curvas, sin que sus pendientes excedan del 12% en tramos rectos y del 8% en los tramos curvos.
- Se habilitarán sendas o caminos específicos para operarios, evitándose así que las personas transiten por la zona destinada a la circulación de vehículos.
- En el borde de los terraplenes se instalarán topes para la limitación de recorrido durante el vertido en retroceso.

- Todas las maniobras de vertido en retroceso serán dirigidas por el (Capataz, Jefe de Equipo, Encargado...).
- Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5m en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.
- Todos los vehículos empleados en esta obra, para las operaciones de relleno y compactación serán dotados de bocina automática de marcha hacia atrás.
- Se señalizarán los accesos a la vía pública, mediante las señales normalizadas de "Peligro indefinido", "Peligro salida de camiones" y "STOP", tal y como se indica en los planos.
- Los vehículos utilizados están dotados de la póliza de seguro con responsabilidad civil ilimitada.
- Se establecerán a lo largo de la obra los letreros divulgativos y señalización de los riesgos propios de este tipo de trabajos.
- Los conductores de cualquier vehículo provisto de cabina cerrada quedan obligados a utilizar el casco de seguridad para abandonar la cabina en el interior de la obra.

### **Equipos de protección individual (EPI)**

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Ropa impermeable para lluvia.
- Chaleco reflectante.
- Protecciones auditivas.
- Mascarilla de protección.
- Gafas de seguridad.
- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.
- Guantes de cuero para la manipulación.
- Botas de goma de caña alta para hormigonado.
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes.

### 9.2.3.- Arquetas y zanjas de conexión

#### *Riesgos más frecuentes*

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caídas de tierras por desplome o derrumbamiento.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Golpes y cortes por objetos.
- Exposición a vibraciones.
- Exposición al ruido.
- Exposición a temperaturas extremas.
- Accidentes por conducción en terrenos encharcados.

#### **Medidas preventivas y protecciones adoptadas**

- Los operarios tendrán los Equipos de Protección Individual correspondientes para la realización de las tareas.
- Los trabajos estarán supervisados por una persona competente en la materia. Se prohibirá la circulación bajo cargas suspendidas.
- Se entibarán los pozos excavados cuando presenten riesgo de desplome, o cuando la profundidad lo requiera.
- Se tendrá cuidado en el empleo de compactadores mecánicos para evitar atrapamientos o golpes. Se vallará toda la zona excavada impidiendo la caída de personas y personal ajeno a la obra.
- Para cruzar las zanjas excavada se dispondrá de pasarelas adecuadas, con barandillas de seguridad. Se dispondrá de palas de emergencia en prevención de posibles desprendimientos.
- En zonas con riesgo de afectar a otros servicios, se efectuará la excavación de la zanja con cuidado. Se colocarán escaleras en condiciones de seguridad para acceder al fondo de las zanjas.
- Con temperaturas ambientales extremas se suspenderán los trabajos.
- No se acopiarán materiales de ninguna clase en el borde de la excavación.

- Cuando las condiciones de trabajo exijan otros medios de protección, se dotará a los trabajadores de los mismos.
- Cuando sea necesario realizar excavaciones se seguirán las debidas condiciones de seguridad durante las operaciones de excavación.
- Se realizarán los trabajos de tal manera que no se esté en la misma postura durante mucho tiempo.
- Se colocará iluminación artificial adecuada en caso de carecer de luz natural. Se suspenderán los trabajos en condiciones climatológicas adversas.
- Se mantendrá siempre la limpieza y orden en la obra.

### **Equipos de protección individual (EPI)**

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Ropa impermeable para lluvia.
- chaleco reflectante.
- Protecciones auditivas.
- Cinturón portaherramientas.
- Mascarilla de protección.
- Gafas de seguridad.
- Guantes de cuero para la manipulación.
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes.

### **9.2.4.- Montaje de las conducciones**

#### **Riesgos más frecuentes**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Golpes y cortes por objetos.
- Exposición a vibraciones.
- Exposición al ruido.
- Exposición a temperaturas extremas.

- Accidentes por conducción en terrenos encharcados.
- Atrapamiento o aplastamiento por vuelco de vehículos o maquinaria.
- Atropellos o golpes con vehículos.

### **Medidas preventivas y protecciones adoptadas**

- Los operarios tendrán los Equipos de Protección Individual correspondientes para la realización de las tareas.
- Los trabajos estarán supervisados por una persona competente en la materia. Se prohibirá la circulación bajo cargas suspendidas.
- Se entibará la zanja cuando presente riesgo de desplome, o cuando la profundidad lo requiera.
- Se tendrá especial cuidado en el empleo de compactadores mecánicos para evitar atrapamientos o golpes.
- Se vallará toda la zanja excavada impidiendo la caída de personas y personal ajeno a la obra.
- Para cruzar la zanja excavada se dispondrá de pasarelas adecuadas, con barandillas de seguridad. Se dispondrá de palas de emergencia en prevención de posibles desprendimientos.
- En zonas con riesgo de afectar a otros servicios, se efectuará la excavación de la zanja con cuidado. Se colocarán escaleras en condiciones de seguridad para acceder al fondo de las zanjas.
- Con temperaturas ambientales extremas se suspenderán los trabajos.
- No se acopiarán materiales de ninguna clase en el borde de la excavación.
- Cuando las condiciones de trabajo exijan otros medios de protección, se dotará a los trabajadores de los mismos.
- Cuando sea necesario realizar excavaciones se seguirán las debidas condiciones de seguridad durante las operaciones de excavación.
- Se realizarán los trabajos de tal manera que no se esté en la misma postura durante mucho tiempo.
- Se colocará iluminación artificial adecuada en caso de carecer de luz natural. Se suspenderán los trabajos en condiciones climatológicas

adversas. Se mantendrá siempre la limpieza y orden en la obra.

### **Equipos de protección individual (EPI)**

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Ropa impermeable para lluvia.
- Chaleco reflectante.
- Protecciones auditivas.
- Cinturón portaherramientas.
- Mascarilla de protección.
- Gafas de seguridad.
- Guantes de cuero para la manipulación.
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes.

### **9.2.5.- Montaje de los elementos de la instalación**

#### **Riesgos más frecuentes**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Golpes y cortes por objetos.
- Exposición a vibraciones.
- Sobre esfuerzos y posturas inadecuadas.
- Exposición al ruido.
- Exposición a temperaturas extremas.
- Accidentes por conducción en terrenos encharcados.
- Atrapamiento o aplastamiento por vuelco de vehículos o maquinaria.
- Atropellos o golpes con vehículos.

#### **Medidas preventivas y protecciones adoptadas**

- Para levantar una carga hay que aproximarse a ella. El centro de gravedad del operario deberá estar lo más próximo que sea posible y por encima del centro de gravedad de la carga.

- El equilibrio imprescindible para levantar una carga correctamente, solo se consigue si los pies están bien situados:
  - Enmarcando la carga.
  - Ligeramente separados.
  - Ligeramente adelantado uno respecto del otro.
- Técnica segura del levantamiento:
  - Situar el peso cerca del cuerpo.
  - Mantener la espalda plana.
  - No doblar la espalda mientras levanta la carga.
  - Usar los músculos más fuertes, como son los de los brazos, piernas y muslos.
  - Coger mal un objeto para levantarlo provoca una contracción involuntaria de los músculos de todo el cuerpo. Para sentir mejor un objeto al cogerlo, lo correcto es hacerlo con la palma de la mano y la base de los dedos. Para cumplir este principio y tratándose de objetos pesados, se puede, antes de cogerlos, prepararlos sobre calzos para facilitar la tarea de meter las manos y situarlas correctamente.
  - Las cargas deberán levantarse manteniendo la columna vertebral recta y alineada.
  - Para mantener la espalda recta se deberán “meter” ligeramente los riñones y bajar ligeramente la cabeza.
  - El arquear la espalda entraña riesgo de lesión en la columna, aunque la carga no sea demasiado pesada.
  - La torsión del tronco, sobre todo si se realiza mientras se levanta la carga, puede igualmente producir lesiones. En este caso, es preciso descomponer el movimiento en dos tiempos: primero levantar la carga y luego girar todo el cuerpo moviendo los pies a base de pequeños desplazamientos. O bien, antes de elevar la carga, orientarse correctamente en la dirección de marcha que luego tomaremos, para no tener que girar el cuerpo.

- Se utilizarán los músculos de las piernas para dar el primer impulso a la carga que vamos a levantar. Para ello flexionaremos las piernas, doblando las rodillas, sin llegar a sentarnos en los talones, pues entonces resulta difícil levantarse (el muslo y la pantorrilla deben formar un ángulo de más de 90°).
- Los músculos de las piernas deberán utilizarse también para empujar un vehículo, un objeto, etc.
- En la medida de lo posible, los brazos deberán trabajar a tracción simple, es decir, estirados. Los brazos deberán mantener suspendida la carga, pero no elevarla.
- La carga se llevará de forma que no impida ver lo que tenemos delante de nosotros y que estorbe lo menos posible al andar de forma natural.
- En el caso de levantamiento de un bidón o una caja, se conservará un pie separado hacia atrás, con el fin de poderse retirar rápidamente en caso de que la carga bascule.
- Para transportar una carga, esta deberá mantenerse pegada al cuerpo, sujetándola con los brazos extendidos, no flexionados.
- Este proceder evitará la fatiga inútil que resulta de contraer los músculos del brazo, que obliga a los bíceps a realizar un esfuerzo de quince veces el peso que se levanta.
- La utilización del peso de nuestro propio cuerpo para realizar tareas de manutención manual permitirá reducir considerablemente el esfuerzo a realizar con las piernas y brazos. El peso del cuerpo puede ser utilizado:
  - Empujando para desplazar un móvil (carretilla, por ejemplo), con los brazos extendidos y bloqueados para que nuestro peso se transmita íntegro al móvil.
  - Tirando de una caja o un bidón que se desea tumbar, para desequilibrarlo.
  - Resistiendo para frenar el descenso de una carga, sirviéndonos de nuestro cuerpo como contrapeso.

- En todas estas operaciones deberá ponerse cuidado en mantener la espalda recta.
- Para levantar una caja grande del suelo, el empuje deberá aplicarse perpendicularmente a la diagonal mayor, para que la caja pivote sobre su arista.
- Si el ángulo formado por la dirección de empuje y la diagonal es mayor de 90°, lo que conseguimos hacer será deslizar a la caja hacia adelante, pero nunca levantarla.
- Para depositar en un plano inferior algún objeto que se encuentre en un plano superior, se aprovechara su peso y nos limitaremos a frenar su caída.
- Para levantar una carga que luego va a ser depositada sobre el hombro, deberán encadenarse las operaciones, sin pararse, para aprovechar el impulso que hemos dado a la carga para despegarla del suelo.
- Las operaciones de manutención en las que intervengan varias personas deberán excluir la improvisación, ya que una falsa maniobra de uno de los portadores puede lesionar a varios.
- Deberá designarse un jefe de equipo que dirigirá el trabajo y que deberá a tender a:
  - La evaluación del peso de la carga a levantar para determinar el número de portadores precisos, el sentido del desplazamiento, el recorrido a cubrir y las dificultades que puedan surgir.
  - La determinación de las fases y movimientos de que se compondrá la maniobra.
  - La explicación a los portadores de los detalles de la operación (ademanos a realizar, posición de los pies, posición de las manos, agarre, hombro a cargar, como pasar bajo la carga, etc.).
  - La situación de los portadores en la posición de trabajo correcta, reparto de la carga entre las personas según su talla (los más bajos delante en el sentido de la marcha).

- El transporte se deberá efectuar:
  - Estando el porteador de detrás ligeramente desplazado con respecto al de delante, para facilitar la visibilidad de aquel.
  - A contrapié, (con el paso desfasado), para evitar las sacudidas de la carga.
  - Asegurando el mando de la maniobra; será una sola persona (el jefe de la operación) quien de las ordenes preparatorias, de elevación y transporte.
  - Se mantendrán libres de obstáculos y paquetes los espacios en los que se realiza la toma de cargas.
  - Los recorridos, una vez cogida la carga, serán lo más cortos posibles.
  - Nunca deberán tomarse las cajas o paquetes estando en situación inestable o desequilibrada.
  - Será conveniente preparar la carga antes de cogerla.
  - Se aspirará en el momento de iniciar el esfuerzo.
  - El suelo se mantendrá limpio para evitar el riesgo de caídas al mismo nivel.
  - Si los paquetes o cargas pesan más de 50 Kg., aproximadamente, la operación de movimiento manual se realizará por dos operarios.
  - En cada hora de trabajo deberá tomarse algún descanso o pausa.

### **Equipos de protección individual (EPI)**

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Ropa impermeable para lluvia.
- Chaleco reflectante.
- Protecciones auditivas.
- Cinturón portaherramientas.
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.
- Gafas de seguridad.
- Guantes de cuero para la manipulación.

- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes.

#### 9.2.6.- Izado de cargas

##### **Riesgos más frecuentes**

- Caída de personas al mismo nivel.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Golpes y cortes por objetos.
- Sobre esfuerzo o posturas inadecuadas.
- Exposición a vibraciones.
- Exposición al ruido.
- Exposición a temperaturas extremas.
- Atrapamiento o aplastamiento por vuelco de vehículos o maquinaria.
- Atropellos o golpes con vehículos.

##### **Medidas preventivas y protecciones adoptadas**

- Los accesorios de elevación resistirán los esfuerzos a que estén sometidos durante el funcionamiento y, si procede, cuando no funcionen, en las condiciones de instalación y explotación previstas por el fabricante y en todas las configuraciones correspondientes, teniendo en cuenta, en su caso, los efectos producidos por los factores atmosféricos y los esfuerzos a que los sometan las personas. Este requisito deberá cumplirse igualmente durante el transporte, montaje y desmontaje.
- Los accesorios de elevación se diseñarán y fabricarán de forma que se eviten los fallos debidos a la fatiga o al desgaste, habida cuenta de la utilización prevista.
- Los materiales empleados deberán elegirse teniendo en cuenta las condiciones ambientales de trabajo que el fabricante haya previsto, especialmente en lo que respecta a la corrosión, abrasión, choques, sensibilidad al frío y envejecimiento.
- El diseño y fabricación de los accesorios serán tales que puedan soportar sin deformación permanente o defecto visible las sobrecargas debidas a las pruebas estáticas.

## Cuerdas

- Una cuerda es un elemento textil cuyo diámetro no es inferior a 4 milímetros, constituida por cordones retorcidos o trenzados, con o sin alma.
- Las cuerdas para izar o transportar cargas tendrán un factor mínimo de seguridad de diez.
- No se deslizarán sobre superficies ásperas o en contacto con tierras, arenas o sobre ángulos o aristas cortantes, a no ser que vayan protegidas.
- Toda cuerda de cáñamo que se devuelva después de concluir un trabajo deberá ser examinada en toda su longitud.
- En primer lugar, se deberán deshacer los nudos que pudiera tener, puesto que conservan la humedad y se lavaran las manchas. Después de bien seca, se buscarán los posibles deterioros: cortes, acuñamientos, ataques de ácidos, etc.
- Se procurará que no estén en contacto directo con el suelo, aislándolas de este mediante estacas o paletas, que permitan el paso de aire bajo los rollos.
- Las cuerdas de fibra sintética deberán almacenarse a una temperatura inferior a los 60°.
- Se evitará el contacto con grasas, ácidos o productos corrosivos, así como inútiles exposiciones a la luz.
- Una cuerda utilizada en un equipo anticaídas, que ya haya detenido la caída de un trabajador, no deberá ser utilizada de nuevo, al menos para este cometido.
- Se examinarán las cuerdas en toda su longitud, antes de su puesta en servicio.
- Si se debe de utilizar una cuerda en las cercanías de una llama, se protegerá mediante una funda de cuero al cromo, por ejemplo.
- Las cuerdas que han de soportar cargas, trabajando a tracción, no han de tener nudo alguno. Los nudos disminuyen la resistencia de la cuerda.

- Es fundamental proteger las cuerdas contra la abrasión, evitando todo contacto con ángulos vivos y utilizando un guardacabo en los anillos de las eslingas.
- La presión sobre ángulos vivos puede ocasionar cortes en las fibras y producir una disminución peligrosa de la resistencia de la cuerda. Para evitarlo se deberá colocar algún material flexible (tejido, cartón, etc.) entre la cuerda y las aristas vivas.

### **Cables**

- Un cordón está constituido por varios alambres de acero dispuestos helicoidalmente en una o varias capas. Un cable de cordones está constituido por varios cordones dispuestos helicoidalmente en una o varias capas superpuestas, alrededor de un alma.
- Los cables serán de construcción y tamaño apropiados para las operaciones en las cuales van a ser empleados.
- El factor de seguridad para los mismos no será inferior a seis.
- Los ajustes de ojales y los lazos para los ganchos, anillos y argollas, estarán provistos de guardacabos resistentes.
- Estarán siempre libres de nudos, sin torceduras permanentes y otros defectos.
- Se inspeccionará periódicamente el número de hilos rotos desechándose aquellos cables en que lo estén en más del 10% de los mismos, contados a lo largo de dos tramos del cableado, separados entre sí por una distancia inferior a ocho veces su diámetro.
- Los cables utilizados directamente para levantar o soportar la carga no deberán llevar ningún empalme, excepto el de sus extremos (únicamente se tolerarán los empalmes en aquellas instalaciones destinadas, desde su diseño, a modificarse regularmente en función de las necesidades de una explotación). El coeficiente de utilización del conjunto formado por el cable y la terminación se seleccionará de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado.

- El diámetro de los tambores de izar no será inferior a 20 veces el del cable, siempre que sea también 300 veces el diámetro del alambre mayor.
- Es preciso atenerse a las recomendaciones del fabricante de los aparatos de elevación, en lo que se refiere al tipo de cable a utilizar, para evitar el desgaste prematuro de este último e incluso su destrucción. En ningún caso se utilizarán cables distintos a los recomendados.
- Los extremos de los cables estarán protegidos por refuerzos para evitar el descableado.
- Los diámetros mínimos para el enrollamiento o doblado de los cables deben ser cuidadosamente observados para evitar el deterioro por fatiga.
- Antes de efectuar el corte de un cable, es preciso asegurar todos los cordones para evitar el deshilachado de estos y descableado general.
- Antes de proceder a la utilización del cable para elevar una carga, se deberá asegurar que su resistencia es la adecuada.
- Para desenrollar una bobina o un rollo de cable, se hará rodar en el suelo, fijando el extremo libre a un punto, del que nunca se tirará, o bien dejar girar el soporte (bobina, aspa, etc.) colocándolo previamente en un bastidor adecuado provisto de un freno que impida tomar velocidad a la bobina.
- Para enrollar un cable se deberá proceder a la inversa en ambos casos.
- La unión de cables no deberá realizarse nunca mediante nudos, que los deterioran, sino utilizando guardacabos y mordazas sujetas cables.
- Normalmente los cables se suministran lubricados y para garantizar su mantenimiento es suficiente con utilizar el tipo de grasa recomendado por el fabricante. Algunos tipos de cables especiales no deben ser engrasados, siguiendo en cada caso las indicaciones del fabricante.
- El cable se examinará en toda su longitud y después de una limpieza que elimine la suciedad en el mismo.
- El examen de las partes más expuestas al deterioro o que presente alambres rotos se efectuará estando el cable en reposo.

- Los motivos de retirada de un cable serán:
  - Rotura de un cordón.
  - Reducción anormal y localizada del diámetro.
  - Existencia de nudos.
  - Cuando la disminución del diámetro del cable en un punto cualquiera, alcanza el 10% para los cables de cordones o el 3% para los cables cerrados.
  - Cuando el número de alambres rotos visibles alcanza el 20% del número total de hilos del cable, en una longitud igual a dos veces el paso de cableado.
  - Cuando la disminución de la sección de un cordón, medida en un paso cableado, alcanza el 40% de la sección total del cordón.

## Cadenas

- Las cadenas serán de hierro forjado o acero.
- El factor de seguridad será al menos de cinco para la carga nominal máxima.
- Los anillos, ganchos, eslabones o argollas de los extremos serán del mismo material que las cadenas a las que van fijados.
- Todas las cadenas serán revisadas antes de ponerse en servicio.
- Cuando los eslabones sufran un desgaste excesivo o se hayan doblado o agrietado, serán cortados y reemplazados inmediatamente.
- Las cadenas se mantendrán libres de nudos y torceduras.
- Se enrollarán únicamente en tambores, ejes o poleas que estén provistas de ranuras que permitan el enrollado sin torceduras.
- La resistencia de una cadena es la de su componente más débil. Por ello conviene retirar las cadenas:
  - Cuyo diámetro se haya reducido en más de un 5%, por efecto del desgaste.
  - Que tengan un eslabón doblado, aplastado, estirado o abierto.
  - Es conveniente que la unión entre el gancho de elevación y la cadena se realice mediante un anillo.

- No se deberá colocar nunca sobre la punta del gancho o directamente sobre la garganta del mismo.
- Bajo carga, la cadena deberá quedar perfectamente recta y estirada, sin nudos.
- La cadena deberá protegerse contra las aristas vivas.
- Deberán evitarse los movimientos bruscos de la carga, durante la elevación, el descenso o el transporte.
- Una cadena se fragiliza con tiempo frío y en estas condiciones, bajo el efecto de un choque o esfuerzo brusco, puede romperse instantáneamente.
- Las cadenas deberán ser manipuladas con precaución, evitando arrastrarlas por el suelo e incluso depositarlas en él, ya que están expuestas a los efectos de escorias, polvos, humedad y agentes químicos, además del deterioro mecánico que puede producirse.
- Las cadenas de carga instaladas en los equipos de elevación, deberán estar convenientemente engrasadas para evitar la corrosión que reduce la resistencia y la vida útil.

## **Ganchos**

- Serán de acero o hierro forjado.
- Estarán equipados con pestillos u otros dispositivos de seguridad para evitar que las cargas puedan salirse.
- Las partes que estén en contacto con cadenas, cables o cuerdas serán redondeadas.
- Dada su forma, facilitan el rápido enganche de las cargas, pero estarán expuestos al riesgo de desenganche accidental, por lo que este debe prevenirse.
- No deberá tratarse de construir uno mismo un gancho de manutención, partiendo de acero que pueda encontrarse en una obra o taller, cualquiera que sea su calidad.
- Uno de los accesorios más útiles para evitar el riesgo de desenganche accidental de la carga es el gancho de seguridad, que va provisto de una

lengueta que impide la salida involuntaria del cable o cadena.

- Solamente deberán utilizarse ganchos provistos de dispositivo de seguridad contra desenganches accidentales y que presenten todas las características de una buena resistencia mecánica.
- No deberá tratarse de deformar un gancho para aumentar la capacidad de paso de cable.
- No deberá calentarse nunca un gancho para fijar una pieza por soldadura, por ejemplo, ya que el calentamiento modifica las características del acero.
- Un gancho abierto o doblado deberá ser destruido.
- Durante el enganchado de la carga se deberá controlar:
  - Que los esfuerzos sean soportados por el asiento del gancho, nunca por el pico.
  - Que el dispositivo de seguridad contra desenganche accidental funcione perfectamente.
  - Que ninguna fuerza externa tienda a deformar la abertura del gancho.
- En algunos casos, el simple balanceo de la carga puede producir estos esfuerzos externos.

### **Argollas y anillos**

- Las argollas serán de acero forjado y constarán de un estribo y un eje ajustado, que habitualmente se roscara a uno de los brazos del estribo.
- La carga de trabajo de las argollas ha de ser indicada por el fabricante, en función del acero utilizado en su fabricación y de los tratamientos térmicos a los que ha sido sometida.
- No se sustituirá nunca el eje de una argolla por un perno, por muy buena que sea la calidad de este.
- Los anillos tendrán diversas formas, aunque la que se recomendara es el anillo en forma de pera, al ser este el de mayor resistencia.
- Es fundamental que conserven su forma geométrica a lo largo del tiempo.

## Grilletes

- No se deberán sobrecargar ni golpear nunca.
- Al roscar el bulón deberá hacerse a fondo, menos media vuelta.
- Si se han de unir dos grilletes, deberá hacerse de forma que la zona de contacto entre ellos sea la garganta de la horquilla, nunca por el bulón.
- No podrán ser usados como ganchos.
- Los estrobos y eslingas trabajaran sobre la garganta de la horquilla, nunca sobre las patas rectas ni sobre el bulón.
- El cáncamo tendrá el espesor adecuado para que no se produzca la rotura del bulón por flexión ni por compresión diametral.
- No se calentará ni soldará sobre los grilletes.

## Eslingas

- Se tendrá especial cuidado con la resistencia de las eslingas. Las causas de su disminución son muy numerosas:
- El propio desgaste por el trabajo.
- Los nudos, que disminuyen la resistencia de un 30 a un 50%.
- Las soldaduras de los anillos terminales u ojales, aun cuando estén realizadas dentro de la más depurada técnica, producen una disminución de la resistencia del orden de un 15 a un 20%.
- Los sujetacables, aun cuando se utilicen correctamente y en número suficiente. Las uniones realizadas de esta forma reducen la resistencia de la eslinga alrededor del 20%.
- Las soldaduras o las zonas unidas con sujetacables nunca se colocarán sobre el gancho del equipo elevador, ni sobre las aristas. Las uniones o empalmes deberán quedar en las zonas libres, trabajando únicamente a tracción.
- No deberán cruzarse los cables de dos ramales de eslingas distintas, sobre el gancho de sujeción, ya que en este caso uno de los cables estaría comprimido por el otro.

- Para enganchar una carga con seguridad, es necesario observar algunas precauciones:
  - Los ganchos que se utilicen han de estar en perfecto estado, sin deformaciones de ninguna clase.
  - Las eslingas y cadenas se engancharán de tal forma que la cadena o eslinga descansa en el fondo de la curvatura del gancho y no en la punta.
  - Hay que comprobar el buen funcionamiento del dispositivo que impide el desenganche accidental de las cargas.
  - Si el gancho es móvil, debe estar bien engrasado de manera que gire libremente.
  - Se deben escoger las eslingas (cables, cadenas, etc.) o aparatos de elevación (horquillas, garras, pinzas) apropiados a la carga. No se deberá utilizar jamás alambre de hierro o acero cementado.
  - Los cables utilizados en eslingas sencillas deben estar provistos en sus extremos de un anillo emplomado o cerrados por terminales de cable (sujeta cables).
  - Los sujetos cables deben ser de tamaño apropiado al diámetro de los cables y colocados de tal forma que el asiento se encuentre en el lado del cable que trabaja.
  - Las eslingas de cables no deberán estar oxidadas, presentar deformaciones ni tener mechas rotas o nudos.
  - Los cables no deberán estar sometidos a una carga de maniobra superior a la sexta parte de su carga de rotura.
  - Si no se sabe esta última indicación, se puede calcular, aproximadamente, el valor máximo de la carga de maniobra mediante:

$$F \text{ (en Kg)} = 8 \times d^2 \text{ (diámetro del cable en mm)}$$

- Las eslingas sinfín, de cable, deberán estar cerradas, bien sea mediante un emplomado efectuado por un especialista o bien con sujeta cables. El emplomado deberá quedar en perfecto estado.
- Los sujeta cables deberán ser al menos cuatro, estando su asiento en el lado del cable que trabaja, quedando el mismo número a cada lado del centro del empalme.
- Toda cadena cuyo diámetro del redondo que forma el eslabón se haya reducido en un 5% no deberá ser utilizada más.
- No se sustituirá nunca un eslabón por un bulón o por una ligadura de alambre de hierro, etc.
- No se debe jamás soldar un eslabón en una forja o con el soplete.
- Las cadenas utilizadas para las eslingas deberán ser cadenas calibradas; hay que proveer a sus extremos de anillos o ganchos.
- Las cadenas utilizadas en eslingas no deberán tener ni uno solo de sus eslabones corroído, torcido, aplastado, abierto o golpeado. Es preciso comprobarlas periódicamente eslabón por eslabón.
- Las cadenas de las eslingas no deberán estar sometidas a una carga de maniobra superior a la quinta parte de su carga de rotura. Si no se conoce este último dato, se puede calcular, aproximadamente, el valor de la carga de maniobra con ayuda de la siguiente fórmula:

$$F \text{ (en Kg)} = 6 \times d^2 \text{ (diámetro del redondo en mm)}$$

- En el momento de utilizar las cadenas, se debe comprobar que no estén cruzadas, ni torcidas, enroscadas, mezcladas o anudadas.
- Procurar no utilizarlas a temperaturas muy bajas pues aumenta su fragilidad. Ponerlas tensas sin golpearlas.
- Hay que evitar dar a las eslingas dobleces excesivos, especialmente en los cantos vivos; con dicho fin se interpondrán entre las eslingas y dichos cantos vivos, materiales blandos: madera, caucho, trapos, cuero, etc.

- Comprobar siempre que la carga esté bien equilibrada y bien repartida entre los ramales, tensando progresivamente las eslingas.
- Después de usar las eslingas, habrá que colocarlas sobre unos soportes. Si han de estar colgadas de los aparatos de elevación, ponerlas en el gancho de elevación y subir este hasta el máximo.
- Se verificarán las eslingas al volver al almacén.
- Toda eslinga deformada por el uso, corrosión, rotura de filamentos, se deberá poner fuera de servicio.
- Se engrasarán periódicamente los cables y las cadenas.
- Se destruirán las eslingas que han sido reconocidas como defectuosas e irreparables.

### **Trácteles**

- Deberán estar perfectamente engrasados.
- Se prohibirá engrasar el cable del tráctel.
- Antes de cualquier maniobra deberá comprobarse:
  - El peso de carga para comprobar que el aparato que utilizamos es el adecuado.
  - Los amarres de la carga y la utilización de cantoneras.
  - Que la dirección del eje longitudinal del aparato sea la misma que la del cable (que no forme ángulo).
  - No se deberá utilizar para esfuerzos superiores a la fuerza nominal del mismo, ya sea para elevación o tracción.
  - No deberán maniobrarse al mismo tiempo las palancas de marcha hacia adelante o hacia atrás.
  - Se deberá utilizar el cable adecuado a la maquina en cuanto al diámetro.
  - Antes de iniciar cualquier maniobra deberá comprobarse la longitud del cable.
  - Las máquinas deberán ser accionadas por un solo hombre.
  - Se comprobará que el cable no está machacado o deshilado.

## **Poleas**

- No sobrecargarlas nunca. Comprobar que son apropiadas a la carga que van a soportar.
- Comprobar que funcionan correctamente, que no existen holguras entre polea y eje, ni fisuras ni deformaciones que hagan sospechar que su resistencia ha disminuido.
- Las gargantas de las poleas se acomodarán para el fácil desplazamiento y enrollado de los eslabones de las cadenas.
- Cuando se utilicen cables o cuerdas, las gargantas serán de dimensiones adecuadas para que aquellas puedan desplazarse libremente y su superficie será lisa y con bordes redondeados.
- Revisar y engrasar semanalmente. Se sustituirá cuando se noten indicios de desgaste, o cuando se observe que los engrasadores no tomen grasa.
- Cuando una polea chirríe se revisará inmediatamente, engrasándola y sustituyéndola si presenta holgura sobre el eje.
- Las poleas se montarán siempre por intermedio de grilletes, a fin de que tengan posibilidad de orientación, evitando así que el cable tire oblicuamente a la polea.
- Se prohíbe terminantemente utilizar una polea montada de forma que el cable tire oblicuamente.
- Se prohíbe soldar sobre poleas.

## **Equipos de protección individual (EPI)**

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Ropa impermeable para lluvia.
- chaleco reflectante.
- Protecciones auditivas.
- Cinturón portaherramientas.
- Mascarilla de protección.
- Gafas de seguridad.
- Guantes de cuero para la manipulación.

- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes.

### 9.2.7.- Instalaciones eléctricas en general

#### Riesgos más frecuentes

- Electrocuciiones por contacto directo o indirecto.
- Quemaduras producidas por descargas eléctricas.
- Intoxicación por vapores procedentes de la soldadura.
- Incendios y explosiones.
- Caídas al mismo o distinto nivel.
- Golpes, cortes o atrapamientos con objetos o máquinas.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cortocircuitos y arco eléctrico.

#### **Medidas preventivas**

##### Trabajos sin tensión

Antes de comenzar la aplicación del procedimiento para suprimir la tensión es necesario un paso previo: la identificación de la zona y de los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo. Esta identificación forma parte de la planificación del trabajo.

En instalaciones complejas, para evitar confusiones debidas a la multitud de equipos y redes existentes, se recomienda diseñar procedimientos por escrito, para llevar a cabo las operaciones destinadas a suprimir la tensión.

A continuación, se desarrollará el proceso en cinco etapas mediante el cual se suprime la tensión de la instalación donde se van a realizar los «trabajos sin tensión», conocido habitualmente como «las cinco reglas de oro»:

- 1º.- Desconectar.
- 2º.- Prevenir cualquier posible realimentación.
- 3º.- Verificar la ausencia de tensión.

4º.- Poner a tierra y en cortocircuito.

5º.- Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

### Reposición de la tensión

En general, para restablecer la tensión se seguirá el proceso inverso al empleado para suprimir la tensión:

- 1º.- Retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.
- 2º.- Retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito, empezando por retirar las pinzas de los elementos más próximos y al final la pinza de la puesta a tierra.
- 3º.- Desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte.
- 4º.- Cierre de los circuitos para reponer la tensión.

Es preciso extremar las precauciones antes de comenzar dichas etapas. En el transcurso de las citadas operaciones debe prestarse especial atención a los siguientes aspectos:

- Notificación previa a todos los trabajadores involucrados de que va a comenzar la reposición de la tensión.
- Comprobación de que todos los trabajadores han abandonado la zona, salvo los que deban actuar en la reposición de la tensión.
- Asegurarse de que han sido retiradas la totalidad de las puestas a tierra y en cortocircuito.
- Informar, en su caso, al responsable de la instalación de que se va a realizar la conexión.
- Accionar los aparatos de maniobra correspondientes.

### Trabajos con tensión

Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, y que se ajuste a los requisitos indicados a continuación.

Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

#### Principales precauciones que deberán ser adoptadas

- Mantener las manos protegidas mediante guantes aislantes adecuados.
- Realizar el trabajo sobre una alfombra o banqueta aislantes que, asimismo, aseguren un apoyo seguro y estable.
- Vestir ropa de trabajo sin cremalleras u otros elementos conductores.
- No portar pulseras, cadenas u otros elementos conductores.
- Usar herramientas aisladas, específicamente diseñadas para estos trabajos.
- Aislar, en la medida de lo posible, las partes activas y elementos metálicos en la zona de trabajo mediante protectores adecuados (fundas, capuchones, películas plásticas aislantes, etc.). Entre los equipos y materiales citados se encuentran:
  - Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
  - Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
  - Las pértigas aislantes.
  - Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
  - Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).

Los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán teniendo en cuenta:

- Las características del trabajo y de los trabajadores.
- Las tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.

Los trabajadores dispondrán de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas. Los trabajadores no llevarán objetos conductores, tales como pulseras, relojes, cadenas o cierres de cremallera metálicos que puedan contactar accidentalmente con elementos en tensión.

La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión, o puedan interferir en los trabajos, provocar distracciones, sobresaltos, etc.

En la realización de trabajos al aire libre se deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento.

Los trabajos se prohibirán o suspenderán en caso de tormenta, lluvia o viento fuerte, nevadas, o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas. Los trabajos en instalaciones interiores directamente conectadas a líneas aéreas eléctricas se interrumpirán en caso de tormenta.

La reposición de fusibles en instalaciones de baja tensión

- No será necesario que la efectúe un trabajador cualificado, pudiendo realizarla un trabajador autorizado, cuando la maniobra del dispositivo portafusible conlleve la desconexión del fusible y el material de aquel

ofrezca una protección completa contra los contactos directos y los efectos de un posible arco eléctrico,

- Se realizará mediante el uso del útil normalizado adecuado a cada tipo de fusible, queda prohibido expresamente el uso de alicates para tal cometido.
- Se procurará, en la medida de lo posible, realizar “sin carga” o con la menor carga posible, para evitar la producción de arcos eléctricos.

Se recomienda, durante los trabajos en tensión, no hablar por teléfono, ni portar móviles que pudieran “sorprender” al activarse, al trabajador durante la realización de los mismos.

De los EPI's necesarios durante los trabajos en tensión en baja tensión, destacan, los guantes dieléctricos, que deben cumplir una serie de requisitos

- Marcas obligatorias.
- Símbolo (doble triángulo).
- Nombre, marca registrada o identificación del fabricante.
- Categoría, si procede.
- Talla.
- Clase.
- Mes y año de fabricación.
- Marca.

Cada guante deberá llevar alguno de los siguientes sistemas

- Una banda rectangular, o
- Una banda sobre la que puedan perforarse agujeros, o bien, otra marca cualquiera apropiada que permita conocer las fechas de puesta en servicio, verificaciones y controles periódicos.

Almacenamiento

- Los guantes se deben almacenar en su embalaje.

Se tendrá cuidado de que los guantes no se aplasten, ni doblen, ni se coloquen en las proximidades de radiadores u otras fuentes de calor artificial o se expongan directamente a los rayos del sol, a la luz artificial o a fuentes de ozono.

Equipos de protección individual (EPI)

- Guantes y manoplas de material aislante.
- Casco aislante.
- Ropa aislante.
- Botas de seguridad aislantes.
- Banquetas aislantes de la electricidad.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.

### **9.3.- Durante la utilización de medios auxiliares**

La prevención de los riesgos derivados de la utilización de los medios auxiliares de la obra se realizará atendiendo a las prescripciones de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y a la Ordenanza de Trabajo en la Construcción, Vidrio y Cerámica (Orden de 28 de agosto de 1970), prestando especial atención a la Sección 3ª "Seguridad en el trabajo en las industrias de la Construcción y Obras Públicas" Subsección 2ª "Andamios en general".

En ningún caso se admitirá la utilización de andamios o escaleras de mano que no estén normalizados y cumplan con la normativa vigente.

En el caso de las plataformas de descarga de materiales, sólo se utilizarán modelos normalizados, disponiendo de barandillas homologadas y enganches para cinturón de seguridad, entre otros elementos.

Relación de medios auxiliares previstos en la obra con sus respectivas medidas preventivas y protecciones colectivas:

### 9.3.1.- Escalera de mano

Se revisará periódicamente el estado de conservación de las escaleras.

Dispondrán de zapatas antideslizantes o elementos de fijación en la parte superior o inferior de los largueros.

Se transportarán con el extremo delantero elevado, para evitar golpes a otros objetos o a personas.

Se apoyarán sobre superficies horizontales, con la planeidad adecuada para que sean estables e inmóviles, quedando prohibido el uso como cuña de cascotes, ladrillos, bovedillas o elementos similares.

Los travesaños quedarán en posición horizontal y la inclinación de la escalera será inferior al 75% respecto al plano horizontal.

El extremo superior de la escalera sobresaldrá 1,0 m de la altura de desembarque, medido en la dirección vertical.

El operario realizará el ascenso y descenso por la escalera en posición frontal (mirando los peldaños), sujetándose firmemente con las dos manos en los peldaños, no en los largueros.

Se evitará el ascenso o descenso simultáneo de dos o más personas.

Cuando se requiera trabajar sobre la escalera en alturas superiores a 3,5 m, se utilizará siempre el cinturón de seguridad con dispositivo anti-caída.

### 9.3.2.- Visera de protección

La visera sobre el acceso a obra se construirá por personal cualificado, con suficiente resistencia y estabilidad, para evitar los riesgos más frecuentes.

Los soportes de la visera se apoyarán sobre durmientes perfectamente nivelados.

Los elementos que denoten algún fallo técnico o mal comportamiento se desmontarán de forma inmediata para su reparación o sustitución.

### 9.3.3.- Andamio modular

Los andamios sólo podrán ser montados, desmontados o modificados bajo la dirección y supervisión de una persona cualificada.

Cumplirán las condiciones generales respecto a materiales, estabilidad, resistencia y seguridad y las referentes a su tipología en particular, según la normativa vigente en materia de andamios.

Se montarán y desmontarán siguiendo siempre las instrucciones del fabricante.

Las dimensiones de las plataformas del andamio, así como su forma y disposición, serán adecuadas para el trabajo y las cargas previstas, con holgura suficiente para permitir la circulación con seguridad.

No existirán vacíos entre las plataformas y los dispositivos verticales de protección colectiva contra caídas.

Los andamios serán inspeccionados por personal cualificado antes de su puesta en servicio, periódicamente, ante cualquier modificación, después de un largo período sin utilización, después de un movimiento sísmico o de un viento intenso, y ante cualquier circunstancia que pudiera afectar a su estabilidad o a su resistencia.

### **9.4.- Durante la utilización de maquinaria y herramientas**

Las medidas preventivas a adoptar y las protecciones a emplear para el control y la reducción de riesgos debidos a la utilización de maquinaria y herramientas

durante la ejecución de la obra se desarrollarán en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, conforme a los siguientes criterios:

- Todas las máquinas y herramientas que se utilicen en la obra dispondrán de su correspondiente manual de instrucciones, en el que estarán especificados claramente tanto los riesgos que entrañan para los trabajadores como los procedimientos para su utilización con la debida seguridad.
- La maquinaria cumplirá las prescripciones contenidas en el Reglamento de Seguridad en las Máquinas (Real Decreto 1495/86), las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) y las especificaciones de los fabricantes.
- No se aceptará la utilización de ninguna máquina, mecanismo o artefacto mecánico sin reglamentación específica.

#### 9.4.1.- Pala cargadora

Para realizar las tareas de mantenimiento, se apoyará la cuchara en el suelo, se parará el motor, se conectará el freno de estacionamiento y se bloqueará la máquina

Queda prohibido el uso de la cuchara como grúa o medio de transporte.

La extracción de tierras se efectuará en posición frontal a la pendiente.

El transporte de tierras se realizará con la cuchara en la posición más baja posible, para garantizar la estabilidad de la pala.

#### 9.4.2.- Retroexcavadora

Para realizar las tareas de mantenimiento, se apoyará la cuchara en el suelo, se parará el motor, se conectará el freno de estacionamiento y se bloqueará la máquina.

Queda prohibido el uso de la cuchara como grúa o medio de transporte.

Los desplazamientos de la retroexcavadora se realizarán con la cuchara apoyada sobre la máquina en el sentido de la marcha. Los cambios de posición de la cuchara en superficies inclinadas se realizarán por la zona de mayor altura.

Se prohibirá la realización de trabajos dentro del radio de acción de la máquina.

#### 9.4.3.- Camión de caja basculante

Las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico.

Se comprobará que el freno de mano está activado antes de la puesta en marcha del motor, al abandonar el vehículo y durante las operaciones de carga y descarga.

No se circulará con la caja izada después de la descarga.

#### 9.4.4.- Camión para transporte

Las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico.

Las cargas se repartirán uniformemente en la caja, evitando acopios con pendientes superiores al 5% y protegiendo los materiales sueltos con una lona.

Antes de proceder a las operaciones de carga y descarga, se colocará el freno en posición de frenado y, en caso de estar situado en pendiente, calzos de inmovilización debajo de las ruedas.

En las operaciones de carga y descarga se evitarán movimientos bruscos que provoquen la pérdida de estabilidad, permaneciendo siempre el conductor fuera de la cabina.

#### 9.4.5.- Camión grúa

El conductor accederá al vehículo descenderá del mismo con el motor apagado, en posición frontal, evitando saltar al suelo y haciendo uso de los peldaños y asideros.

Se cuidará especialmente de no sobrepasar la carga máxima indicada por el fabricante.

Los vehículos dispondrán de bocina de retroceso.

Se comprobará que el freno de mano está activado antes de la puesta en marcha del motor, al abandonar el vehículo y durante las operaciones de elevación.

La elevación se realizará evitando operaciones bruscas, que provoquen la pérdida de estabilidad de la carga.

#### 9.4.6.- Hormigonera

Las operaciones de mantenimiento serán realizadas por personal especializado, previa desconexión de la energía eléctrica.

La hormigonera tendrá un grado de protección IP-55.

Su uso estará restringido sólo a personas autorizadas.

Dispondrá de freno de basculamiento del bombo.

Los conductos de alimentación eléctrica de la hormigonera estarán conectados a tierra, asociados a un disyuntor diferencial.

Las partes móviles del aparato deberán permanecer siempre protegidas mediante carcasas conectadas a tierra.

#### 9.4.7.- Vibrador

La operación de vibrado se realizará siempre desde una posición estable.

La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida cuando discurra por zonas de paso.

Tanto el cable de alimentación como su conexión al transformador estarán en perfectas condiciones de estanqueidad y aislamiento.

Los operarios no efectuarán el arrastre del cable de alimentación colocándolo alrededor del cuerpo. Si es necesario, esta operación se realizará entre dos operarios.

El vibrado del hormigón se realizará desde plataformas de trabajo seguras, no permaneciendo en ningún momento el operario sobre el encofrado ni sobre elementos inestables.

Nunca se abandonará el vibrador en funcionamiento, ni se desplazará tirando de los cables.

Para las vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo, el valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas, no superará 2,5 m/s<sup>2</sup>, siendo el valor límite de 5 m/s<sup>2</sup>.

#### 9.4.8.- Martillo picador

Las mangueras de aire comprimido deben estar situadas de forma que no dificulten ni el trabajo de los operarios ni el paso del personal.

No se realizarán ni esfuerzos de palanca ni operaciones similares con el martillo en marcha.

Se verificará el perfecto estado de los acoplamientos de las mangueras.

Se cerrará el paso del aire antes de desarmar un martillo.

#### 9.4.9.-Maquinillo

Será utilizado exclusivamente por la persona debidamente autorizada.

El trabajador que utilice el maquinillo estará debidamente formado en su uso y manejo, conocerá el contenido del manual de instrucciones, las correctas medidas preventivas a adoptar y el uso de los EPI necesarios.

Previamente al inicio de cualquier trabajo, se comprobará el estado de los accesorios de seguridad, del cable de suspensión de cargas y de las eslingas.

Se comprobará la existencia del limitador de recorrido que impide el choque de la carga contra el extremo superior de la pluma.

Dispondrá de marcado CE, de declaración de conformidad y de manual de instrucciones emitido por el fabricante.

Quedará claramente visible el cartel que indica el peso máximo a elevar.

Se acotará la zona de la obra en la que exista riesgo de caída de los materiales transportados por el maquinillo.

Se revisará el cable a diario, siendo obligatoria su sustitución cuando el número de hilos rotos sea igual o superior al 10% del total.

El anclaje del maquinillo se realizará según se indica en el manual de instrucciones del fabricante.

El arriostramiento nunca se hará con bidones llenos de agua, de arena u de otro material.

Se realizará el mantenimiento previsto por el fabricante.

#### 9.4.10.- Sierra circular

Su uso está destinado exclusivamente al corte de elementos o piezas de la obra.

Para el corte de materiales cerámicos o pétreos se emplearán discos abrasivos y para elementos de madera discos de sierra.

Deberá existir un interruptor de parada cerca de la zona de mando.

La zona de trabajo deberá estar limpia de serrín y de virutas, para evitar posibles incendios.

Las piezas a serrar no contendrán clavos ni otros elementos metálicos.

El trabajo con el disco agresivo se realizará en húmedo.

No se utilizará la sierra circular sin la protección de prendas adecuadas, tales como mascarillas anti-polvo y gafas.

#### 9.4.11.- Sierra circular de mesa

El trabajador que utilice la sierra circular estará debidamente formado en su uso y manejo, conocerá el contenido del manual de instrucciones, las correctas medidas preventivas a adoptar y el uso de los EPI necesarios.

Las sierras circulares se ubicarán en un lugar apropiado, sobre superficies firmes y secas, a distancias superiores a tres metros del borde de los forjados, salvo que éstos estén debidamente protegidos por redes, barandillas o petos de remate.

En los casos en que se superen los valores de exposición al ruido indicados en el artículo 51 del Real Decreto 286/06 de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas, tales como el empleo de protectores auditivos.

La sierra estará totalmente protegida por la parte inferior de la mesa, de manera que no se pueda acceder al disco.

La parte superior de la sierra dispondrá de una carcasa metálica que impida el acceso al disco de sierra, excepto por el punto de introducción del elemento a cortar, y la proyección de partículas.

Se utilizará siempre un empujador para guiar el elemento a cortar, de modo que en ningún caso la mano quede expuesta al disco de la sierra.

La instalación eléctrica de la máquina estará siempre en perfecto estado y condiciones, comprobándose periódicamente el cableado, las clavijas y la toma de tierra.

Las piezas a serrar no contendrán clavos ni otros elementos metálicos.

El operario se colocará a sotavento del disco, evitando la inhalación de polvo.

#### 9.4.12.- Cortadora de material cerámico

Se comprobará el estado del disco antes de iniciar cualquier trabajo. Si estuviera desgastado o resquebrajado se procederá a su inmediata sustitución de la protección del disco y de la transmisión estará activada en todo momento.

No se presionará contra el disco la pieza a cortar para evitar el bloqueo.

#### 9.4.13.- Equipo de soldadura

No habrá materiales inflamables ni explosivos a menos de 10 metros de la

zona de trabajo de soldadura.

Antes de soldar se eliminarán las pinturas y recubrimientos del soporte.

Durante los trabajos de soldadura se dispondrá siempre de un extintor de polvo químico en perfecto estado y condiciones de uso, en un lugar próximo y accesible.

En los locales cerrados en los que no se pueda garantizar una correcta renovación de aire se instalarán extractores, preferentemente sistemas de aspiración localizada.

Se paralizarán los trabajos de soldadura en altura ante la presencia de personas bajo el área de trabajo.

Tanto los soldadores como los trabajadores que se encuentren en las inmediaciones dispondrán de protección visual adecuada, no permaneciendo en ningún caso con los ojos al descubierto.

#### 9.4.14.- Herramientas manuales diversas

La alimentación de las herramientas se realizará a 24 V cuando se trabaje en ambientes húmedos o las herramientas no dispongan de doble aislamiento.

El acceso a las herramientas y su uso estará permitido únicamente a las personas autorizadas.

No se retirarán de las herramientas las protecciones diseñadas por el fabricante.

Se prohibirá, durante el trabajo con herramientas, el uso de pulseras, relojes, cadenas y elementos similares.

Las herramientas eléctricas dispondrán de doble aislamiento o estarán conectadas a tierra.

En las herramientas de corte se protegerá el disco con una carcasa anti-proyección.

Las conexiones eléctricas a través de clemas se protegerán con carcasas anti-contactos eléctricos.

Las herramientas se mantendrán en perfecto estado de uso, con los mangos sin grietas y limpios de residuos, manteniendo su carácter aislante para los trabajos eléctricos.

Las herramientas eléctricas estarán apagadas mientras no se estén utilizando y no se podrán usar con las manos o los pies mojados.

En los casos en que se superen los valores de exposición al ruido indicados en el artículo 51 del Real Decreto 286/06 de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas, tales como el empleo de protectores auditivos.

## 10.- IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES EVITABLES

En este apartado se reseña la relación de las medidas preventivas a adoptar para evitar o reducir el efecto de los riesgos más frecuentes durante la ejecución de la obra.

### **10.1.- Caídas al mismo nivel**

La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.

Se habilitarán y balizarán las zonas de acopio de materiales.

## **10.2.- Caídas a distinto nivel**

Se dispondrán escaleras de acceso para salvar los desniveles.

Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante barandillas y redes homologadas.

Se mantendrán en buen estado las protecciones de los huecos y de los desniveles.

Las escaleras de acceso quedarán firmemente sujetas y bien amarradas.

## **10.3.- Polvo y partículas**

Se regará periódicamente la zona de trabajo para evitar el polvo.

Se usarán gafas de protección y mascarillas anti-polvo en aquellos trabajos en los que se genere polvo o partículas.

## **10.4.- Ruido**

Se evaluarán los niveles de ruido en las zonas de trabajo.

Las máquinas estarán provistas de aislamiento acústico.

Se dispondrán los medios necesarios para eliminar o amortiguar los ruidos.

## **10.5.- Esfuerzos**

Se evitará el desplazamiento manual de las cargas pesadas.

Se limitará el peso de las cargas en caso de desplazamiento manual.

Se evitarán los sobreesfuerzos o los esfuerzos repetitivos.

Se evitarán las posturas inadecuadas o forzadas en el levantamiento o desplazamiento de cargas.

### **10.6.- Incendios**

No se fumará en presencia de materiales fungibles ni en caso de existir riesgo de incendio.

### **10.7.- Intoxicación por emanaciones**

Los locales y las zonas de trabajo dispondrán de ventilación suficiente.

Se utilizarán mascarillas y filtros apropiados.

## **11.- RELACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES QUE NO PUEDEN ELIMINARSE**

Los riesgos que difícilmente pueden eliminarse son los que se producen por causas inesperadas (como caídas de objetos y desprendimientos, entre otras). No obstante, pueden reducirse con el adecuado uso de las protecciones individuales y colectivas, así como con el estricto cumplimiento de la normativa en materia de seguridad y salud, y de las normas de la buena construcción.

### **11.1.- Caída de objetos**

#### **Medidas preventivas y protecciones colectivas**

- Se montarán marquesinas en los accesos.
- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos y bien iluminada.
- Se evitará el amontonamiento de materiales u objetos sobre los andamios.
- No se lanzarán cascotes ni restos de materiales desde los andamios.

#### **Equipos de protección individual (EPI)**

- Casco.
- Guantes y botas de seguridad.

- Uso de bolsa portaherramientas.

## **11.2.- Dermatitis**

### **Medidas preventivas y protecciones colectivas**

- Se evitará la generación de polvo de cemento.

### **Equipos de protección individual (EPI)**

- Guantes y ropa de trabajo adecuada.

## **11.3.- Electroclusiones**

### **Medidas preventivas y protecciones colectivas**

- Se revisará periódicamente la instalación eléctrica.
- El tendido eléctrico quedará fijado a los paramentos verticales.
- Los alargadores portátiles tendrán mango aislante.
- La maquinaria portátil dispondrá de protección con doble aislamiento.
- Toda la maquinaria eléctrica estará provista de toma de tierra.

### **Equipos de protección individual (EPI)**

- Guantes dieléctricos.
- Calzado aislante para electricistas.
- Banquetas aislantes de la electricidad.

## **11.4.- Quemaduras**

### **Medidas preventivas y protecciones colectivas**

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.

### **Equipos de protección individual (EPI)**

- Guantes, polainas y mandiles de cuero.

## **11.5.- Golpes y cortes en extremidades**

### **Medidas preventivas y protecciones colectivas**

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.

### **Equipos de protección individual (EPI)**

- Guantes y botas de seguridad.

## **12.- CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD, EN TRABAJOS POSTERIORES DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO**

En este apartado se aporta la información útil para realizar, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento del edificio construido que entrañan mayores riesgos.

### **12.1.- Trabajos en cerramientos exteriores**

Para los trabajos en cerramientos, revestimientos de paramentos exteriores o cualquier otro que se efectúe con riesgo de caída en altura, deberán utilizarse andamios que cumplan las condiciones especificadas en el presente estudio de seguridad y salud.

Durante los trabajos que puedan afectar a la vía pública, se colocará una visera de protección a la altura de la primera planta, para proteger a los transeúntes y a los vehículos de las posibles caídas de objetos.

### **12.2.- Trabajos en instalaciones**

Los trabajos correspondientes a las instalaciones de fontanería, eléctrica y de gas, deberán realizarse por personal cualificado, cumpliendo las especificaciones establecidas en su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, así como en la normativa vigente en cada materia.

Antes de la ejecución de cualquier trabajo de reparación o de mantenimiento de los ascensores y montacargas, deberá elaborarse un Plan de Seguridad suscrito por un técnico competente en la materia.

### 13.- TRABAJOS QUE IMPLICAN RIESGOS ESPECIALES

En la obra objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud concurren los riesgos especiales referidos en los puntos 1, 2 y 10 incluidos en el Anexo II. "Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores" del R.D. 1627/97 de 24 de Octubre.

Estos riesgos especiales suelen presentarse en la ejecución de la estructura, cerramientos y cubiertas y en el propio montaje de las medidas de seguridad y de protección. Cabe destacar:

- Montaje de forjado, especialmente en los bordes perimetrales.
- Ejecución de cerramientos exteriores.
- Formación de los antepechos de cubierta.
- Colocación de horcas y redes de protección.
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante barandillas y redes homologadas
- Disposición de plataformas voladas.
- Elevación y acople de los módulos de andamiaje para la ejecución de las fachadas.

### 14.- MEDIDAS EN CASO DE EMERGENCIA

El Contratista deberá reflejar en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud las posibles situaciones de emergencia, estableciendo las medidas oportunas en caso de primeros auxilios y designando para ello a personal con formación, que se hará cargo de dichas medidas.

Los trabajadores responsables de las medidas de emergencia tienen derecho a la paralización de su actividad, debiendo estar garantizada la adecuada

administración de los primeros auxilios y, cuando la situación lo requiera, el rápido traslado del operario a un centro de asistencia médica.

#### 15.- PRESENCIA DE LOS RECURSOS PREVENTIVOS DEL CONTRATISTA

Dadas las características de la obra y los riesgos previstos en el presente Estudio de Seguridad y Salud, cada contratista deberá asignar la presencia de sus recursos preventivos en la obra, según se establece en la Ley 54/03, de 12 de diciembre, de Reforma del Marco Normativo de Prevención de Riesgos Laborales, a través de su artículo 4.3.

A tales estos efectos, el contratista deberá concretar los recursos preventivos asignados a la obra con capacitación suficiente, que deberán disponer de los medios necesarios para vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud.

Dicha vigilancia incluirá la comprobación de la eficacia de las actividades preventivas previstas en dicho Plan, así como la adecuación de tales actividades a los riesgos que pretenden prevenirse o a la aparición de riesgos no previstos y derivados de la situación que determina la necesidad de la presencia de los recursos preventivos.

Si, como resultado de la vigilancia, se observa un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas que tengan asignada la presencia harán las indicaciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas oportunas para corregir las deficiencias observadas.

#### 16.- OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos

trabajadores autónomos.

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1.997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

#### 17.- COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

### 18.- PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

En aplicación del Estudio de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

## 19.- OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

1. Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el

Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.

4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.

5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

## 20.- OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1.997.
6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.
7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

#### 21.- LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de

prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

## 22.- PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajo o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

## 23.- DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

## 24.- CONCLUSIÓN

Una vez descrito y justificado el presente texto, damos por finalizada la redacción del DOCUMENTO N° 5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD. MEMORIA de la Instalación Fotovoltaica del Proyecto de Parque Solar Fotovoltaico Conectado a Red de 4.000,00 kWn y 4.992,00 kWp.

En Cieza, Diciembre de 2022



**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

# **PLIEGO DE CONDICIONES**

**PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO**

**CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE**

**4.000,00 kWn y 4.992,00 kWp**



# ÍNDICE

- 1.- OBJETIVOS
- 2.- NORMAS Y CONDICIONES TÉCNICAS A CUMPLIR POR TODOS LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA
  - 2.1.- Condiciones generales**
  - 2.2.- Condiciones técnicas de la instalación y uso de las protecciones colectivas**
  - 2.3.- Condiciones técnicas específicas de cada una de las protecciones colectivas y normas de instalación y uso, junto con las normas de obligado cumplimiento para determinados trabajadores**
  - 2.4.- Riesgos del montaje de protecciones colectivas**
  - 2.5.- Medición y abono**
- 3.- CONDICIONES A CUMPLIR POR LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL
  - 3.1.- Condiciones generales**
  - 3.2.- Condiciones técnicas específicas de cada equipo de protección individual, junto con las normas para utilización de estos equipos.**
  - 3.3.- Medición y abono**
- 4.- SEÑALIZACIÓN DE LA OBRA
  - 4.1.- Señalización de riesgos en el trabajo**
  - 4.2.- Señalización vial**
- 5.- DETECCIÓN DE RIESGOS HIGIÉNICOS Y MEDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS RIESGOS HIGIÉNICOS
- 6.- SISTEMAS APLICADOS PARA LA EVALUACIÓN Y DECISIÓN SOBRE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS POR EL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD
  - 6.1.- Respecto a la colección colectiva**
  - 6.2.- Respecto a los equipos de protección individual**
  - 6.3.- Respecto a otros asuntos**
- 7.- LEGISLACIÓN APLICABLE A LA OBRA
- 8.- CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS MEDIOS AUXILIARES, MÁQUINAS Y EQUIPOS

## ÍNDICE

9.- CONDICIONES TÉCNICAS DE LAS INSTALACIONES PROVISIONALES PARA LOS TRABAJADORES Y ÁREAS AUXILIARES DE EMPRESA

**9.1.- Instalaciones provisionales para los trabajos con módulos prefabricados metálicos**

**9.2.- Acometidas: Energía eléctrica y Agua potable**

10.- CONDICIONES TÉCNICAS DE LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS EN LA OBRA

**10.1.- Extintores de incendios**

11.- FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES

**11.1.- Cronograma formativo**

12.- MANTENIMIENTO, CAMBIOS DE POSICIÓN, REPARACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE LA PROTECCIÓN COLECTIVA Y DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

13.- ACCIONES A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL

**13.1.- Acciones a seguir**

**13.2.- Itinerario más adecuado a seguir durante las posibles evacuaciones de accidentados**

**13.3.- Comunicaciones inmediatas en caso de accidente laboral**

**13.4.- Actuaciones administrativas en caso de accidente laboral**

**13.5.- Maletín botiquín de primeros auxilios**

14.- CONTROL DE ENTREGA DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

15.- PERFILES HUMANOS DEL PERSONAL DE PREVENCIÓN

**15.1.- Encargado de seguridad y salud**

**15.2.- Perfil del puesto de trabajo de encargado de seguridad y salud**

**15.3.- Funciones del encargado de seguridad en la obra**

**15.4.- Funciones a realizar por el encargado de seguridad**

**15.5.- Cuadrilla de seguridad**

16.- NORMAS DE ACEPTACIÓN DE RESPONSABILIDADES DEL PERSONAL DE PREVENCIÓN

## ÍNDICE

- 17.- NORMAS DE AUTORIZACIÓN DEL USO DE MAQUINARIA Y DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA
- 18.- OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA ADJUDICATARIO EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD
- 19.- NORMAS DE MEDICIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LAS PARTIDAS PRESUPUESTARIAS DE SEGURIDAD Y SALUD
- 20.- NORMAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO PARA LA PREVENCIÓN GENERAL DE RIESGOS
- 21.- EL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD
- 22.- LIBRO DE INCIDENCIAS
- 23.- LIBRO DE ÓRDENES
- 24.- CONCLUSIÓN



## 1.- OBJETIVOS

El presente pliego de condiciones técnicas y particulares de seguridad y salud, es un documento contractual de esta obra que tiene por objeto:

- Exponer todas las obligaciones del Contratista adjudicatario con respecto a este Estudio de Seguridad y Salud.
- Concretar la calidad de la prevención decidida y su montaje correcto.
- Exponer las normas preventivas de obligado cumplimiento en determinados casos o exigir al Contratista adjudicatario que incorpore a su Plan de Seguridad y Salud aquellas que son propias de su sistema de construcción de esta obra.
- Concretar la calidad de la prevención decidida para el mantenimiento posterior de lo construido.
- Definir el sistema de evaluación de las alternativas o propuestas hechas por el Plan de Seguridad y Salud, a la prevención contenida en este Estudio de Seguridad y Salud.
- Fijar unos determinados niveles de calidad de toda la prevención que se prevé utilizar, con el fin de garantizar su éxito.
- Definir las formas de efectuar el control de la puesta en obra de la prevención decidida y su administración.
- Establecer un determinado programa formativo en materia de Seguridad y Salud, que sirva para implantar con éxito la prevención diseñada.

Todo ello con el objetivo global de conseguir la realización de esta obra, sin accidentes ni enfermedades profesionales, al cumplir los objetivos fijados en la memoria de Seguridad y Salud, que no se reproducen por economía documental, pero que deben entenderse como transcritos a norma fundamental de este documento contractual.

## 2.- NORMAS Y CONDICIONES TÉCNICAS A CUMPLIR POR TODOS LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

### **2.1.- Condiciones generales**

En la memoria de este Estudio de Seguridad y Salud se han definido los medios

de protección colectiva. El Contratista adjudicatario es el responsable de que, en la obra, cumplan todos ellos, con las siguientes condiciones generales:

- El Plan de seguridad y salud respetará las protecciones colectivas diseñadas, salvo si existiese una propuesta diferente previamente aprobada.
- Las posibles propuestas alternativas que se presenten en el Plan de Seguridad y Salud, requieren para poder ser aprobadas, seriedad y una representación técnica de calidad en forma de Planos de ejecución de obra.
- Las protecciones colectivas de esta obra, estarán en acopio disponible para uso inmediato, dos días antes de la fecha decidida para su montaje, según lo previsto en el Plan de ejecución de obra.
- Serán nuevas, a estrenar, si sus componentes tienen caducidad de uso reconocida, o si así se especifica en su apartado correspondiente dentro de este "pliego de condiciones técnicas y particulares de Seguridad y Salud". Idéntico principio al descrito, se aplicará a los componentes de madera.
- Antes de ser necesario su uso, estarán en acopio real en la obra con las condiciones idóneas de almacenamiento para su buena conservación. Serán examinadas por el Coordinador en materia de seguridad y salud, o en su caso, por la Dirección Facultativa, para comprobar si su calidad se corresponde con la definida en este Estudio de Seguridad y Salud o con la del Plan de seguridad y salud que llegue a aprobarse.
- Serán instaladas previamente al inicio de cualquier trabajo que requiera su montaje. Queda prohibida la iniciación de un trabajo o actividad que requiera protección colectiva, hasta que esta esté montada por completo en el ámbito del riesgo que neutraliza o elimina.
- El Contratista adjudicatario, queda obligado a incluir y suministrar en su "Plan de ejecución de obra", la fecha de montaje, mantenimiento, cambio de ubicación y retirada de cada una de las protecciones colectivas que se contienen en este Estudio de Seguridad y Salud, siguiendo el esquema

del plan de ejecución de obra que suministrará incluido en los documentos técnicos citados.

- Será desmontada de inmediato, toda protección colectiva en uso en la que se aprecien deterioros con merma efectiva de su calidad real. Se sustituirá a continuación el componente deteriorado y se volverá a montar la protección colectiva una vez resuelto el problema. Mientras se realiza esta operación, se suspenderán los trabajos protegidos por el tramo deteriorado y se aislará eficazmente la zona para evitar accidentes. Estas operaciones quedarán protegidas mediante el uso de equipos de protección individual.
- Durante la realización de la obra, puede ser necesario variar el modo o la disposición de la instalación de la protección colectiva prevista en el Plan de Seguridad y Salud aprobado. Si esto ocurre, la nueva situación será definida en los planos de seguridad y salud, para concretar exactamente la nueva disposición o forma de montaje. Estos Planos deberán ser aprobados por el Coordinador en materia de seguridad y salud.
- Las protecciones colectivas proyectadas, están destinadas a la protección de los riesgos de todos los trabajadores y visitantes de la obra; es decir: trabajadores de la empresa principal, los de las empresas subcontratistas, empresas colaboradoras, trabajadores autónomos y visitas de los técnicos de dirección de obra o de la Propiedad; visitas de las inspecciones de organismos oficiales o de invitados por diversas causas.
- El Contratista adjudicatario, en virtud de la legislación vigente, está obligado al montaje, mantenimiento en buen estado y retirada de la protección colectiva por sus medios o mediante subcontratación, respondiendo ante la Propiedad de la obra, según las cláusulas penalizadoras del contrato de adjudicación de obra y del pliego de condiciones técnicas y particulares del proyecto.
- El montaje y uso correcto de la protección colectiva definida en este Estudio de Seguridad y Salud, es preferible al uso de equipos de protección individual para defenderse de idéntico riesgo; en

consecuencia, no se admitirá el cambio de uso de protección colectiva por el de equipos de protección individual.

- El Contratista adjudicatario, queda obligado a conservar en la posición de uso prevista y montada, las protecciones colectivas que fallen por cualquier causa, hasta que se realice la investigación con la asistencia expresa del Coordinador en materia de seguridad y salud. En caso de fallo por accidente de persona o personas, se procederá según las normas legales vigentes, avisando además sin demora, inmediatamente, tras ocurrir los hechos, al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y en su caso, a la Dirección Facultativa la obra.

## **2.2.- Condiciones técnicas de la instalación y uso de las protecciones colectivas**

Dentro del apartado correspondiente de cada protección colectiva, que se incluyen en los diversos apartados del texto siguiente, se especifican las condiciones técnicas de instalación y uso, junto con su calidad, definición técnica de la unidad y las normas de obligado cumplimiento que se han creado para que sean cumplidas por los trabajadores que deben montarlas, mantenerlas, cambiarlas de posición y retirarlas.

El Contratista adjudicatario, recogerá obligatoriamente en su "Plan de Seguridad y Salud", las condiciones técnicas y demás especificaciones mencionadas en el apartado anterior. Si el Plan de Seguridad y Salud presenta alternativas a estas previsiones, lo hará con idéntica composición y formato, para facilitar su comprensión y en su caso, su aprobación.

## **2.3.- Condiciones técnicas específicas de cada una de las protecciones colectivas y normas de instalación y uso, junto con las normas de obligado cumplimiento para determinados trabajadores**

## Escaleras de mano con capacidad de desplazamiento

### *Escalera*

Escalera de mano metálica comercializada, con soporte de tijera sobre ruedas, dotada de una plataforma rodeada de una barandilla en la coronación, con manillar de accionamiento manual para cambios de posición y parada, sin necesidad de descender de ella. De total seguridad para el usuario dentro de las posibilidades e instrucciones de uso dadas por el fabricante.

### *Material de fabricación*

Aluminio anodizado.

### *Normas de utilización*

Aplicar puntualmente las maniobras para uso correcto y seguro, contenidas dentro del manual suministrado por el fabricante.

## Extintores de incendios

### *Calidad*

Los extintores a montar en la obra serán nuevos, a estrenar.

Los extintores a instalar serán los conocidos con el nombre de "tipo universal" dadas las características de la obra a construir.

### *Instalación*

Vestuario y aseo del personal de la obra.

Almacenes con productos o materiales inflamables.

Cuadro general eléctrico.

Cuadros de máquinas fijas de obra.

Almacenes de material y talleres.

Acopios especiales con riesgo de incendio.

Extintores móviles para trabajos de soldaduras capaces de originar incendios.

### ***Mantenimiento de los extintores de incendios***

Los extintores serán revisados y retimbrados según el mantenimiento oportuno recomendado por su fabricante, que deberá concertar el contratista principal de la obra con una empresa especializada.

Normas de seguridad para la instalación y uso de los extintores de incendios:

- Se instalarán sobre patillas de cuelgue ó sobre carro, según las necesidades de extinción previstos.
- En cualquier caso, sobre la vertical del lugar donde se ubique el extintor y en tamaño grande, se instalará una señal normalizada con la palabra "EXTINTOR".

### **2.4.- Riesgos del montaje de protecciones colectivas**

Las consideraciones realizadas en este apartado serán de aplicación en las operaciones de delimitación, balizamiento y señalización dentro de la obra e instalación de protecciones colectivas.

Se colocarán señales de advertencia de los riesgos existentes, así como señales que indiquen la obligatoriedad del uso de prendas de protección personal según lo dispuesto en el R.D. 485/97 sobre señalización en lugares de trabajo.

La señalización vertical se compone de placas de plástico atornilladas a postes de madera o metálicos. Su colocación se realiza manualmente por operarios especializados.

La señalización correspondiente a esta actividad se dispondrá en el mismo tajo, a propuesta de los responsables de la obra y supervisado por la Dirección Facultativa.

Los trabajos los realizará la brigada de seguridad, que como mínimo estará compuesta por un oficial y un peón. El equipo de trabajo a usar será: pequeñas

herramientas eléctricas como: radial, taladro y grupo electrógeno y herramientas manuales. Como medios auxiliares: la escalera de mano.

Es obligada la presencia del recurso preventivo cuando exista riesgo de caída en altura.

Las protecciones colectivas que emplearán en la obra son:

- Barandillas de protección.
- Pasarelas.
- Escalera.
- Extintor.

## **2.5.- Medición y abono**

### Barandilla de protección

Todas las barandillas de protección se medirán según metro lineal y se abonarán de acuerdo a los precios establecidos en el Presupuesto.

### Pasarelas

Todas las pasarelas se medirán según metros cuadrados, y se abonarán de acuerdo a los precios establecidos en el Presupuesto.

### Escaleras

Todas las escaleras se medirán por unidad (ud) y se abonarán de acuerdo a los precios establecidos en el Presupuesto.

### Extintores

Todos los extintores de protección se medirán por unidad (ud) y se abonarán de acuerdo a los precios establecidos en el Presupuesto.

### 3.- CONDICIONES A CUMPLIR POR LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

#### **3.1.- Condiciones generales**

Como norma general, se han elegido equipos de protección individual cómodos y operativos, con el fin de evitar las negativas a su uso. Por lo expuesto, se especifica como condición expresa que: todos los equipos de protección individual utilizables en esta obra, cumplirán las siguientes condiciones generales:

- Tendrán la marca "CE", según las normas EPI.
- Los equipos de protección individual que cumplan con la indicación expresada en el punto anterior, tienen autorizado su uso durante su período de vigencia. Llegando a la fecha de caducidad, se constituirá un acopio ordenado, que será revisado por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, para que autorice su eliminación de la obra.
- Los equipos de protección individual en uso que estén rotos, serán reemplazados de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.

#### **3.2.- Condiciones técnicas específicas de cada equipo de protección individual, junto con las normas para utilización de estos equipos.**

A continuación, se especifican los equipos de protección individual junto con las normas que hay que aplicar para su utilización.

Todo equipo de protección individual en uso que esté deteriorado o roto, será reemplazado de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones. Así mismo, se investigarán los abandonos de estos equipos de protección, con el fin de razonar con los

usuarios y hacerles ver la importancia que realmente tienen para ellos.

A continuación, se especifican los equipos de protección individual que se van a usar, junto con las normas que hay que aplicar para su utilización.

Botas de seguridad de "PVC", de media caña, con plantilla contra los objetos punzantes y puntera reforzada

*Especificación técnica*

Fabricadas en cloruro de poli vinilo o goma; de media caña, con talón y empeine reforzados. Forrada en loneta resistente. Dotada de puntera y plantilla metálicas embutidas en el "PVC", y con plantilla contra el sudor. Con suela dentada contra los deslizamientos. Con marca CE, según normas E.P.I.

*Obligación de su utilización*

En la realización de cualquier trabajo con la existencia del riesgo de pisadas sobre objetos punzantes o cortantes en ambientes húmedos, encharcados o con hormigones frescos.

*Ámbito de obligación de su utilización*

Toda la superficie de la obra en fase de hormigonado de estructura y en tiempo lluvioso, en todos los trabajos que impliquen caminar sobre barro.

*Los que específicamente están obligados a la utilización de las botas de seguridad de PVC, o goma de media caña:*

- Peones especialistas de hormigonado.
- Oficiales, ayudantes y peones que realicen trabajos en hormigonado.
- Oficiales ayudantes y peones que realicen trabajos de curado de hormigón.
- Todo el personal, encargado, capataces, personal de mediciones, Dirección Facultativa y visitas, que controlen "in situ" los trabajos de hormigonado o deban caminar sobre terrenos embarrados.

## Casco de seguridad clase "N"

### *Especificación técnica*

Casco de seguridad, clase "N", con arnés de adaptación de apoyo sobre el cráneo con cintas textiles de amortiguación y contra el sudor de la frente frontal. Con marca CE, según normas E.P.I.

### *Obligación de su utilización*

Durante toda la realización de la obra y en todos los lugares, con excepción del: interior de talleres, instalaciones provisionales para los trabajadores; oficinas y en el interior de cabinas de maquinaria y siempre que no existan riesgos para la cabeza.

### *Ámbito de obligación de su utilización*

Desde el momento de entrar en la obra, durante toda la estancia en ella, dentro de los lugares con riesgos para la cabeza.

### *Los que están obligados a la utilización de la protección del casco de seguridad*

- Todo el personal en general contratado por la Empresa Principal, por los subcontratistas y los autónomos si los hubiese. Se exceptúa, por carecer de riesgo evidente y sólo "en obra en fase de terminación", a los pintores y personal que remate la urbanización y jardinería.
- Todo el personal de oficinas sin exclusión, cuando accedan a los lugares de trabajo.
- Jefatura de Obra y cadena de mando de todas las empresas participantes.
- Dirección Facultativa, representantes y visitantes invitados por la Propiedad.
- Cualquier visita de inspección de un organismo oficial o de representantes de casas comerciales para la venta de artículos.

## Cinturón de seguridad anticaídas, clase "C" tipo "1"

### *Especificación técnica*

Cinturón de seguridad contra las caídas, clase "C", tipo "1". Formado por faja dotada de hebilla de cierre; arnés unido a la faja dotado de argolla de cierre; arnés unido a la faja para pasar por la espalda, hombros y pecho, completado con perneras ajustables. Con argolla en "D" de acero estampado para cuelgue; ubicada en la cruceta del arnés a la espalda; cuerda de amarre de 1 m., de longitud, dotada de un mecanismo amortiguador y de un mosquetón de acero para enganche. Con marca CE., según normas E.P.I.

### *Obligación de su utilización*

En todos aquellos trabajos con riesgo de caída desde altura definidos en la memoria dentro del análisis de riesgos detectables. Trabajos de: montaje, mantenimiento, cambio de posición y desmantelamiento de todas y cada una de las protecciones colectivas. Montaje y desmontaje de andamios metálicos modulares. Montaje, mantenimiento y desmontaje de grúas.

### *Ámbito de obligación de su utilización*

En toda la obra. En todos aquellos puntos que presenten riesgo de caída desde altura.

### *Los que están obligados a la utilización del cinturón de seguridad, clase "C", tipo "1":*

- Montadores y ayudantes de las grúas torre.
- El gruista durante el ascenso y descenso a la cabina de mando.
- Oficiales, ayudantes y peones de apoyo al montaje, mantenimiento y desmontaje de las protecciones colectivas, según el listado específico de este trabajo preventivo.
- Montadores de: ascensores, andamios, plataformas en altura y asimilables.

- El personal que suba o labore en andamios cuyos pisos no estén cubiertos o carezcan de cualquiera de los elementos que forman las barandillas de protección.
- Personal que, encaramado a un andamio de borriquetas, a una escalera de mano o de tijera, labore en la proximidad de un borde de forjado, hueco vertical u horizontal, en un ámbito de 3 m. de distancia.

### Gafas de seguridad contra el polvo y los impactos

#### *Especificación técnica*

Gafas de seguridad antiimpactos en los ojos. Fabricadas con montura de vinilo, pantalla exterior de policarbonato, pantalla interior contra choques y cámara de aire entre las dos pantallas. Modelo panorámico, ajustable a la cabeza mediante bandas elásticas textiles contra las alergias. Con marca CE, según normas E.P.I.

#### *Obligación de su utilización*

En la realización de todos los trabajos con riesgos de proyección o arranque de partículas, reseñados dentro del "análisis de riesgos" de la "memoria".

#### *Ámbito de obligación de su utilización*

En cualquier punto de la obra en el que se trabaje produciendo o arrancando partículas.

#### *Los que están obligados al uso de gafas de seguridad contra el polvo y los impactos*

- Peones y peones especialistas, que manejen sierras circulares en vía seca, rozadoras, taladros, pistola fija clavos, lijadoras y pistolas hinca clavos.
- En general, todo trabajador que a juicio del "Vigilante de Seguridad" o de "Coordinador de Seguridad y Salud", esté sujeto al riesgo de recibir partículas proyectadas en los ojos.

### Guantes de cuero flor y loneta

#### *Especificación técnica*

Par de guantes fabricados en cuero flor en la parte anterior de palma y dedos de la mano, dorso de loneta de algodón, comercializados en varias tallas. Ajustables a la muñeca de las manos mediante bandas extensibles ocultas. Con marca CE, según normas E.P.I.

#### *Obligación de su utilización*

En todos los trabajos de manejo de herramientas manuales: picos, palas.

En todos los trabajos de manejo y manipulación de puntales y bovedillas.

Manejo de sogas o cuerdas de control seguro de cargas en suspensión a gancho.

En todos los trabajos asimilables por analogía a los citados.

#### *Ámbito de obligación de su utilización*

En todo el recinto de la obra.

*Los que están obligados a la utilización de los guantes de cuero flor y loneta:*

- Peones en general.
- Peones especialistas de montaje de encofrados.
- Oficiales encofradores.
- Ferrallistas.
- Personal asimilable por analogía de riesgos en las manos a los mencionados.

### Guantes de goma o de "PVC"

#### *Especificación técnica*

Par de guantes de goma o de "PVC". Fabricados en una sola pieza, impermeables y resistentes a: cementos, pinturas, jabones, detergentes, amoníaco, etc. Comercializados en varias tallas. Con marca CE, según normas E.P.I.

### *Obligación de su utilización*

Trabajos de sostener elementos mojados o húmedos, trabajos de hormigonado, curado de hormigones, morteros, yesos, escayolas y pinturas.

### *Ámbito de obligación de su utilización*

En todo el recinto de la obra.

### *Los que están obligados al uso de guantes de goma o de "PVC"*

- Oficiales y peones de ayuda, cuyo trabajo les obligue a fabricar, manipular o extender morteros, hormigones, pastas en general y pinturas.
- Enlucidores.
- Escayolistas.
- Techadores.
- Albañiles en general.
- Cualquier trabajador cuyas labores sean asimilables por analogía a las descritas.

### Pantalla de seguridad de sustentación manual, contra las radiaciones de soldadura eléctrica, oxiacetilénica y oxicorte

#### *Especificación técnica*

Pantalla de protección de radiaciones y chispas de soldadura eléctrica, oxiacetilénica y oxicorte, de sustentación manual, con un peso máximo entre 200 y 600 gr; dotada con un doble filtro, uno neutro contra los impactos y el otro contra las radiaciones, abatible; resistentes a la perforación y penetración por objetos incandescentes o sólidos proyectados violentamente. Con marca CE, según normas E.P.I.

### *Obligación de su utilización*

En todos los trabajos de soldadura eléctrica, oxiacetilénica y oxicorte.

### *Ámbito de obligación de su utilización*

En toda la obra.

### *Los que están obligados a su utilización*

- Oficiales y ayudantes de soldadura eléctrica, oxiacetilénica y oxicorte, al realizar sus tareas específicas.

### **3.3.- Medición y abono**

#### Casco de seguridad dieléctrico

Todos los cascos de seguridad dieléctrico se medirán según unidades y se abonarán de acuerdo a los precios establecidos en el Presupuesto.

#### Par de botas C/Puntera Metal

Todos los pares de botas con puntera de metal se medirán según unidades y se abonarán de acuerdo a los precios establecidos en el Presupuesto.

#### Peto reflectante de seguridad

Todos los petos reflectantes de seguridad se medirán según unidades y se abonarán de acuerdo a los precios establecidos en el Presupuesto.

#### Traje Impermeable

Todos los trajes impermeables se medirán según unidades y se abonarán de acuerdo a los precios establecidos en el Presupuesto.

#### Par de guantes de uso general

Todos los pares de guantes de uso general se medirán según unidades y se abonarán de acuerdo a los precios establecidos en el Presupuesto.

#### Gafas contra impactos

Todas las gafas contra impactos se medirán según unidades y se abonarán de acuerdo a los precios establecidos en el Presupuesto.

### Chaleco de obras reflectante

Todos los chalecos de obras reflectantes se medirán según unidades y se abonarán de acuerdo a los precios establecidos en el Presupuesto.

### Mascarillas de protección

Todas las mascarillas de protección se medirán según unidades y se abonarán de acuerdo a los precios establecidos en el Presupuesto.

### Protecciones auditivas

Todas las protecciones auditivas se medirán según unidades y se abonarán de acuerdo a los precios establecidos en el Presupuesto.

### Equipos para soldadura

Todos equipos para soldadura se medirán según unidades y se abonarán de acuerdo a los precios establecidos en el Presupuesto.

### Cinturón portaherramientas

Todos los cinturones portaherramientas se medirán según unidades y se abonarán de acuerdo a los precios establecidos en el Presupuesto.

### Arnés de seguridad

Todos los arneses de seguridad se medirán según unidades y se abonarán de acuerdo a los precios establecidos en el Presupuesto.

### Guantes dieléctricos BT

Todos los guantes dieléctricos de BT se medirán según unidades y se abonarán de acuerdo a los precios establecidos en el Presupuesto.

### Guantes de goma

Todos los guantes de goma se medirán según unidades y se abonarán de acuerdo a los precios establecidos en el Presupuesto.

## 4.- SEÑALIZACIÓN DE LA OBRA

### **4.1.- Señalización de riesgos en el trabajo**

Esta señalización cumplirá con el contenido del Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, que no se reproduce por economía documental. Desarrolla los preceptos específicos sobre señalización de riesgos en el trabajo según la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

En las mediciones y presupuesto, se especifican: el tipo, modelo, tamaño y material de cada una de las señales previstas para ser utilizadas en la obra. Estos textos deben tenerse por transcritos a este pliego como normas de obligado cumplimiento.

#### Descripción técnica

CALIDAD: Serán nuevas, a estrenar. Con el fin de economizar costos se eligen y valoran los modelos adhesivos en tres tamaños comercializados: pequeño, mediano y grande.

Señal de riesgos en el trabajo normalizada según el Real Decreto 485/1997 de 14 de abril.

Con el fin de no aumentar innecesariamente el texto de este pliego de condiciones de seguridad y Salud, deben tenerse por transcritas en él, las literaturas de las mediciones referentes a la señalización de riesgos en el trabajo. Su reiteración es innecesaria.

#### Normas para el montaje de las señales

- Las señales se ubicarán en los lugares adecuados a la función que desempeñan.
- Está previsto el cambio de ubicación de cada señal mensualmente como mínimo para garantizar su máxima eficacia. Se pretende que por integración en el "paisaje habitual de la obra" no sea ignorada por los trabajadores.

- Las señales permanecerán cubiertas por elementos opacos cuando el riesgo, recomendación o información que anuncian sea innecesario y no convenga por cualquier causa su retirada.
- Se instalarán en los lugares y a las distancias apropiadas a la legislación vigente.
- Se mantendrá permanentemente un tajo de limpieza y mantenimiento de señales, que garantice su eficacia.

#### Normas de seguridad de obligado cumplimiento por los montadores de la señalización

Se hará entrega a los montadores de las señales del siguiente texto y firmarán un recibo de recepción, que estará archivado a disposición del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y en su caso, de la Autoridad Laboral:

*“La tarea que va a realizar es muy importante; de su buen hacer depende que no existan accidentes en la obra. Considere que una señal es necesaria para avisar a sus compañeros de la existencia de algún riesgo, peligro o aviso necesario para su integridad física.*

*La señalización de riesgos en el trabajo, no se monta de una forma caprichosa. Debe seguir lo más exactamente posible, los planos que para ello le suministre el Encargado de Seguridad o el Coordinador de Seguridad y Salud, que han sido elaborados por técnicos y que cumplen con las especificaciones necesarias para garantizar su eficacia.*

*No improvise el montaje. Estudie y replantee el lugar de señalización, según los planos y normas de montaje correcto que se le suministran. Si por cualquier causa, observa que una o varias señales no quedan lo suficientemente visibles, no improvise, consulte con el Encargado de Seguridad o con el Coordinador de Seguridad y Salud, para que le den una solución eficaz, luego, póngala en práctica.*

*Avise al Coordinador de Seguridad y Salud o al Encargado de Seguridad para que se cambie de inmediato el material usado o seriamente deteriorado. En este proyecto el material de seguridad se abona; se exige, por lo tanto, nuevo, a estrenar.*

*Considere que es usted quien corre los riesgos que anuncia la señal mientras la instala. Este montaje no puede realizarse a destajo.*

*Tenga siempre presente, que la señalización de riesgos en el trabajo se monta, mantiene y desmonta por lo general, con la obra en funcionamiento. Que el resto de los trabajadores no saben que se van a encontrar con usted y por consiguiente, que trabajan confiadamente. Son acciones de alto riesgo. Extreme sus precauciones”.*

Para este trabajo y por su Seguridad, es obligatorio que use el siguiente listado de equipos de protección individual:

- Casco de seguridad, para evitar los golpes en la cabeza.
- Ropa de trabajo, preferiblemente un "mono" con bolsillos cerrados por cremallera, fabricado en algodón 100x100.
- Guantes de loneta y cuero, para protección contra los objetos abrasivos y pellizcos en las manos.
- Botas de seguridad, para que le sujete los tobillos en los diversos movimientos que debe realizar y evitar los resbalones.
- Cinturón de seguridad, clase "C", que es el especial para que, en caso de posible caída al vacío usted no sufra lesiones importantes.

Debe saber que todos los equipos de protección individual que se le suministren, deben tener la certificación impresa de la marca "CE", que garantiza el cumplimiento de la Norma Europea para esa protección individual.

Por último, deseándole éxito sin accidentes en su tarea, convencidos de su apoyo a la seguridad y Salud de esta obra.”

## **4.2.- Señalización vial**

Esta señalización cumplirá con el "Código de la Circulación" y con el contenido de la "Norma de carreteras 8.3-IC, señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas fuera de poblado" promulgada por el "MOPU", que no se reproducen por economía documental.

En las "literaturas" de las mediciones y presupuesto, se especifican: el tipo, modelo, tamaño y material de cada una de las señales previstas para ser utilizadas en la obra. Estos textos deben tenerse por transcritos a este pliego de condiciones técnicas y particulares como características de obligado cumplimiento.

ACLARACIÓN PREVIA: El objetivo de la señalización vial de esta obra es doble; es decir, pretende proteger a los conductores de la vía respecto de riesgo a terceros por la existencia de obras, que es totalmente ajeno a los objetivos de un estudio o plan de seguridad y Salud, y además, proteger a los trabajadores de la obra de los accidentes causados por la irrupción, por lo general violenta, de los vehículos en el interior de la obra.

Este apartado en consecuencia de lo escrito, tiene por objeto resolver exclusivamente el riesgo en el trabajo de los obreros por irrupción de vehículos en la obra.

### Descripción técnica

CALIDAD: Serán nuevas, a estrenar.

Señal de tráfico normalizada según la norma de carreteras "8.3-IC" - Señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.

Con el fin de no aumentar innecesariamente el texto de este pliego de condiciones de seguridad y salud, deben tenerse por transcritas en él, las

literaturas de las mediciones referentes a la señalización vial, su reiteración es innecesaria.

#### Normas para el montaje de las señales

- No se instalarán en los paseos o arcenes, pues ello constituiría un obstáculo fijo temporal para la circulación.
- Queda prohibido inmovilizarlas con piedras apiladas o con materiales sueltos, se instalarán sobre los pies derechos metálicos y trípodes que les son propios.
- Las señales permanecerán cubiertas por elementos opacos cuando el riesgo, recomendación o información que anuncian sea innecesario y no convenga por cualquier causa su retirada.
- Se instalarán en los lugares y a las distancias que se indican en los planos específicos de señalización vial.
- Se mantendrá permanentemente un tajo de limpieza y mantenimiento de señales, que garantice la eficacia de la señalización vial instalada en esta obra.
- En cualquier caso y pese a lo previsto en los planos de señalización vial, se tendrán en cuenta los comentarios y posibles recomendaciones que haga la Jefatura Provincial de Carreteras a lo largo de la realización de la obra y por su especialización, los de la Guardia Civil de Tráfico.

#### 5.- DETECCIÓN DE RIESGOS HIGIÉNICOS Y MEDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS RIESGOS HIGIÉNICOS

El Constructor adjudicatario, está obligado a recoger en su plan de seguridad y salud y realizar a continuación, las mediciones técnicas de los riesgos higiénicos, bien directamente, o mediante la colaboración o contratación con unos laboratorios, mutuas patronales o empresas especializadas, con el fin de detectar y evaluar los riesgos higiénicos previstos o que pudieran detectarse, a lo largo de la realización de los trabajos; se definen como tales los siguientes:

- Nivel acústico de los trabajos y de su entorno.
- Identificación y evaluación de la presencia de disolventes orgánicos, (pinturas).

Estas mediciones y evaluaciones necesarias para la higiene de la obra, se realizarán mediante el uso del necesario aparataje técnico especializado, manejado por personal cualificado.

Los informes de estado y evaluación, serán entregados al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, para la toma de decisiones.

## 6.- SISTEMAS APLICADOS PARA LA EVALUACIÓN Y DECISIÓN SOBRE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS POR EL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

La autoría del estudio de seguridad y salud, para evaluar las alternativas propuestas por el Contratista adjudicatario en su plan de seguridad y salud, utilizará los siguientes criterios técnicos:

### **6.1.- Respecto a la colección colectiva**

El montaje, mantenimiento, cambios de posición y retirada de una propuesta alternativa, no tendrán más riesgos o de mayor entidad, que los que tiene la solución de un riesgo decidida en este trabajo.

La propuesta alternativa, no exigirá hacer un mayor número de maniobras que las exigidas por la que pretende sustituir; se considera que: a mayor número de maniobras, mayor cantidad de riesgos.

No puede ser sustituida por equipos de protección individual.

No aumentará los costos económicos previstos.

No implicará un aumento del plazo de ejecución de obra.

No será de calidad inferior a la prevista en este estudio de seguridad y Salud.

Las soluciones previstas en este estudio de seguridad, que estén comercializadas con garantías de buen funcionamiento, no podrán ser sustituidas por otras de tipo artesanal, (fabricadas en taller o en la obra), salvo que éstas se justifiquen mediante un cálculo expreso, su representación en planos técnicos y la firma de un técnico competente.

### **6.2.- Respecto a los equipos de protección individual**

Las propuestas alternativas no serán de inferior calidad a las previstas en este estudio de seguridad.

No aumentarán los costos económicos previstos, salvo si se efectúa la presentación de una completa justificación técnica, que razone la necesidad de un aumento de la calidad decidida en este estudio de seguridad.

### **6.3.- Respecto a otros asuntos**

El plan de seguridad y salud, debe contestar fielmente a todas las obligaciones contenidas en este estudio de seguridad y salud.

El plan de seguridad y salud, reproducirá la estructura de este estudio de seguridad y salud, con el fin de abreviar en todo lo posible, el tiempo necesario para realizar su análisis y proceder a los trámites de aprobación.

El plan de seguridad y salud, suministrará el "plan de ejecución de la obra" que propone el Contratista adjudicatario como consecuencia de la oferta de adjudicación de la obra, conteniendo como mínimo, todos los datos que contiene el de este estudio de seguridad y salud.

## 7.- LEGISLACIÓN APLICABLE A LA OBRA

Debe entenderse transcrita toda la legislación laboral de España, que no se reproduce por economía documental. Es de obligado cumplimiento el Derecho Positivo del Estado y de sus Comunidades Autónomas aplicable a esta obra, porque el hecho de su transcripción o no, es irrelevante para lograr su eficacia.

## 8.- CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS MEDIOS AUXILIARES, MÁQUINAS Y EQUIPOS

Se prohíbe el montaje de los medios auxiliares, máquinas y equipos, de forma parcial; es decir, omitiendo el uso de alguno o varios de los componentes con los que se comercializan para su función.

El uso, montaje y conservación de los medios auxiliares, máquinas y equipos, se hará siguiendo estrictamente las condiciones de montaje y utilización segura, contenidas en el manual de uso editado por su fabricante.

Todos los medios auxiliares, máquinas y equipos a utilizar en esta obra, tendrán incorporados sus propios dispositivos de seguridad exigibles por aplicación de la legislación vigente. Se prohíbe expresamente la introducción en el recinto de la obra, de medios auxiliares, máquinas y equipos que no cumplan la condición anterior.

Si el mercado de los medios auxiliares, máquinas y equipos, ofrece productos con la marca "CE", el Contratista adjudicatario, en el momento de efectuar el estudio para presentación de la oferta de ejecución de la obra, debe tenerlos presentes e intentar incluirlos, porque son por sí mismos, más seguros que los que no la poseen.

## 9.- CONDICIONES TÉCNICAS DE LAS INSTALACIONES PROVISIONALES PARA LOS TRABAJADORES Y ÁREAS AUXILIARES DE EMPRESA

### **9.1.- Instalaciones provisionales para los trabajos con módulos prefabricados metálicos**

Estos servicios quedan resueltos mediante la instalación de módulos metálicos prefabricados comercializados en chapa emparedada con aislamiento térmico y acústico, montados sobre soleras ligeras de hormigón que garantizarán su estabilidad y buena nivelación. Los planos y las "literaturas" y contenido de las mediciones, aclaran las características técnicas que deben reunir estos módulos, su ubicación e instalación. Se considera unidad de obra de seguridad, su recepción, instalación, mantenimiento, retirada y demolición de la solera de cimentación.

#### Materiales

Cimentación de hormigón en masa de 150 Kg, de cemento "portland".

Módulos metálicos comercializados en chapa metálica aislante pintada contra la corrosión, en las opciones de compra o de alquiler mensual. Se han previsto en la opción de alquiler mensual. Dotados de la carpintería metálica necesaria para su ventilación, con acristalamiento simple en las ventanas, que a su vez, estarán dotadas con hojas practicables de corredera sobre guías metálicas, cerradas mediante cerrojos de presión por mordaza simple.

Carpintería y puertas de paso formadas por cercos directos para mampara y hojas de paso de madera, sobre cuatro pernios metálicos. Las hojas de paso de los retretes y duchas, serán de las de tipo rasgado a 50 cm., sobre el pavimento, con cierre de manivela y cerrojillo. Las puertas de acceso poseerán cerraja a llave.

#### Instalaciones

Módulos dotados de fábrica, de fontanería para agua caliente y fría y desagües, con las oportunas griferías, sumideros, desagües, aparatos sanitarios y duchas.

Todas las conducciones están previstas en "PVC".

De electricidad montada, iniciándola desde el cuadro de distribución, dotado de los interruptores magnetotérmicos y diferencial de 30 mA; distribuida con manguera contra la humedad, dotada de hilo de toma de tierra. Se calcula un enchufe por cada dos lavabos.

### Acometidas

Teniendo en cuenta que la construcción se realiza en un lugar despoblado, sin los servicios urbanos de acometidas de agua potable y desagües, así como electricidad, la solución prevista es: los desagües se realizarán a fosas sépticas prefabricadas para el uso de 16 trabajadores.

### **9.2.- Acometidas: Energía eléctrica y Agua potable**

El suministro de energía eléctrica al comienzo de la obra y antes de que se realice la oportuna acometida eléctrica de la obra, se realizará mediante la puesta en funcionamiento de un grupo electrógeno generador trifásico, accionado por un motor de gasóleo. Se le considera un medio auxiliar necesario para la ejecución de la obra, consecuentemente no se valora en el presupuesto de seguridad. La acometida de agua potable, se realizará a la tubería de suministro especial para la obra, que tiene idéntico tratamiento económico que el descrito en el punto anterior.

## 10.- CONDICIONES TÉCNICAS DE LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS EN LA OBRA

Para evitar o extinguir el riesgo de incendio se establecen las siguientes normas de obligado cumplimiento:

- Queda prohibida la realización de hogueras, la utilización de mecheros, realización de soldaduras y asimilables en presencia de materiales inflamables, si antes no se dispone del extintor idóneo para la extinción del posible incendio.

- El Contratista adjudicatario, queda obligado a suministrar en su plan de seguridad y salud, un plano en el que se plasmen unas vías de evacuación, para las fases de construcción según su plan de ejecución de obra y su tecnología propia de construcción. Es evidente, que en fase de proyecto, no es posible establecer estas vías, si así se proyectaran quedarían reducidas al campo teórico.
- Se establece como método de extinción de incendios, el uso de extintores cumpliendo la norma UNE 23.110, aplicándose por extensión, el Real Decreto 2267/2004.
- En este estudio de seguridad y salud, se definen una serie de extintores aplicando las citadas normas. El Contratista adjudicatario, respetará en su plan de seguridad y salud el nivel de prevención diseñado, pese a la libertad que se le otorga para modificarlo según la conveniencia de sus propios: sistema de construcción y de organización.

### **10.1.- Extintores de incendios**

#### Definición técnica de la unidad

CALIDAD: los extintores a montar en la obra serán nuevos, a estrenar.

Los extintores serán los conocidos con los códigos "A", "B" y los especiales para fuegos eléctricos. En las "literaturas" de las mediciones y presupuesto, quedan definidas todas sus características técnicas, que deben entenderse incluidas en este pliego de condiciones técnicas y particulares y que no se reproducen por economía documental.

#### Lugares de esta obra en los que se instalarán los extintores de incendios:

- Vestuario y aseo del personal de la obra.
- Almacenes con productos o materiales inflamables.
- Cuadro general eléctrico.
- Cuadros de máquinas fijas de obra.
- Almacenes de material y talleres.
- Acopios especiales con riesgo de incendio

Está prevista, además, la existencia y utilización, de extintores móviles para trabajos de soldaduras capaces de originar incendios.

#### Mantenimiento de los extintores de incendios

Los extintores serán revisados y retimbrados según el mantenimiento oportuno recomendado por su fabricante, que deberá concertar el Contratista adjudicatario de la obra con una empresa especializada colaboradora del ministerio de industria para esta actividad.

#### Normas de seguridad para la instalación y uso de los extintores de incendios

Se instalarán sobre patillas de cuelgue o sobre carro, según las necesidades de extinción previstas.

En cualquier caso, sobre la vertical del lugar donde se ubique el extintor y en tamaño grande, se instalará una señal normalizada con la oportuna pictografía y la palabra "EXTINTOR".

Al lado de cada extintor, existirá un rótulo grande formado por caracteres negros sobre fondo amarillo, que mostrará la siguiente leyenda.

#### Normas para uso de extintor de incendios

- En caso de incendio, descuelgue el extintor.
- Retire el pasador de la cabeza que inmoviliza el mando de accionamiento.
- Póngase a sotavento; evite que las llamas o el humo vayan hacia usted.
- Accione el extintor dirigiendo el chorro a la base de las llamas, hasta apagarlas o agotar el contenido.
- Si observa que no puede dominar el incendio, pida que alguien avise al "Servicio Municipal de Bomberos" lo más rápidamente que pueda.

## 11.- FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES

El Contratista adjudicatario está legalmente obligado a formar en el método de trabajo correcto a todo el personal a su cargo; es decir, en el método de trabajo seguro; de tal forma, que todos los trabajadores de esta obra deberán tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y del de los equipos de protección individual necesarios para su protección.

Independientemente de la formación que reciban de tipo convencional esta información específica se les dará por escrito, utilizando los textos que para este fin se incorporan a este pliego de condiciones técnicas y particulares.

### **11.1.- Cronograma formativo**

Debe preverse la realización de unos cursos de formación para los trabajadores, capaces de cubrir los siguientes objetivos generales:

- Divulgar los contenidos preventivos de este estudio de seguridad y salud, una vez convertido en plan de seguridad y salud aprobado.
- Comprender y aceptar su necesidad de aplicación.
- Crear entre los trabajadores, un auténtico ambiente de prevención de riesgos laborales.

Por lo expuesto, se establecen los siguientes criterios, para que sean desarrollados por el plan de seguridad y salud:

- El Contratista adjudicatario suministrará en su plan de seguridad y salud, las fechas en las que se impartirán los cursos de formación en la prevención de riesgos laborales, respetando los criterios que al respecto suministra este estudio de seguridad y salud, en sus apartados de "normas de obligado cumplimiento".
- El plan de seguridad recogerá la obligación de comunicar a tiempo a los trabajadores, las normas de obligado cumplimiento y la obligación de firmar al margen del original del citado documento, el oportuno "recibí".

Con esta acción se cumplen dos objetivos importantes: formar de manera inmediata y dejar constancia documental de que se ha efectuado esa formación.

## 12.- MANTENIMIENTO, CAMBIOS DE POSICIÓN, REPARACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE LA PROTECCIÓN COLECTIVA Y DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

El Contratista adjudicatario propondrá al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, dentro de su plan de seguridad y salud, un "programa de evaluación" del grado de cumplimiento de lo dispuesto en el texto de este pliego de condiciones en materia de prevención de riesgos laborales, capaz de garantizar la existencia de la protección decidida en el lugar y tiempos previstos, su eficacia preventiva real y el mantenimiento, reparación y sustitución, en su caso, de todas las protecciones que se ha decidido utilizar.

Este programa contendrá como mínimo:

- La metodología a seguir según el propio sistema de construcción del Contratista adjudicatario.
- La frecuencia de las observaciones o de los controles que va a realizar.
- Los itinerarios para las inspecciones planeadas.
- El personal que prevé utilizar en estas tareas.
- El informe análisis, de la evolución de los controles efectuados.

## 13.- ACCIONES A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL

### **13.1.- Acciones a seguir**

El accidente laboral significa un fracaso de la prevención de riesgos por multitud de causas, entre las que destacan las de difícil o nulo control.

Por ello, es posible que, pese a todo el esfuerzo desarrollado y nuestra intención preventiva, se produzca algún fracaso.

El Contratista adjudicatario queda obligado a recoger dentro de su "plan de seguridad y salud" los siguientes principios de socorro:

- El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.
- En caso de caída desde altura o a distinto nivel y en el caso de accidente eléctrico, se supondrá siempre, que pueden existir lesiones graves, en consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales para la inmovilización del accidentado hasta la llegada de la ambulancia y de reanimación en el caso de accidente eléctrico.
- En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia; se evitarán en lo posible según el buen criterio de las personas que atiendan primariamente al accidentado, la utilización de los transportes particulares, por lo que implican de riesgo e incomodidad para el accidentado.
- El Contratista adjudicatario comunicará, a través del "plan de seguridad y salud" que componga, la infraestructura sanitaria propia, mancomunada o contratada con la que cuenta, para garantizar la atención correcta a los accidentados y su más cómoda y segura evacuación de esta obra.
- El Contratista adjudicatario comunicará, a través del "plan de seguridad y salud" que componga, el nombre y dirección del centro asistencial más próximo, previsto para la asistencia sanitaria de los accidentados, según sea su organización. El nombre y dirección del centro asistencial deberá ser definido por el Contratista adjudicatario.
- El Contratista adjudicatario, queda obligado a instalar una serie de rótulos con caracteres visibles a 2 m, de distancia, en el que se suministre a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria para conocer el centro asistencial, su dirección, teléfonos de contacto etc.; este rótulo contendrá como mínimo los datos del cuadro siguiente, cuya realización material queda a la libre disposición del Contratista adjudicatario:

EN CASO DE ACCIDENTE ACUDIR A:	
Nombre del centro asistencial:	A definir en el Plan de SyS
Dirección:	“
Teléfono de ambulancias:	“
Teléfono de urgencias:	“
Teléfono de información	“

- El Contratista adjudicatario instalará el rótulo precedente de forma obligatoria en los siguientes lugares de la obra: acceso a la obra en sí; en la oficina de obra; en el vestuario aseo del personal; en el comedor; y en tamaño hoja Din A4 en el interior de cada maletín botiquín de primeros auxilios. Esta obligatoriedad se considera una condición fundamental para lograr la eficacia de la asistencia sanitaria en caso de accidente laboral.

### **13.2.- Itinerario más adecuado a seguir durante las posibles evacuaciones de accidentados**

El Contratista adjudicatario queda obligado a incluir en su plan de seguridad y salud, un itinerario recomendado para evacuar a los posibles accidentados, con el fin de evitar errores en situaciones límite que pudieran agravar las posibles lesiones del accidentado.

### **13.3.-Comunicaciones inmediatas en caso de accidente laboral**

El Contratista adjudicatario queda obligado a realizar las acciones y comunicaciones que se recogen en el cuadro explicativo informativo siguiente, que se consideran acciones clave para un mejor análisis de la prevención decidida y su eficacia:

## COMUNICACIONES INMEDIATAS EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL

El Contratista adjudicatario incluirá, en su plan de seguridad y salud, la siguiente obligación de comunicación inmediata de los accidentes laborales:

### Accidentes de tipo leve.

Al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra: de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.

A la Dirección Facultativa de la obra: de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.

A la Autoridad Laboral: en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.

### Accidentes de tipo grave.

Al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra: de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.

A la Dirección Facultativa de la obra: de forma inmediata, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.

A la Autoridad Laboral: en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.

### Accidentes mortales.

Al juzgado de guardia: para que pueda procederse al levantamiento del cadáver y a las investigaciones judiciales.

Al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra: de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.

A la Dirección Facultativa de la obra: de forma inmediata, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.

A la Autoridad Laboral: en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.

#### **13.4.- Actuaciones administrativas en caso de accidente laboral**

Con el fin de informar a la obra de sus obligaciones administrativas en caso de accidente laboral, el Contratista adjudicatario queda obligado a recoger en su plan de seguridad y salud, una síntesis de las actuaciones administrativas a las que está legalmente obligado.

#### **13.5.- Maletín botiquín de primeros auxilios**

En la obra se instalará un maletín botiquín de primeros auxilios, conteniendo todos los artículos que se especifican a continuación:

Agua oxigenada; alcohol de 96 grados; tintura de yodo; "mercurocromo" o; amoniaco; gasa estéril; algodón hidrófilo estéril; esparadrapo antialérgico; torniquetes antihemorrágicos; bolsa para agua o hielo; guantes esterilizados; termómetro clínico; apósitos autoadhesivos; antiespasmódicos; analgésicos; tónicos cardiacos de urgencia y jeringuillas desechables.

## 14.- CONTROL DE ENTREGA DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

El Contratista adjudicatario, incluirá en su "Plan de Seguridad y Salud", el modelo del "parte de entrega de equipos de protección individual" que tenga por costumbre utilizar en sus obras. Si no lo posee deberá componerlo y presentarlo a la aprobación del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Contendrá como mínimo los siguientes datos:

- Número del parte.
- Identificación del Contratista principal.
- Empresa afectada por el control, sea principal, subcontratista o autónomo.
- Nombre del trabajador que recibe los equipos de protección individual.
- Oficio o empleo que desempeña.
- Categoría profesional.
- Listado de los equipos de protección individual que recibe el trabajador.
- Firma del trabajador que recibe el equipo de protección individual.
- Firma y sello de la empresa principal.

Estos partes estarán confeccionados por duplicado. El original de ellos, quedará archivado en poder del Encargado de Seguridad y Salud, la copia se entregará al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

## 15.- PERFILES HUMANOS DEL PERSONAL DE PREVENCIÓN

### **15.1.- Encargado de seguridad y salud**

Con el fin de poder controlar día a día y puntualmente la prevención y protección decididas, es necesaria la existencia de un Encargado de Seguridad, que será contratado por el Contratista adjudicatario de la obra.

### **15.2.- Perfil del puesto de trabajo de encargado de seguridad y salud**

Auxiliar Técnico de obra, con capacidad de entender y transmitir los contenidos del plan de seguridad y salud.

Con capacidad de dirigir a los trabajadores de la Cuadrilla de Seguridad y Salud.

### **15.3.- Funciones del encargado de seguridad en la obra**

La autoría de este estudio de seguridad y salud, no considera necesaria la presencia continua en la obra de un Encargado de Seguridad que garantice con su labor cotidiana, los niveles de prevención plasmados en este estudio de seguridad y salud con las siguientes funciones técnicas, que se definen en el conjunto de riesgos y prevención detectados para la obra.

### **15.4.- Funciones a realizar por el encargado de seguridad**

- Seguirá las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.
- Informará puntualmente del estado de la prevención desarrollada al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.
- Controlará y dirigirá, siguiendo las instrucciones del plan que origine este estudio de seguridad y salud, el montaje, mantenimiento y retirada de las protecciones colectivas.
- Dirigirá y coordinará la cuadrilla de seguridad y salud.
- Controlará las existencias y consumos de la prevención y protección decidida en el plan de seguridad y salud aprobado y entregará a los trabajadores y visitas los equipos de protección individual.
- Realizará las mediciones de las certificaciones de seguridad y salud, para la jefatura de obra.

### **15.5.- Cuadrilla de seguridad**

Estará formada por un oficial y dos peones. El Contratista adjudicatario, queda obligado a la formación de estas personas en las normas de seguridad que se incluyen dentro del plan que origine este estudio de seguridad y salud, para garantizar, dentro de lo humanamente posible, que realicen su trabajo sin accidentes.

### **16.- NORMAS DE ACEPTACIÓN DE RESPONSABILIDADES DEL PERSONAL DE PREVENCIÓN**

Las personas designadas lo serán con su expresa conformidad, una vez conocidas las responsabilidades y funciones que aceptan y que en síntesis se resumen en esta frase: "realizar su trabajo lo mejor que puedan, con la máxima precaución y seguridad posibles, contra sus propios accidentes". Carecen de responsabilidades distintas a las de cualquier otro ciudadano, que trabaje en la obra; es decir, como todos los españoles, tienen la misma obligación de cumplir con la legislación vigente. El resto de apreciaciones que se suelen esgrimir para no querer aceptar este puesto de trabajo, son totalmente subjetivas y falsas.

El plan de seguridad y salud, recogerá los siguientes documentos para que sean firmados por los respectivos interesados. Estos documentos tienen por objeto revestir de la autoridad necesaria a las personas, que por lo general no están acostumbradas a dar recomendaciones de prevención de riesgos laborales o no lo han hecho nunca. Se suministra a continuación para ello, un solo documento tipo, que el Contratista adjudicatario debe adaptar en su plan, a las figuras de: Encargado de Seguridad y Salud, cuadrilla de seguridad y para el técnico de seguridad en su caso.

Nombre del puesto de trabajo de prevención:

Fecha:

Actividades que debe desempeñar:

Nombre del interesado:

Este puesto de trabajo, cuenta con todo el apoyo técnico, de la Dirección Facultativa de Seguridad y Salud, junto con el de la jefatura de la obra.

Firmas: La Dirección Facultativa de Seguridad y Salud. El jefe de obra. Acepto el nombramiento, El interesado.

Sello del Constructor adjudicatario:

Estos documentos, se firmarán por triplicado. El original quedará archivado en la oficina de la obra. La primera copia, se entregará firmada y sellada en original, a la Dirección Facultativa de Seguridad y Salud; la tercera copia, se entregará firmada y sellada en original al interesado.

#### 17.- NORMAS DE AUTORIZACIÓN DEL USO DE MAQUINARIA Y DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA

Está demostrado por la experiencia, que muchos de los accidentes de las obras ocurren entre otras causas, por el voluntarismo mal entendido, la falta de experiencia o de formación ocupacional y la impericia. Para evitar en lo posible estas situaciones, se implanta en esta obra la obligación real de estar autorizado a utilizar una máquina o una determinada máquina herramienta.

El Contratista adjudicatario, queda obligado a componer según su estilo el siguiente documento recogerlo en su plan de seguridad y ponerlo en práctica:

**DOCUMENTO DE AUTORIZACIÓN DE UTILIZACIÓN DE LAS MÁQUINAS Y DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA.**

Fecha:

Nombre del interesado que queda autorizado:

Se le autoriza el uso de las siguientes máquinas por estar capacitado para ello:

Lista de máquinas que puede usar:

Firmas: El interesado. El jefe de obra.

Sello de constructor adjudicatario.

Estos documentos se firmarán por triplicado. El original quedará archivado en la oficina de la obra.

La copia, se entregará firmada y sellada en original al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra; la tercera copia, se entregará firmada y sellada en original al interesado.

**18.- OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA ADJUDICATARIO EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD**

- Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente del Estado Español y sus Comunidades Autónomas, referida a la seguridad y salud en el trabajo y concordantes, de aplicación a la obra.
- Elaborar en el menor plazo posible y siempre antes de comenzar la obra, un plan de seguridad cumpliendo con el articulado del Real Decreto: 1.627/1.997 de 24 de octubre, que respetará el nivel de prevención definido en todos los documentos de este estudio de seguridad y salud. Requisito sin el cual no podrá ser aprobado.
- Incorporar al plan de seguridad y salud, el "plan de ejecución de la obra" que piensa seguir, incluyendo desglosadamente, las partidas de seguridad con el fin de que puedan realizarse a tiempo y de forma eficaz.

- Presentar el plan de seguridad a la aprobación del Coordinador en materia de seguridad y salud, o en su caso a la Dirección Facultativa, antes del comienzo de la obra. Realizar diligentemente cuantos ajustes fueran necesarios para que la aprobación pueda ser otorgada; y no comenzar la obra hasta que este trámite se haya concluido.
- Entregar el plan de seguridad aprobado, a las personas que define el Real Decreto 1.627/1.997 de 24 de octubre.
- Notificar al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, con quince días de antelación, la fecha en la que piensa comenzar los trabajos, con el fin de que pueda programar sus actividades y asistir a la firma del acta de replanteo, pues este documento, es el que pone en vigencia el contenido del plan de seguridad y salud que se apruebe.
- En el caso de que pudiera existir alguna diferencia entre los presupuestos del estudio y el del plan de seguridad y Salud que presente el Contratista adjudicatario, acordar las diferencias y darles la solución más oportuna, con la autoría del estudio de Seguridad y Salud antes de la firma del acta de replanteo.
- Transmitir la prevención contenida en el plan de seguridad y salud aprobado, a todos los trabajadores propios, subcontratistas y autónomos de la obra y hacerles cumplir con las condiciones y prevención en él expresadas.
- Entregar a todos los trabajadores de la obra independientemente de su afiliación empresarial principal, subcontratada o autónoma, los equipos de protección individual definidos en este pliego de condiciones técnicas y particulares del plan de seguridad y salud aprobado, para que puedan usarse de forma inmediata y eficaz.
- Montar a tiempo todas las protecciones colectivas definidas en el pliego de condiciones técnicas y particulares del plan de seguridad y salud aprobado, según lo contenido en el plan de ejecución de obra; mantenerla en buen estado, cambiarla de posición y retirarla, con el conocimiento de que se ha diseñado para proteger a todos los

trabajadores de la obra, independientemente de su afiliación empresarial principal, subcontratistas o autónomos.

- Montar a tiempo según lo contenido en el plan de seguridad y salud aprobado: las instalaciones provisionales para los trabajadores. Mantenerlas en buen estado de confort y limpieza; realizar los cambios de posición necesarios, las reposiciones del material fungible y la retirada definitiva, conector de que se definen y calculan estas instalaciones, para ser utilizadas por todos los trabajadores de la obra, independientemente de su afiliación empresarial principal, subcontratistas o autónomos.
- Cumplir fielmente con lo expresado en el pliego de condiciones técnicas y particulares del plan de seguridad y salud aprobado, en el apartado: "acciones a seguir en caso de accidente laboral".
- Informar de inmediato de los accidentes: leves, graves, mortales o sin víctimas al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, tal como queda definido en el apartado "acciones a seguir en caso de accidente laboral".
- Disponer en acopio de obra, antes de ser necesaria su utilización, todos los artículos de prevención contenidos y definidos en este estudio de seguridad y salud, en las condiciones que expresamente se especifican dentro de este pliego.
- Colaborar con la Dirección Facultativa de Seguridad y Salud, en la solución técnico preventiva, de los posibles imprevistos del proyecto o motivados por los cambios de ejecución decididos sobre la marcha, durante la ejecución de la obra.
- Incluir en el plan de seguridad y salud que presentará para su aprobación, las medidas preventivas implantadas en su empresa y que son propias de su sistema de construcción. Unidas a las que suministramos para el montaje de la protección colectiva y equipos, dentro de este pliego, formarán un conjunto de normas específicas de obligado cumplimiento en la obra.

- Componer en el plan de seguridad y salud, una declaración formal de estar dispuesto a cumplir con estas obligaciones en particular y con la prevención y su nivel de calidad, contenidas en este estudio de seguridad y salud. Sin el cumplimiento de este requisito, no podrá ser otorgada la aprobación del plan de seguridad y salud.

#### 19.- NORMAS DE MEDICIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LAS PARTIDAS PRESUPUESTARIAS DE SEGURIDAD Y SALUD

Las mediciones de los componentes y equipos de seguridad se realizarán en la obra, mediante la aplicación de las unidades físicas y patrones, que las definen; es decir: m, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, ud, y h. No se admitirán otros supuestos.

La medición de los equipos de protección individual utilizados, se realizarán mediante el análisis de la veracidad de los partes de entrega definidos en este pliego de condiciones técnicas y particulares, junto con el control del acopio de los equipos retirados por uso, caducidad o rotura.

No se admitirán las mediciones de protecciones colectivas, equipos y componentes de seguridad, de calidades inferiores a las definidas en este pliego de condiciones.

La certificación del presupuesto de seguridad está sujeta a las normas de certificación, que deben aplicarse al resto de las partidas presupuestarias del proyecto de ejecución, según el contrato de construcción firmado entre la Propiedad y el Contratista adjudicatario. Estas partidas a las que nos referimos, son parte integrante del proyecto de ejecución por definición expresa de la legislación vigente.

#### 20.- NORMAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO PARA LA PREVENCIÓN GENERAL DE RIESGOS

El contratista adjudicatario de la obra queda obligado a introducir en el Plan de Seguridad y Salud sus Normas de Prevención de Empresa. Si no cumple con

este requisito, el Plan de Seguridad no podrá ser aprobado.

## 21.- EL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

El plan de seguridad y salud será redactado por el Contratista adjudicatario, cumpliendo los siguientes requisitos; si incumple alguno de ellos, la aprobación del plan de seguridad y salud no podrá ser otorgada:

- Cumplirá las especificaciones del Real Decreto 1.627/1.997 y concordantes, confeccionándolo antes de la firma del acta de replanteo. Siendo requisito indispensable, el que se pueda aprobar antes de proceder a la firma de la citada acta, que recogerá expresamente el cumplimiento de tal circunstancia.
- Respetará escrupulosamente el contenido de todos los documentos integrantes de este estudio de seguridad y salud, limitándose a realizar la adaptación a la tecnología de construcción que es propia del Contratista adjudicatario, analizando y completando todo aquello que crea menester para lograr el cumplimiento de los objetivos contenidos en este estudio de seguridad y salud. Además, está obligado a suministrar, los documentos y definiciones que en él se le exigen, especialmente el plan de ejecución de obra, conteniendo de forma desglosada las partidas de seguridad y salud.
- Respetará la estructura de este estudio de seguridad y salud.
- Suministrará planos de calidad técnica, planos de ejecución de obra con los detalles oportunos para su mejor comprensión.
- No contendrá croquis de los llamados "fichas de seguridad" de tipo genérico o de los denominadas de divulgación, salvo si los incluye en una separata formativa informativa para los trabajadores totalmente separada del cuerpo documental del plan de seguridad y salud. En cualquier caso, estos croquis aludidos, no tendrán la categoría de planos de seguridad y, en consecuencia, nunca se aceptarán como substitutivos de ellos.
- No podrá ser sustituido por ningún otro tipo de documento, que no se ajuste a lo especificado en los apartados anteriores.

- La empresa del Contratista adjudicatario estará identificada en cada página y en cada plano del plan de seguridad y salud.
- El nombre de la obra que previene, aparecerá en el encabezamiento de cada página y en el cajetín identificativo de cada plano.
- Se presentará encuadernado a tamaño DIN A4, con anillas, tornillos, "gusanillo de plástico" o con alambre continuo.
- Todos sus documentos: memoria, pliego de condiciones técnicas y particulares, mediciones y presupuesto, estarán sellados en su última página con el sello oficial del contratista adjudicatario de la obra. Los planos, tendrán impreso el sello mencionado en su cajetín identificativo o carátula.

## 22.- LIBRO DE INCIDENCIAS

Lo suministrará a la obra la Propiedad o el colegio oficial que vise el estudio de seguridad y salud, tal y como se recoge en el Real Decreto 1.627/1.997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en la obra de construcción.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra está legalmente obligado a tenerlo a disposición de: la Dirección Facultativa de la obra; Encargado de Seguridad; Comité de Seguridad y salud; Inspección de Trabajo y Técnicos y Organismos de prevención de riesgos laborales de las Comunidades Autónomas.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, estarán obligados a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

Cuando el coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o cualquier otra persona integrada en la dirección facultativa observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista de ello, dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y la salud de los trabajadores, disponer la paralización de los tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra. En este supuesto la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente, a los contratistas y, en su caso, a los subcontratistas afectados por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores de éstos.

### 23.- LIBRO DE ÓRDENES

Las órdenes de seguridad y salud, las dará el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, mediante la utilización del "Libro de Órdenes y Asistencias" de la obra. Las anotaciones así expuestas, tienen rango de órdenes o comentarios necesarios de ejecución de obra y en consecuencia, deberán ser respetadas por el Contratista adjudicatario de la obra.

### 24.- CONCLUSIÓN

Una vez descrito y justificado el presente texto, damos por finalizada la redacción del DOCUMENTO N° 6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD. PLIEGO DE CONDICIONES de la Instalación Fotovoltaica del Proyecto de Parque Solar Fotovoltaico Conectado a Red de 4.000,00 kWn y 4.992,00 kWp.

En Cieza, Diciembre de 2022

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

# **PRESUPUESTO**

**PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO  
CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE**

**4.000,00 kWn y 4.992,00 kWp**



## Capítulo nº 1 SEGURIDAD Y SALUD

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

### 1.1.- ELEMENTOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

1.1.1 M Barandilla protección lateral de zanjas, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
BARANDILLA ZANJAS	24				24,000	
					24,000	24,000
<b>Total m :</b>			<b>24,000</b>		<b>36,80 €</b>	<b>883,20 €</b>

1.1.2 M2 Pasarela para cruce de zanjas de 500x2000 mm incluso colocación y desmontaje

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
PASARELA PARA ZANJA	40	0,45	1,40	2,05	51,660	
					51,660	51,660
<b>Total m2 :</b>			<b>51,660</b>		<b>46,22 €</b>	<b>2.387,73 €</b>

1.1.3 Ud Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-113B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora, según UNE 23110.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	8				8,000	
					8,000	8,000
<b>Total ud :</b>			<b>8,000</b>		<b>70,48 €</b>	<b>563,84 €</b>

### 1.2.- ELEMENTOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

1.2.1 Ud Casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas eléctricas, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CASCO DE SEGURIDAD PARA MONTAJE MECÁNICO Y ELÉCTRICO	20				20,000	
					20,000	20,000
<b>Total ud :</b>			<b>20,000</b>		<b>9,63 €</b>	<b>192,60 €</b>

1.2.2 Ud Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, antideslizantes (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
BOTAS DE SEGURIDAD GENERAL	20				20,000	
					20,000	20,000
<b>Total ud :</b>			<b>20,000</b>		<b>21,60 €</b>	<b>432,00 €</b>

1.2.3 Ud Peto reflectante de seguridad personal en colores amarillo y rojo, (amortizable en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
PETO DE USO GENERAL	20				20,000	
					20,000	20,000
<b>Total ud :</b>			<b>20,000</b>		<b>8,44 €</b>	<b>168,80 €</b>

## Capítulo nº 1 SEGURIDAD Y SALUD

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
1.2.4	Ud	Traje impermeable de trabajo, 2 piezas de PVC. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		IMPERMEABLE PVC PARA TRABAJOS CON LLUVIA	20				20,000	
							20,000	20,000
				<b>Total ud :</b>	<b>20,000</b>	<b>7,24 €</b>		<b>144,80 €</b>
1.2.5	Ud	Par de guantes de uso general de cuero, lona y serraje. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		GUANTES DE USO GENERAL	20				20,000	
							20,000	20,000
				<b>Total ud :</b>	<b>20,000</b>	<b>1,22 €</b>		<b>24,40 €</b>
1.2.6	Ud	Gafas protectoras contra impactos, incoloras, homologadas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		GAFAS PARA USO GENERAL	20				20,000	
							20,000	20,000
				<b>Total ud :</b>	<b>20,000</b>	<b>2,45 €</b>		<b>49,00 €</b>
1.2.7	Ud	Chaleco de obras reflectante. Amortizable en 5 usos. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		CHALECO DE USO GENERAL	20				20,000	
							20,000	20,000
				<b>Total ud :</b>	<b>20,000</b>	<b>20,72 €</b>		<b>414,40 €</b>
1.2.8	Ud	Mascarillas de protección para ambientes pulvigenos con cambio de filtro mecánico						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		MASCARILLAS PARA USO EN FASE DE OBRA CIVIL	45				45,000	
							45,000	45,000
				<b>Total ud :</b>	<b>45,000</b>	<b>2,82 €</b>		<b>126,90 €</b>
1.2.9	Ud	Cinturón portaherramientas mutiusos						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		CINTURÓN PORTAHERRAMIENTAS PARA USO GENERAL	20				20,000	
							20,000	20,000
				<b>Total ud :</b>	<b>20,000</b>	<b>20,06 €</b>		<b>401,20 €</b>
1.2.10	Ud	Guantes de protección de riesgo eléctrico en baja tensión, fabricados en material aislante, de clase O y categoría R. Norma UNE-EN 60903.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal

## Capítulo nº 1 SEGURIDAD Y SALUD

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
		GUANTES PARA MONTAJE ELÉCTRICO BT EN TENSIÓN	20	20,000	
				<u>20,000</u>	20,000
		<b>Total ud :</b>	<b>20,000</b>	<b>17,17 €</b>	<b>343,40 €</b>

### 1.3.- SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

1.3.1 Ud Cartel general indicativo de riesgos, de PVC serigrafiado, de 990x670 mm, colocado.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
SEÑALIZACIÓN	5				<u>5,000</u>	
					5,000	5,000
		<b>Total ud :</b>	<b>5,000</b>	<b>24,01 €</b>		<b>120,05 €</b>

1.3.2 Ud Valla de obra reflectante de 170x25 cm. de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con terminación en colores rojo y blanco, patas metálicas, amortizable en 5 usos, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
VALLA REFLECTANTE	5				<u>5,000</u>	
					5,000	5,000
		<b>Total ud :</b>	<b>5,000</b>	<b>38,59 €</b>		<b>192,95 €</b>

### 1.4.- SERVICIOS PARA EL PERSONAL

1.4.1 Ud Taquilla metálica, para uso individual con llave, (1 unidad x nº operarios punta x 1,20) colocada.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
TAQUILLA	20				<u>20,000</u>	
					20,000	20,000
		<b>Total ud :</b>	<b>20,000</b>	<b>62,42 €</b>		<b>1.248,40 €</b>

1.4.2 Ud Mes de alquiler de aseo portátil de polietileno, de 1,20x1,20x2,35 m, color gris, sin conexiones, con inodoro químico anaerobio con sistema de descarga de bomba de pie, espejo, puerta con cerradura y techo translúcido para entrada de luz exterior.

Incluye: Montaje, instalación y comprobación.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Criterio de medición de obra: Amortización en forma de alquiler mensual, según condiciones definidas en el contrato suscrito con la empresa suministradora.

Criterio de valoración económica: El precio incluye la limpieza y el mantenimiento del aseo durante el periodo de alquiler.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Aseo portatil	4	3,00			<u>12,000</u>	
					12,000	12,000
		<b>Total Ud :</b>	<b>12,000</b>	<b>161,37 €</b>		<b>1.936,44 €</b>

## Capítulo nº 1 SEGURIDAD Y SALUD

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
1.4.3	Ud	Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor en obra, compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes. Incluye: Montaje, instalación y comprobación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud. Criterio de medición de obra: Amortización en forma de alquiler mensual, según condiciones definidas en el contrato suscrito con la empresa suministradora. Criterio de valoración económica: El precio incluye la limpieza y el mantenimiento de la caseta durante el periodo de alquiler.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	Comedor		4				4,000	
							4,000	4,000
					<b>4,000</b>		<b>231,10 €</b>	<b>924,40 €</b>
1.4.4	Ud	Mes de alquiler de caseta prefabricada para despacho de oficina en obra, compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo de aglomerado revestido con PVC continuo y poliestireno con apoyo en base de chapa y revestimiento de tablero en paredes. Incluye: Montaje, instalación y comprobación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud. Criterio de medición de obra: Amortización en forma de alquiler mensual, según condiciones definidas en el contrato suscrito con la empresa suministradora. Criterio de valoración económica: El precio incluye la limpieza y el mantenimiento de la caseta durante el periodo de alquiler.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	Oficina		4				4,000	
							4,000	4,000
					<b>4,000</b>		<b>155,33 €</b>	<b>621,32 €</b>
1.4.5	Ud	Mes de alquiler de caseta prefabricada para almacenamiento en obra de los materiales, la pequeña maquinaria y las herramientas, compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa y suelo de aglomerado hidrófugo. Incluye: Montaje, instalación y comprobación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud. Criterio de medición de obra: Amortización en forma de alquiler mensual, según condiciones definidas en el contrato suscrito con la empresa suministradora. Criterio de valoración económica: El precio incluye la limpieza y el mantenimiento de la caseta durante el periodo de alquiler.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	Caseta almacén		4				4,000	
							4,000	4,000

## Capítulo nº 1 SEGURIDAD Y SALUD

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>Total Ud :</b>			<b>4,000</b>	<b>100,31 €</b>	<b>401,24 €</b>

- 1.4.6 Ud Mesa para 10 personas (amortizable en 4 usos), 2 bancos para 5 personas (amortizables en 2 usos), horno microondas (amortizable en 5 usos), nevera (amortizable en 5 usos) y depósito de basura (amortizable en 10 usos) en local o caseta de obra para comedor. Incluso montaje e instalación.  
 Incluye: Colocación y fijación de los elementos.  
 Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Mobiliario comedor	2				2,000	
					2,000	2,000
<b>Total Ud :</b>			<b>2,000</b>	<b>335,85 €</b>		<b>671,70 €</b>

- 1.4.7 Ud Horas de limpieza y desinfección de la caseta o local provisional en obra, realizadas por peón ordinario de construcción. Incluso material y elementos de limpieza. Según R.D. 486/1997.  
 Incluye: Trabajos de limpieza.  
 Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Estudio o Estudio Básico de Seguridad y Salud.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Limpieza casetas obra	20				20,000	
					20,000	20,000
<b>Total Ud :</b>			<b>20,000</b>	<b>20,07 €</b>		<b>401,40 €</b>

- 1.4.8 Ud Costo mensual del Comité de Seguridad y salud en el Trabajo, considerando una reunión al mes de dos horas y formado por un técnico cualificado en materia de seguridad y salud, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª o ayudante y un vigilante con categoría de oficial de 1ª.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
COSTE COMITÉ SS	4				4,000	
					4,000	4,000
<b>Total ud :</b>			<b>4,000</b>	<b>82,28 €</b>		<b>329,12 €</b>

### 1.5.- MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

- 1.5.1 Ud Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
BOTIQUÍN	1				1,000	
					1,000	1,000
<b>Total ud :</b>			<b>1,000</b>	<b>55,33 €</b>		<b>55,33 €</b>

- 1.5.2 Ud Reposición de material de botiquín de urgencia.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
--	------	-------	-------	------	---------	----------

---

## Capítulo nº 1 SEGURIDAD Y SALUD

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
		MATERIAL BOTIQUÍN	1	<u>1,000</u>	
				1,000	1,000
		<b>Total ud :</b>	<b>1,000</b>	<b>25,59 €</b>	<b>25,59 €</b>
					<hr/>
				<b>Parcial nº 1 SEGURIDAD Y SALUD :</b>	<b>13.060,21 €</b>



---

## Presupuesto de ejecución material

---

1 SEGURIDAD Y SALUD	13.060,21 €
1.1.- ELEMENTOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	3.834,77 €
1.2.- ELEMENTOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	2.297,50 €
1.3.- SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD	313,00 €
1.4.- SERVICIOS PARA EL PERSONAL	6.534,02 €
1.5.- MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	80,92 €
Total .....	<hr/> 13.060,21 €

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de TRECE MIL SESENTA EUROS CON VEINTIUN CÉNTIMOS.

En Cieza, Diciembre de 2022



**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

# **PLANOS**

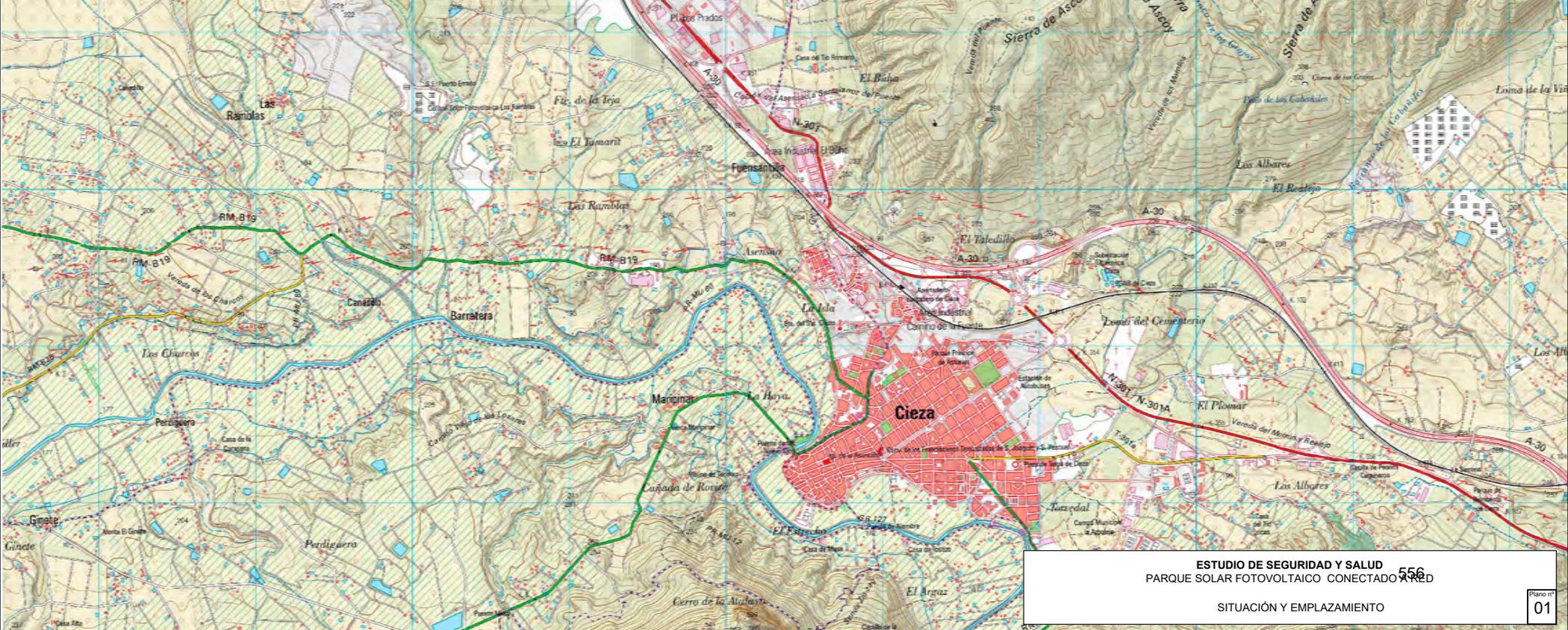
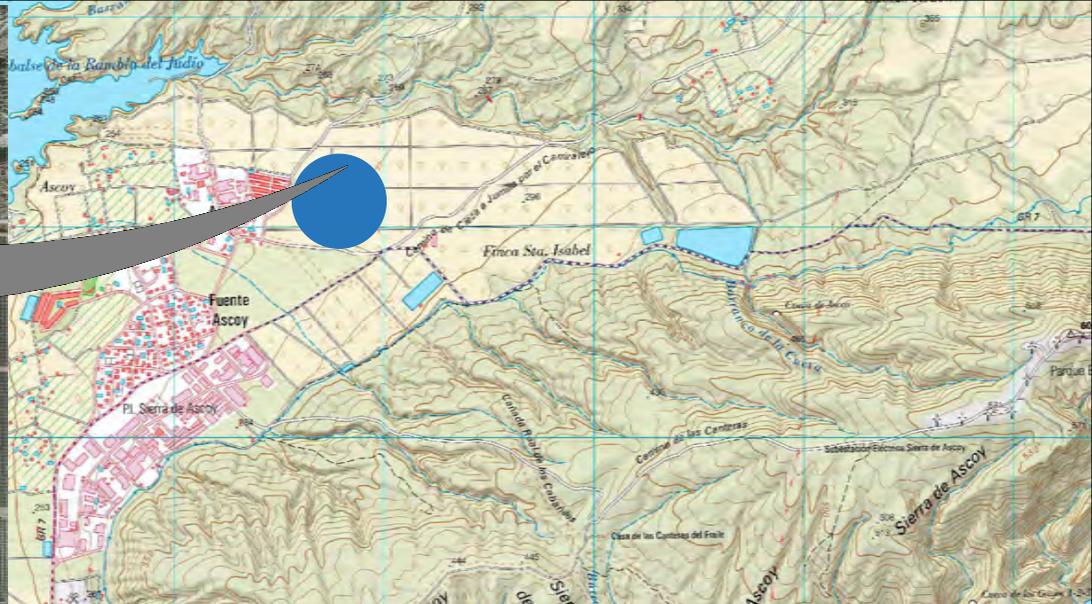
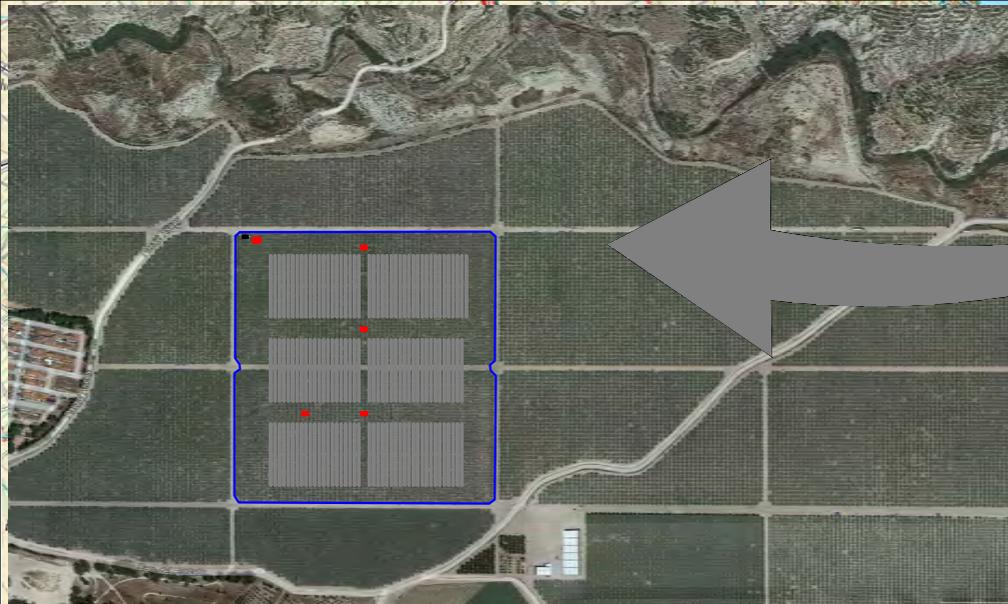
**PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO  
CONECTADO A RED Y SEGUIDORES A 1 EJE**

**4.000,00 kWn y 4.992,00 kWp**

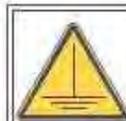
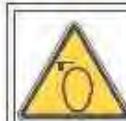


## ÍNDICE

- 01.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
- 02.- SEÑALIZACIÓN: ADVERTENCIA
- 03.- SEÑALIZACIÓN: OBLIGACIÓN Y PROHIBICIÓN
- 04.- SEÑALIZACIÓN: ELEMENTOS REFLECTANTES
- 05.- CENTROS SANITARIOS
- 06.- INSTALACIONES DE OBRA
- 07.- ZONA DE RIESGO ESPECIAL: ZANJAS, VALLADO Y MONTAJE
- 08.- PROTECCIONES INDIVIDUALES: BOTAS Y CASCOS DE SEGURIDAD
- 09.- PROTECCIONES INDIVIDUALES: GAFAS DE SEGURIDAD
- 10.- PROTECCIONES INDIVIDUALES: CINTURONES DE SEGURIDAD
- 11.- PROTECCIONES COLECTIVAS: BARANDILLAS CON SOPORTES
- 12.- PROTECCIONES COLECTIVAS: VALLAS DE MALLAZO
- 13.- PROTECCIONES COLECTIVAS: VALLAS MÓVILES
- 14.- PROTECCIONES DE RIESGO ELÉCTRICO: CUADRO DE OBRA
- 15.- PROTECCIONES DE RIESGO ELÉCTRICO: ESQUEMA CONEXIÓN A GRUPO ELECTRÓGENO
- 16.- PROTECCIONES DE RIESGO ELÉCTRICO: DISTANCIAS DE SEGURIDAD A LÍNEAS ELÉCTRICAS
- 17.- PRECUACIONES DE USO EN ESCALERAS DE MANO
- 18.- PRECAUCIONES DE USO EN ESCALERAS DE MANO
- 19.- CARGA Y DESCARGA
- 20.- ESLINGAS Y ÁNGULOS ENTRE RAMALES
- 21.- ENTIBADOS
- 22.- EXCAVACIONES
- 23.- MEDIDAS PREVENTIVAS: EQUIPO DE SOLDADURA
- 24.- MEDIDAS PREVENTIVAS: MEDIOS AUXILIARES



# Señales de Advertencia de Peligro

											
ATENCIÓN RUIDO	PELIGRO PERROS	ATENCIÓN PERROS PELIGROSOS	¡ATENCIÓN! ALTA TEMPERATURA	¡ATENCIÓN! BAJA TEMPERATURA	ATENCIÓN CAÍDAS A DISTINTO NIVEL	PELIGRO DE INCENDIO	RIESGO DE CORROSIÓN	PELIGRO DE INTOXICACIÓN	PELIGRO DE MUERTE	PELIGRO DE MUERTE NO FUMAR NO ENCENDER FUEGOS NO BEBER NI COMER NADA	ALTA TENSION PELIGRO DE MUERTE
											
ATENCIÓN DESPIEDRIZADOS	¡PELIGRO! ALTA TENSION	ES PELIGROSO PERMANECER EN ESTE LUGAR	¡ATENCIÓN! RIESGO BIOLÓGICO	PELIGRO MAQUINARIA EN FUNCIONAMIENTO	SALIDA DE CAMIONES	RIESGO ELECTRICO	PELIGRO INDEFINIDO	¡ATENCIÓN! RAYOS X	PELIGRO DE RADIACION	¡ATENCIÓN! RADIACIONES LASER	ATENCIÓN CARGA SUSPENDIDA
											
PELIGRO ANDAMIO EN MAL ESTADO	¡ATENCIÓN! AIRE COMPRESO	ATENCIÓN A LAS MANOS	ZONA DE VOLCANOS	RADIACIONES NO IONIZANTES	RIESGO DE ASFIXIA POR PRESENCIA DE GASES INERTES	PELIGRO MAQUINARIA EN FUNCIONAMIENTO	¡ATENCIÓN! POSIBLE CAÍDAS DE OBJETOS	PELIGRO DE EXPLOSION	¡ATENCIÓN! ALTA PRESION	ATENCIÓN PUESTA A TIERRA	PELIGRO LIQUIDOS INFLAMABLES
											
¡ATENCIÓN! RIESGO DE ATRAPAMIENTO	¡ATENCIÓN! MAQUINA EN REPARACION	¡ATENCIÓN! RIESGO DE TROPEZAR	MATERIAS NOXIVAS O IRRITANTES	¡ATENCIÓN! CAMPO MAGNETICO INTENSO	¡ATENCIÓN! BAJA TEMPERATURA	PELIGRO GAS INFLAMABLE	PELIGRO MATERIALES INFLAMABLES	PELIGRO ACIDOS	PELIGRO GASES TOXICOS	PELIGRO PRODUCTOS TOXICOS	PELIGRO CABLES DE ALTA TENSION ARRIBA
											
PELIGRO MATERIAL COMBURENTE	PELIGRO SUELO RESBALADIZO	PELIGRO CRUIZES DE REACCIONES	¡ATENCIÓN! RIESGO DE ATRAPAMIENTO	PELIGRO OBJETOS A BAJA ALTURA	PELIGRO SUELO FRAGIL	¡ATENCIÓN! CABLES DE ALTA VOLTAJE SUSPENDIDA	PELIGRO CONDUCTORES EN TENSION ALTA	PELIGRO MATERIAS RADIOACTIVAS	PELIGRO PASO DE CARRETERA	PELIGRO MATERIAS EXPLOSIVAS	MATERIAS EXPLOSIVAS PROHIBIDO EL FUMAR O ENCENDER FUEGOS O BEBER NI COMER NADA

# Señales de Prohibición



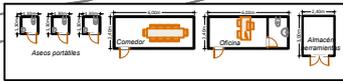
## ELEMENTOS REFLECTANTES

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			ELEMENTO DE SEÑALIZACION
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PANEL DIRECCIONAL ALTO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
PANEL DIRECCIONAL ESTRECHO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
PANEL DOBLE DIRECCIONAL ALTO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
PANEL DOBLE DIRECCIONAL ESTRECHO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
PANEL DE ZONA EXCLUIDA AL TRAFICO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
CONO		ROJO	BLANCO	BLANCO	

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			ELEMENTO DE SEÑALIZACION
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PIQUETE		ROJO	BLANCO	BLANCO	
BALIZA DE BORDE DERECHO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
BALIZA DE BORDE DERECHO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
HITO DE BORDE REFLEXIVO Y LUMINISCENTE		NARANJA	NARANJA	NARANJA	
GUIRNALDA		ROJO BLANCO	ROJO BLANCO	ROJO BLANCO	
BASTIDOR MOVIL		ROJO AMBAR (Segun señales interiores)	BLANCO	BLANCO	

## Señales de Advertencia de Peligro

 ATENCIÓN RUIDO	 PELIGRO PERROS	 ATENCIÓN PERROS PELIGROSOS	 ATENCIÓN ALTA TEMPERATURA	 ATENCIÓN BAJA TEMPERATURA	 ATENCIÓN CAÍDAS A DISTINTO NIVEL	 PELIGRO DE INCENDIO	 PELIGRO DE CORROSIÓN	 PELIGRO DE INTOXICACIÓN	 PELIGRO DE MUERTE	 PELIGRO: MUERTE O SERIALES LESIONES FÍSICAS DURABLES	 ALTA TENSION PELIGRO DE MUERTE
 ATENCIÓN ASFIJIAMIENTO	 PELIGRO ALTA TENSION	 ES PELIGROSO PERMANECER EN ESTE LUGAR	 ATENCIÓN RIESGO BIOLÓGICO	 PELIGRO MAQUINARIA EN FUNCIONAMIENTO	 SALIDA DE ZANONES	 RIESGO ELECTRICO	 PELIGRO INDETERMINADO	 ATENCIÓN RAYOS X	 PELIGRO DE RADIACIÓN	 ATENCIÓN RADIACIONES LASER	 ATENCIÓN CARGA SUSPENDIDA
 PELIGRO ANDAMIO EN MAL ESTADO	 ATENCIÓN AIR E COMPRESIDO	 ATENCIÓN A LAS MANOS	 ZONA DE VOLADURAS	 RADIACIONES NO IONIZANTES	 RIESGO DE AEREA POR PRESENCIA DE GASES PELIGROSOS	 PELIGRO MAQUINARIA EN FUNCIONAMIENTO	 ATENCIÓN POSIBLE CAIDA DE OBJETOS	 PELIGRO DE EXPLOSIÓN	 ATENCIÓN ALTA PRESIÓN	 ATENCIÓN PUERTA ABIERTA	 PELIGRO LIQUIDOS INFLAMABLES
 ATENCIÓN RIESGO DE ATRAPAMIENTO	 ATENCIÓN MAQUINA EN REPARACIÓN	 ATENCIÓN RIESGO DE TROPEZAR	 MATERIAS MOJIVAS O IRRITANTES	 ATENCIÓN CAMPO MAGNETICO INTENSO	 ATENCIÓN BAJA TEMPERATURA	 PELIGRO GAS INFLAMABLE	 PELIGRO MATERIALES INFLAMABLES	 PELIGRO ACIDOS	 PELIGRO GASES TOXICOS	 PELIGRO PRODUCTOS TOXICOS	 PELIGRO CABLES DE ALTA TENSION ARRIBA
 PELIGRO MATERIAL COMBURENTE	 PELIGRO RESEALADO	 PELIGRO CRUZ DE REACCIONES	 ATENCIÓN RIESGO DE ATRAPAMIENTO	 PELIGRO OBJETOS A BAJA ALTURA	 PELIGRO SUELO FRAGIL	 ATENCIÓN CABLES EN TENSION ARRIBA	 PELIGRO CONDUCTORES EN TENSION ARRIBA	 PELIGRO MATERIAS RADIOACTIVAS	 PELIGRO PAGO DE CARRETLA	 PELIGRO MATERIAS EXPLOSIVAS	 ATENCIÓN PERSONAL TRABAJANDO EN PAIS A OTRA PERSONA ABA JALZANDO



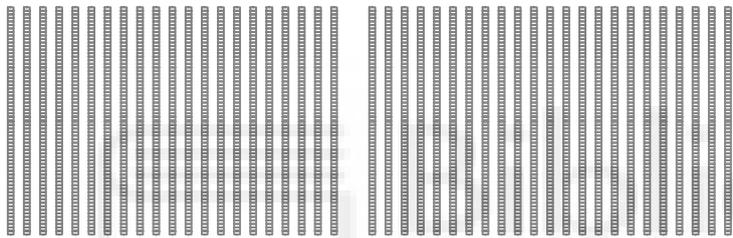
Caseta Servicios Auxiliares

Acceso

CMM Coordenadas UTM  
(X=656979 - Y=4238249)

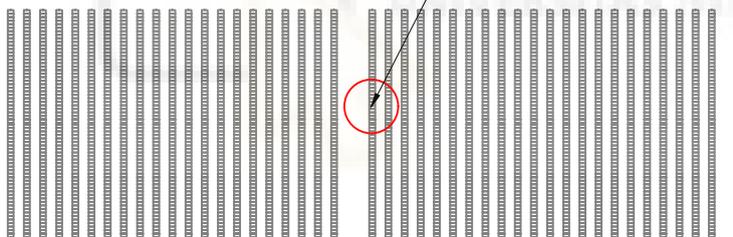


CT 4



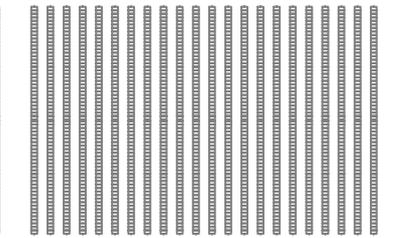
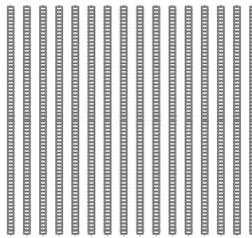
CT 3

Centro Geométrico  
X=648019 - Y=4234706



CT 1

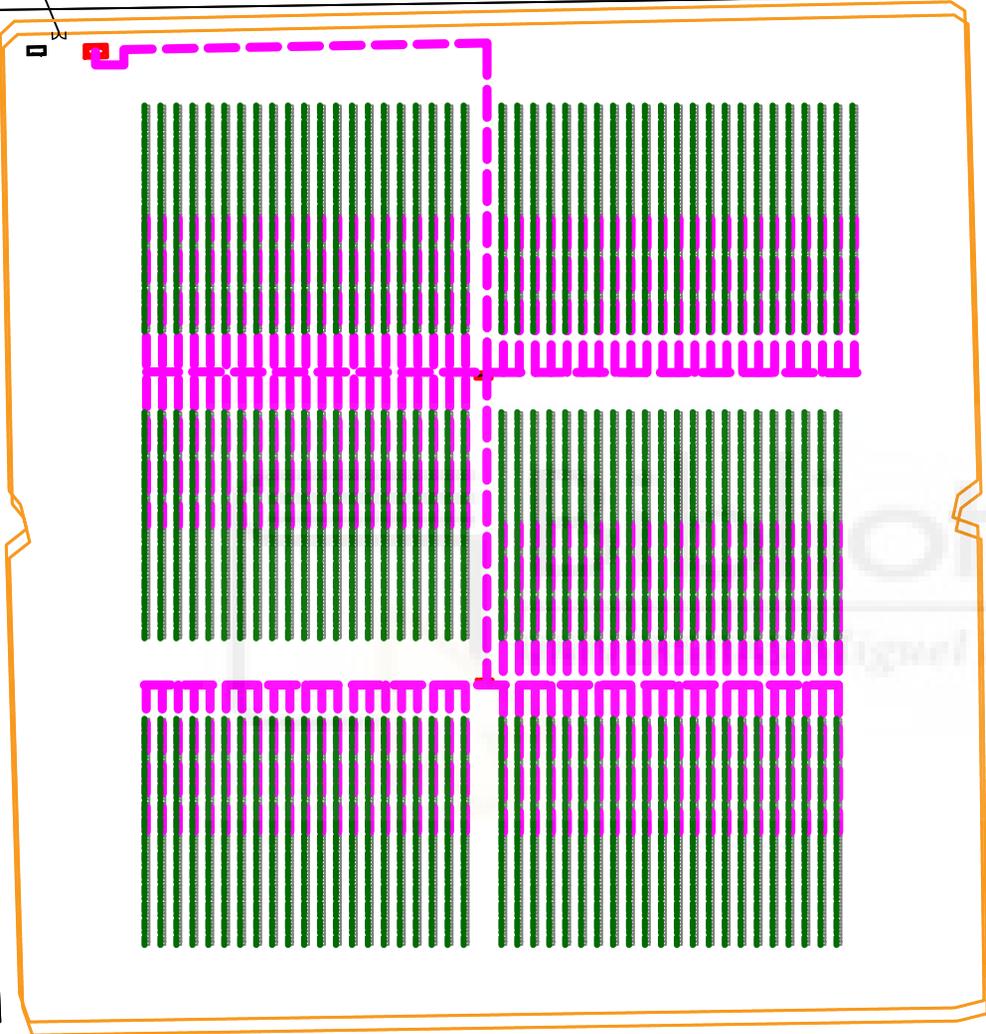
CT 2



Zona de especial riesgo (Casetas prefabricadas).

- A: ASEOS PORTÁTILES
- B: COMEDOR
- C: OFICINA
- D: ALMACÉN HERRAMIENTAS

Acceso



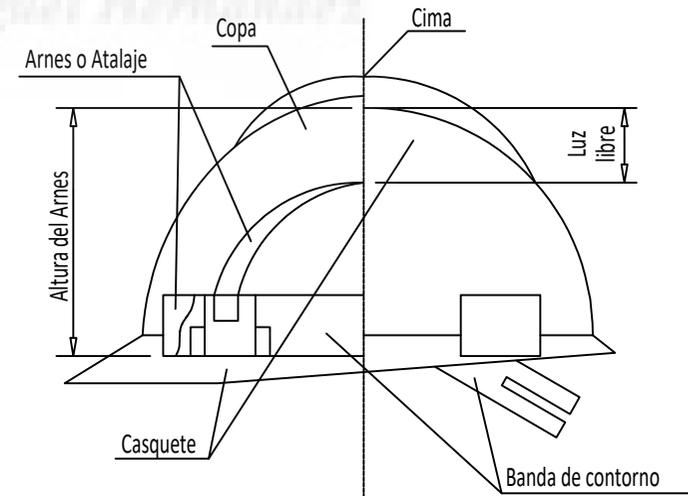
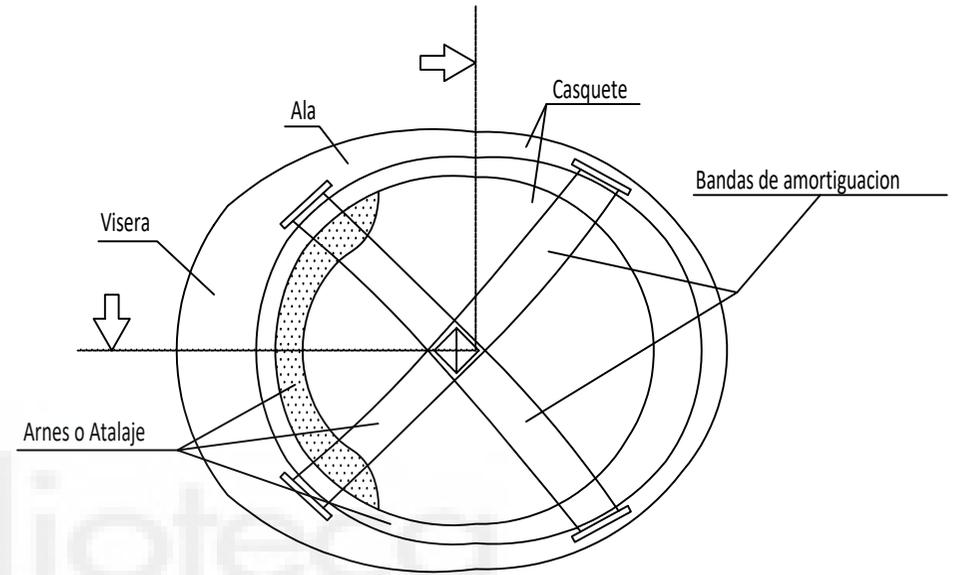
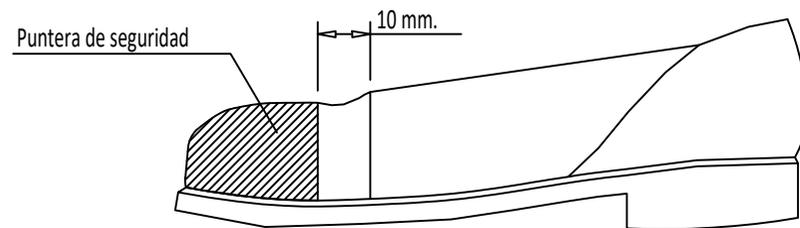
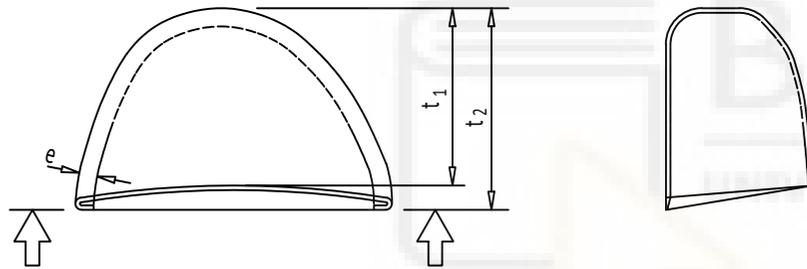
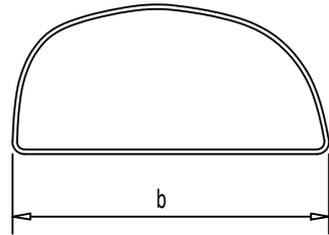
-  Zona de especial riesgo (Excavación de zanjas). Medidas preventivas en punto 7 de la memoria Estudio Seguridad y Salud
-  Zona de especial riesgo (Excavación de zanjas y vallado). Medidas preventivas en punto 7 de la memoria Estudio Seguridad y Salud
-  Zona de especial riesgo (Montaje). Medidas preventivas en punto 7 de la memoria Estudio Seguridad y Salud

ORSCA  
Miguel Hernández

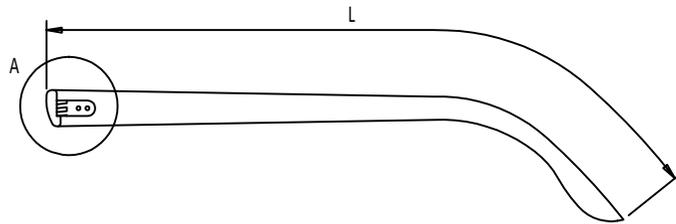
# BOTAS DE SEGURIDAD - REFUERZOS -

# CASCO DE SEGURIDAD

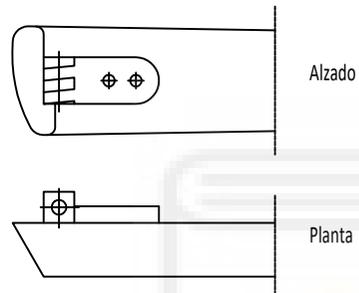
PUNTERA



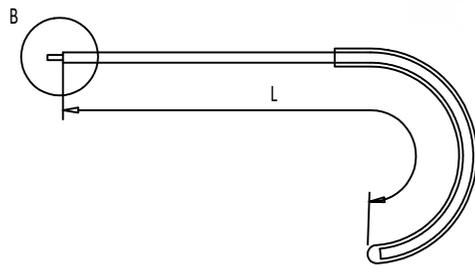
PATILLA DE SUJECCION TIPO ESPATULA



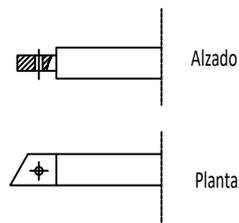
DETALLE A



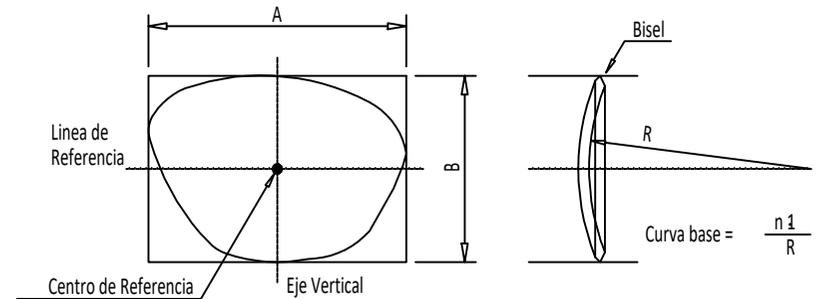
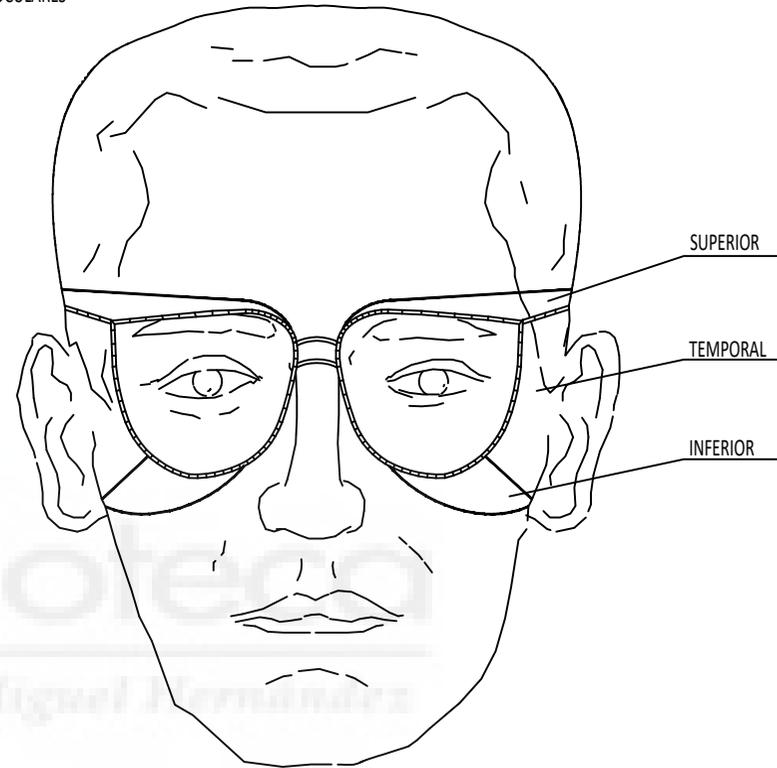
PATILLA DE SUJECCION TIPO CABLE



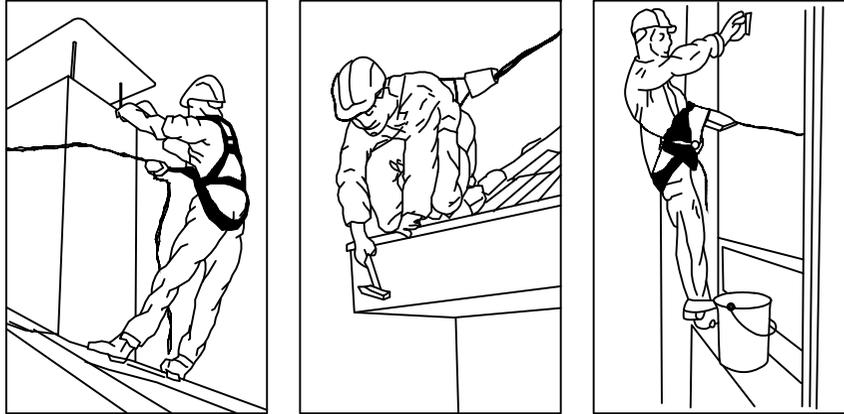
DETALLE B



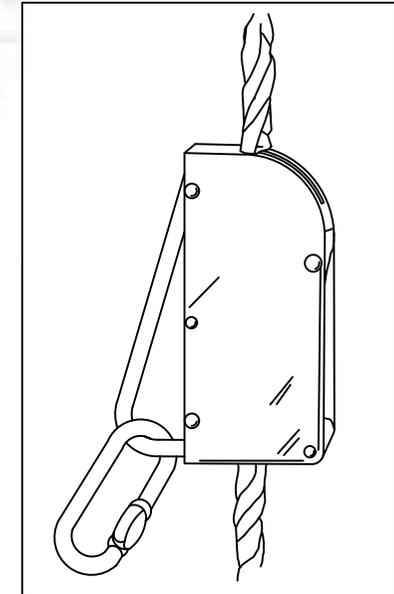
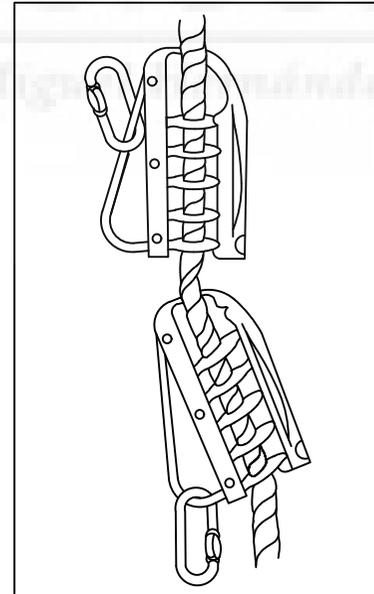
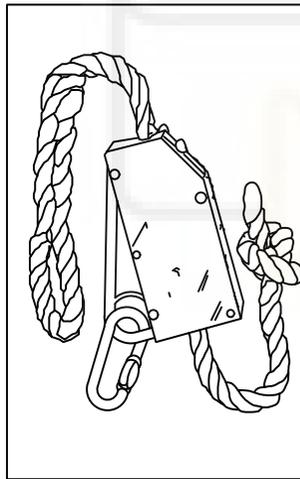
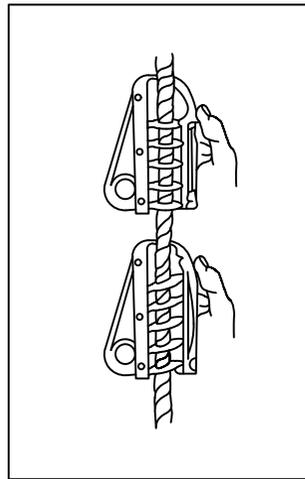
OCULARES



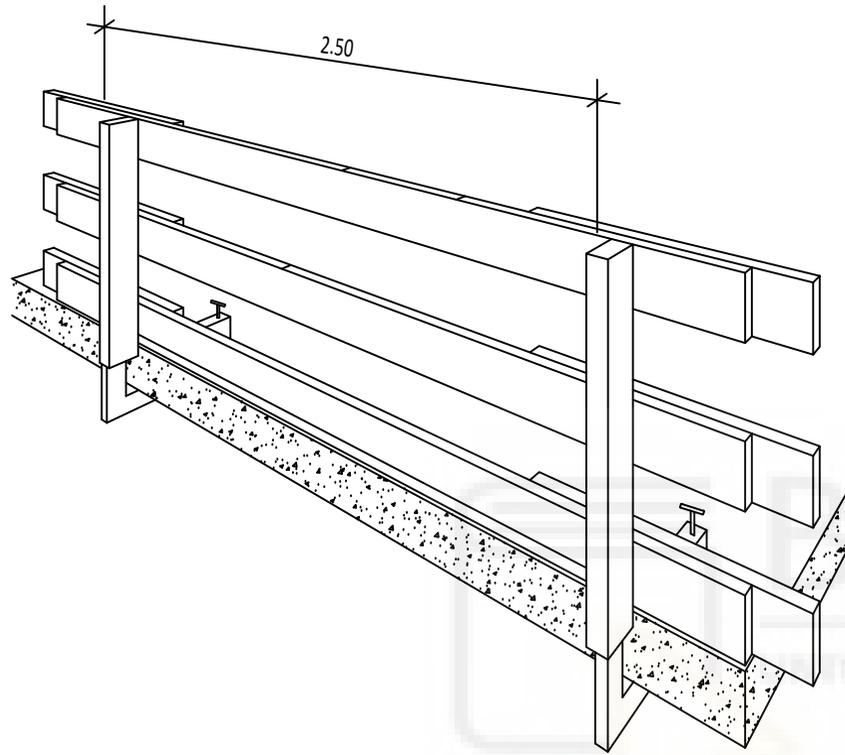
SEGURO DE ANCLAJE MÓVIL



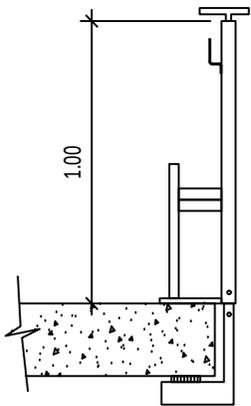
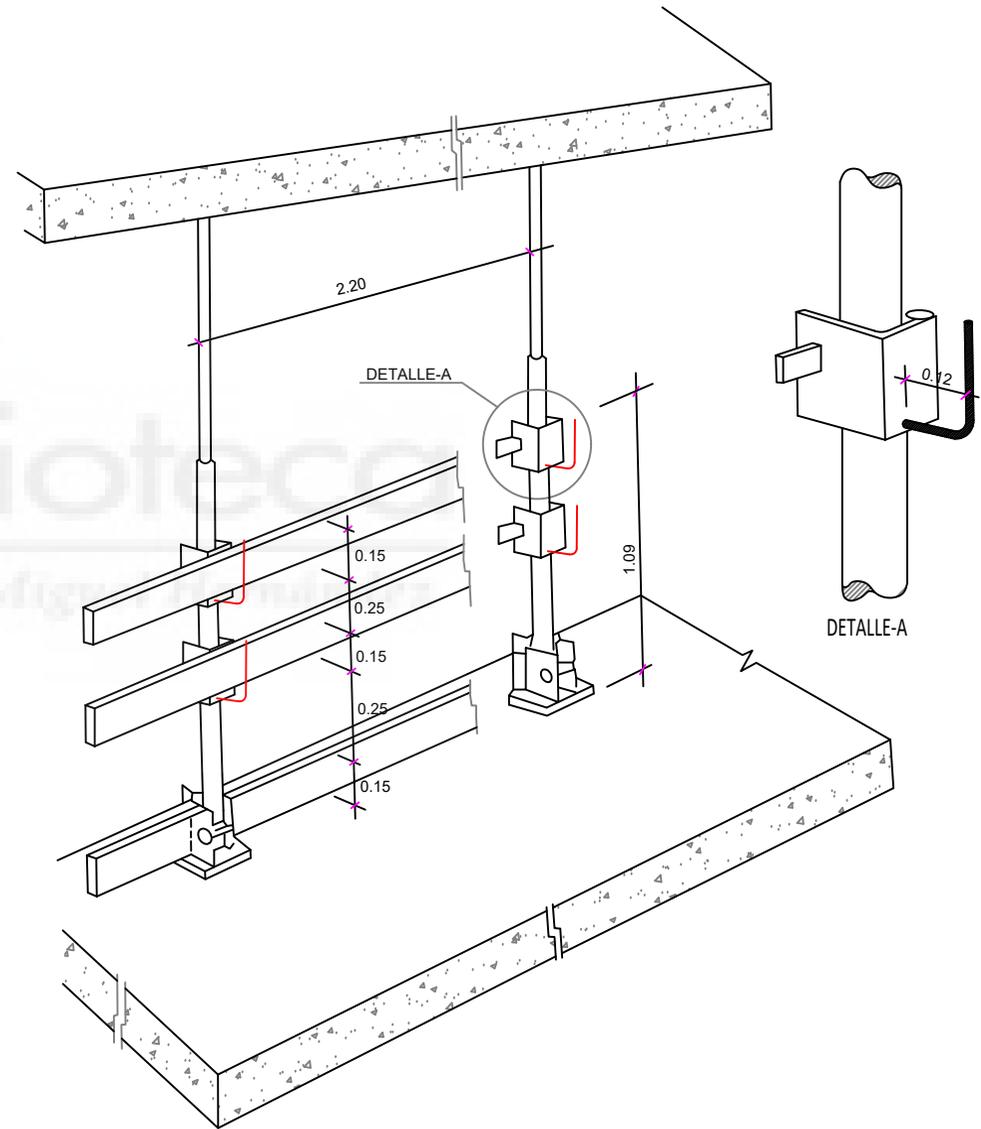
SEGURO AUTOMÁTICO ANTICAIDAS



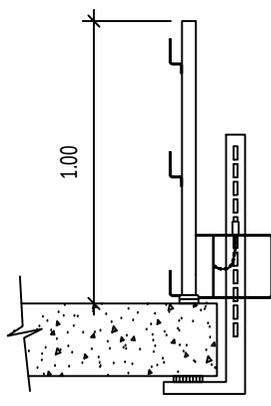
BARANDILLA CON SOPORTE



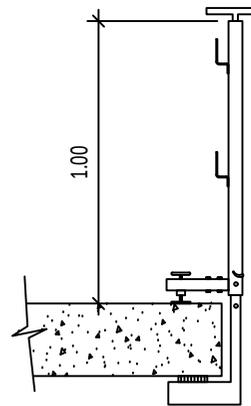
SOPORTES PARA BARANDILLAS ACOPABLES A PUNTALES



SOPORTE " TIPO - 1 "

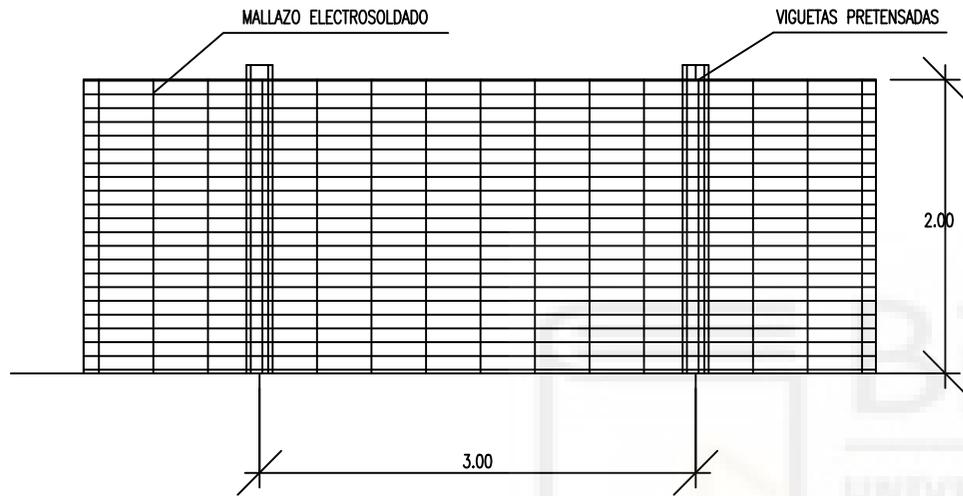


SOPORTE " TIPO - 2 "

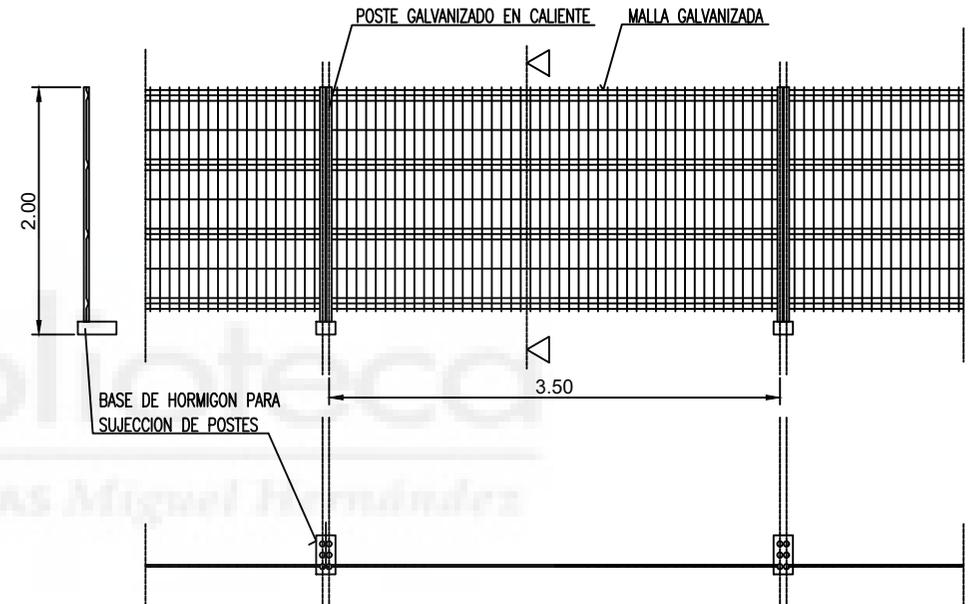


SOPORTE " TIPO - 3 "

## VALLA CON MALLAZO METALICO



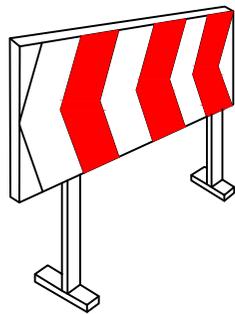
## VALLA DE POSTES Y MALLA GALVANIZADA



ALAMBRE HORIZONTAL  $\phi$  4'5 mm.  
ALAMBRE VERTICAL  $\phi$  3'5 mm.  
POSTES  $\phi$  40 mm.

LAS UNIONES ENTRE POSTES SE REALIZARA MEDIANTE ACCESORIOS DE FIJACION INCORPORADOS

# SEÑALIZACION



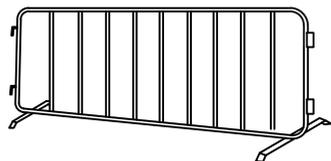
VALLA DESVIO TRAFICO



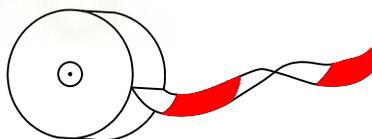
CONO BALIZAMIENTO



CORDON BALIZAMIENTO

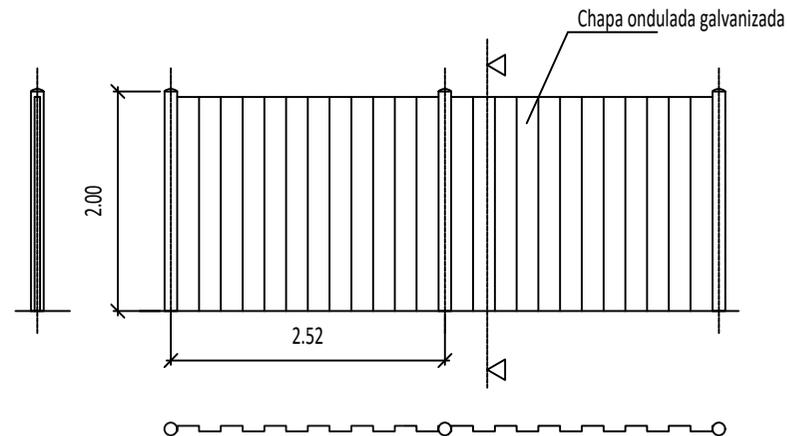


VALLA

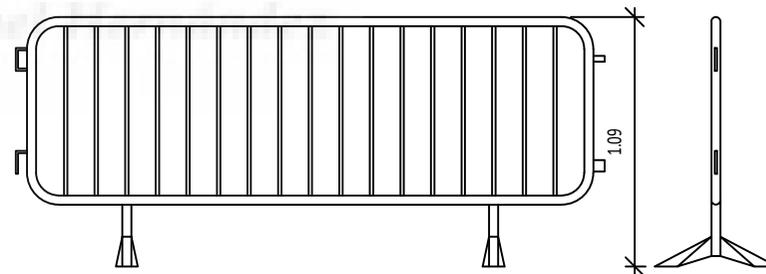


CINTA BALIZAMIENTO

# VALLA CON POSTES Y CHAPA GALVANIZADA



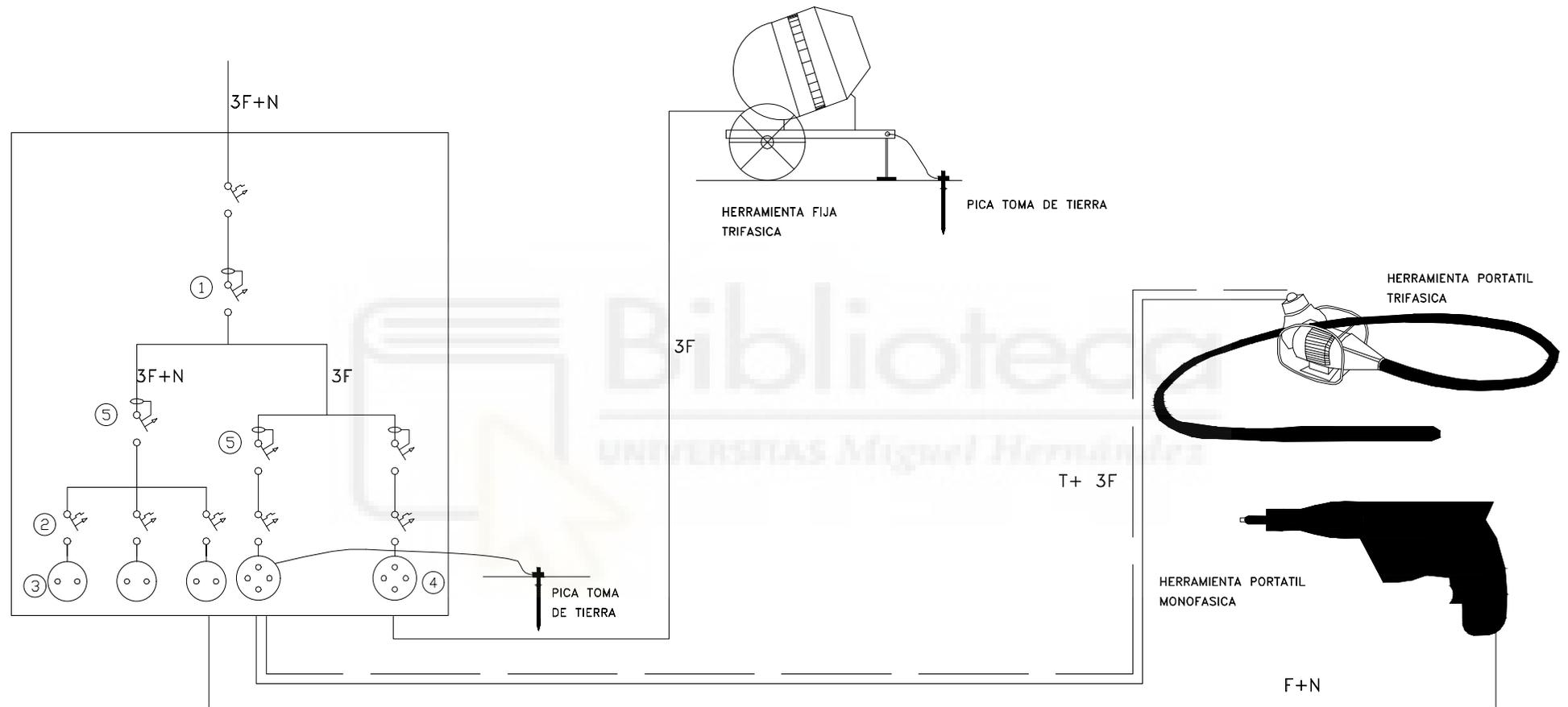
VALLA MOVIL DE PROTECCION Y PROHIBICION DE PASO



NOTA:  
LA SEÑALIZACION SE REALIZARA CON LOS ELEMENTOS QUE FIGURAN EN ESTE PLANO,  
PROHIBIENDOSE EXPRESAMENTE EL USO DE BIDONES U OTROS OBJETOS.

EN ZONAS URBANAS SE CUIDARA ESPECIALMENTE ESTE ASPECTO, INSTALANDO LAS VALLAS  
LUMINOSAS QUE SEAN NECESARIAS.

# CUADRO ELECTRICO DE OBRA



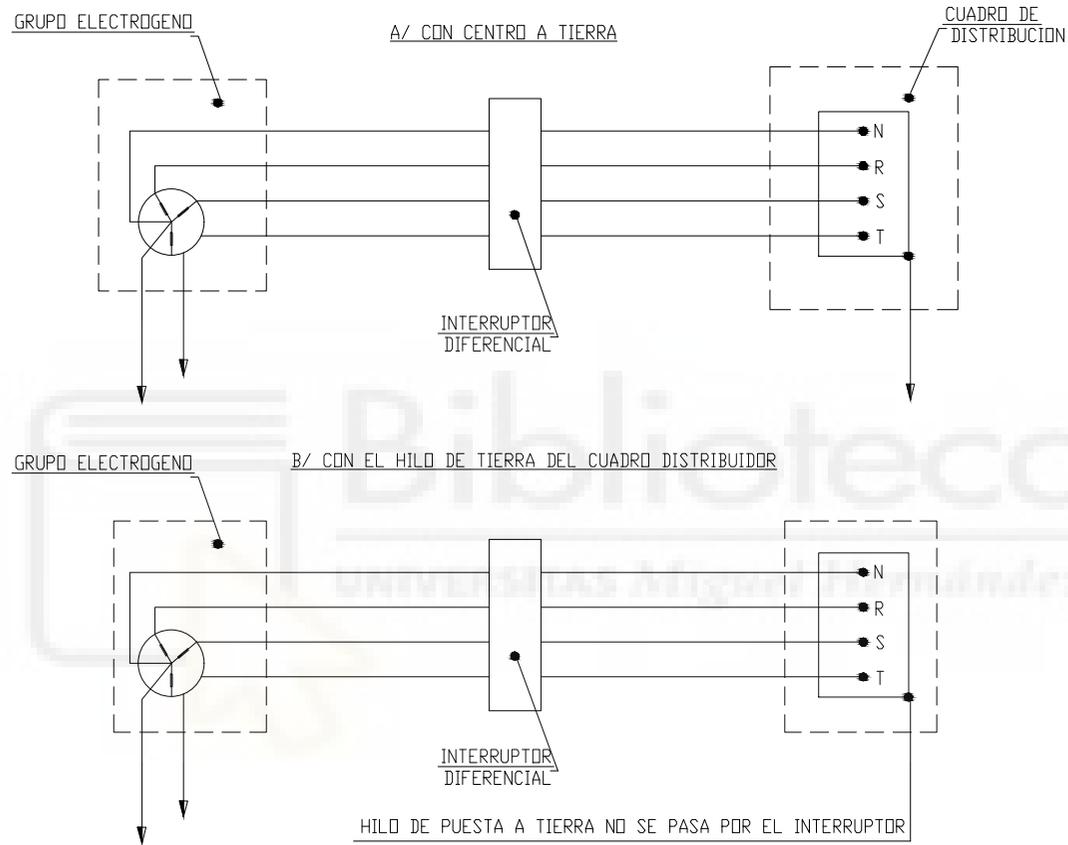
## SIMBOLOGÍA

1. Diferencial de media sensibilidad
  2. Magnetotérmicos
  3. Tomacorrientes monofásicos
  4. Tomacorrientes trifásicos con tierra
  5. Diferenciales de alta sensibilidad
- 3F+N. Manguera con tres fases más neutro  
 F+N. Manguera con una fase más neutro  
 T+3F. Manguera con tres fases más tierra  
 3F. Manguera con tres fases

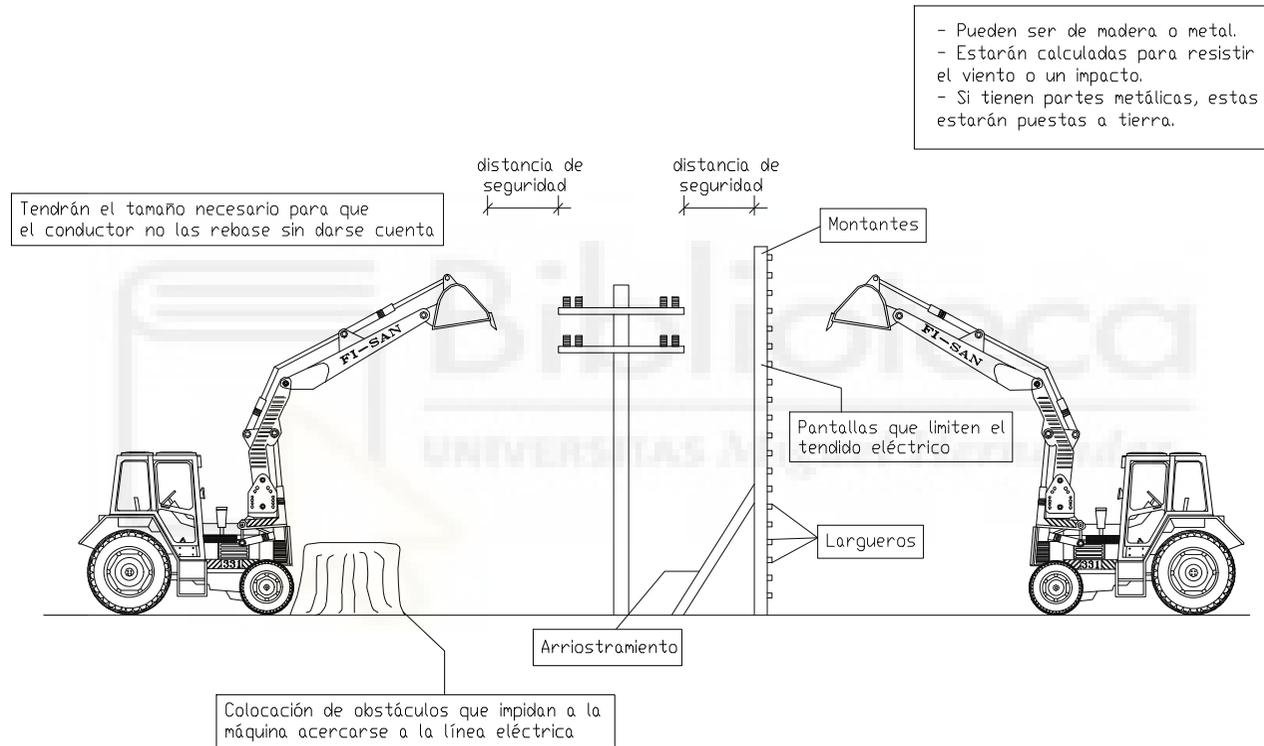
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD  
 PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A 569

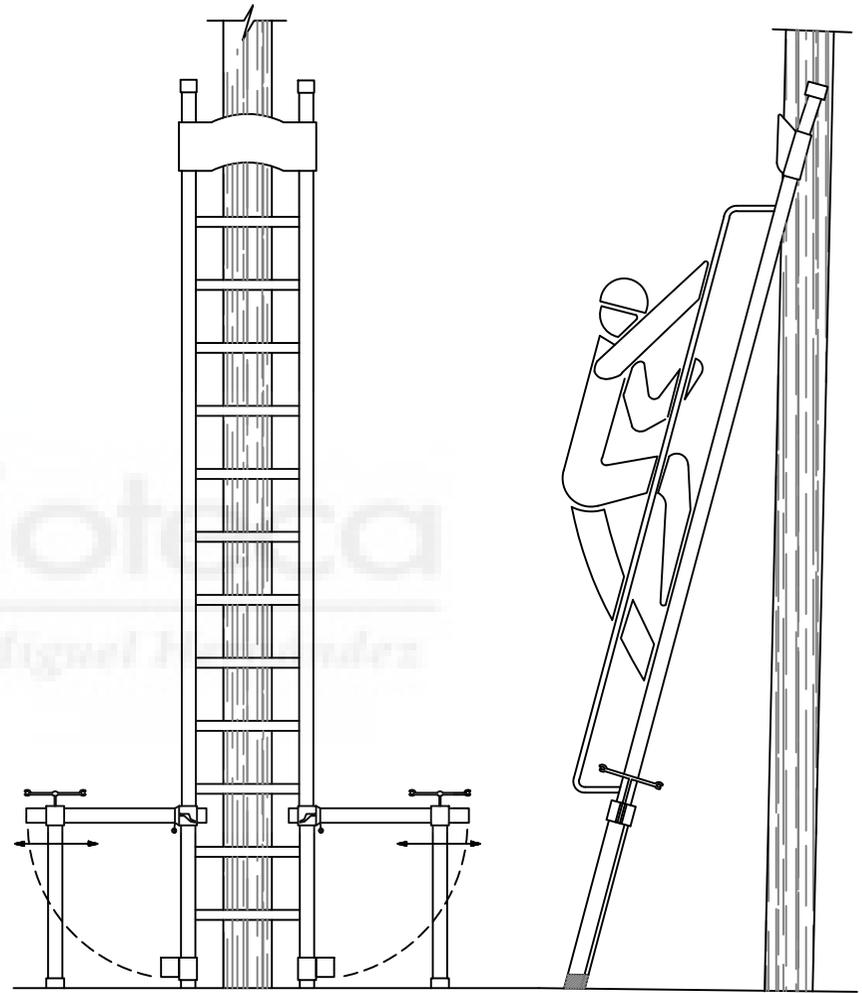
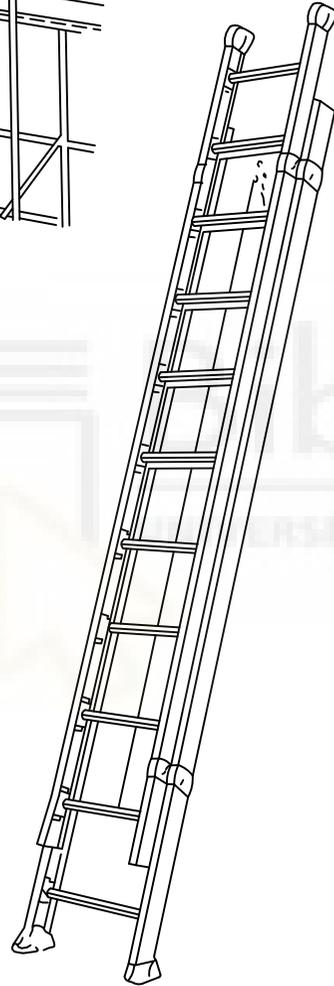
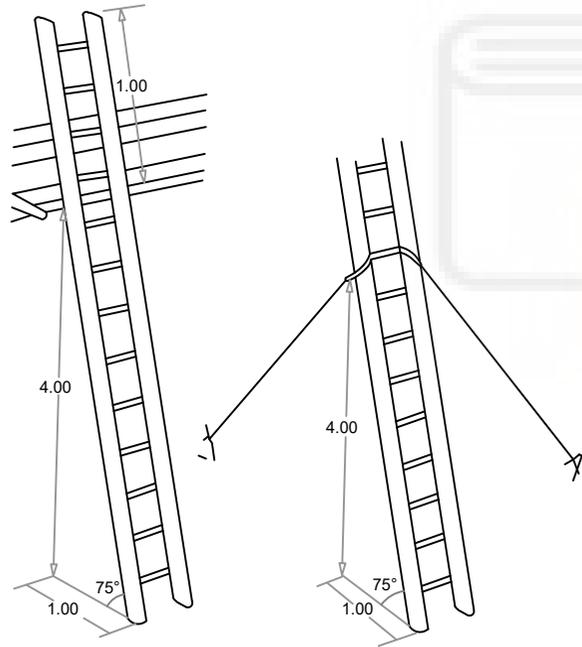
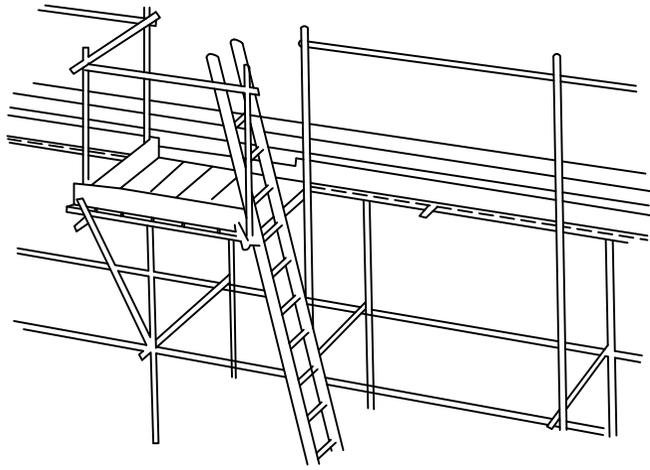
PREVENCIÓN DE RIESGO ELÉCTRICO  
 CUADRO DE OBRA

# ESQUEMA DE UNA INSTALACION CONECTADA A GRUPO ELECTROGENO EN ESTRELLA

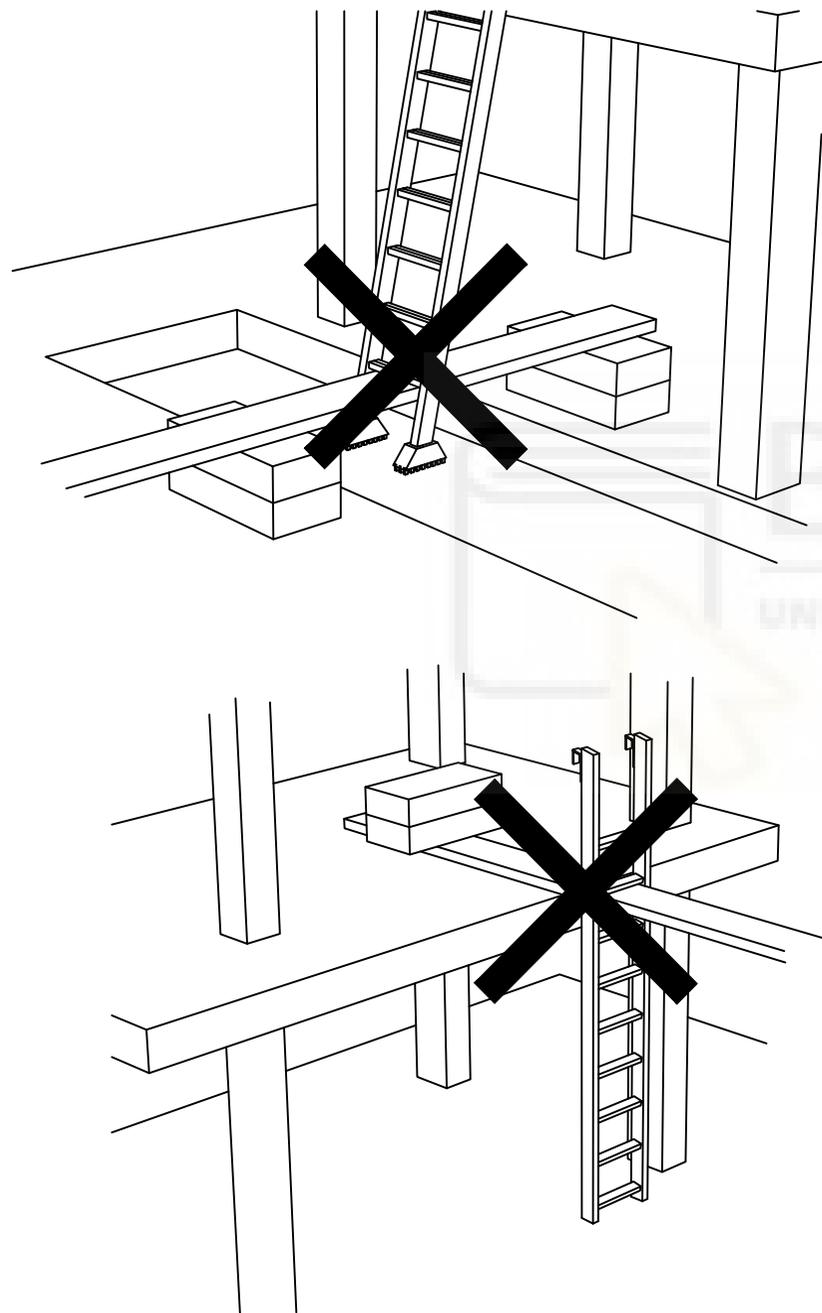


## DISTANCIAS DE SEGURIDAD A LINEAS ELECTRICAS

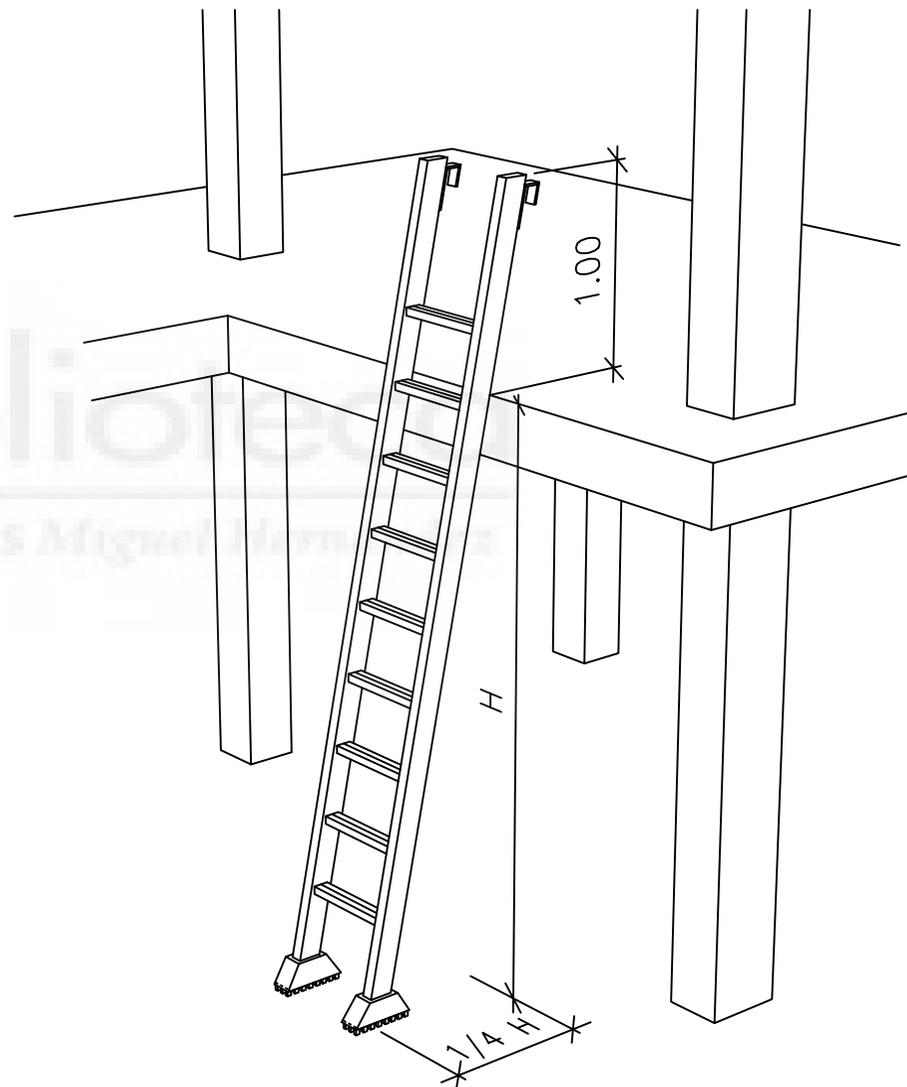




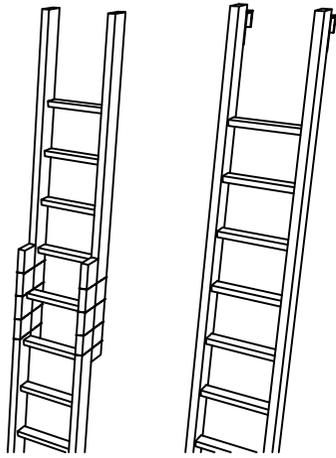
POSICIONES INCORRECTAS DE ESCALERAS DE MANO



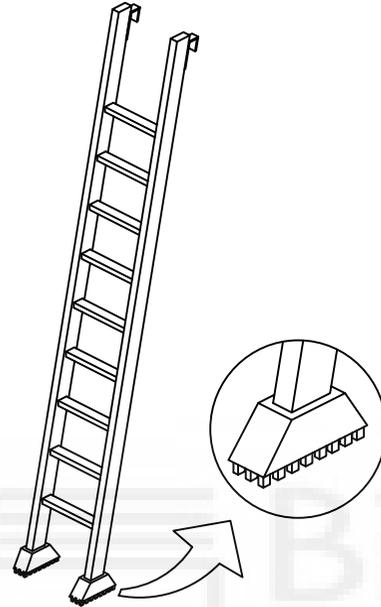
POSICION CORRECTA DE ESCALERAS DE MANO



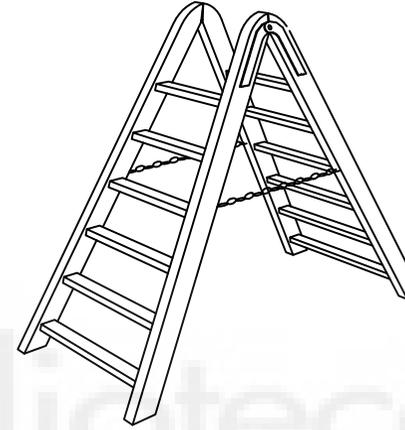
# PRECAUCIONES EN EL USO DE ESCALERAS DE MANO



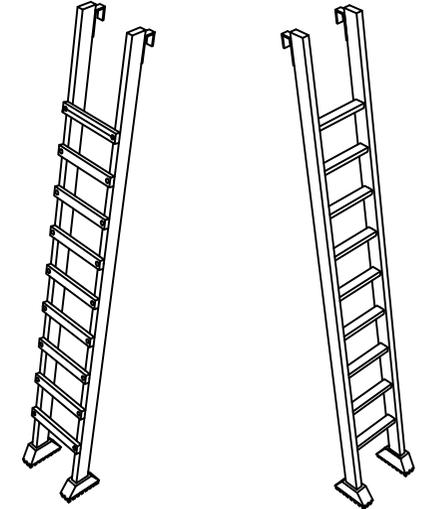
NO SE DEBE REALIZAR NUNCA EL EMPALME IMPROVISADO DE DOS ESCALERAS.



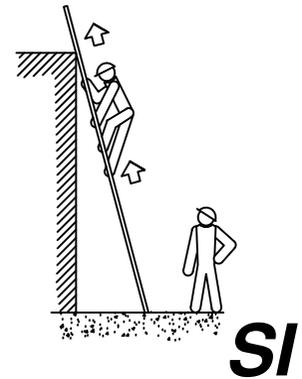
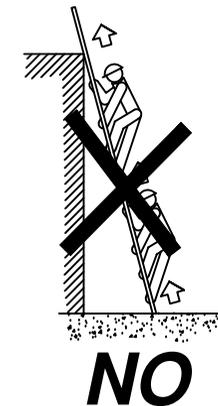
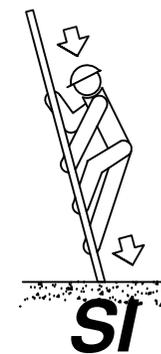
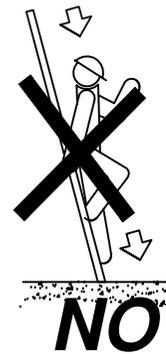
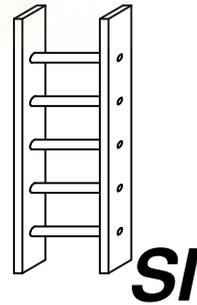
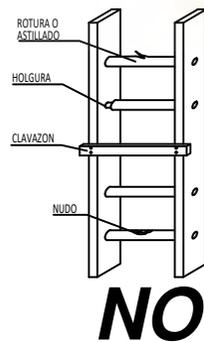
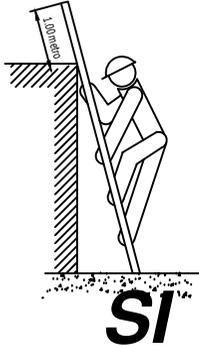
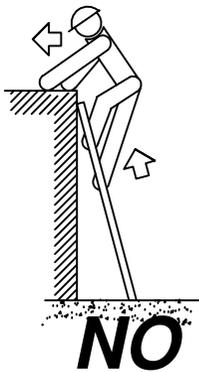
EQUIPAR LAS ESCALERAS PORTATILES CON BASES ANTIRRESBALADIZAS PARA UNA MEJOR ESTABILIDAD.



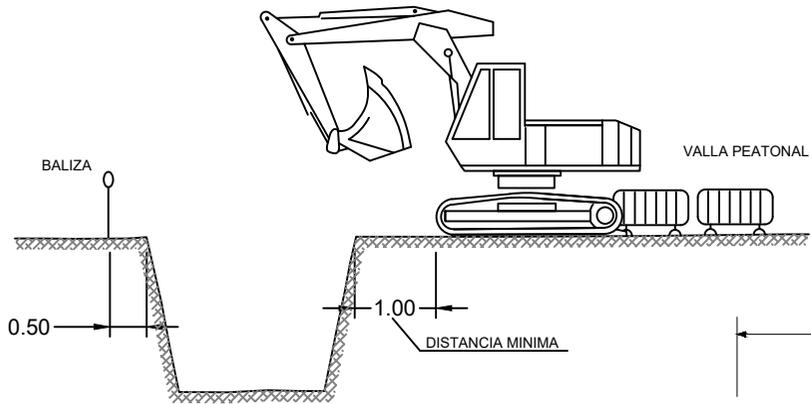
TOPE Y CADENA PARA IMPEDIR LA APERTURA.



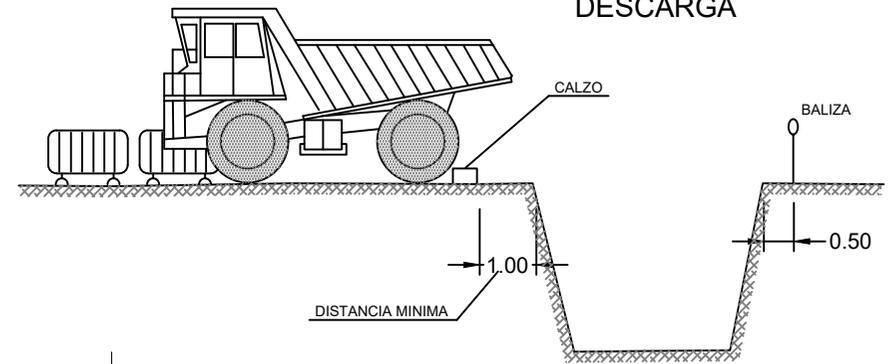
LOS LARGEROS SERAN DE UNA SOLA PIEZA Y LOS PELDANOS ESTARAN BIEN ENSAMBLADOS Y NO CLABADOS.



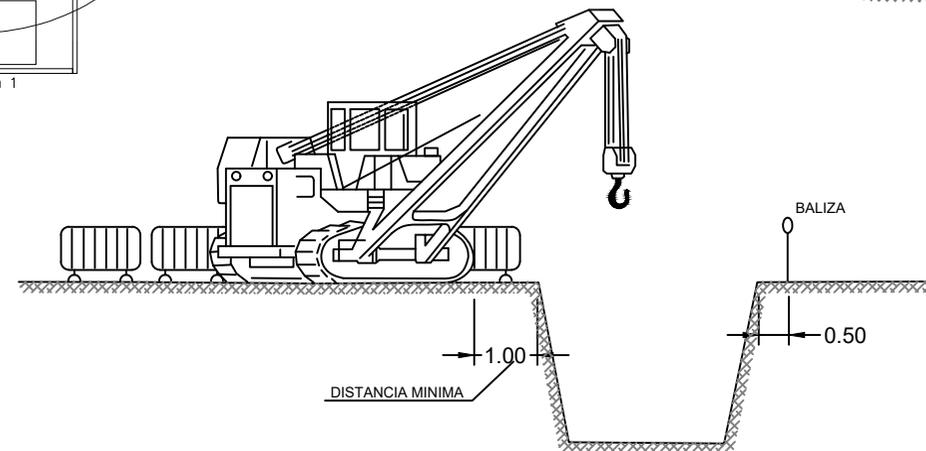
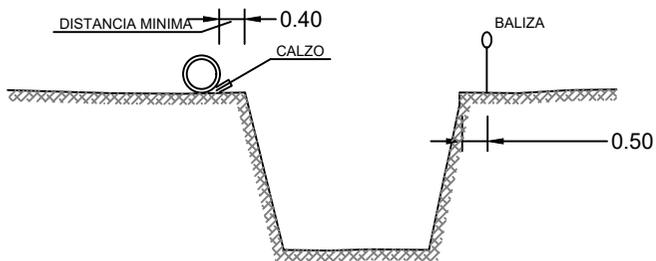
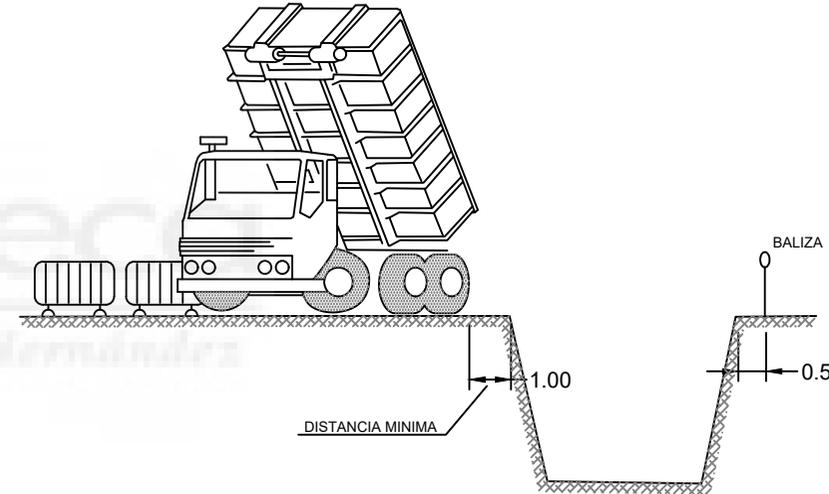
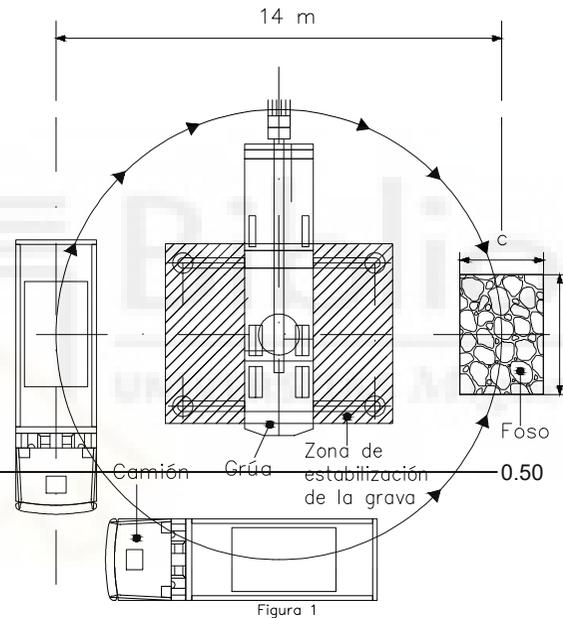
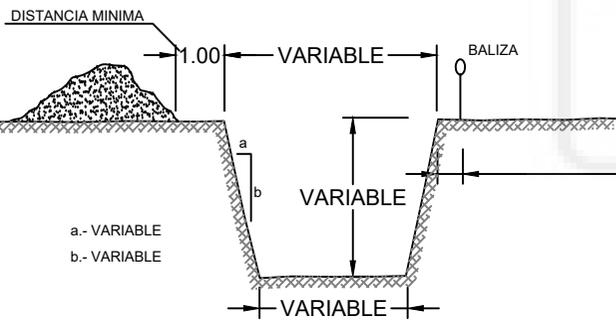
# EXCAVACION



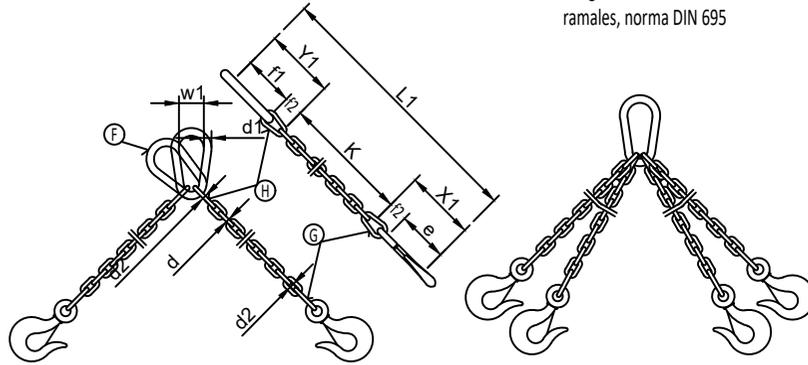
# DESCARGA



# ACOPIOS



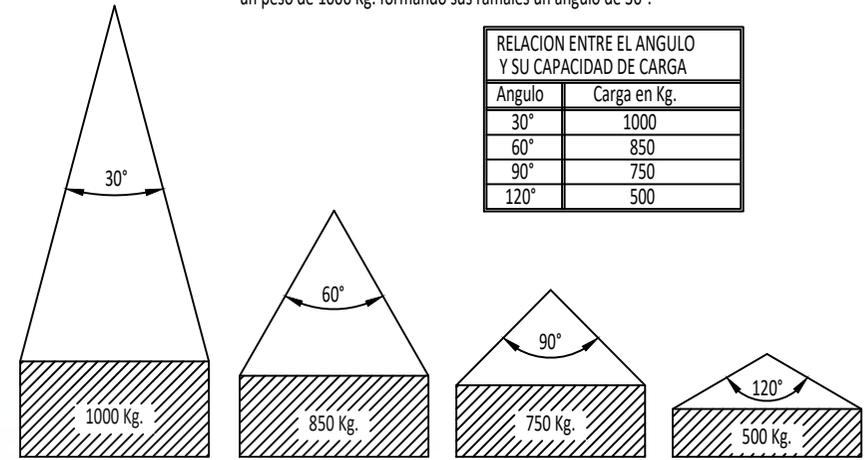
Eslingas de cadena de dos ramales, norma DIN 695



ANGULO DE LOS RAMALES EN LAS ESLINGAS PARA EL MANEJO DE MATERIALES CON LA MISMA ESLINGA.

Cuadro de ejemplo, suponiendo que una eslinga sea capaz de soportar un peso de 1000 Kg. formando sus ramales un ángulo de 30°.

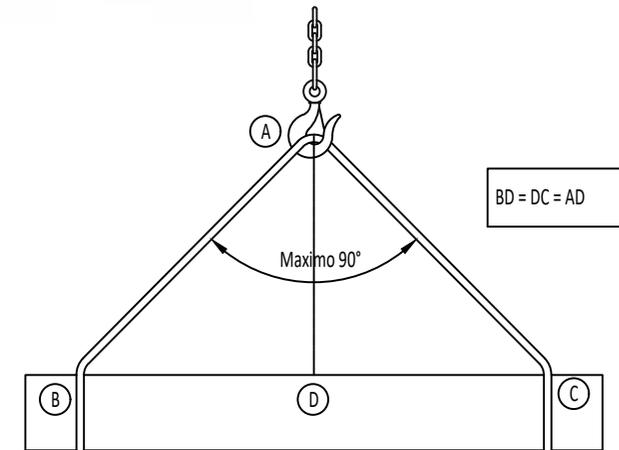
RELACION ENTRE EL ANGULO Y SU CAPACIDAD DE CARGA	
Angulo	Carga en Kg.
30°	1000
60°	850
90°	750
120°	500



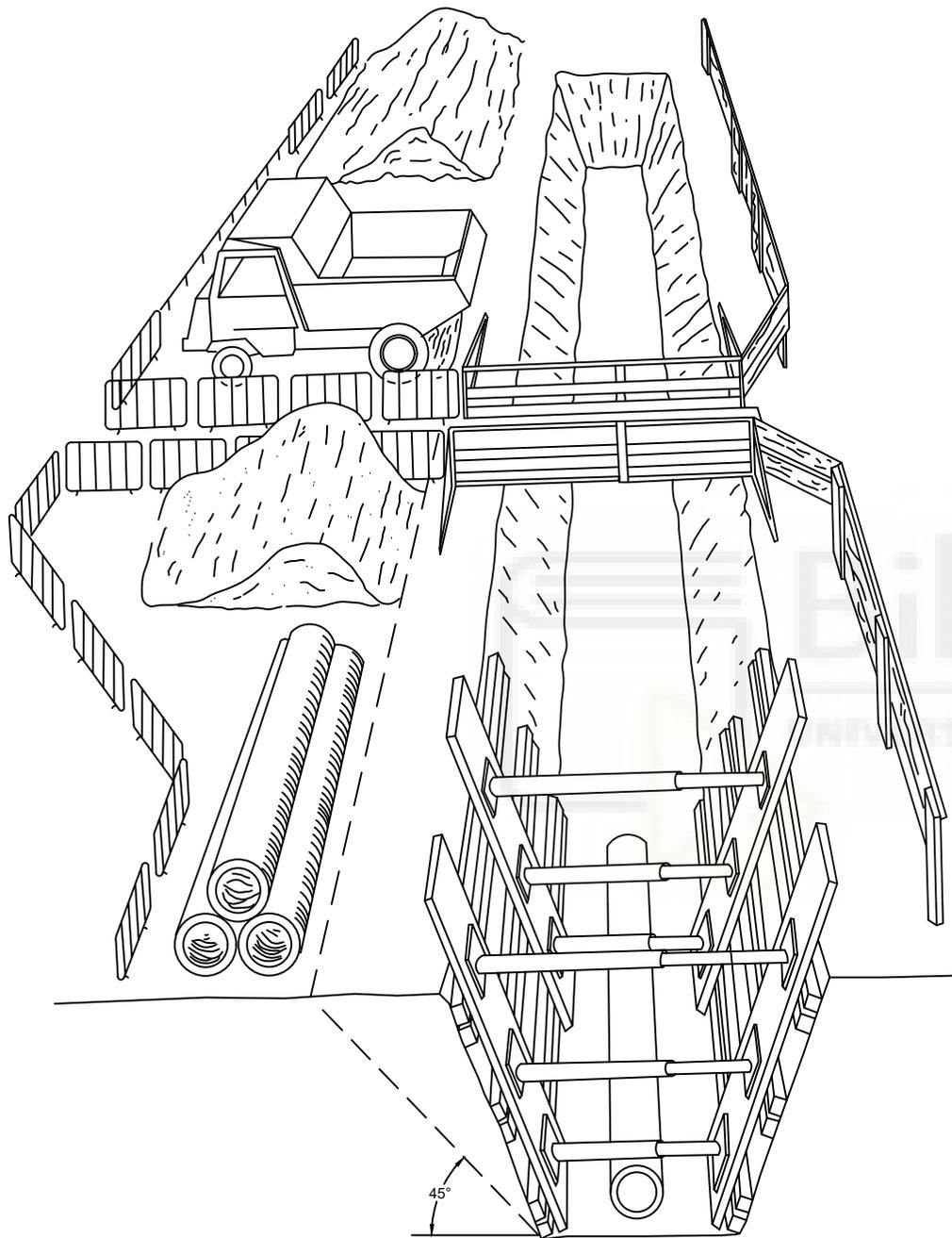
CADENA DE CARGA	CADENA DE ARRASTRE	CARGA UTIL			X <sub>1</sub> mm.	Y <sub>1</sub> mm.	Longitud de la cadena terminada para K=1000 mm.	ESLABON F			ESLABONES G H		
		α = 45°	α = 90°	α = 120°				f <sub>1</sub> mm.	d <sub>1</sub> mm.	w <sub>1</sub> mm.	f <sub>2</sub> mm.	f <sub>3</sub> mm.	d <sub>2</sub> mm.
5	62	150	110	80	80	77	1157	55	11	30	18	22	6
6	62	230	180	125	83	92	1175	66	13	36	21	26	7
7	82	330	250	185	107	107	1214	77	16	42	25	30	9
8	82	500	400	275	110	122	1232	88	18	48	28	34	10
10	113	850	650	475	148	157	1305	110	22	60	35	47	13
13	133	1450	1100	800	179	200	1379	145	25	78	46	55	16
16	167	2250	1750	1250	223	245	1468	175	35	96	56	70	19
18	211	2700	2100	1500	274	276	1550	200	40	108	63	76	21
20	211	3400	2650	1900	281	305	1586	220	45	120	70	85	25
23	236	4500	3500	2500	317	354	1671	255	51	138	81	99	27
26	265	5800	4500	3200	356	398	1754	285	57	156	91	113	31
28	299	6800	5200	3750	397	430	1827	310	63	168	98	120	35
30	299	7700	6000	4250	404	460	1864	330	66	180	105	130	38
33	334	9000	7000	5000	449	503	1952	360	72	200	115	143	40
36	373	11000	8700	6250	499	536	2035	380	78	215	126	156	43
39	422	13500	10500	7500	559	570	2129	400	87	235	137	170	47
42	422	15000	12000	8500	569	600	2169	420	93	250	147	180	49
45	472	18000	14000	10000	632	635	2267	440	100	270	160	195	54
48	528	20000	15400	11000	698	665	2363	460	105	290	170	205	58
51	528	22500	17500	12500	708	700	2408	480	110	305	180	220	62
54	592	25000	19500	14000	782	730	2512	500	120	325	190	230	65
57	592	28000	21700	15500	792	765	2557	520	125	340	200	245	69
60	592	30000	24000	17000	802	800	2602	540	130	360	210	260	73

La carga máxima que puede soportar una eslinga depende, fundamentalmente, del ángulo formado por los ramales de la misma. A mayor ángulo, menor será la capacidad de carga de la eslinga.

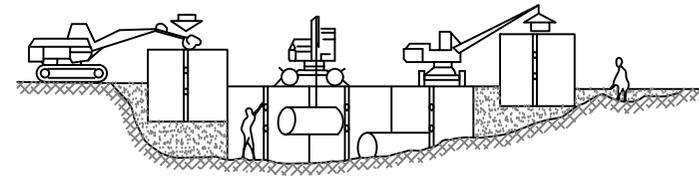
NUNCA SE DEBE HACER TRABAJAR UNA ESLINGA CON UN ANGULO MAYOR DE 90°.  
Y LA CARGA SIEMPRE IRA CENTRADA.



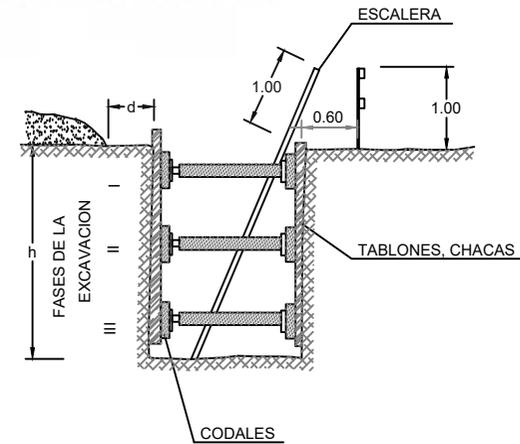
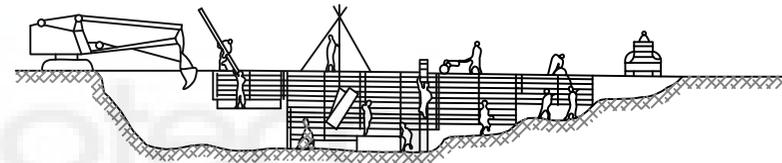
Los valores de la longitud de la cadena K, se calcularán como múltiplos del paso t, según DIN 766.  
Estas eslingas se construyen también con argolla en lugar de gancho.  
Al remolcar más de dos ramales de cadena, se recomienda calcular como resistentes solo dos de ellas.

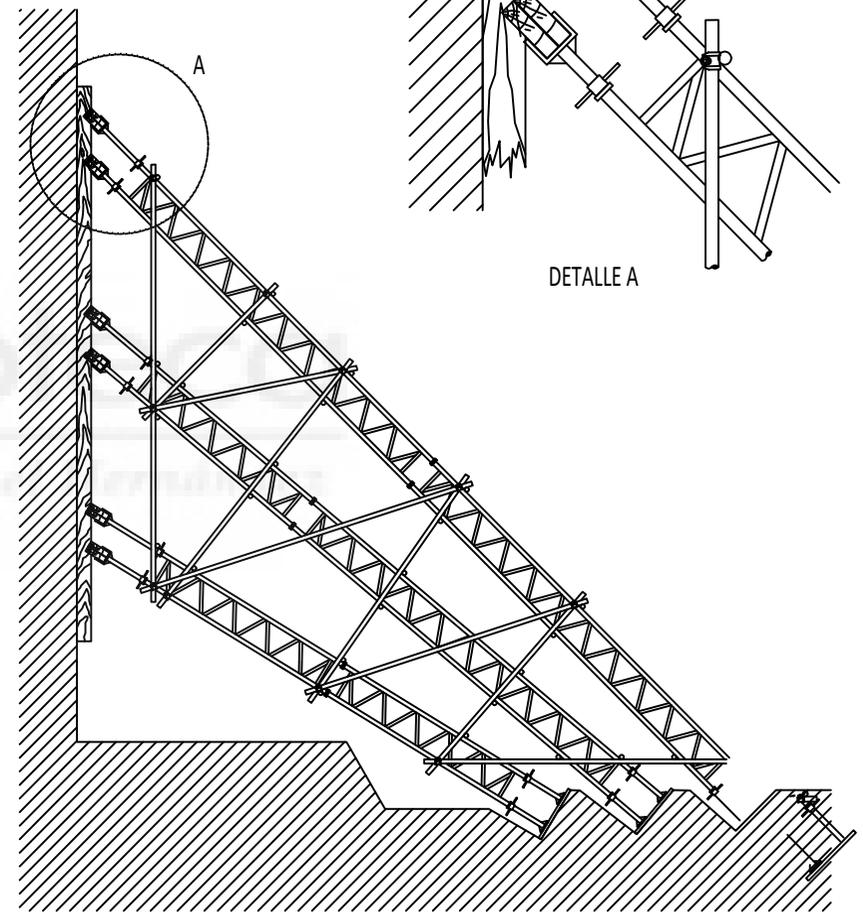
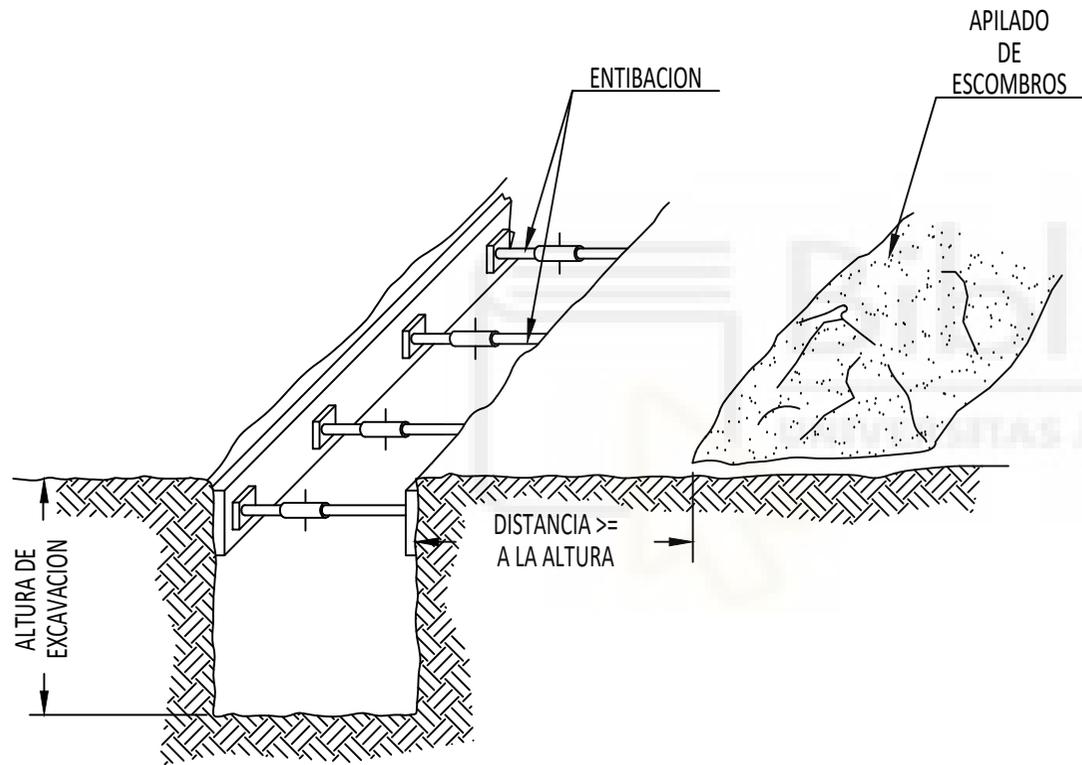


PROCESO DE ENTIBADOS POR PANELES PREFORMADOS MIXTOS



PROCESO DE ENTIBADOS POR ELEMENTOS TRADICIONALES







USE MATERIAL DE PROTECCION PERSONAL:

- PANTALLA DE MANO O DE CABEZA
- GAFAS DE PROTECCION CONTRA PROYECCIONES
- MANDIL
- GUANTES
- POLAINAS

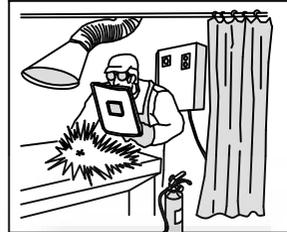


-SI SE TRABAJA POR ENCIMA DE LA CABEZA ES NECESARIO PROTEGER, ADEMAS DE ESTA EL CUELLO Y OTRAS PARTES QUE PUEDAN QUEDAR EXPUESTAS A LAS PARTICULAS INCANDESCENTES



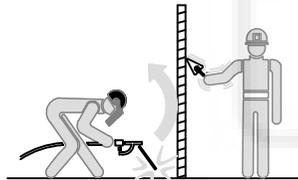
-NO SUELDE CERCA DE RECIPIENTES QUE CONTENGAN O HAYAN CONTENIDO PRODUCTOS INFLAMABLES. PUEDE PROVOCAR UNA EXPLOSION.

-VIGILE DONDE CAEN LAS CHISPAS O MATERIAL FUNDIDO. CUANDO SEA NECESARIO SOLDAR POR ENCIMA DE MATERIAL COMBUSTIBLE PROTEJALO CON UNA LONA IGNIFUGA.

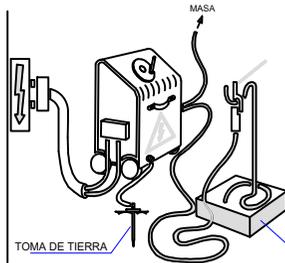


AISLAMIENTO DEL PUESTO DE SOLDADURA:

- CUANDO EL PUESTO ES FIJO, SE PROTEGERA POR UNA CORTINA INCANDESCENTE.
- EXTRACCION DE HUMO.
- SE DISPONDRA DE UN EXTINTOR CERCA DE LA CABINA DE SOLDADURA.



-EVITAR LA EXPOSICION A RADIACIONES DE CUALQUIER OPERARIO QUE NO DISPONGA DE LAS ADECUADAS PROTECCIONES.



-LA ALIMENTACION SE REALIZARA MEDIANTE CONEXION A TRAVES DEL CUADRO ELECTRICO GENERAL Y SUS PROTECCIONES.

- LOS CABLES SERAN DE IGUAL SECCION.
- GRUPO CONECTADO A TOMA DE TIERRA.
- UTILIZAR MANGUERAS EN BUEN ESTADO.
- REVISE EL EQUIPO.

EQUIPOS DE SOLDADURA  
SOLDADURA ELECTRICA

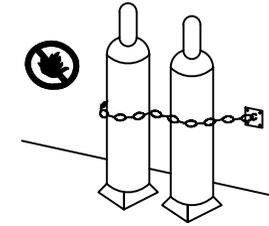


-LAS BOTELLAS DE ACETILENO Y OXIGENO SIEMPRE SE UTILIZARAN EN POSICION VERTICAL.

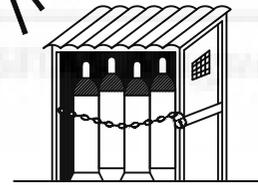
-SE ASEGURARAN CONTRA CAIDAS Y GOLPES.



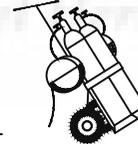
-PARA EVITAR RETROCESOS, ES PRECISO QUE EL EQUIPO VAYA PROVISTO DE VALVULAS ANTIRRETROCESO DE LLAMAS.



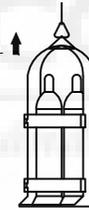
-NO EXISTIRAN EN LAS PROXIMIDADES DE LAS BOTELLAS, MATERIALES INFLAMABLES, NI FRENTE DE CALOR.



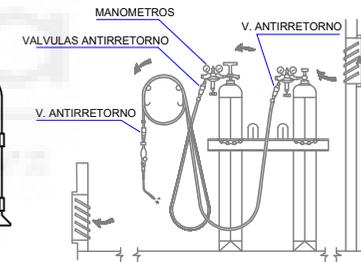
ALMACEN



TRANSPORTE



HORIZONTAL



-ALMACENAR LAS BOTELLAS EN POSICION VERTICAL, EN UN LOCAL VENTILADO Y NO EXPUESTAS AL SOL.

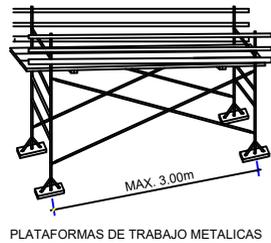
-VIGILE LA POSIBLE EXISTENCIA DE FUGAS EN MANGUERAS Y GRIFOS.

-LAS MANGUERAS SE RECOGERAN EN CARRETES CIRCULARES.

-LOS MECHEROS IRAN PROVISTOS DE VALVULAS ANTIRRETORNO.

EQUIPOS DE SOLDADURA  
SOLDADURA OXIACETILENICA Y OXICORTE

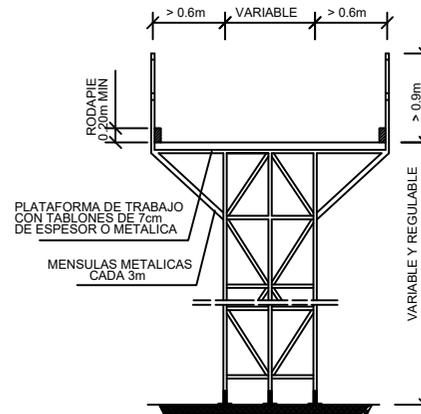
NOTA: Las protecciones mostradas son a título informativo. Se utilizarán las protecciones indicadas en la Memoria del Plan de Seguridad y Salud o las indicadas en su caso por el Coordinador de Seguridad y Salud.



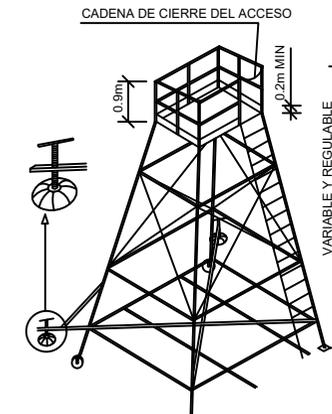
PLATAFORMAS DE TRABAJO METALICAS



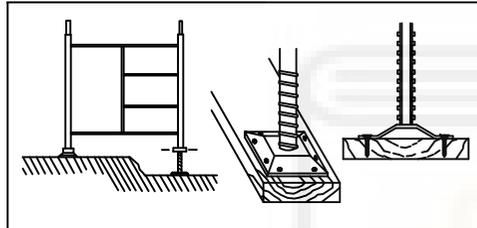
PLATAFORMA DE TRABAJO



ANDAMIO METALICO

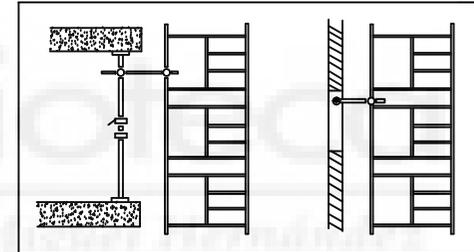


TORRETA



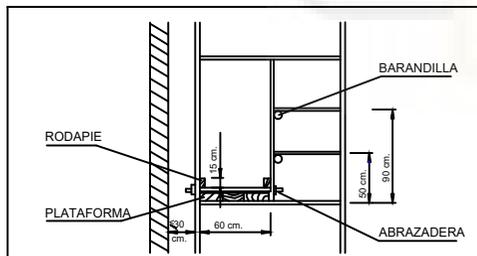
BIEN

- LOS MODULOS DE BASE APOYARAN SOBRE DURMIENTES A BASE DE TABLONES.
- COLOCAR USILLOS DE NIVELACION.
- CLAVAR LAS PLACAS DE APOYO DE LOS USILLOS A LOS DURMIENTES.
- NO SE COMENZARA EL NIVEL SUPERIOR SIN QUE EL INFERIOR ESTE DOTADO DE TODOS LOS ELEMENTOS DE ESTABILIDAD.
- NO PERMANECER DEBAJO DEL ANDAMIO DURANTE EL MONTAJE.



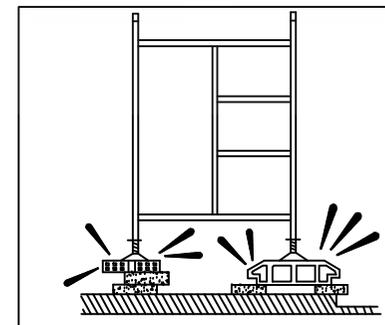
BIEN

- LOS ANDAMIOS SE ARRIOSTRAN AL PARAMENTO JUNTO AL QUE ESTAN EJECUTANDO
- TODAS LAS UNIONES ENTRE PIEZAS SE REALIZARAN CUMPLIENDO LAS NORMAS DE MONTAJE DEL MODELO ESCOGIDO.
- SE REVISARAN TODOS LOS TORNILLOS DEL TRAMO EJECUTADO OBSERVANDO QUE QUEDAN BIEN APRETADOS ANTES DE CONTINUAR LOS SUPERIORES.



BIEN

- PLATAFORMA: ANCHO MINIMO 60 cm.
- RODAPIE: ALTURA MINIMA 15 cm.
- BARANDILLA: PASAMANOS: ALTURA MINIMA 90 cm. LISTON INTERMEDIO: 50 cm.
- DISTANCIA AL PARAMENTO IGUAL O MENOR A 30 cm. MONTAR BARANDILLA EN EL LADO DE LA FACHADA SI LA DISTANCIA ES MAYOR.



PROHIBICIONES:

- NO APOYAR EL ANDAMIO EN SUPLEMENTOS COMO LADRILLOS, BIDONES, ETC.
- NO FORMAR PLATAFORMAS DE TRABAJO EN CORONACIONES DE ANDAMIO SIN BARANDILLAS NI RODAPIE.
- DURANTE RACHAS DE FUERTES VIENTOS NO PERMANECER EN EL ANDAMIO.

PRECAUCIONES EN EL USO DE ANDAMIOS Y MEDIOS AUXILIARES

NOTA: Las protecciones mostradas son a título informativo. Se utilizarán las protecciones indicadas en la Memoria del Plan de Seguridad y Salud o las indicadas en su caso por el Coordinador de Seguridad y Salud.